

白色家兎水晶体上皮細胞の性状

—形態学的変化とその影響(紡錘形細胞を中心として)—

渡名喜 勝, 平岡 利彦

獨協医科大学眼科学教室

要 約

水晶体上皮細胞の性状をみるために、創傷水晶体および囊外摘出術 (ECCE) 後の上皮細胞の培養液中における変化、生体内における超音波乳化吸引術 (PEA) 後の上皮細胞の形態的变化を、光学顕微鏡および透過型電子顕微鏡により観察した。その結果、創傷水晶体では、創傷部において上皮細胞が分裂増殖し、紡錘形細胞に変化して創傷部を完全に被覆する初期創傷治癒機転がみられ、さらに、創傷部の収縮が起こった。ECCE 後、培養液中では前囊側にしかみられなかった上皮細胞が、赤道部を越えて後囊部へ伸展増殖し、6 週間後には後囊全体を一様に覆っていた。後囊の皺襞のある部分に、紡錘形細胞がみられた。PEA 後、生体内においては赤道部に Soemmering's ring の形成がみられ、これは電子顕微鏡的に水晶

体皮質の再生が起こっているものと思われた。前囊断端部では、上皮細胞の分裂増殖、紡錘形細胞の出現、その部分での前囊・後囊の皺襞形成、水晶体囊様膜形成が認められた。前囊断端部の紡錘形細胞を電子顕微鏡的に観察すると、細胞間隙のコラーゲン様組織中に偽足を伸ばしている細胞が認められ、アメーバ様運動をしているように思われた。このアメーバ様運動に伴う変化から、創傷水晶体の創傷部の収縮、ECCE 後の皺襞形成、PEA 後の前囊断端部の皺襞形成が引き起こされているのではないかと思われた。(日眼会誌 100:192-200, 1996)

キーワード：水晶体上皮細胞、紡錘形細胞、創傷治癒、偽足、アメーバ様運動

Properties of Lens Epithelial Cells in Albino Rabbits —Morphological Alteration and its Influence—

Masaru Tonaki and Toshihiko Hiraoka

Department of Ophthalmology, Dokkyo University School of Medicine

Abstract

We studied changes of epithelial cells in injured lens, after extracapsular cataract extraction (ECCE) in culture solution and *in vivo* changes in epithelial cells after phacoemulsification and aspiration (PEA) using light and electron microscopy. The epithelial cells at the injured site of the lens were transformed into spindle cells indicating healing and contraction of the lesion. In the culture solution, epithelial cells which had been seen only on the side of the anterior capsule extended and proliferated over the equatorial zone to the posterior capsule covering the whole posterior capsule 6 weeks after an ECCE. Spindle cells were seen in the region with folds in the posterior capsule. *In vivo*, formation of Soemmering's ring was observed in the equatorial zone after PEA suggesting regeneration of the lens in the electron microscopic aspect. At the edge of

the anterior capsule, appearance of spindle cells formation of folds in the anterior and posterior capsules at this site as well as formation of membrane similar to the lens capsule could be seen, and this phenomenon resembled the healing process of the injured lens. Observation of the spindle cells at the cut edge of the anterior capsule showed cells which were extending pseudopodia into collagen and they appeared to be engaged in ameboid movement. We considered that this ameboid movement would trigger off contraction of the wound and formation of folds at the cut edge of the anterior capsule. (J Jpn Ophthalmol Soc 100:192-200, 1996)

Key words: Lens epithelial cell, Spindle cell, Healing, Pseudopodia, Ameboid movement

刷請先：321-02 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880 獨協医科大学眼科学教室 渡名喜 勝
(平成 7 年 8 月 25 日受付, 平成 7 年 11 月 8 日改訂受理)

Reprint requests to: Masaru Tonaki, M.D. Department of Ophthalmology, Dokkyo University School of Medicine, 880 Kitakobayashi, Mibu-cho, Shimotuga-gun, Tochigi-ken 321-02, Japan
(Received August 25, 1995 and accepted in revised form November 8, 1995)

I 緒 言

超音波乳化吸引術などの白内障術式が発展し、現在では術後の早期視力回復が可能となってきている。しかし、それに反して術後の視力低下の主な原因である後発白内障は、未だに確実な予防法はなく、現在でもそれを防止する様々な努力がなされている。後発白内障には、後囊混濁や continuous curvilinear capsulotomy (CCC) + 眼内レンズ嚢内固定後の前囊混濁などが含まれるが、それとともに起こる前囊収縮、眼内レンズの偏位などもすべて上皮細胞に起因すると考えられている¹⁾²⁾。すでに白色家兎において、超音波乳化吸引術 (PEA) + 眼内レンズ挿入術後4週目までの組織の観察を行った³⁾が、嚢収縮・眼内レンズ偏位の原因を解明するには不十分であった。また、水晶体上皮細胞の術後変化や、増殖過程などについても問題が残されていた。そこで今回、我々は最初に水晶体上皮細胞の基本的な増殖変化をみるために、前囊側に創傷を与えた水晶体の上皮細胞の形態学的変化を、他の環境因子が加わらないように器官回転培養を用いて観察した。次に、嚢収縮変化がどのように起こってくるのかを調べる目的で、PEA 後の水晶体上皮細胞の形態学的変化を *in vivo* で観察し、さらに *in vitro* との比較検討も行った。形態学的解析法として、光学顕微鏡および透過型電子顕微鏡を用いた。

II 実験方法

実験1：培養水晶体を使用した創傷部の観察

成熟白色家兎(体重約2kg)6匹12眼を使用した。家兎にペントバルビタールナトリウム(ネンブタール®)の静脈内注射を行い安楽死させた後、無傷的に水晶体を摘出し、ピペラシリンナトリウム(ペントシリン®)10 μ g/ml の入った Eagle MEM 培養液中で洗浄、前囊中央部に長さ約2mm、深さ約0.5mmの傷を作った。使用したメスは、創傷の大きさを一定にするために深さを調節できるキーラー社製 ST-M 型ダイヤモンドメスを用いた。この水晶体を Eagle MEM 培養液の入った直径3cm、高さ10cmの試験管の中に入れ、37°Cの恒温室において培養液を隔日に交換し、回転培養を行った⁴⁾。記録として3~4日毎に実体顕微鏡による写真撮影を行った。培養した水晶体は、創傷直後、1日、3日、1, 2, 3週後に固定した。固定は、4%グルタルアルデヒドで行い、切片を作成しトルイジンブルー染色後、光学顕微鏡で組織学的検索を行った。

実験2：*in vitro*におけるECCE後の上皮細胞の観察

成熟白色家兎(体重約2kg)10匹20眼を使用した。ペントバルビタールナトリウム(ネンブタール®)で安楽死させた家兎から眼球摘出後、虹彩・毛様体を付けたまま水晶体を取り出し、シャーレ中の Eagle MEM 培養液に入

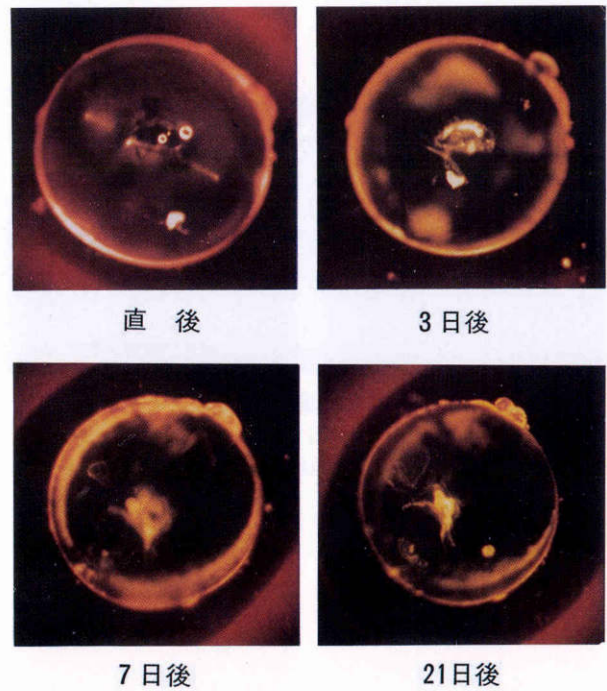


図1 2mmの創傷を与えた家兎水晶体。21日後には、創傷部の縮小傾向がある。

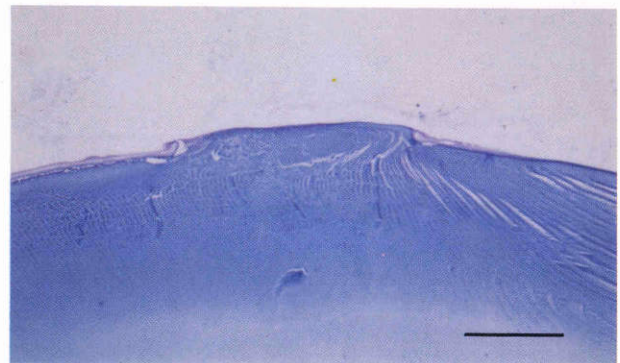


図2 創傷直後の組織像(トルイジンブルー染色)。軽度の皮質脱出があり、水晶体嚢が反転している。バーは400 μ m

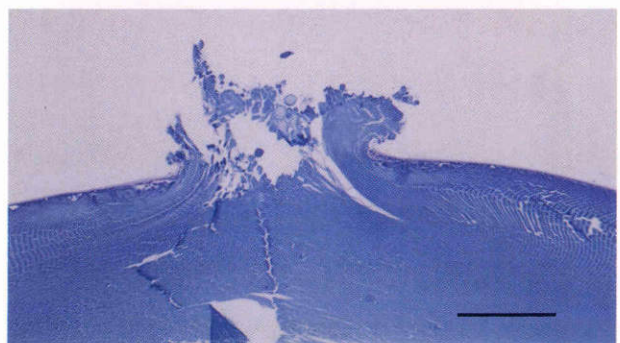


図3 創傷1日後の組織像(トルイジンブルー染色)。皮質脱出の程度が強くなっている。水晶体嚢断端縁では、上皮細胞が形態を変え増殖を始めている。バーは400 μ m

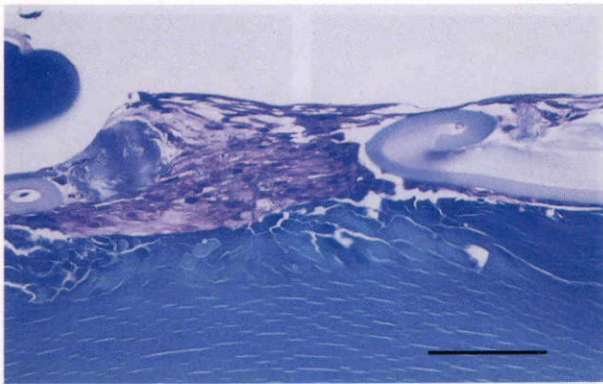


図4 創傷14日後の組織像(トルイジンブルー染色). 上皮細胞が創傷部全体を被覆している. 上皮細胞は重層化するに従い紡錘状に変化していた. バーは100 μm

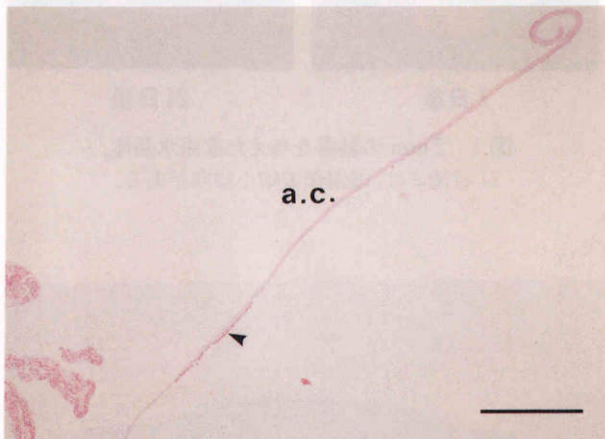


図6 囊外摘出術直後の組織像(ヘマトキシリン・エオジン(HE)染色). 前囊断端部はとぐろ状になっており, 上皮細胞が散在している(矢じり). a.c.: 前囊. バーは400 μm

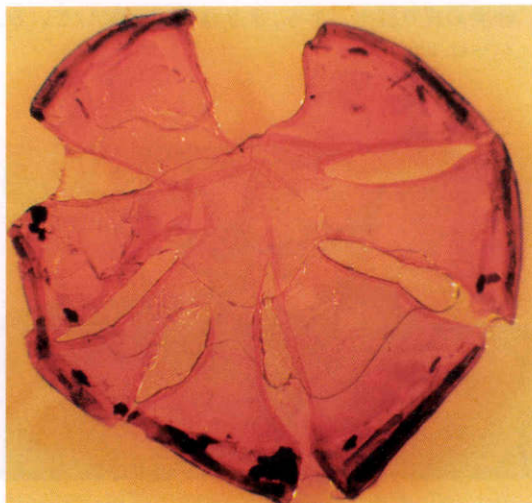


図8 囊外摘出術直後の伸展標本(HE染色). 赤道部から前囊にかけて上皮細胞が濃染されている. 後囊に上皮細胞はみられない.

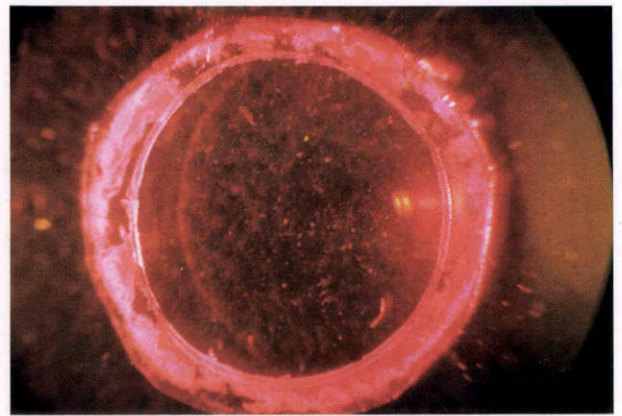


図5 実験2の標本.

コンタクトレンズが入っているため, 水晶体囊の形態は保たれている. 前囊部は上皮細胞が散在しているため白濁している.

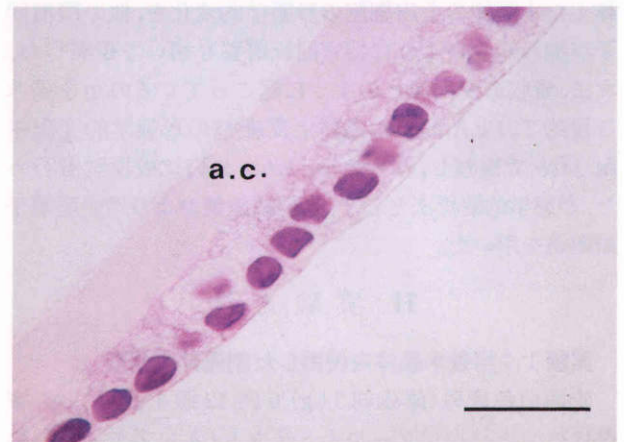


図7 図6の拡大像(HE染色).

上皮細胞の存在する部位を拡大してみると, 立方上皮細胞の形態を成しているのがわかる. a.c.: 前囊. バーは20 μm

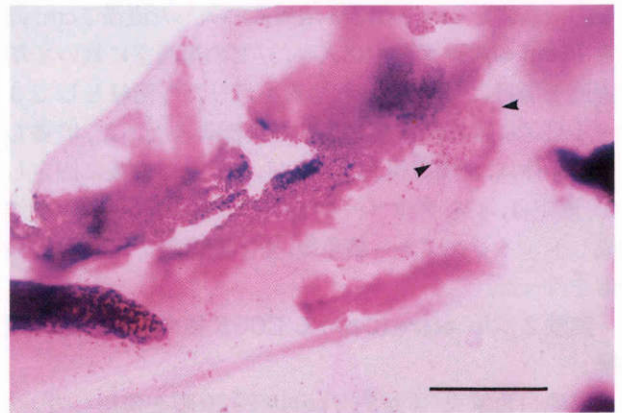


図9 図8の赤道部の拡大像(HE染色).

上皮細胞が固着した領域(矢じり)と剥離した領域が認められる. バーは200 μm

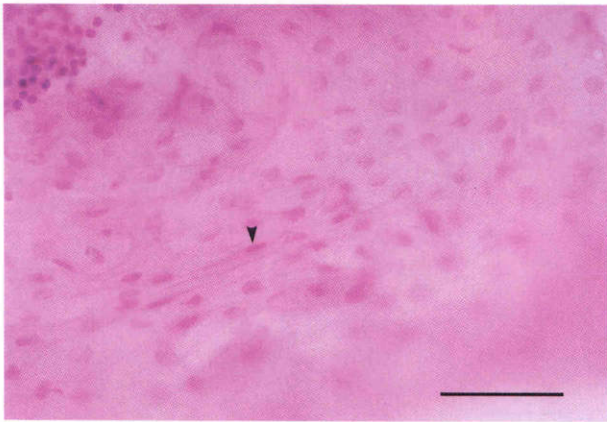


図 10 培養 7 日後の伸展標本(HE 染色).
水晶体囊の皺襞のある部分では線維様細胞(矢じり)が認められた. パーは 50 μm

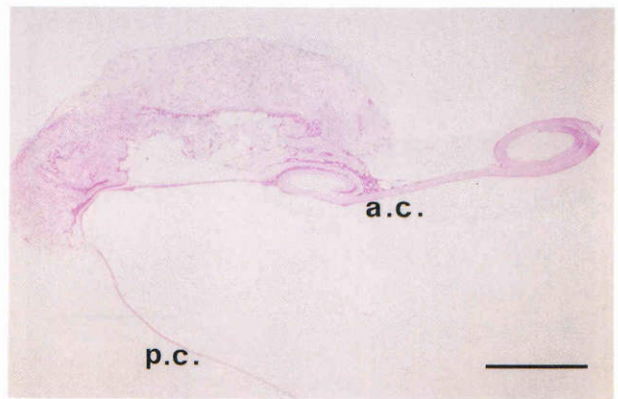


図 11 培養 6 週間後の組織像(HE 染色).
前囊断端から後囊にかけて一様に上皮細胞が増殖していた. a.c.: 前囊, p.c.: 後囊. パーは 400 μm

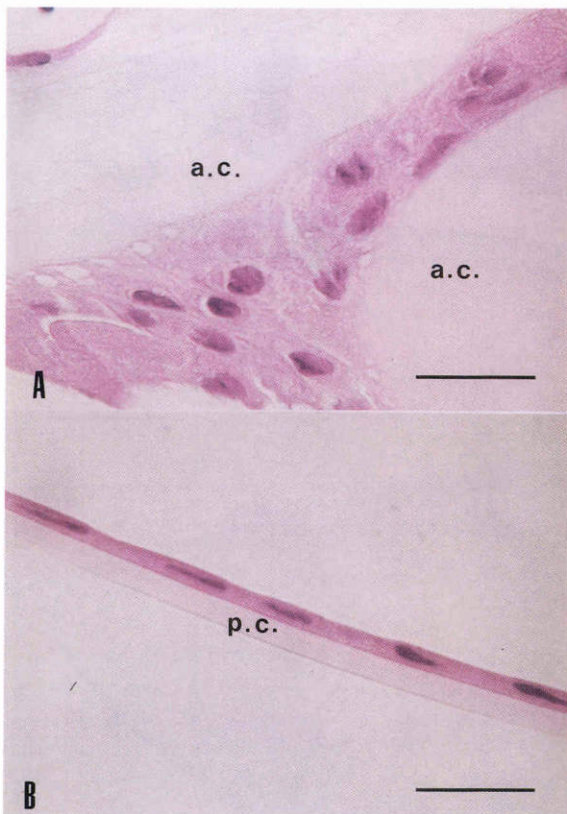


図 12 図 11 の拡大図(HE 染色).
A: 上皮細胞が密に増殖し, 水晶体前囊(a.c.)を強く牽引しているように見える. B: 後囊(p.c.)側では, 上皮細胞は単層に増殖しているが, 立方上皮細胞の形態は失われ扁平化している. パーは 20 μm

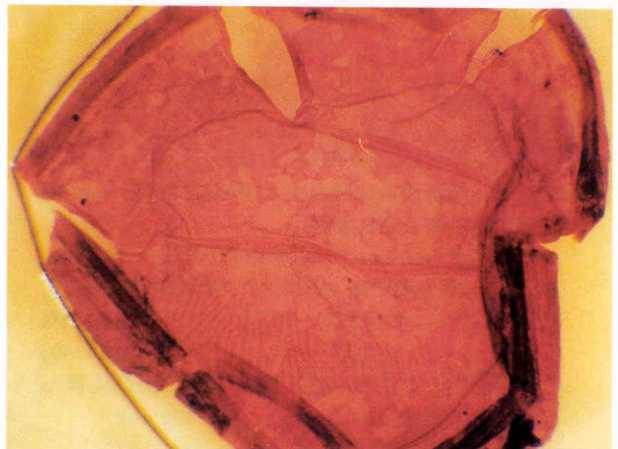


図 13 培養 6 週後の伸展標本(HE 染色).
赤道部から後囊にかけて上皮細胞がほぼ全体を被覆している.

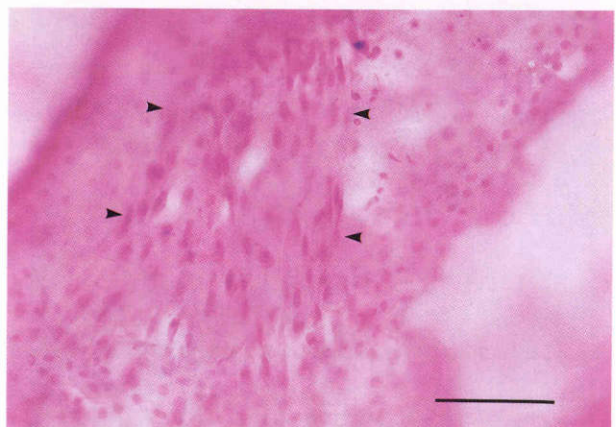


図 14 図 13 の皺襞形成部の拡大(HE 染色).
皺襞に沿って紡錘形細胞(矢じり)が増殖している. 配列が乱れ重層化している. パーは 100 μm

れ, 顕微鏡下で無菌的に直径約 7 mm の CCC を行った. 鑷子と眼内レンズフックを使い, 水晶体核および残留皮質をできる限り除去した後, 水晶体囊の形態を保持するために, 囊内へ直径 10.0 mm の HEMA ソフトコンタクトレンズ(レインボー社製)を挿入し, チン小帯を全周切除後, 水晶体囊をそのまま培養した. 37°C の恒温室において器官回転培養し, 3~4 日毎に培養液の交換を行った.

標本は, 直後, 1 日, 3 日, 1, 2, 3, 6 週後に 4% グルタルアルデヒドで固定して組織切片および伸展標本を作製し, ヘマトキシリン・エオジン(HE)染色後, 光学顕

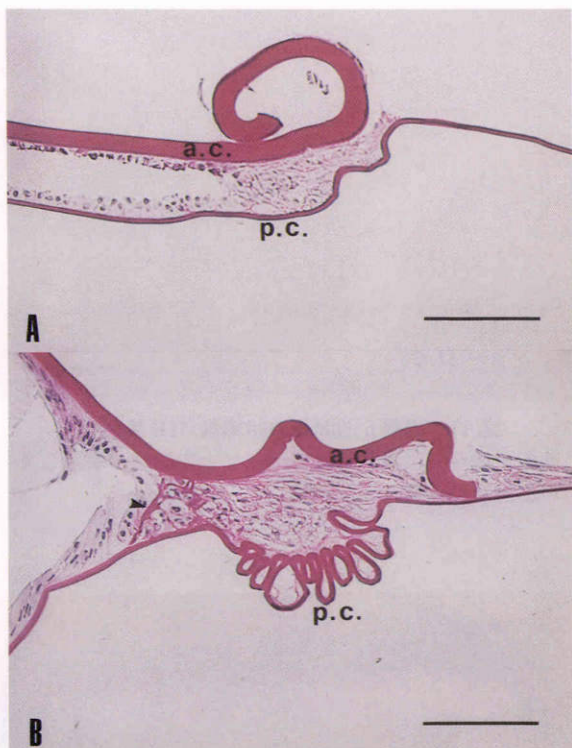


図15 A：超音波乳化吸引術1週間後の前囊(a.c.)断端部の組織像(PAS染色)。

上皮細胞から変化した紡錘形細胞が認められる。

B：超音波乳化吸引術4週間後の前囊断端部の組織像。

紡錘形細胞は、水晶体囊と同様に染まる膜様組織(矢じり)により、上皮細胞と明らかに分画されている。紡錘形細胞の存在する部分では、前囊および後囊(p.c.)の皺襞が形成されている。バーは100 μ m

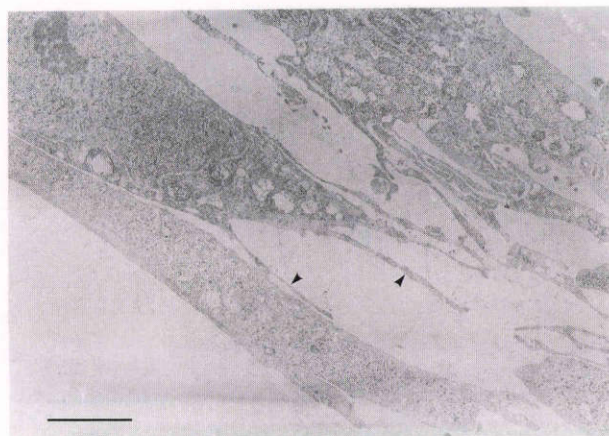
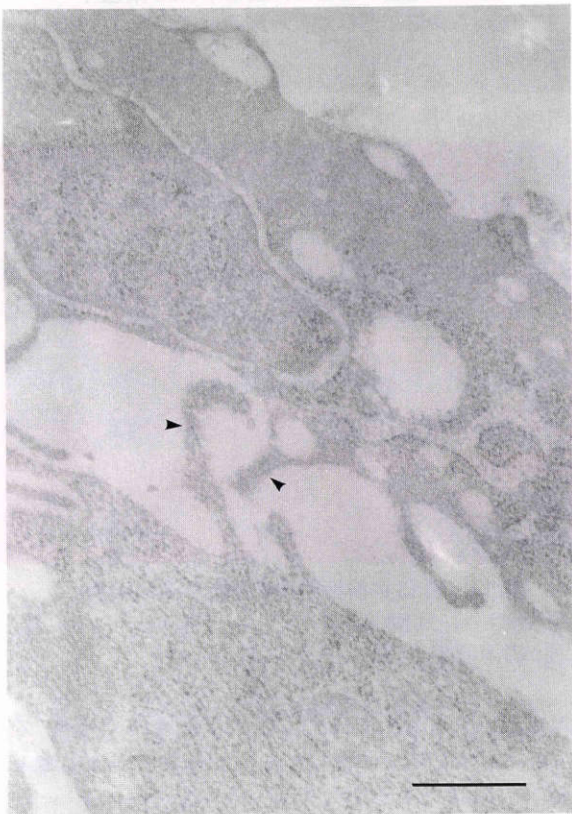


図16 紡錘形細胞の電子顕微鏡像。

紡錘形細胞の一部で、コラーゲン中に偽足(矢じり)を伸ばしている細胞がみられた。バーは2 μ m

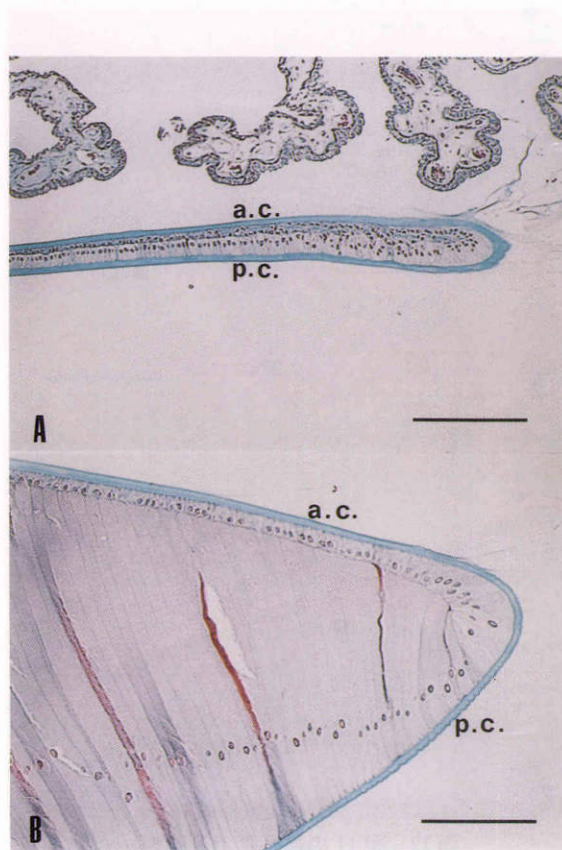


図18 A：超音波乳化吸引術1週間後の組織像(EM染色)。

上皮細胞は後囊(p.c.)上へ伸展増殖し、2層の細胞層を成している。バーは200 μ m

B：超音波乳化吸引術2週間後の組織像(EM染色)。

後囊側の上皮細胞が水晶体線維へ変化している。a.c.：前囊。バーは100 μ m

← 図17 紡錘形細胞の電子顕微鏡像。

偽足を伸ばしている紡錘形細胞には互いの偽足を絡めるような所見(矢じり)もみられた。バーは0.5 μ m

微鏡による上皮細胞の観察を行った。

実験3：in vivo における PEA 後の上皮細胞の観察

成熟白色家兎(体重約2kg)6匹12眼を使用した。家兎を5%塩酸ケタミン(ケタラール®)とキシラジン塩酸塩(注射用セラクター®)の7:1の割合の混合液約2mlを皮下注射して全身麻酔⁵⁾後固定し、0.02%グルコン酸クロルヘキシジン(ヒピテン液®)で洗眼した。手術はCCCにより前囊切開後、PEAを行った。術後1,2,3,4週後に多量のペンタバルビタールナトリウム(ネプタール®)を静脈内注射して安楽死させた後、眼球を摘出した。摘出した眼球は、片眼は10%ホルマリンで固定し切片を作製して、PAS染色およびエラスチカ・マッソン(EM)染色した後、組織学的検索を行い、片眼は4%グルタルアルデヒドで固定、四塩化オスミウムを用いて後固定を行い、エポキシ樹脂に包埋し、超薄切片を作製して日本データム社製JEM100CX型透過型電子顕微鏡で観察を行った。

III 結果

1. 水晶体創傷治癒の変化

1) 実体写真による結果(図1)

創傷を与えた直後は透明で、翌日から創傷部周囲の混濁が出現した。3日後に赤道部近くで混濁が出現するも再び透明性が戻り、培養後21日を経過してもほぼ透明性を維持していた。また、経過とともに、創傷部の縮小傾向がみられた。

2) 組織学的結果

創傷直後に固定した水晶体の組織では、軽度の皮質脱出がみられ、創傷部周囲において水晶体囊が反転していた(図2)。1日後の組織では、創傷直後の水晶体と比較して皮質脱出が強くなっていた(図3)。この時期には、すでに水晶体前囊断端縁の上皮細胞が形態を変えて増殖を始めていた。3日後には、上皮細胞が前囊断端部を越えて創傷部を覆い始めていた。14日後には、創傷部で上皮細胞がかなり増殖して重層化し、創傷部全体を完全に覆っていた。上皮細胞は皮質近くで球状を呈しているが、重層化するに従い紡錘状に変化していた(図4)。この紡錘形細胞の出現とその収縮により、創口の幅は狭まり、創傷部の前囊両断端部を引き寄せているようであった。

2. In vitro における ECCE 後の上皮細胞の変化

1) 実体写真による結果(図5)

挿入したソフトコンタクトレンズ自体が透明なため、背景の色と同色で、後囊混濁のないことを示している。前囊切開も円形に大きく切開され、残った前囊部は上皮細胞が散在しているため白濁している。

2) 組織学的結果

ECCE直後に固定した組織標本を前囊断端から赤道部にかけて観察すると、前囊断端部ではとぐろ状になっており、水晶体前囊に沿って上皮細胞が散在しているの

がみられた(図6)。上皮細胞の散在する部分を強拡大してみると、上皮細胞は単層にきちんと配列され、立方上皮細胞の形態を成し、細胞核はほぼ正円であるのが認められた(図7)。後囊には上皮細胞を認めなかった。伸展標本では、赤道部で上皮細胞が濃染しており、そこに上皮細胞が散在しているのが認められた(図8)。赤道部辺りを拡大すると、密に集まった上皮細胞には、水晶体囊に固着した領域と剥離した領域が認められた(図9)。固着した領域の上皮細胞は、ほぼ六角形細胞の形態を成していた。1週間後の伸展標本では、赤道部の上皮細胞が後極部へ向かって伸展増殖を始めていた。やや後極側には、剥離した細胞群が増殖形態を示さずに存在していた。赤道部の増殖している細胞を拡大してみると、水晶体囊の皺襞に近い所で線維様細胞へ変化していく所見が認められた(図10)。6週間後の組織標本では、前囊断端から後囊にかけて一様に上皮細胞が増殖していた。前囊の一部に皺襞が認められるが、これは培養している段階でできたものと思われる(図11)。この皺襞になっている部分を強拡大すると、上皮細胞が密に増殖しており、上皮細胞同士が強く固着して、水晶体囊を強く牽引しているように思われた。後囊に増殖した水晶体上皮細胞を拡大すると、立方上皮細胞の形態が失われ、扁平化していた(図12)。しかし、水晶体線維への分化はみられなかった。伸展標本では、赤道部から後囊まで濃く染まっており、上皮細胞がほぼ全体を覆っているのがわかる(図13)。後囊に皺襞がある部分を拡大すると、それに沿って紡錘形細胞が増殖しているのが認められた(図14)。この紡錘形細胞は一様ではなく、配列が乱れており重層化していた。

3. In vivo における PEA 後の上皮細胞の変化

1) 前囊断端部での変化

前囊断端部には、上皮細胞から変化した紡錘形細胞が認められるようになる。この紡錘形細胞は、1週後では上皮細胞との境界がはっきりとはしないが、4週後では水晶体囊と同様に染まる膜様組織により明らかに分画される(図15)。そして、この細胞の収縮の結果、前囊および後囊の皺襞形成も強くなっていた。この皺襞は紡錘形細胞が存在する部分のみで起こっており、上皮細胞のある部分では全く起こっていなかった。この紡錘形細胞の一部を電子顕微鏡で観察してみると、細胞間隙のコラーゲン様組織中に偽足を伸ばしている細胞が認められた(図16)。さらに拡大すると、互いの偽足を絡めるような所見もみられた(図17)。このような細胞は、重層化している細胞のうち水晶体囊の近い部分によくみられた。紡錘形細胞の細胞質には、粗面小胞体が顕著にみられた。

2) 赤道部での変化

術後1週では、前囊部にしかみられなかった上皮細胞が、後囊上へ伸展増殖して二層の細胞層を成していた。術後2週では、後囊上に伸展した上皮細胞が赤道部で水晶体線維へ変化していき、Soemmering's ringを形成して

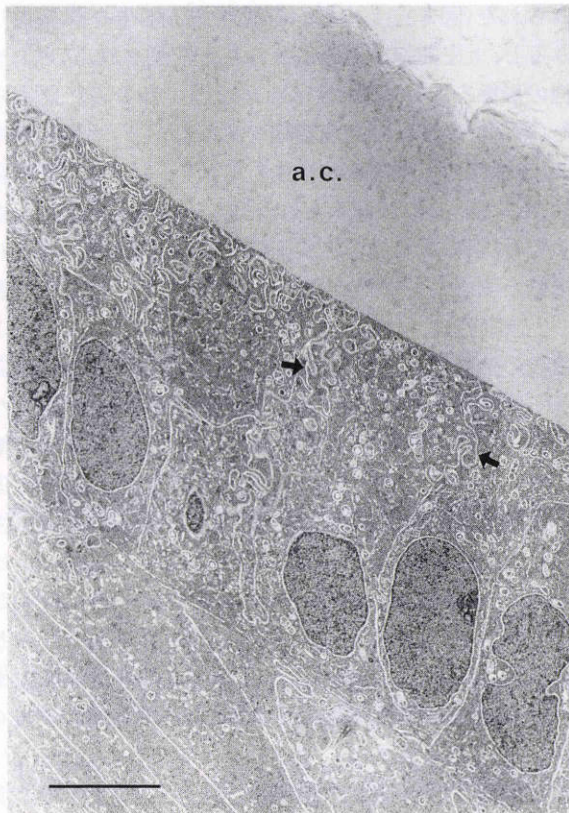


図19 超音波乳化吸引術2週間後,前囊(a.c.)側の電子顕微鏡像。

前囊部の上皮細胞は,単層の立方上皮を形成している。上皮細胞同士が水晶体囊近くで互いに陥入し(矢印),強く結合している。バーは5 μ m

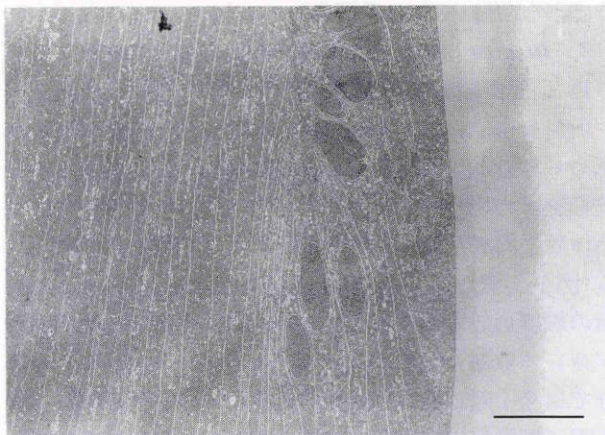


図20 超音波乳化吸引術2週間後,赤道部の電子顕微鏡像。

上皮細胞は水晶体囊側から徐々に伸びていき,水晶体線維へ変化している。水晶体線維へ分化するに従い,核はほとんど凹凸のない楕円形に変化している。バーは10 μ m

いた(図18)。前囊部,赤道部,水晶体線維部を透過型電子顕微鏡で観察すると,前囊部の上皮細胞は単層の立方上皮を形成しており,核が円形に近く核質もほぼ均一に染まっていた(図19)。上皮細胞同士の接着は,前囊側の近

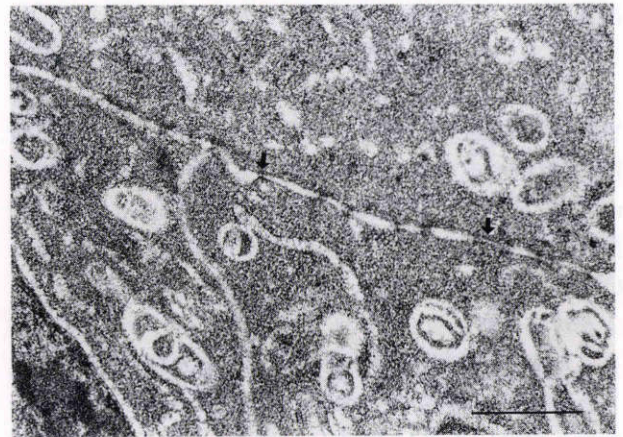


図21 上皮細胞と水晶体線維の接する部分の拡大像。
この部分では,細胞同士の陥入はないが,デスモゾーム様の接着装置(矢印)が多数認められる。バーは1 μ m



図22 水晶体線維間の拡大像。

ここでは部分的な細胞質の陥入と,デスモゾーム様の接着装置(矢印)がわずかに認められた。バーは2 μ m

くでみられるように互いに陥入し,より強く結合していた。赤道部では,上皮細胞の立方形をした形が,水晶体囊に近い部分から徐々に伸びていき水晶体線維へ変化していた(図20)。核も円形から楕円形を呈するようになった。上皮細胞と水晶体線維の接する部分を拡大してみると,その間には細胞の陥入はみられないが,デスモゾーム様の接着装置が多数認められた(図21)。水晶体線維間で

は、部分的な互いの細胞質の陥入と、デスマゾーム様の接着装置がわずかにみられるだけであった(図 22)。

IV 考 按

家兎水晶体に約 2 mm の傷を与えると、創傷部は水晶体皮質の脱出により哆開する。上皮細胞は、その創傷部を覆うように徐々に増殖していき、2 週間後には完全に被覆し重層化する。これは、上皮細胞による創傷治癒が行われていることを示している。創傷部を覆い増殖してきた細胞は、本来の上皮細胞の形態はしておらず、紡錘形細胞へと変化しており、水晶体囊という限られた中で増殖した細胞が、全く違う環境に出ていくことにより、何らかの刺激で形態を変えてきたのではないかと思われる。Uga⁶⁾は、*in vivo* でラットの創傷水晶体の治癒過程を 7 か月まで観察し、その頃には新たな水晶体囊が形成され、ほぼ元の水晶体の状態に戻っていると報告している。それは、上皮細胞が水晶体囊を産生したことを示している。本実験の経過は、Uga の報告による 2 週間までの初期変化とほぼ同様で、もし、回転培養を半年間続けることができれば、囊形成を確認できるのではないかと思われる。また、Uga は創傷を針先で与えており、かなり小さな傷であるが、本実験では約 2 mm の創傷を与えており、家兎の場合ではその大きさでも治癒する可能性があることを示している。

実験 2 は、眼内レンズそのものを挿入するとループにより水晶体囊の変形を生じるため、形態を保持できる直径の大きなソフトコンタクトレンズを使用した。ほぼ ECCE+眼内レンズ挿入後の上皮細胞の変化を示していると思われる。術直後には、当然のことながら上皮細胞は前囊部にしか認められず、水晶体囊に固着した細胞群と剝離した細胞群が認められた。剝離した上皮細胞は、増殖する気配はみせず徐々に消失していき、固着した上皮細胞がコンタクトレンズと水晶体囊の間隙を赤道部を越えて後囊側へ伸展増殖していた。6 週を経過すると後囊全体を覆うように単層に増殖し、一部皺襞がある部分には紡錘形細胞の重層化もみられた。しかし、単層に増殖した上皮細胞は、永本⁷⁾も述べているように、細胞同士の接触阻止により紡錘形細胞のように重層化することはないようである。この培養による観察ではそれ以上の変化は起こらず、実験 3 にみられるような水晶体線維の形成はみられない。これは、コンタクトレンズにより前囊・後囊の接着を阻止しているためとも考えられるが、生体内では、眼内レンズが存在しても赤道部での水晶体線維への分化は確認されているので³⁾、水晶体線維へ分化するためには、前房中の増殖因子や極性に関係する硝子体中の液性因子が必要と思われる。このことは、*in vitro* における ECCE 後の変化は、生体内での変化を完全には反映しないことを示している。

実験 3 の組織学的所見については以前にも述べている

が³⁾、上皮細胞は後囊部へ伸展増殖して、1 週間後には 2 層の細胞層を形成する。前囊断端部で前囊と後囊が紡錘形細胞により強固に接着したあと、後囊側の上皮細胞は徐々に線維化していき、楕円形の Soemmering's ring を形成する⁸⁾⁹⁾。これは、水晶体皮質の再生が行われた結果であるということをはっきりと示している。今回行った透過型電子顕微鏡で観察した前囊部・赤道部・水晶体線維部での変化は、正常水晶体での上皮細胞の分化の状態と同様である。前囊部で一層を成す立方上皮細胞が、赤道部で水晶体囊に近い部分から徐々に細胞質を伸ばしていき水晶体線維へと変化していくのが、電子顕微鏡で詳細に確認することができた。細胞同士の接着は、上皮細胞間および水晶体線維間ではそれぞれデスマゾーム様の接着装置と細胞質の陥入により行われているが、上皮細胞と水晶体線維の間では細胞質の陥入はみられない。これは、前囊側の上皮細胞は赤道部へ近づくように移動するのに対し、水晶体線維は赤道部から離れるように移動し、ずれが生じるため細胞同士の強固な接着は必要がないことによるものと思われる。

この 3 つの実験で共通にみられるのは、いずれも紡錘形細胞の出現と、その部分での収縮が起こっていることである。特に実験 1 の創傷水晶体で起こった変化と、実験 3 で行った PEA 後の前囊断端部の変化でみると、全く同様の変化が起こっているのがわかる。前囊断端部では、房水と接触する所で創傷水晶体でみられるような紡錘形細胞がみられるようになり、この紡錘形細胞と上皮細胞の間には膜様組織が形成される。前囊断端部で起こっている変化は、水晶体の創傷治癒機転そのものであるといえよう。形成された膜様組織は、水晶体囊そのものと考えてよいものと思われる。PEA 後でのこの紡錘形細胞や膜様組織は、後発白内障の強い原因となる³⁾。創傷水晶体では、水晶体囊が完全に完成された後、紡錘形細胞は自己融解して最後には消失してしまう⁶⁾。しかし、PEA 後の場合は完全に治癒することはないので、紡錘形細胞はいつまでも残り増殖を繰り返すものと思われる。それが強い状態であればあるほど、混濁や収縮が強く現れる。

それでは、その収縮は何故起きてくるのであろうか。実験 3 でみられるように PEA 後、前囊断端部において上皮細胞は紡錘形細胞へと変化する。その部分をよくみると、上皮細胞側では全く収縮は起こらず、紡錘形細胞の増殖している部位で前囊・後囊の皺襞が形成され、収縮が起こっている。この部位を電子顕微鏡で観察すると、紡錘形細胞のいくつかは細胞間隙のコラーゲン様組織中に偽足を伸ばすようにしており、アメーバー様運動をしているようにみえる。この細胞間隙の組織は、免疫組織化学的検索によりコラーゲンであることが証明されており¹⁾、紡錘形細胞自身が産生しているといわれている¹⁰⁾。前囊断端部で収縮が引き起こされるのは、このコラーゲンを足場として紡錘形細胞がアメーバー様運動をする物理的エ

エネルギーによるものか、または、偽足を伸ばすアメーバ様運動のような形態変化に示される上皮細胞から紡錘形細胞の変化の過程がもたらす何らかの病理学的・化学的变化がコラーゲンを刺激し、収縮を引き起こすのではないかと思われる。創傷水晶体における創傷部の収縮、ECCE 後培養した場合や PEA 後の前囊・後囊接着部に起こる皺襞の形成は、すべて紡錘形細胞のアメーバ様運動に伴う変化によって起こってくるものと思われる。このことは、上皮細胞から紡錘形細胞への変化を抑制することができれば、皺襞形成や囊混濁を軽減することができることを示している。

現在、ほとんどの白内障手術で同時に眼内レンズ挿入術が行われているが、紡錘形細胞の収縮はどのような変化を引き起こすであろうか。例えば、眼内レンズが完全に囊内固定されていて、CCC が小さい時はどうであろうか。これに関しては、前回の実験⁹⁾で眼内レンズ挿入後 4 週目まで経過をみたが、前囊断端部と後囊の接着は眼内レンズにより妨害され、後囊の皺襞形成はみられない。しかし、前囊断端部では紡錘形細胞の収縮により、虹彩が括約筋により縮瞳するように、前囊が求心的に中央よってきて、前囊混濁の強い原因になる。CCC が小さすぎれば眼内レンズ前面を完全に被覆してしまうこともある¹¹⁾。臨床的にアトピー性白内障では、前囊収縮の結果、チン小帯を牽引し網膜剝離を助長する可能性もあると考えられる¹²⁾。また、逆に CCC がやや大きく楕円形となり、部分的に前囊断端部が眼内レンズ光学部より大きくなった場合はどうであろうか。その実験は行っていないが、CCC が眼内レンズ光学部より大きい所では、前囊断端部と後囊が強く接着し、小さい部分では前囊断端部と後囊は接着せず、眼内レンズ前面で前囊が収縮してくると考えられる。そうすると眼内レンズはその収縮に伴い、CCC が大きい部分へ偏位してしまうことが予想される。これらのことから、CCC を行う場合はなるべく正円形に、あまり小さくせず眼内レンズ光学部よりも少し小さめに行うことが大切であると思われる。

前回の実験も含め観察期間が 3～6 週と短く、長期の経過についてはまだ問題が残されており、今後検討を続けたい。さらに、これらの合併症を引き起こす原因である

上皮細胞から紡錘形細胞への変化を、何らかの方法で抑えることができれば、後発白内障・前囊収縮・眼内レンズ偏位などの合併症を軽減できると思われる。今後研究を続ける予定である。

稿を終えるにあたり、御校閲を賜りました獨協医科大学眼科学教室小暮文雄教授および電子顕微鏡標本作製に御協力頂いた同臨床共同研究室電子顕微鏡室の小作明則・石口美佐子両氏に深謝いたします。

文 献

- 1) 重光利朗, 馬嶋慶直, 湯 欣: ヒト眼内レンズ移植後の囊混濁および収縮についての組織学的検討. 臨眼 46: 502-503, 1992.
- 2) Hara T, Azuma N, Chiba K, Ueda Y, Hara T: Anterior capsule opacification after endocapsular cataract surgery. Ophthalmic Surg 23: 94-98, 1992.
- 3) 渡名喜勝, 平岡利彦, 小暮文雄: 白色家兎水晶体における超音波乳化吸引術後の上皮細胞の変化—眼内レンズ挿入眼と非挿入眼の比較—. 日眼会誌 97: 1028-1033, 1993.
- 4) 平岡利彦, 八木加寿子: 水晶体の器官培養—回転培養を中心として—. 組織培養 16: 537-540, 1990.
- 5) 西 興史: 動物実験における確実な麻酔法. 日本の眼科 60: 877-878, 1989.
- 6) Uga S: Wound Healing in the Mouse Lens. Exp Eye Res 32: 175-186, 1981.
- 7) 永本敏之: 後発白内障と水晶体上皮細胞. 日本白内障学会誌 6: 1-16, 1994.
- 8) Blomstedt G, Fagerholm P, Gallo J, Philipson B: After-cataract in the rabbit eye following extracapsular extraction—A wound healing reaction. Acta Ophthalmologica 65: 93-99, 1987.
- 9) 綾木雅彦, 邱 信男, 鈴木 純: 超音波乳化吸引術後の水晶体上皮細胞の動態. あたらしい眼科 5: 1651-1653, 1988.
- 10) McDonald JE, Roy FH, Hanna C: After-cataract of the rabbit: Autoradiography and electron microscopy. Ann Ophthalmol 6: 37-50, 1974.
- 11) 鳥羽幸雄, 田上勇作, 小林定男, 関谷善文: In-the-bag Phacoemulsification 後の高度囊収縮により YAG レーザー前囊切開を必要とした 1 例. 臨眼 44: 1818-1819, 1990.
- 12) 白数純也, 吉村長久: アトピー性白内障術後に発生した毛様体ひだ部裂孔. 臨眼 49: 1290-1291, 1995.