

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4報 強膜切開と角膜切開の比較—

平坂知彦

新須磨病院眼科

要約

自己閉鎖を来す強膜切開と角膜切開の切開創における細胞増殖動態について比較検討した。成熟白色家兔を用い、片眼に強角膜トンネル(幅4mm,長さ2mm)と角膜内方弁(長さ2mm)を作成し、超音波乳化操作を施行した(強膜切開群)。他眼に角膜切開創(幅4mm,長さ2mm)を作成し、同様の操作を行った(角膜切開群)。経時的に角膜形状解析を行った後、眼球摘出し、Dulbecco's minimum essential medium 中で³H-チミジンで37°C, 4時間標識した後、4%パラホルムアルデヒドで固定し、オートラジオグラフィーに供した。術後1日目・4日目で、強膜切開群強膜側および角膜切開群角膜側で線

維芽様細胞に³H-チミジンの取り込みを認めた。術後7日目・14日目で、強膜切開群強膜側よりも角膜切開群角膜側の方が、線維芽様細胞数、³H-チミジン取り込み率とも高値を示した。強膜切開群と角膜切開群では創傷治癒の進行に差異があり、後期乱視に影響することが示唆された。(日眼会誌 99:770-777, 1995)

キーワード：自己閉鎖創白内障手術, 強膜切開, 角膜切開, 創傷治癒, ³H-チミジンオートラジオグラフィー

Corneoscleral Wound Healing after Self-sealing Cataract Surgery

—4. Scleral Incision vs. Corneal Incision—

Tomohiko Hirasaka

Department of Ophthalmology, Shinsuma Hospital

Abstract

We investigated histologically wound healing after self-sealing cataract surgery, comparing cellular proliferation in scleral and corneal incisions. A scleral pocket (4 mm wide, 2 mm long) and internal corneal flap (2 mm long) were made in rabbit eyes on one side. After phacoemulsification, balanced salt solution was injected to self-seal the wound (scleral incision group). A corneal incision and internal corneal flap (4 mm wide, 2 mm long) were made in the contralateral eyes, and then the same procedure was performed (corneal incision group). On various days after operation, the eyes were analyzed by corneal topography and enucleated. The corneoscleral tissues were labelled with ³H-thymidine (37°C, 4 hr) in Dulbecco's minimum essential medium, fixed with 4% paraformaldehyde, and subjected to autoradiography. On the first and fourth days after

operation, the fibroblastic cells at the scleral side in the scleral incision group and keratocytes at the corneal side in the corneal incision group incorporated ³H-thymidine. On the seventh day after operation, the number of fibroblastic cells and ³H-thymidine uptake ratio were higher on the scleral side in the scleral incision group than on the corneal side in the corneal incision group. I suggest that the difference in the process of wound healing between the two groups might affect late postoperative astigmatism. (J Jpn Ophthalmol Soc 99:770-777, 1995)

Key words: Self-sealing cataract surgery, Scleral incision, Corneal incision, Wound healing, ³H-Thymidine autoradiography

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)

I 緒 言

自己閉鎖が得られる強角膜切開には強膜切開と角膜切開があり、両者の術後早期および後期乱視に差があることが指摘されている¹⁾²⁾。その原因として、切開創位置とそれに起因する創傷治癒過程の差異が考えられるが、詳細な検討は行われていない。今回、我々は家兎に強膜切開と角膜切開の自己閉鎖創を作成し、術後の角膜形状を比較した。また、創傷治癒過程について線維芽様細胞の増殖動態に焦点をあてて比較検討した。

II 実験方法

成熟白色家兎(体重2.5~3.0 kg, 雌) 18匹を用いた。塩酸ケタミン(ケタラール®) (30 mg/kg) 筋注による全身麻酔下において、片眼に既報³⁾に準じて輪部から2 mm 強膜側で幅4 mmの強角膜トンネルを作成した。輪部から2 mm 角膜側で前房に刺入した。切開創に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。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(強膜切開群)(図1)。他眼に輪部から幅4 mmの角膜トンネルを作成し、2 mm 角膜側で前房に刺入し、同様の操作を行った(角膜切開群)(図2)。両群とも術後眼圧は圧平式眼圧計で30 mmHgとなるように調整した。

同一眼で経時的(術前, 術後1日, 4日, 7日, 14日, 28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

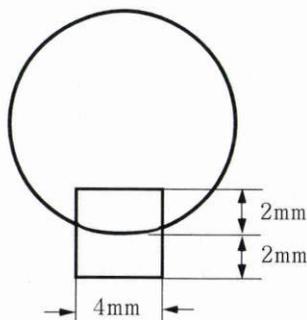


図1 強膜切開創。

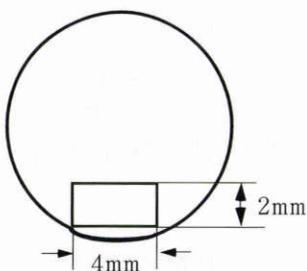


図2 角膜切開創。

ポグラフィーを計測し、各時期の差分表示を求めた(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、既報⁴⁾に準じ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ー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。

同時期(術後1日, 4日, 7日, 14日)に眼球を摘出し(各3匹6眼), Dulbecco's Minimum Essential Medium (GIBCO社製)溶液中で³H-チミジン(アマシヤム, 100~130 Ci/mmol) (10 μCi/ml) で37°C・4時間標識した後, 4%パラホルムアルデヒドで固定し, Katakami⁵⁾の方法に準じてオートラジオグラフィーに供した。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。統計学的に解析するため, 既報⁴⁾に準じて線維芽様細胞数および³H-チミジン取り込み率について検討した。この場合, 線維芽様細胞とは, 線維芽細胞(強膜実質細胞, 結膜下線維芽細胞, 角膜実質細胞)および線維芽細胞様に化生したマクロファージの総称と定義した。

なお, 対照として無処置の家兎眼球を摘出し, 同様に³H-チミジンオートラジオグラフィーに供した。

III 結 果

1. 差分表示角膜トポグラフィー

1) 強膜切開群

検査を施行した全例において, 以下の所見を認めた。術後1日~術前の差分表示トポグラフィーでは, 切開創近傍(12時部)の周辺部角膜に軽度のフラット化を認めた。術後4~1日および7~4日の差分表示トポグラフィーで同部はスチープ化したが, 術後14~7日目および28~14日目の差分表示トポグラフィーでは再びフラット化し, 次第に角膜中央部側にフラット化領域が拡大した(図3A)。

2) 角膜切開群

検査を施行した全例において, 以下の所見を認めた。術後1日~術前の差分表示トポグラフィーでは, 切開創近傍(12時部)の周辺部角膜に強いフラット化領域を認めた。術後4~1日以後の差分表示トポグラフィーで同部はスチープ化したが, 次第にスチープ化の程度は減弱した。術後14~7日目および28~14日目の差分表示トポグラフィーでもフラット化は認めず, 軽度のスチープ化を示した(図3B)。

2. 強膜切開群と角膜切開群における周辺部変形領域面積比の比較

術後1日~術前の周辺部変形領域面積比は両群ともフラット化したが, 角膜切開群が有意に広くフラット化していた($p < 0.05$)。術後4~1日目および7~4日目に

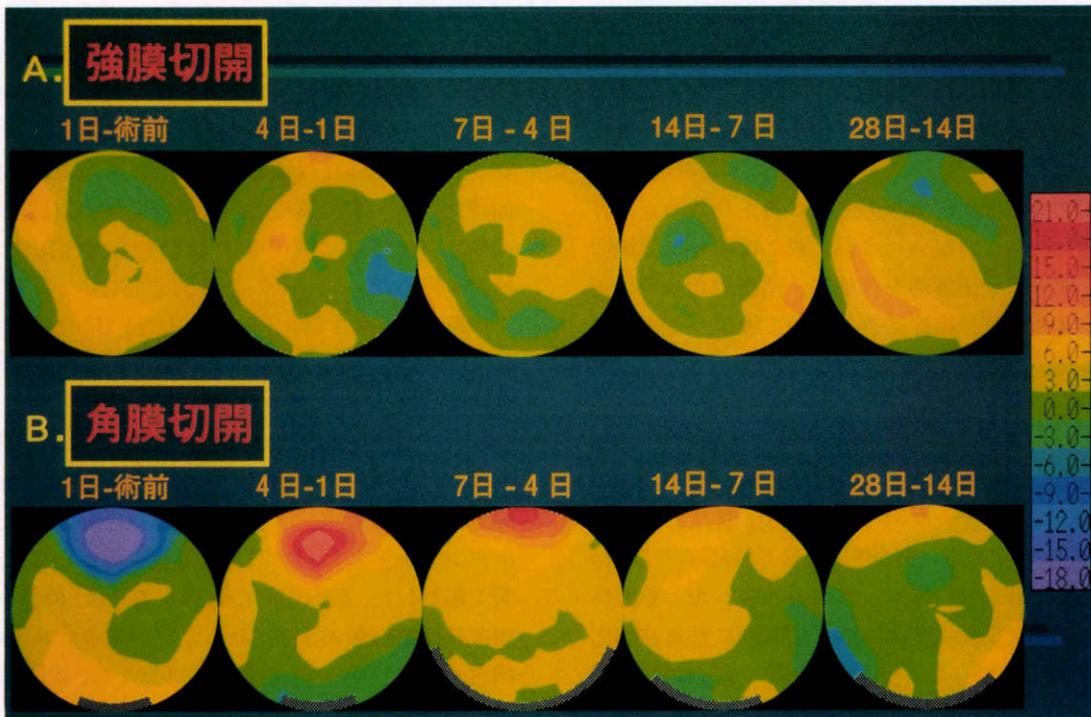


図3 差分表示角膜トポグラフィー.

A: 強膜切開群. 術後1日～術前の差分表示トポグラフィーで, 切開創近傍の周辺部角膜に軽度のフラット化を認めた. 術後4～1日および7～4日の差分表示トポグラフィーで同部はスティープ化したが, 術後14～7日目および28～14日目の差分表示トポグラフィーでは再びフラット化し, 次第に角膜中央部側にフラット化領域が拡大した. B: 角膜切開群. 術後1日～術前の差分表示トポグラフィーで, 切開創近傍の周辺部角膜に強いフラット化領域を認めた. 術後4～1日以後の差分表示トポグラフィーで同部はスティープ化したが, 次第にスティープ化の程度は減弱した.

は両群ともスティープ化したが, 両群に有意差を認めなかった. 術後14～7日目および28～14日目で, 強膜切

開群では周辺部変形領域面積比は再びフラット化した, 角膜切開群では依然軽度スティープ化していた ($p < 0.01$) (図4).

3. 組織学的所見

1) 対照

無処置の家兎眼球においては, 強膜実質細胞, 結膜下線維芽細胞, 角膜実質細胞のいずれにも³H-チミジンの取り込みを認めなかった.

2) 術後1日目

強膜切開群の外側切開創周囲の強膜実質細胞に³H-チミジンの取り込みを認め, 好中球を主体とする炎症細胞も浸潤していた(図5). また, 角膜切開群の内側切開創周囲の角膜実質細胞に³H-チミジンの取り込みを認めた(図6).

3) 術後4日目

強膜切開群の外側切開創端から強角膜トンネル部の切開創間隙に, 1日目より強い線維芽様細胞の浸潤を認めた(図7). 角膜切開群の内側切開創にフィブリン様物質が沈着し, 創周囲の角膜実質細胞の浸潤は1日目より著明であった(図8).

4) 術後7日目

強膜切開群の外側切開創部では結膜下組織と上強膜に疎な膠原線維を認め, 組織修復が進んでいた.³H-チミジ

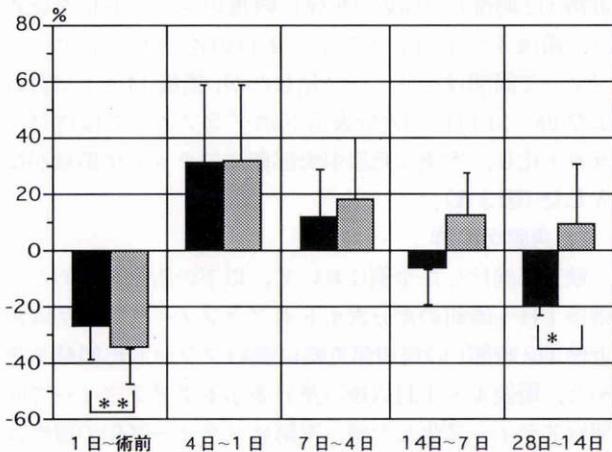


図4 強膜切開群と角膜切開群における周辺部変形領域面積比の比較.

術後1日～術前の周辺部変形領域面積比は両群ともフラット化したが, 角膜切開群が有意に広くフラット化していた ($p < 0.05$). 術後14～7日目および28～14日目で, 強膜切開群では周辺部変形領域面積比は再びフラット化したが, 角膜切開群では依然軽度スティープ化していた ($p < 0.01$). 黒コラム: 強膜, 網コラム: 角膜, $n = 6$, *: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$

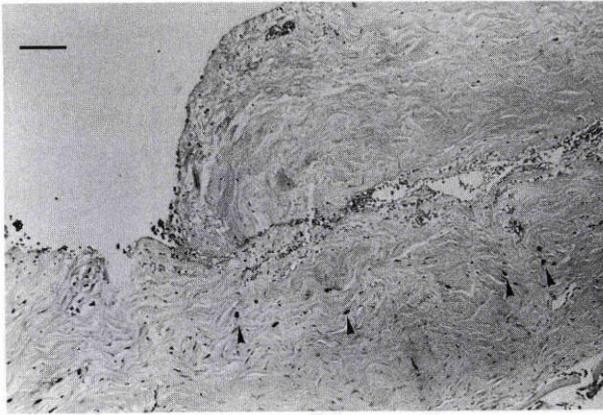


図5 強膜切開創群 1日目.

外側切開創周囲の強膜実質細胞に³H-チミジンの取り込みを認めた(矢じり). ヘマトキシリン・エオジン (HE) 染色 (以下同様). バーは 50 μm

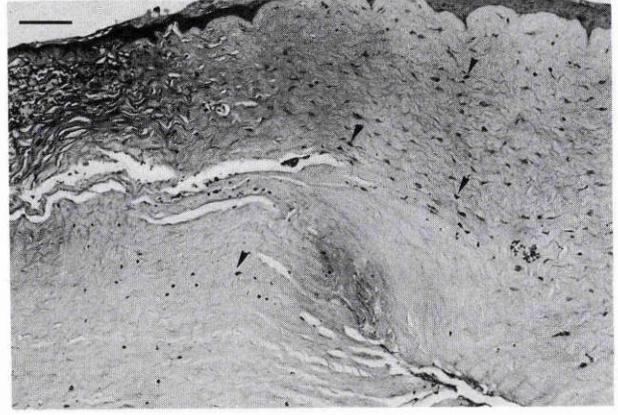


図6 角膜切開創群 1日目.

内側切開創周囲の角膜実質細胞に³H-チミジンの取り込みを認めた(矢じり). バーは 50 μm

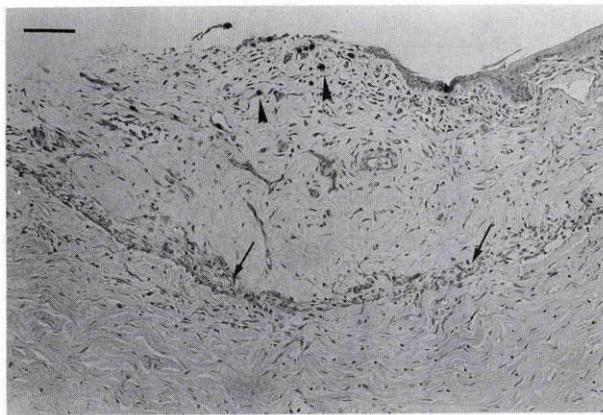


図7 強膜切開創群 4日目.

外側切開創端から強角膜トンネル部の切開創間隙(矢印)に, 1日目よりも強い線維芽様細胞の浸潤を認めた. 上皮下線維芽様細胞に³H-チミジンの取り込みを認めた(矢じり). バーは 50 μm

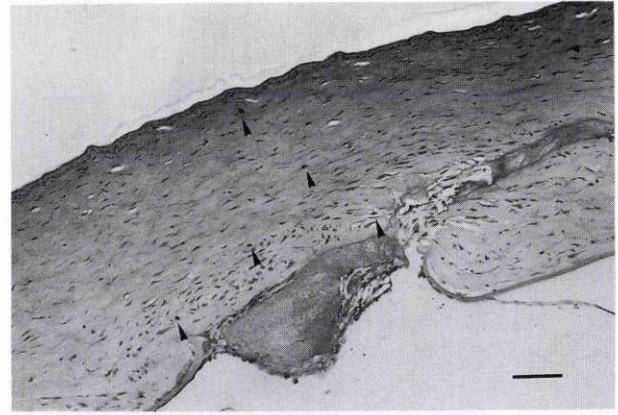


図8 角膜切開創群 4日目.

内側切開創にフィブリン様物質が沈着し, 創周囲の角膜実質細胞の浸潤は1日目よりも著明であった. バーは 50 μm

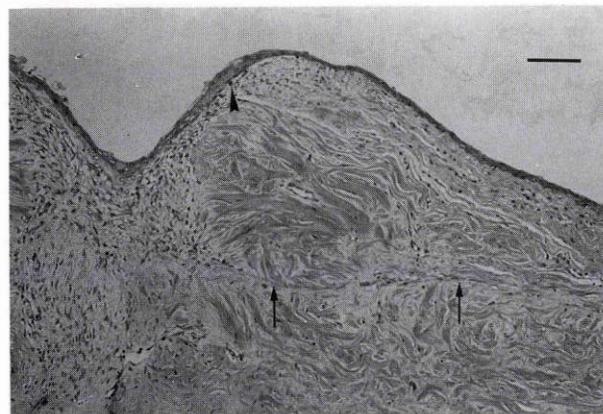


図9 強膜切開創群 7日目.

外側切開創部では結膜下組織と上強膜に疎な膠原線維を認め, 組織修復が進んでわずかに切開創痕跡を認めるのみであった(矢印). ³H-チミジンを取り込む線維芽様細胞はわずかであった. バーは 50 μm

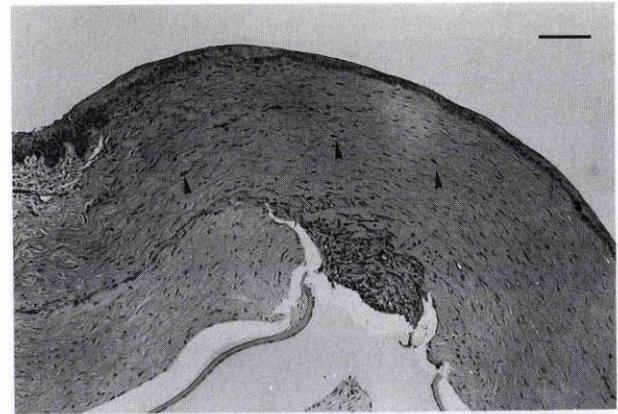


図10 角膜切開創群 7日目.

内側切開創部では4日目よりも角膜実質細胞の浸潤を認めた. 依然³H-チミジンを取り込む線維芽様細胞を認めた(矢じり). バーは 50 μm

ンを取り込む線維芽様細胞はわずかであった(図9)。角膜切開群の内側切開創部では4日目から著明な角膜実質細胞の浸潤を認め、³H-チミジンを取り込む線維芽様細胞も認められた(図10)。

5) 術後14日目

強膜切開群の外側切開創部では線維芽様細胞浸潤は残存していたが、³H-チミジンの取り込みはほとんど認めなかった(図11)。角膜切開群の内側切開創部では依然角膜実質細胞の浸潤が盛んで、³H-チミジンの取り込み像も認められた(図12)。

4. 細胞増殖動態の統計学的検討

1) 線維芽様細胞数(強膜切開 vs. 角膜切開)

術後各時期において、組織切片の一定面積中(1.5 mm²)の線維芽様細胞数の総和について、強膜切開群と角膜切開群で比較した。術後1日目で強膜切開群の方が角膜切開群より有意に増加していた(p<0.01)が、以後は両者に有意差を認めなかった(図13)。

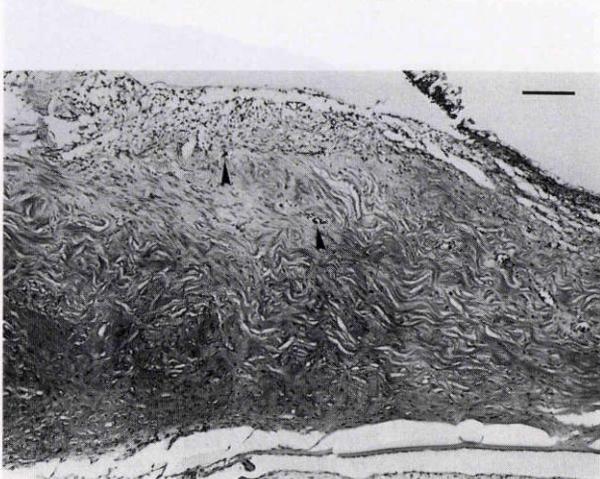


図11 強膜切開創群 14日目。

外側切開創部の線維芽様細胞の浸潤は残存していたが、³H-チミジンの取り込みはほとんど認めなかった。切開創は不明瞭化した。バーは50 μm

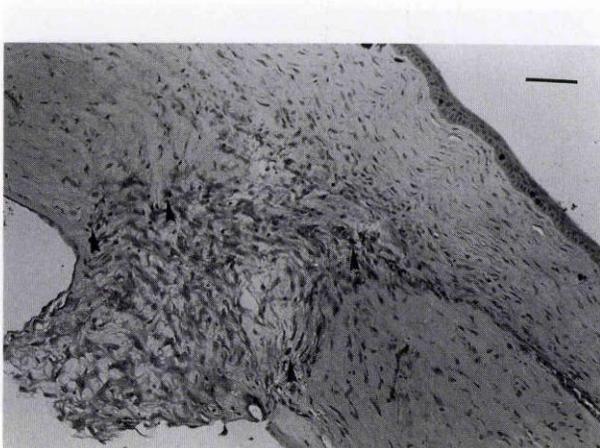


図12 角膜切開創群 14日目。

内側切開創部では依然角膜実質細胞の浸潤が盛んで、³H-チミジンの取り込み像も認められた(矢じり)。バーは50 μm

細胞数 / 1.5 mm²

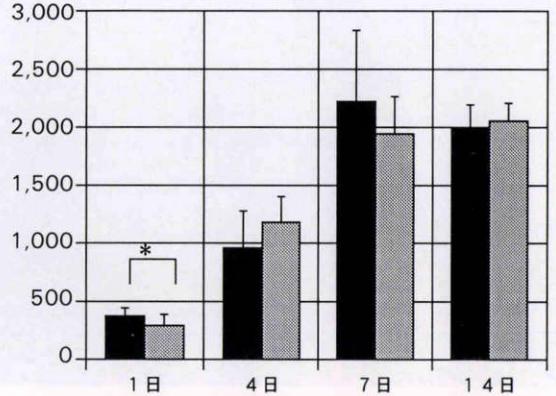


図13 線維芽細胞様細胞数(強膜切開 vs. 角膜切開)。術後1日目で角膜切開創群より強膜切開創群の方が有意に増加していた(p<0.01)。以後は両者に有意差を認めなかった。黒コラム:強膜切開, 網コラム:角膜切開, n=6, *: p<0.01

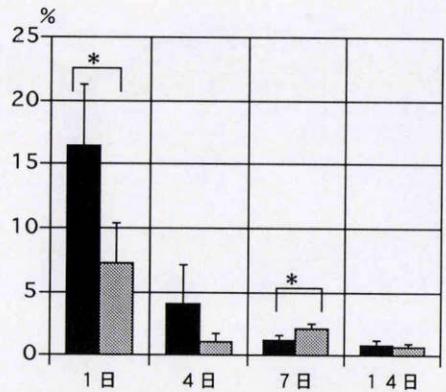


図14 ³H-チミジン取り込み率(強膜切開 vs. 角膜切開)。術後1日目は角膜切開群より強膜切開群で有意に高い³H-チミジン取り込み率を示した(p<0.01)。逆に、術後7日目では強膜切開群より角膜切開群で有意に高い³H-チミジン取り込み率を示した(p<0.01)。黒コラム:強膜切開, 網コラム:角膜切開, n=6, *: p<0.01

- 2) ³H-チミジン取り込み率(強膜切開 vs. 角膜切開)
³H-チミジン取り込み率は一定面積中の線維芽様細胞のうち、³H-チミジン取り込み細胞数を計測し、その比率とした。術後各時期の³H-チミジン取り込み率について、強膜切開群と角膜切開群で比較した。術後1日目は角膜切開群より強膜切開群で有意に高い³H-チミジン取り込み率を示した(p<0.01)。逆に、術後7日目では強膜切開群より角膜切開群で有意に高い³H-チミジン取り込み率を示した(p<0.01)(図14)。
- 3) 強膜切開群の線維芽様細胞数(強膜側 vs. 角膜側)
強膜切開群のうち、強膜側と角膜側で線維芽様細胞数を経時的に比較した。術後7日目で強膜側より角膜側の線維芽様細胞数が有意に上昇していた(p<0.01)(図15)。
- 4) 強膜切開群の³H-チミジン取り込み率(強膜側 vs.

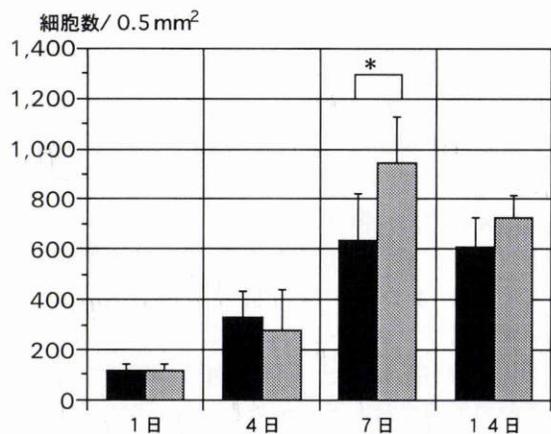


図15 強膜切開群の線維芽様細胞数 (強膜側 vs. 角膜側). 術後 7 日目で結膜側より角膜側の線維芽細胞数が有意に上昇していた ($p < 0.01$). 黒コラム: 強膜側, 網コラム: 角膜側, $n = 6$, *: $p < 0.01$

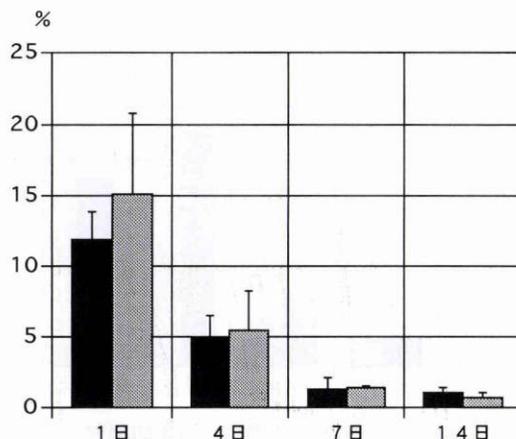


図16 強膜切開群の³H-チミジン取り込み率 (強膜側 vs. 角膜側). 術後各時期において結膜側と角膜側で³H-チミジン取り込み率に有意差を認めなかった. 黒コラム: 強膜側, 網コラム: 角膜側, $n = 6$

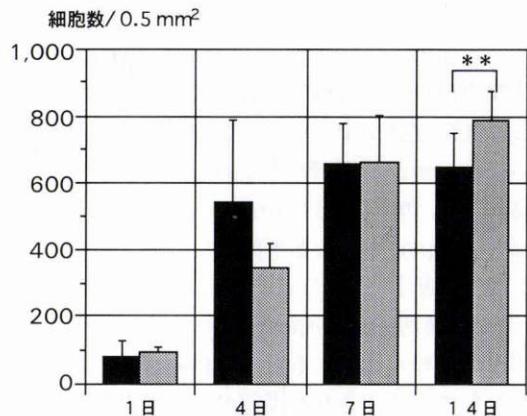


図17 角膜切開群の線維芽様細胞数 (輪部側 vs. 角膜側). 術後 14 日目で輪部側より角膜側の線維芽細胞数が有意に上昇していた ($p < 0.05$). 黒コラム: 輪部側, 網コラム: 角膜側, $n = 6$, **: $p < 0.05$

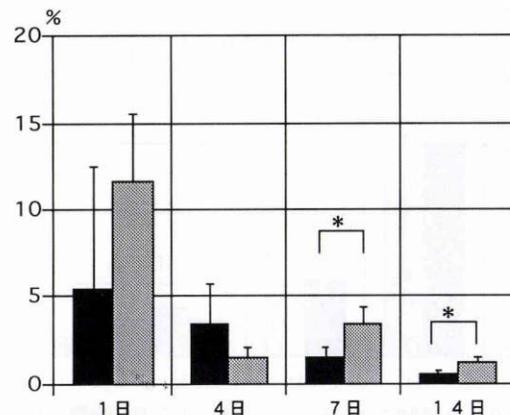


図18 強膜切開群の³H-チミジン取り込み率 (輪部側 vs. 角膜側). 術後 7 日目および 14 日目で輪部側より角膜側の³H-チミジン取り込み率が有意に上昇していた ($p < 0.01$). 黒コラム: 輪部側, 網コラム: 角膜側, $n = 6$, *: $p < 0.01$

角膜側)

強膜切開群のうち、強膜側と角膜側で³H-チミジン取り込み率を経時的に比較したが、各時期において³H-チミジン取り込み率に有意差を認めなかった (図 16)。

5) 角膜切開群の線維芽様細胞数 (輪部側 vs. 角膜側)

角膜切開群のうち、輪部側と角膜側で線維芽様細胞数を経時的に比較した。術後 14 日目で輪部側より角膜側の線維芽様細胞数が有意に上昇していた ($p < 0.05$) (図 17)。

6) 角膜切開群の³H-チミジン取り込み率 (輪部側 vs. 角膜側)

角膜切開群のうち、輪部側と角膜側で³H-チミジン取り込み率を経時的に比較した。術後 7 日目および 14 日目で輪部側より角膜側の³H-チミジン取り込み率が有意に上昇していた ($p < 0.01$) (図 18)。

7) 角膜側の線維芽様細胞数 (強膜切開群 vs. 角膜切開群)

強膜切開群と角膜切開群の角膜側 (0.5 mm²) で線維芽様細胞数を経時的に比較した。術後各時期において両群の線維芽様細胞数に有意差を認めなかった (図 19)。

8) 角膜側の³H-チミジン取り込み率 (強膜切開群 vs. 角膜切開群)

強膜切開群と角膜切開群の角膜側 (0.5 mm²) で³H-チミジン取り込み率を経時的に比較した。術後各時期において両群の³H-チミジン取り込み率に有意差を認めなかった (図 20)。

IV 考 按

Jaffe⁶⁾は、白内障手術切開創を切開位置により強膜切

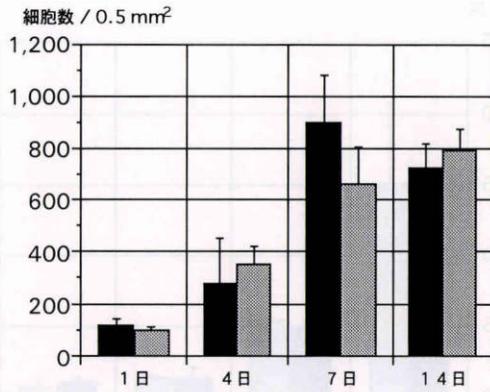


図19 角膜側の線維芽様細胞数(強膜切開群 vs. 角膜切開群)。

強膜切開群と角膜切開群の角膜側(0.5mm²)で、術後各時期において両群の線維芽様細胞数に有意差を認めなかった。黒コラム：強膜切開群，網コラム：角膜切開群，n=6

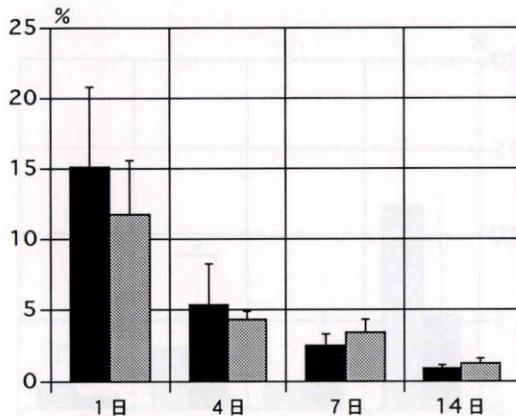


図20 角膜側の³H-チミジン取り込み率(強膜切開群 vs. 角膜切開群)。

強膜切開群と角膜切開群の角膜側(0.5mm²)で、術後各時期において両群の³H-チミジン取り込み率に有意差を認めなかった。黒コラム：強膜切開群，網コラム：角膜切開群，n=6

開・輪部切開・角膜切開に分類している。臨床的には自己閉鎖創白内障手術切開として通常強膜切開が用いられる。これは術直後の乱視が少なく、その変動も少ないためとされている⁷⁾。一方、角膜切開による自己閉鎖創白内障手術を好む患者も認められる。これは強膜切開より超音波チップ操作が容易であるなどの理由による⁸⁾。しかし、術直後の強いフラット化は避けられない。

近年の角膜形状解析装置の進歩により、白内障術後の角膜中央部の乱視変化は切開創周囲の周辺部角膜の変形に依存することが明らかになってきた。田中ら²⁾は幅4mmの強膜切開群と角膜切開群の角膜形状変化を報告している。強膜切開群では術後1週目に切開創周囲に軽度フラット化領域を認め、1か月目、3か月目に漸次扇型フラット化領域が中央部へ向かって広がっている。一方、角膜切開群で術後1週間目に角膜中央部に及ぶ切開

創周囲に強い扇型フラット化領域を認める。1か月目、3か月目に漸次フラット化領域が縮小している。

今回、我々は家兎で差分表示角膜トポグラフィーの解析を施行した。強膜切開群の術後1日～術前の差分表示トポグラフィーで、切開創近傍の周辺部角膜に軽度のフラット化を認めた。術後4～1日および7～4日の差分表示トポグラフィーで同部はスチープ化した。術後14～7日目および28～14日目の差分表示トポグラフィーでは再びフラット化し、次第に角膜中央部側にフラット化領域が拡大した。一方、強膜切開群では術後1日～術前の差分表示トポグラフィーで、切開創近傍の周辺部角膜に強いフラット化領域を認めた。術後4～1日以後の差分表示トポグラフィーで同部はスチープ化した。次第にスチープ化の程度は減弱した。このように家兎とヒトでは時間的ずれを認めるが、経時的な乱視変動パターンは類似していた。

白内障術後角膜乱視の機序として、Troutmanら¹⁾は強角膜輪部が堅固な結合組織から成り、角膜形状を決定するというcorneal optical ringの概念を提唱している。強膜切開や角膜切開は輪部構造の破壊がないため、輪部切開より乱視変動が少なく安定していると考察しているが、いずれが優れた切開方法であるかは論じていない。

吉富ら¹⁰⁾は、角膜形状はcorneal optical ringとポウマン膜によって決定されると考察している。強膜切開はポウマン膜は切断しないが、corneal optical ringを破壊する。一方、角膜切開はcorneal optical ringを破壊しないが、ポウマン膜を切断するため、角膜減張切開そのものであるとしている。これが両者の術後乱視変動パターンの差異を説明する鍵となると思われる。

自己閉鎖創強膜切開と角膜切開の術後乱視変動を考えると、Troutmanら¹⁾、吉富ら¹⁰⁾の考察とともに、切開創創傷治癒についても検討しなければならない。強膜切開群で術後後期に進行する切開創周囲のフラット化の原因は、強膜トンネル形成による強膜フラップの強度低下と超音波プローブ挿入に伴う強度フラップの伸展による緩みが考えられている¹²⁾。これは術直後には起こり得るが、術後数か月で増強するフラット化の進行が説明できない。

今回、我々は自己閉鎖創強膜切開と角膜切開の創傷治癒について、細胞増殖動態に焦点をあてて比較検討した。その結果、強膜側では強膜実質細胞や線維芽様細胞は術後早期(家兎では1日目、4日目)に強い細胞増殖を示すが、後期(家兎では7日目、14日目)には分裂像はわずかであった。一方、角膜側では術後後期にかけても細胞増殖が残存し、創傷治癒が依然進行していることが示唆された(図12～15)。これは角膜切開術後3か月目で一部創縁の離開を認めた清水⁸⁾の臨床的所見とも一致する。また、同じ角膜側に限定すると強膜切開群と角膜切開群で創傷治癒に差異を認めなかった。

Jaffe⁶⁾は、強膜切開群と角膜切開群では創傷治癒に主として関与する細胞が異なることを指摘している。すなわち、白内障手術切開創の強膜側では強膜実質細胞や結膜下線維芽細胞、輪部血管由来のマクロファージなど、角膜側では角膜実質細胞、房水由来のマクロファージなどが創傷治癒に関与すると考えられており、今回の実験結果からもそれが明らかとなった。さらに、創傷治癒過程の進行に強膜と角膜で差異があり、角膜側では強膜側に比べて緩徐に創傷治癒が進行することが明らかとなった。これは強膜側では輪部血管を持つため創傷治癒が促進されるが、角膜では血管系を持たないため緩徐に創傷治癒が進行するためと推測される。

ヒトと家兎では、動物種の差による創傷治癒過程の時間ずれがあるが、今回の実験結果から、術後後期においても corneal optical ring 内側の角膜側では創傷治癒が進行していることが明らかになり、組織癒痕収縮が進行することが示唆された。このとき、角膜切開群ではデスメ膜・ポウマン膜とも切断されるため、術後早期には切開創周辺部角膜はフラット化する。しかし、術後後期に角膜切開創の外方・内方の両端で組織癒痕収縮が進行すると、角膜曲率と同じ方向に癒痕収縮するため、フラット化が軽減すると思われる。一方、強膜切開群ではデスメ膜は切断されているが、ポウマン膜は切断されていない。術直後には切開創の離開が起こるが、ポウマン膜が角膜形状を維持するため、軽度のフラット化しか生じない。次に強膜側(外側切開創側)で癒痕収縮が起こると考えられるが、corneal optical ring の外側であり、角膜形状にはあまり影響しないと思われる。その後、角膜側で組織癒痕収縮が進行する。強膜弁と角膜内方弁の癒着により角膜曲率と異なる方向に組織癒痕収縮し、切開創周辺部角膜はフラット化すると考えられる。すなわち、両群の切開創癒痕収縮のベクトル方向の違いが、異なる切開創周辺部の角膜形状変化を来すことが推察される。

本論文は第17回日本眼科手術学会(1994年、福岡市)において発表した。稿を終えるにあたり、本研究に際して御指導と論文の御校閲を頂いた神戸大学医学部眼科学教室山本 節教

授、片上千加子講師に深謝いたします。

文 献

- 1) Troutman RC, Buzard KA: Pathophysiology and prevention of astigmatism secondary to cataract surgery. In: Troutman RC, et al (Eds): Corneal Astigmatism—Etiology, Prevention, and Management—. Mosby-Yaer Book Inc, St. Louis, 290—316, 1992.
- 2) 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.
- 3) 平坂知彦, 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) 平坂知彦, 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2報. 細胞増殖動態. 日眼会誌 99: 755—762, 1995.
- 5) Katakami C, Perkins T, Dorfman N, Spaulding AG, Kao WWY: Polymorphonuclear leukocytes inhibit proliferation of epithelial cells of rabbit cornea. 日眼会誌 92: 798—805, 1988.
- 6) Jaffe NS: Wound healing. In: Jaffe NS, et al (Eds): Cataract Surgery and Its Complications (4th Ed): CV Mosby, St. Louis, Missouri, 23—40, 1984.
- 7) 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.
- 8) 清水公也: 角膜切開による自己閉鎖創白内障手術. 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, 99—107, 1992.
- 9) Cravy TV: Routine use of a lateral approach to cataract extraction to achieve rapid and sustained stabilization of postoperative astigmatism. J Cataract Refract Surg 17: 415—423, 1991.
- 10) 吉富文昭, 福山 誠, 江頭淳一: 自己閉鎖創手技. 眼科手術 6: 31—41, 1993.
- 11) 吉田和典, 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.