

自己閉鎖創白内障手術における強角膜切開創の治癒過程

—第3報 術後眼圧の早期創接着に及ぼす影響—

平坂 知彦¹⁾, 片上千加子²⁾, 山本 節²⁾¹⁾新須磨病院眼科, ²⁾神戸大学医学部眼科学教室

要 約

自己閉鎖創において術後眼圧が早期創接着に及ぼす影響について検討した。白色家兎に Ernest 法に準じて強角膜切開創を作成し、超音波乳化操作を行った。眼内灌流液を注入して術後眼圧を 30 mmHg まで上げた群 (高眼圧群), 30 mmHg まで上げた後 15 mmHg まで下げた群 (高低眼圧群), 15 mmHg までしか上げなかった群 (低眼圧群) に分類して、経時的に角膜形状解析を行った後、眼球摘出し、組織学的に検討した。高眼圧群, 高低眼圧群では術後 1 日目でも外側・内側切開創の接着は良

好であったが、低眼圧群では術後 4 日目でも創接着は不完全で、術後 7 日目ようやく創接着を認めた。術後眼圧によって術後早期の創接着に差があり、早期術後乱視に影響することが示唆された。(日眼会誌 99: 763—769, 1995)

キーワード: 自己閉鎖創白内障手術, 術後眼圧, 創接着, 早期術後乱視

Corneoscleral Wound Healing after Self-sealing Cataract Surgery
—3. Effect of Postoperative Intraocular Pressure on Wound Sealing—

Tomohiko Hirasaka¹⁾, Chikako Katakami²⁾ and Misao Yamamoto²⁾¹⁾Department of Ophthalmology, Shinsuma Hospital²⁾Department of Ophthalmology, Kobe University School of Medicine

Abstract

We investigated histologically the effect of postoperative intraocular pressure (IOP) on wound sealing after self-sealing cataract surgery in rabbits. A scleral pocket and internal corneal flap were made according to Ernest's method, and phacoemulsification was performed. Balanced salt solution was injected to self-seal the wound and to raise the IOP to 30 mmHg (high IOP group), to raise the IOP to 30 mmHg and then lower it to 15 mmHg (high-low IOP group), or to raise the IOP to only 15 mmHg (low IOP group). After various days, the eyes were analyzed by corneal topography and enucleated. The corneoscleral tissues were examined histologically. The wound adaptation was good in the high IOP

group and the high-low IOP group on the external and internal sides on the first day after operation, but the wound adhesion was poor in the low IOP group even on the fourth day and became attached on the seventh day. We suggest that the difference of wound sealing caused by different postoperative IOPs might affect early postoperative astigmatism. (J Jpn Ophthalmol Soc 99: 763—769, 1995)

Key words: Self-sealing cataract surgery, Postoperative intraocular pressure, Wound sealing, Early postoperative astigmatism

I 緒 言

自己閉鎖創白内障手術終了時に強膜弁と内方角膜弁の接着を確実にするため、サイドポートから眼内灌流液を

注入するのは必須の操作手順である。しかし、臨床的に術後眼圧をどの程度にするかは術者によって異なり、確固たる基準がない¹⁾。また、術後眼圧が術後早期の角膜形状に及ぼす影響も知られていない。今回、我々は自己閉

別刷請求先: 654 兵庫県神戸市須磨区磯馴町 4-1-6 新須磨病院眼科 平坂 知彦

(平成 6 年 4 月 18 日受付, 平成 7 年 2 月 20 日改訂受理)

Reprint requests to: Tomohiko Hirasaka, M.D. Department of Ophthalmology, Shinsuma Hospital. 4-1-6 Isonare-cho, Suma-ku, Kobe-shi, Hyogo-ken 654, Japan

(Received April 18, 1994 and accepted in revised form February 20, 1995)

鎖創の実験モデルを作成し、術後眼圧が早期創接着に及ぼす影響について検討した。

II 実験方法

成熟白色家兎(体重2.5~3.0 kg, 雌) 23匹を用いた。Ernest法²⁾および既報³⁾に準じて12時部に幅4 mm, 長さ4 mmの強角膜切開創(輪部からの長さが強膜トンネル2 mm, 内側切開創2 mm)を作成した。超音波乳化吸引装置(CV-8000®, ニデック社製)で一定の超音波振動(3秒×20回)を加えた。サイドポートから眼内灌流液オキシグルタチオン(BSS plus®, 参天製薬社製)を注入して自己閉鎖創であることを確認した。このとき、術後眼圧を圧平式眼圧計で計測し、30 mmHgまで上げた群(高眼圧群)、術後眼圧を30 mmHgまで上げた後サイドポートから前房水を抜き15 mmHgで手術を終了した群(高低眼圧群)、術後眼圧を15 mmHgまでしか上げなかった群(低眼圧群)に分類した。

同一眼で経時的(術前, 術後1日, 4日, 7日)に角膜形状解析装置(PKS-1000®およびNP-100®, サンコンタクトレンズ社製)で直径9 mm円の角膜トポグラフィを計測し、各時期の差分表示トポグラフィを求めた(各群3匹6眼)。

経時的な周辺部角膜の変形度を定量的に評価するため、コンピュータ(Power Macintosh 7100/66 AV®, Apple社)のグラフ数値変換ソフト(FlexiTrace®, スリースカンパニー社)によって、切開創周囲周辺部角膜

で3.0 D以上変化した領域の面積を計測し、差分表示トポグラフィ全体に対する面積比(以下、周辺部変形領域面積比)(%)を計算した。各群同時期の周辺部変形領域面積比を比較し、統計学的に検討した。検定にはpaired-t検定を用いた。さらに、術後1日~術前の差分表示トポグラフィにおいて、切開創周囲周辺部角膜で3.0 D以上の変形領域のうち、9.0 D以上変形した領域の面積を計測し、3.0 D以上の変形領域に対する面積比を計算し、各群で比較した。検定にはpaired-t検定を用いた。

術後1日目の眼圧を圧平式眼圧計で測定し、各群で比較した。検定にはpaired-t検定を用いた。

組織学的に検討するため、各群について術後1日目(各群2匹, 計6匹), 4日目(各群2匹, 計6匹), 7日目(低眼圧群のみ2匹)に経時的に眼球摘出した。4%パラホルムアルデヒドで固定し、パラフィン切片を作成し、ヘマトキシリン・エオジン(HE)染色を施した後、光学顕微鏡で観察した。

III 結果

1. 差分表示角膜トポグラフィ

術後1日~術前の差分表示角膜トポグラフィで、各群とも切開創周囲の周辺部角膜(12時部)はフラット化していた。その傾向は低眼圧群, 高低眼圧群, 高眼圧群の順で強かった。術後4~1日および術後7~4日の差分表示角膜トポグラフィで、同部は各群ともスティー

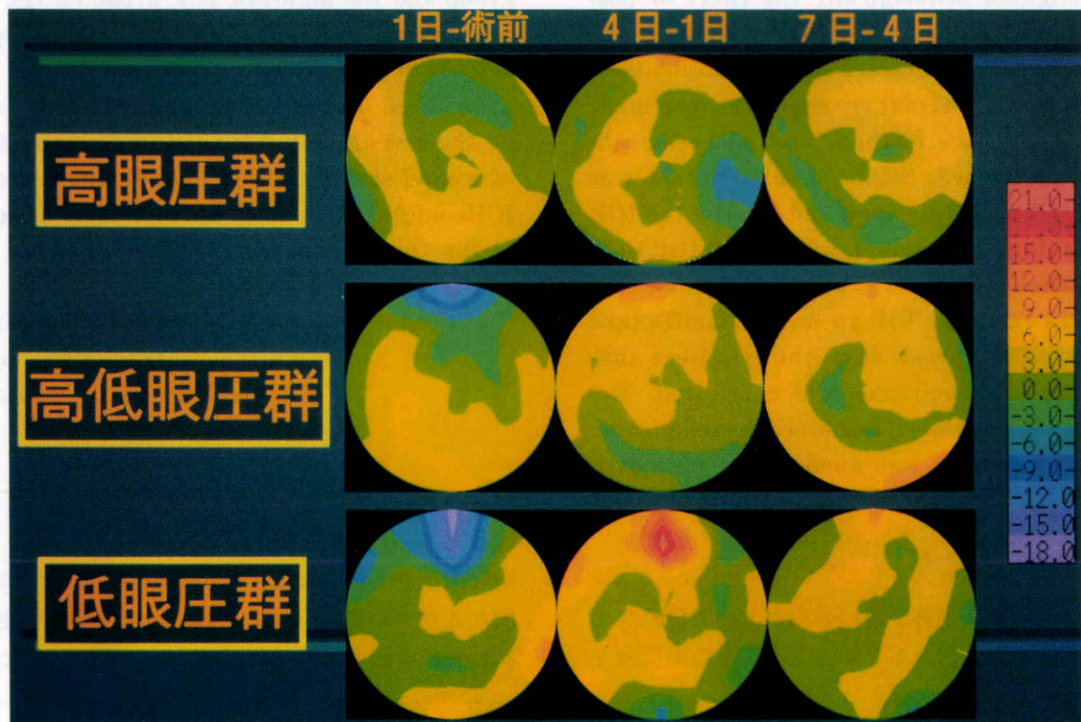
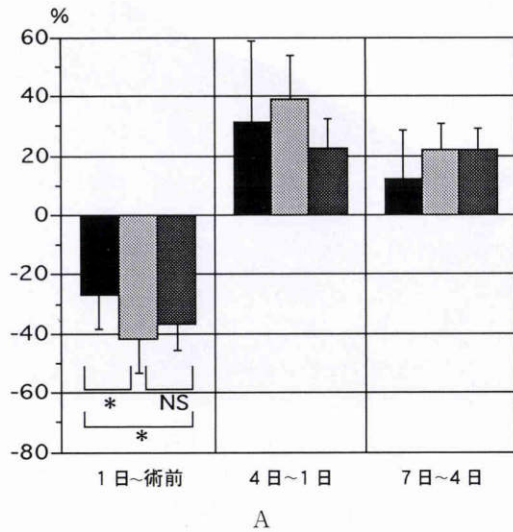
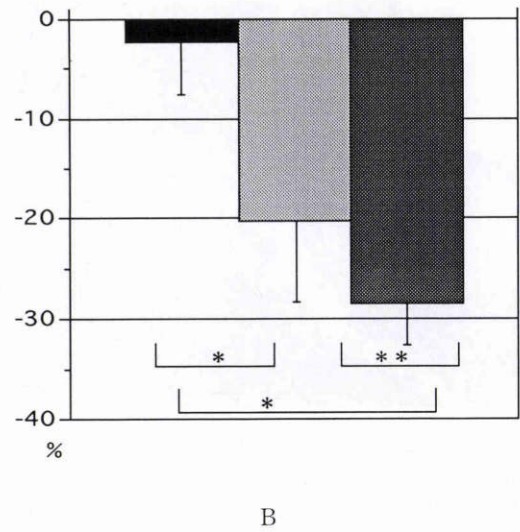


図1 差分表示角膜トポグラフィ。

術後1日~術前の差分表示角膜トポグラフィで、各群とも切開創周囲の周辺部角膜(12時部)はフラット化していた。その傾向は高眼圧群でも最も軽く、高低眼圧群, 低眼圧群の順で強かった。術後4~1日および術後7~4日の差分表示角膜トポグラフィで、同部は各群ともスティー



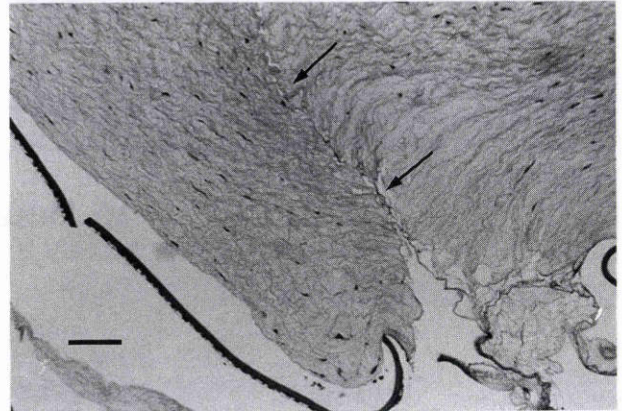
黒コラム：高，薄網コラム：高低，濃網コラム：低
n=6, * : p<0.01, NS : 有意差なし



黒コラム：高，薄網コラム：高低，濃網コラム：低
** : p<0.05, * : p<0.01

図2 周辺部変形領域面積比の比較。

グラフ Y 軸のプラス方向はスチープ化を，マイナス方向はフラット化を表す。術後1日～術後の差分表示角膜トポグラフィにおいて，3.0 D 以上変形した周辺部変形領域面積比を各群で比較した。各群ともフラット化した。高眼圧群（高）と高低眼圧群（高低）および低眼圧群（低）の間で面積に有意差を認め（ $p < 0.01$ ），高眼圧群は高低眼圧群および低眼圧群よりもフラット化は軽度であった。高低眼圧群と低眼圧群の間では有意差を認めなかった（A）。また，術後1日～術前の差分表示トポグラフィにおいて，9.0 D 以上変形した領域の3.0 D 以上の変形領域に対する面積比を比較すると，高低眼圧群（高低）と低眼圧群（低）の間で面積に有意差を認め（ $p < 0.05$ ），低眼圧群が高低眼圧群より強くフラット化していた（B）。



A

B

図3 高眼圧群術後1日目。

外側切開創 (A)，内側切開創端 (B) ともに眼圧によって完全に接着していた (矢印)。ヘマトキシリン・エオジン (HE) 染色 (以下同様)。バーは 50 μ m

プ化していた (図1)。

2. 周辺部変形領域面積比の比較

術後1日目～術前の差分表示角膜トポグラフィにおいて，3.0 D 以上変形した切開創周囲の周辺部角膜変形領域の面積比を各群で比較した。各群ともフラット化した。高眼圧群と高低眼圧群および低眼圧群の間で面積に有意差を認め（ $p < 0.01$ ），高眼圧群では高低眼圧群および低眼圧群よりもフラット化は軽度であった。しかし，高低眼圧群と低眼圧群の間では有意差を認めなかった (図2 A)。

術後1日～術前の差分表示トポグラフィにおいて，9.0 D 以上変形した領域の3.0 D 以上の変形領域に対する面積比を各群で比較すると，高低眼圧群と低眼圧群の間で面積に有意差を認め（ $p < 0.05$ ），低眼圧群が高低眼圧群より強くフラット化していた (図2 B)。

3. 術後1日目の眼圧

高眼圧群 14.00 \pm 1.50 mmHg，高低眼圧群 14.33 \pm 1.29 mmHg，低眼圧群 13.33 \pm 1.88 mmHg (平均値 \pm 標準偏差) であり，各群に有意差は認めなかった。

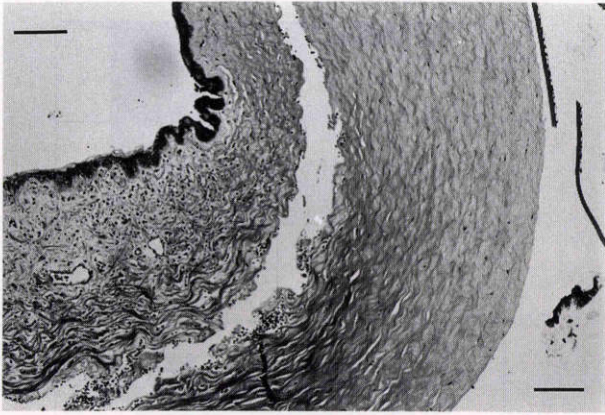


図4 高眼圧群創術後1日目.

強角膜トンネル部に切開創間隙も認め、高眼圧群でも切開創全体は完全には接着していなかった。バーは50 μm

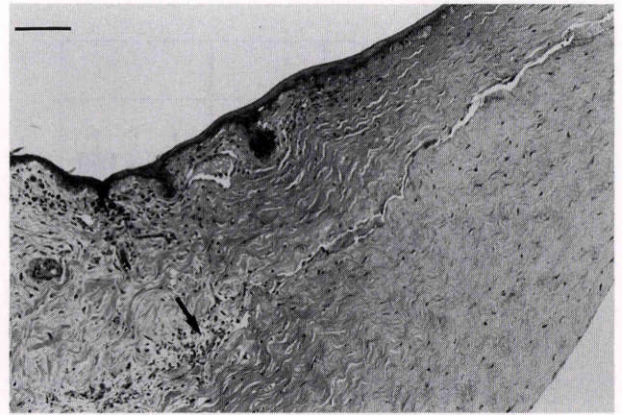
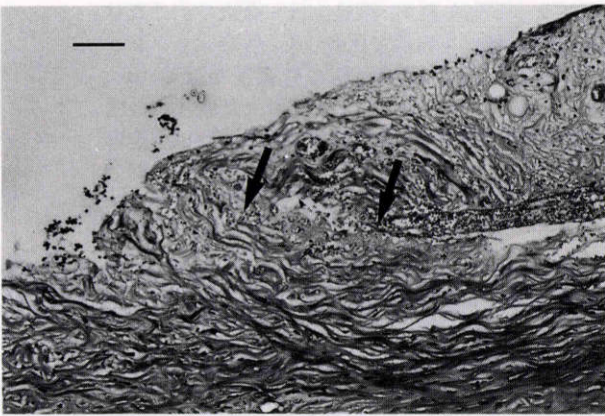


図5 高眼圧群術後4日目.

術後4日目の切開創間隙はほぼ消失し、線維芽様細胞の浸潤は認めるが、フィブリン様物質の充填はほとんど認めなかった(矢印)。バーは50 μm



A



B

図6 高低眼圧群術後1日目.

外側切開創(A), 内側切開創(B)ともによく接着していた(矢印)。バーは50 μm

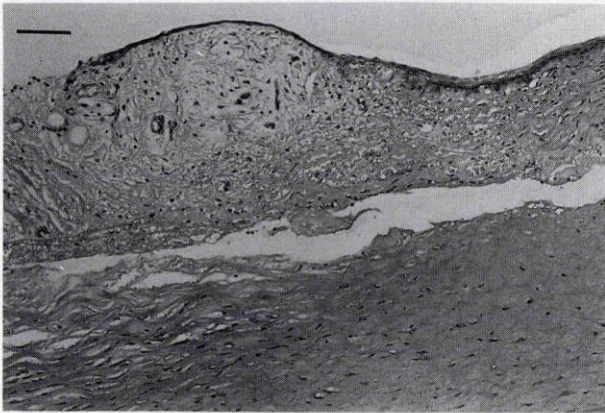


図7 高低眼圧群術後1日目.

強角膜トンネル部に高眼圧群よりもやや幅広い切開創間隙も認めた。バーは50 μm



図8 高低眼圧群術後4日目.

強角膜トンネル部は創接着していた。バーは50 μm

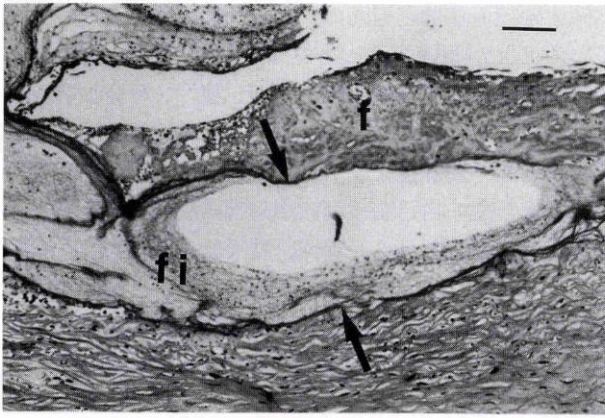
4. 組織学的所見

1) 高眼圧群

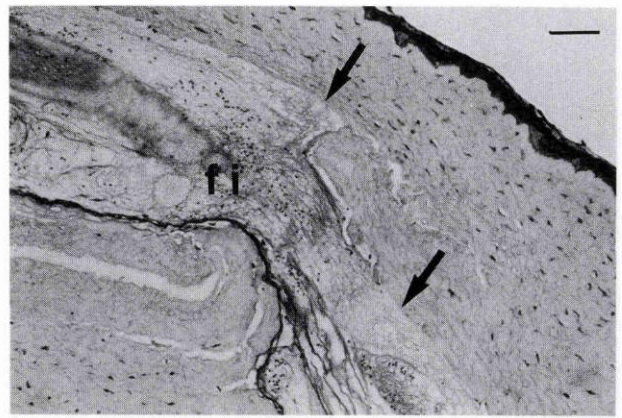
術後1日目の外側切開創, 内側切開創端ともに眼圧によって完全に接着していた(図3 A, B)。強角膜トンネル

部はわずかに切開創間隙も認め、切開創全体は完全には接着していなかった(図4)。術後4日目の切開創間隙はほぼ消失し、軽度の線維芽様細胞の浸潤を認めたが、フィブリン様物質の充填はほとんど認めなかった(図5)。

2) 高低眼圧群



A



B

図9 低眼圧群術後1日目.

外側切開創(A), 内側切開創(B)ともに切開創が開離していた(矢印). f: 強膜弁, fi: フィブリン様物質. バーは50 μm

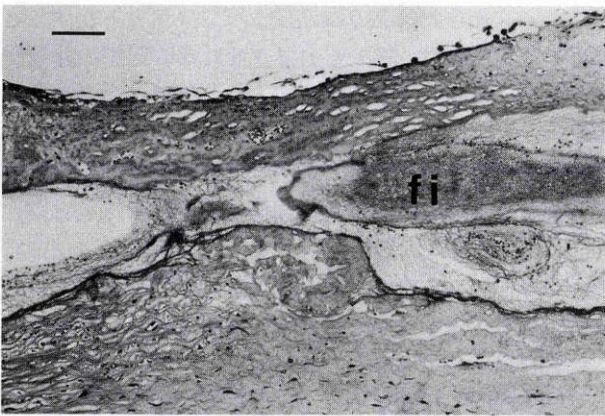


図10 低眼圧群術後1日目.

強角膜トンネル部に大きく間隙を認め、部分的にフィブリン様物質(fi)が充填していた. バーは50 μm

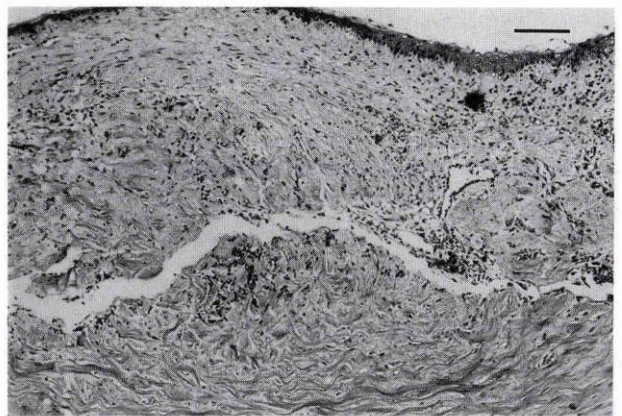
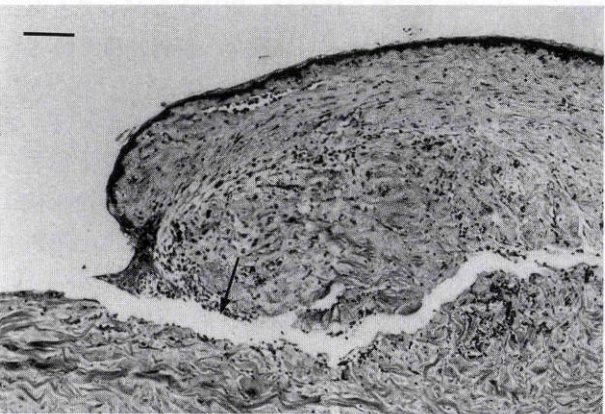
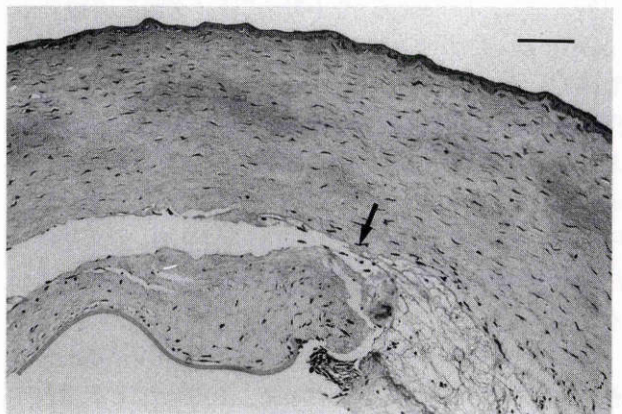


図11 低眼圧群術後4日目.

強角膜トンネル部には切開創間隙が残存していた. バーは50 μm



A



B

図12 低眼圧群術後4日目.

外側切開創(A), 内側切開創(B)ともに接着していなかった(矢印). バーは50 μm

術後1日目の外側切開創, 内側切開創ともによく接着していた(図6 A, B). 強角膜トンネル部には高眼圧群よりもやや幅広い切開創間隙を認めた(図7). 術後4日目の強角膜トンネル部は接着しており, 線維芽様細胞

の浸潤を認めた(図8).

3) 低眼圧群

術後1日目の外側切開創, 内側切開創ともに切開創が開離していた(図9 A, B). 強角膜トンネル部も大きく

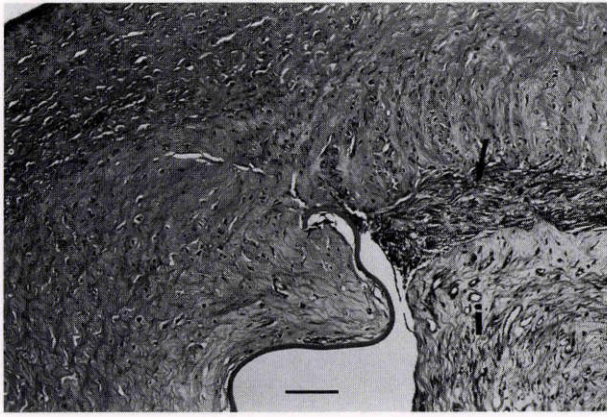


図13 低眼圧群術後7日目。

術後7日目ようやく創接着を得たが、内側切開創と虹彩(i)の癒着を認めた(矢印)。バーは50 μ m

切開創間隙を認め、部分的にフィブリン様物質が充填していた(図10)。術後4日目においても強角膜トンネル部には間隙が残存していた(図11)。外側・内側切開創ともに接着していなかった(図12 A, B)。術後7日目ようやく創接着を得たが、内側切開創と虹彩の癒着も認めた(図13)。

IV 考 按

自己閉鎖創白内障手術では手術終了時に強膜弁と内方角膜弁の接着を確実にするため、サイドポートから眼内灌流液を注入する必要がある。しかし、自己閉鎖を得るため、臨床的に術後眼圧をどの程度にするかは術者によって異なり、確固たる基準がなく¹⁾、基礎的な研究も少ない。

自己閉鎖が得られ低眼圧が避けられる最低術後眼圧の目安として、Ernestら⁴⁾や中野ら⁵⁾はブタ眼の実験で10 mmHg以上にすべきであると報告している。馬嶋ら⁶⁾は臨床的に術後眼圧5~6 mmHgでも自己閉鎖が得られる例があるが、眼球虚脱を防ぐため15~16 mmHgにするとしている。また、高い術後眼底設定の基準として、30 mmHgに設定するとする意見もあるが、術後一過性高眼圧を避けるため、馬嶋ら⁶⁾は灌流液の注入量、注入速度に注意しながら20 mmHgに設定するのがよいとしている。

以前から、自己閉鎖創白内障手術では術後早期の創接着に対する不安が指摘されている。山田⁷⁾は、ヒト自己閉鎖創白内障手術後18日目に眼内レンズ入れ換えを行い、スパーテルで容易に切開創が離開できたと報告している。頻度は高くないため、临床上問題となることは少ないが、術後眼内炎の報告⁸⁾もある。したがって、臨床的には自己閉鎖が得られていても(機能的閉鎖)、形態的閉鎖については依然議論を呼ぶところであろう。

近年、角膜形状解析装置の進歩により、自己閉鎖創白

内障手術でも切開創周囲の周辺部角膜は形状変化を来していることが明確となった⁹⁾。縫合の影響を受けない自己閉鎖創においては切開幅・切開位置¹⁰⁾・超音波乳化吸引装置による熱作用¹¹⁾・焼灼¹²⁾などが周辺部角膜を変形させ、術後早期乱視を来すと考えられる。また、術後眼圧が術後早期の自己閉鎖創の周辺部角膜変形に影響を及ぼすことも考えられる。今回、我々は自己閉鎖創の実験モデルを作成し、切開(幅、位置、形状)、手術侵襲などの因子は同一とし、術後眼圧のみを変えて術後早期の角膜形状と切開創接着に及ぼす影響について組織学的に検討した。

角膜形状については、術前に比べて術後1日目で各群とも切開創周囲の角膜形状はフラット化していたが、その傾向は高眼圧群で最も弱く、低眼圧群で最もフラット化が強かった。手術直後では強膜フラップの強度低下と伸展による強角膜輪部の緩みによってフラット化すると考えられている¹³⁾。眼圧を上昇させれば切開創の接着が良くなり、切開創周囲のフラット化が軽減されると思われる。

切開創接着については、高眼圧群および高低眼圧群ともに術後1日目で外側および内側切開創での接着は得られていた。術後4日目では両群とも切開創間隙はほぼ完全に消失し、強角膜トンネル部切開創間隙に線維芽様細胞の浸潤を認めた。一方、低眼圧群では術後1日目において切開創全体で接着していなかった。術後4日目においても依然切開創間隙が残存していた。したがって、術後眼圧が高いほど術後早期の創接着は良好であった。

また、高低眼圧群と低眼圧群では術後眼圧は15 mmHgと同じであるが、術後1日目の創接着は高低眼圧群の方がはるかに良好であった。これは、一度強膜弁と角膜内方弁が強く接着されれば、眼圧が下がっても再び創が離開することが少なく、切開創の接着は保たれるためと思われる。

今回の実験結果から、術後眼圧を十分高くすれば、または一度十分高く上げておけば、例えば眼圧を低くしても外側・内側切開創端で創接着は得られる(形態的閉鎖)ことが明らかとなった。しかし、臨床的には自己閉鎖が得られていても(機能的閉鎖)、術後眼圧が低い場合(低眼圧群)、切開創全体で形態的閉鎖が得られないため、術後眼内炎の危険があることが示唆される。したがって、形態的閉鎖を得るためには一時的でも術後眼圧を確実に上昇させておく必要がある。

以上から、術後眼圧により切開創の接着が異なることが明らかとなり、術後早期の周辺部角膜形状に差異が生じ、術後早期乱視の1つの要因になることが示唆された。

本論文の要旨は第59回日本中部眼科学会(1993年、松江市)において発表した。

文 献

- 1) Ernest PH, Grabow HB, Maurice J, McFarland MS, Martin RG, Bloomberg LB: Sutureless surgical technique. In: Gills JP, et al (Eds): Sutureless Cataract Surgery. Slack, Inc., Thorofare, New Jersey, 51—89, 1992.
- 2) Ernest PH: The self-sealing sutureless wound: Engineering aspects and experimental studies. In: Gills JP, et al (Eds): Sutureless Cataract Surgery. Slack, Inc, Thorofare, New Jersey, 23—40, 1992.
- 3) 平坂知彦, 並木真理, 片上千加子, 山本 節: 自己閉鎖創白内障手術における強角膜切開創の治癒過程. 第1報. 術後早期の光学顕微鏡所見. 日眼会誌 98: 636—640, 1994.
- 4) Ernest PH, Kiessling LA, Lavery KT: Relative strength of cataract incisions in cadaver eyes. J Cataract Refract Surg 17: 668—671, 1991.
- 5) 中野 豊, 森 樹郎, 江口秀一郎: 小切開無縫合手術創の接合性に関する検討. 第45回日本臨床眼科学会抄録集: 84, 1991.
- 6) 馬嶋慶直, 有木仁之, 富田 憲, 江口秀一郎, 宮田和典, 大鹿哲朗, 他: 自己閉鎖創白内障手術をめぐって. 馬嶋慶直(編): 自己閉鎖創白内障手術. メディカル葵出版, 東京, 109—128, 1992.
- 7) 山田耕士: 無縫合白内障手術後の眼内レンズ入れ換え手術. 眼科手術 6: 641—643, 1993.
- 8) Stonecipher KG, Parmley VC, Jensen H, Rowsey JJ: Infectious endophthalmitis following sutureless cataract surgery. Arch Ophthalmol 109: 1562—1563, 1991.
- 9) 田中俊一, 清水公也: マトリックス平均法による角膜形状解析(切開部位別術後乱視の検討). 眼科手術 6: 13—24, 1993.
- 10) Armeniades CD, Boriek A, Knolle GE: Effect of incision length, location and shape on local corneoscleral deformation during cataract surgery. J Cataract Refract Surg 16: 83—87, 1990.
- 11) 三木恵美子, 宮島弘子, 永本敏之: 超音波チップ温度による強角膜創の組織変化. あたらしい眼科 9: 75—77, 1992.
- 12) 宮島弘子, 安藤靖恭, 宮田 博, 木村肇二郎: 強角膜 cauterization の角膜乱視へ及ぼす影響. 眼臨 83: 2319—2320, 1989.
- 13) 宮田和典, 吉富文昭: 自己閉鎖創白内障手術の術後成績. 馬嶋慶直(編): 自己閉鎖創白内障手術. メディカル葵出版, 東京, 77—96, 1992.