

眼内レンズ挿入家兎眼にみられる後発白内障の病理組織学的研究

II. 眼内レンズ嚢内固定例

綾木 雅彦*, 邱 信男**

*慶應義塾大学医学部眼科学教室, 静岡赤十字病院眼科, **きゅう眼科医院

要 約

家兎を用いて42眼に対して超音波乳化吸引術 (KPE) および IOL 嚢内固定術を行い, 後発白内障の病理組織学的検討を行った。術後早期の所見は KPE 単独施行例と同様であったが, 術後1週間以降の経過は前嚢, 後嚢, IOL 相互の接着状態によって3型に分けることができた。そのうち, 前嚢切開断端縁が直接後嚢と接着した場合, 前嚢切開断端縁が IOL 光学部と後嚢両方に接着した型では *Sommerring's ring* 内にループがあることを除いては KPE 単独施行例とほぼ類似した後発白内障が観察された。前嚢断端縁が IOL とのみ接着した型では前後嚢と IOL によって囲まれた新しい水晶体内腔が形成され, 独特の後発白内障を呈していた。この型の後発白内障の検討により, 後嚢上の水晶体上皮細胞のみが伸展をおこし水晶体線維に変化していくこと, および前嚢切開断端縁における線維性増殖は同部における創傷治癒機転であることが示唆された。(日眼会誌 94: 559—565, 1990)

キーワード: 後発白内障, 眼内レンズ, 嚢内固定, 超音波乳化吸引術, 家兎

Histopathologic Study of After-cataract in the Pseudophakic Rabbit Eye Using In-the-Bag Fixation

Masahiko Ayaki* and Nobuo Kyu**

*Department of Ophthalmology, School of Medicine, Keio University

Eye Clinic, Shizuoka Red Cross Hospital

**Kyu Eye Clinic

Abstract

Sequential changes in the lens capsules of the rabbit eye after phacoemulsification with in-the-bag fixation of IOL were studied light microscopically. There were three types of after-cataract. Two of them, in which the anterior capsular flap contacted the posterior capsule and/or the anterior surface of the optics of IOL, were similar to that in aphakic cases. The other type, in which the anterior capsular edge contacted the IOL only, showed a number of characteristic findings. The capsular space was closed with a residual lens capsule and IOL optics, and typical *Soemmerring's ring* was observed there. Fibrous proliferation was observed at the anterior capsular edge, not on the posterior capsule. Lens epithelia on the posterior capsule moved beneath the IOL and reproduced new lens fibers. (*Acta Soc Ophthalmol Jpn* 94: 559—565, 1990)

別刷請求先: 160 東京都新宿区信濃町35 慶應義塾大学医学部眼科学教室 綾木 雅彦
(平成元年10月2日受付, 平成元年12月20日改訂受理)

Reprint requests to: Masahiko Ayaki, M.D. Dept. of Ophthalmol., School of Med., Keio Univ.
35 Shinano-Machi, Shinjuku-ku, Tokyo, 160, Japan

(Received October 2, 1989 and accepted in revised form December 20, 1989)

Key Words: After-cataract, Posterior chamber intraocular lens, In-the-bag fixation, Phacoemulsification, Rabbit

I 緒 言

IOLの固定方法として囊外固定より囊内固定の方が望ましいとされており、その理由としてIOLがより後方に位置するために角膜や虹彩への損傷が少ないこと、血液房水柵への影響が少ないことなどが臨床的に示されている^{1)~5)}。しかし、IOLが挿入された水晶体囊の変化、すなわち後発白内障についてはあまり検討されていない。後発白内障の中でも後囊混濁が視力低下をきたす合併症として従来は問題にされてきたが、IOLを囊内に固定する現代の術式では、後発白内障は単に水晶体囊の混濁のみならず、より複雑な形で手術予後に関与するようになってきた。

後発白内障はECCE術後の水晶体囊を場とした水晶体上皮細胞を中心とする一連の増殖性変化である。1824年のDietrich以来後発白内障のさまざまな研究がなされ(Duke-Elder⁶⁾)、1977年より近代的な術式による後房レンズの実験報告も発表されるようになってきたが⁷⁾、IOL囊内固定時の後発白内障を系統的に明らかにした報告は認められない。今回われわれはウサギを用いてIOL移植実験を行い、IOL囊内固定における後発白内障の病理組織学的検討を行ったので報告する。

II 実験方法

実験動物は成熟ウサギ(日本白色種)で、既報⁸⁾で述べた方法で42眼にKPEおよびIOL囊内固定術を施行した。IOLは臨床用のIOLを使用し、光学部は直径6mmで材質はポリメチルメタクリレート、ループは10°角度つきのポリプロピレンまたはポリフッ化ビニリデンであった。光学部のデザインは前面凸、ループはJまたはC型であった。

術後3日から1年までのさまざまな期間の経過観察の後、ウサギに5%ペントバルビタールを致死量静注することにより殺処分し、眼球を摘出した(表1)。眼球を前後で半切し、実体顕微鏡による観察のもとで水晶体囊を摘出した。

本実験ではIOLを含めて水晶体囊を摘出し、一部はWolter⁹⁾のlens implant cytology techniqueを用いてヘマトキシリン・エオジン染色を行い、光学顕微鏡で

表1 術後期間と眼数

術後期間	眼 数
3~5日	5
7日	3
14日	3
1か月	24
2か月	4
6か月	2
12か月	1

観察した。その他は通常の方法で固定、包埋を行い、光学顕微鏡用の組織切片の作製に一部電子顕微鏡用ミクロームを使用し、1.0~1.5μmの組織切片を作製した。IOLが含まれる標本ではIOLが硬いために光学顕微鏡用のミクロームでは組織切片の作製が困難なためである。染色はヘマトキシリン・エオジン染色、マッソントリクローム染色、PAS染色を行った。

III 結 果

術直後の所見はKPE術後と同様で前囊下の水晶体上皮細胞には空胞形成が始まり、赤道部を中心とした活発な増殖と移動を示唆する所見が観察された。術後約1週間以降の経過は前囊切開断端と後囊の接着状態によって異なり、本術式の後発白内障は以下に述べる3型に分けることができた。すなわち、前囊切開の断端縁が直接後囊と接着している場合、前囊がIOL光学部および後囊と接着している場合、そして前囊切開断端がIOL光学部とのみ接着している場合である。

まず第1に、前囊切開の断端縁が直接後囊と接着した場合には、KPE単独施行例と同様の後発白内障がみられた(図1)。術後1週間の頃に前囊と後囊は接着し、水晶体囊内では水晶体線維の形成が開始され、前後囊の接着部分では紡錘型細胞の増殖がみられた。この増殖組織はIOLと後囊の間にも侵入していた。術後2週以降の例では再生水晶体線維によってSoemmerring's ringが形成され、これらがIOLの光学部を前方や瞳孔側へ圧迫しIOL光学部の偏位をきたしている例もみられた。Soemmerring's ringの形態は再生水晶体線維間にIOLのループがみられることを除いては、KPE単独施行例の場合と同様であった。

第2は、前囊がIOLとも後囊とも接着し、前囊下の

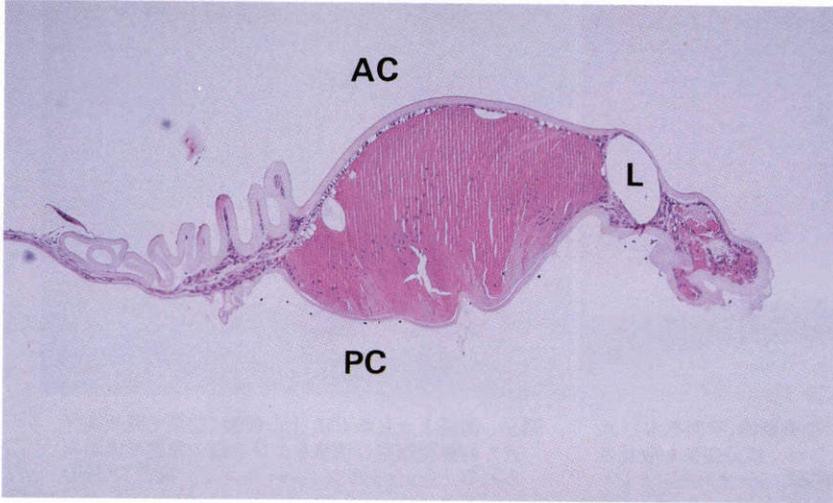


図 1

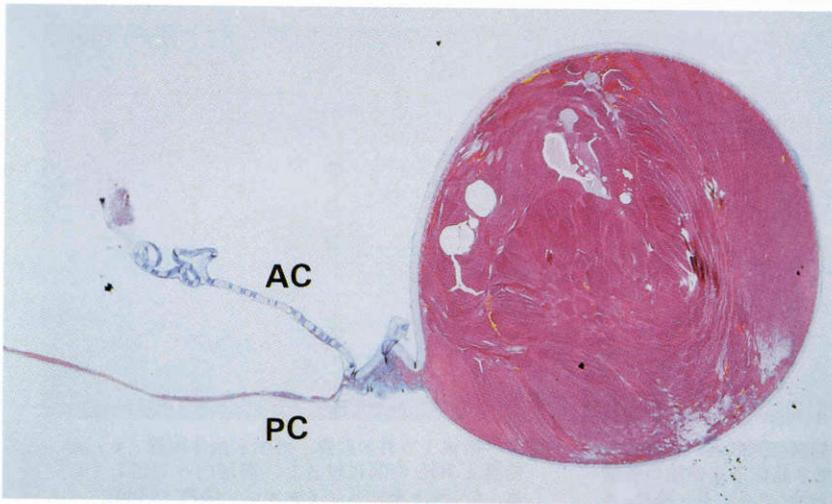


図 2

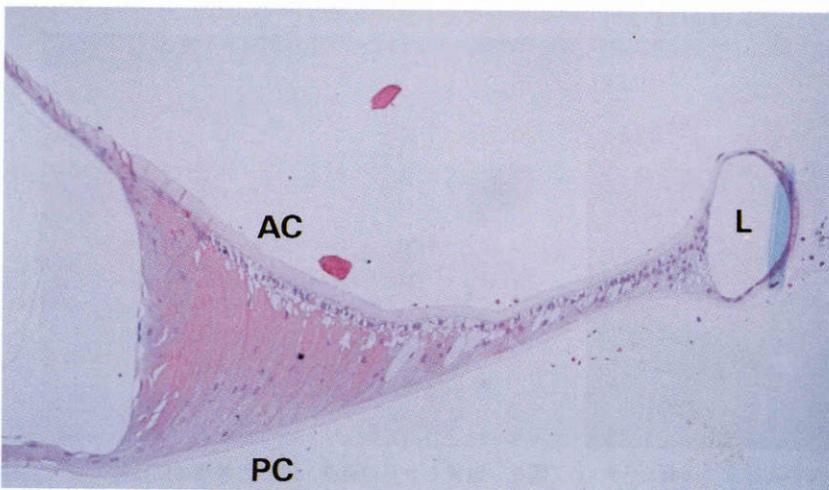


図 3

図1～3 IOL 囊内固定の後発白内障の3型。前囊切開の断端縁が直接後囊と接着した場合(図1, 上)と, 前囊がIOLと後囊に接着した場合(図2, 中)と, 前囊切開の断端がIOL光学部とのみ接着した場合(図3, 下)に分類される。いずれも術後1カ月。図1, 3 ヘマトキシリン・エオジン染色, ×40
 図2 マッソントリクローム染色, ×40
 AC: 前囊, PC: 後囊, L: ループによる空隙

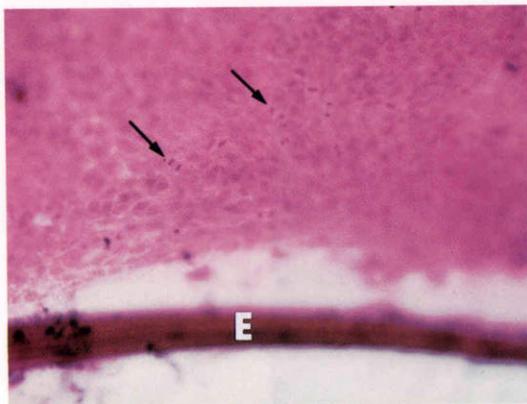


図4 術後3日のIOL上の前囊断端(平面標本). 水晶体上皮細胞の増殖がみられ, 核分裂像も散見される(矢印). Eは前囊切開縁. (ヘマトキシリン・エオジン染色, ×100)

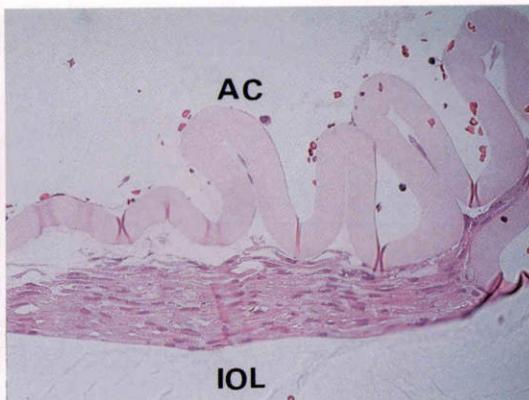


図5 術後1カ月のIOL上の前囊(前囊切開断端付近). 紡錘型細胞の増殖および前囊の皺襞形成がみられる. (ヘマトキシリン・エオジン染色, ×100)

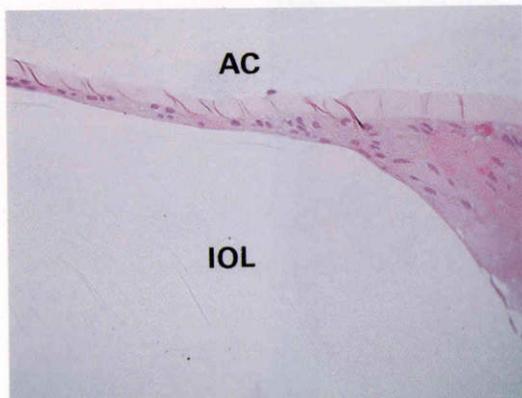


図6 術後1カ月の前囊(前囊切開断端から離れた部位). 前囊とIOLの間で水晶体上皮細胞の多層化がみられる. (ヘマトキシリン・エオジン染色, ×100)

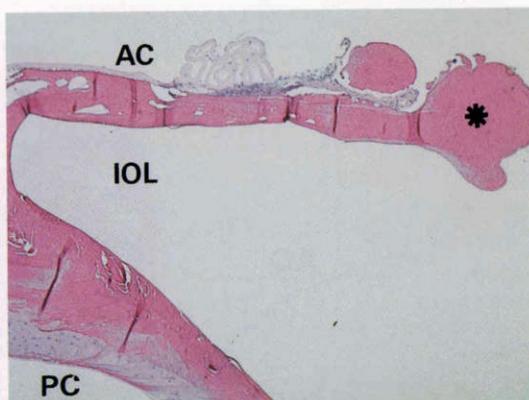


図7 術後1カ月の前囊. 再生水晶体線維(*)が前囊とIOLの間に侵入し, 前房内へ突出している. (ヘマトキシリン・エオジン染色, ×100)

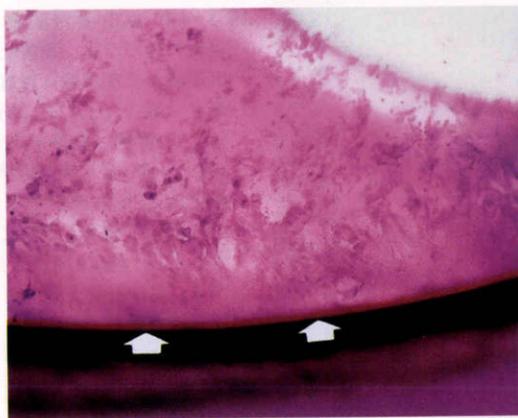


図8 術後3日のIOL光学部の辺縁部の後囊(平面標本). 水晶体上皮細胞がIOLと後囊の間に侵入してきている. 矢印はIOL光学部辺縁を示す. (ヘマトキシリン・エオジン染色, ×100)

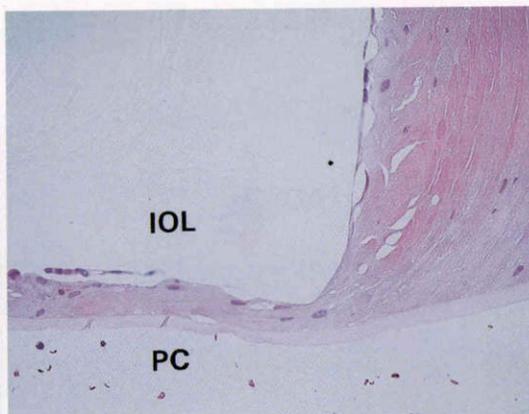


図9 術後1カ月の後囊. IOLと後囊の間に侵入した水晶体上皮細胞が水晶体線維を形成している. (ヘマトキシリン・エオジン染色, ×100)

線維性増殖が前囊切開断端から後囊との接着部にまで及ぶ場合である。このような例では後囊はKPE単独施行例と同様の所見を呈し、紡錘型細胞の増殖および収縮による皺襞形成がみられた。前囊切開断端付近はIOLと接着しているが、前囊とIOLの間には細胞増殖はあまりみられず皺襞もわずかであった。水晶体嚢内ではSoemmerring's ringの形成がみられ、これもKPE単独施行例と同様であった(図2)。

第3は、前囊切開の断端がIOL光学部とのみ接着して前囊下の線維性増殖が断端縁とIOLの接着面に限られている場合である(図3)。このような例では水晶体嚢の断面像は前後囊およびIOL光学部によって閉鎖された形になっていた。前囊断端とIOLの間には紡錘型細胞がみられるが、断端縁付近に限局しており、瞳孔側にはほとんどみられなかった(図4, 5)。前囊断端縁から少し赤道部側になると前囊とIOLの間には多層化した水晶体上皮細胞がみられ(図6)、IOLと接着していない部位では前囊下の水晶体上皮細胞には空胞形成がみられた。水晶体嚢内では次第に再生水晶体線維が形成されていった。後囊上の水晶体上皮細胞のみが伸展をおこし、一部の水晶体線維は前囊とIOLの間にも侵入し、中には前房内まで突出している例もみられた(図7)。後囊とIOLの間に侵入した水晶体上皮細胞にも水晶体線維の形成はみられたが、その形態は薄く扁平で、ある程度の厚さにはなるものの、Soemmerring's ringを呈する程ではなかった(図8, 9)。術後約1カ月までにはこの型の後発白内障は形成されていた。それ以降の例では再生水晶体線維の増大によりIOLを含んだまま水晶体嚢全体が膨化していくのが観察された。

上述した3型は1眼に1つの型のみがみられることは少なく、これが混在している例の方が多かった。すなわち、IOLの全周において水晶体嚢とIOLの接着状態が同じ例は少なかった。術後2週までにすでに第1型を形成した例を除けば、その他の例がそれ以後どの型を形成していくかを検索することはできなかった。従って、第2型、第3型については後発白内障の型が定まる1カ月以後の経過についてのみ述べた。

IV 考 按

IOL嚢内固定の後発白内障は3つの型に分けることができ、KPE単独施行例¹⁰⁾やIOL嚢外固定例¹¹⁾とは異なるいくつかの特徴がみられた。それが最も顕著に示されたのは、前囊切開断端がIOL光学部とのみ接

着した型においてである。このように前後囊が直接接着していない場合には、前囊下と後囊上の水晶体上皮細胞の動態を別々に把えることが可能である。まず前囊下の水晶体上皮細胞についていえば、前囊切開断端にみられる線維性増殖は同部における創傷治癒機転と解釈され、前後囊接着部に限定されるものではないことがうかがわれた。また、前囊下の水晶体上皮細胞が水晶体線維を形成することはなく、これは後発白内障の形成過程においても水晶体の極性が保持されていることを示すものであろう¹²⁾。後囊上の水晶体上皮細胞については、これらの細胞は本来水晶体線維を形成する役割のみを担っていることがうかがわれた。

前囊切除が小さい方が嚢内固定が容易なため、前囊を切除しない原¹³⁾の術式を初め、手術終了時にはIOL前面に前囊断端がより多くかぶさる術式をとることが多くなってきた。それに伴って、IOL前面の前囊断端の混濁が新しく問題にされてきている。前囊切開断端の線維性増殖は後囊と接着した場合程ではなく、よほどこれが瞳孔中央部にはない限りは視力への影響はない。それより離れた部位の水晶体上皮細胞にはあまり所見がみられないが、IOL表面に異物巨細胞や線維様組織が付着していると原¹⁴⁾らは述べており、これらも前囊下の混濁に関与していると考えられる。

再生水晶体線維に関しては、IOLが嚢内に固定され、水晶体嚢内にIOLのループあるいは光学部が存在する場合でも、やはりSoemmerring's ringが形成された。属¹⁵⁾は、ウサギの嚢内KPEの後、水晶体嚢内に固形シリコンやソフトコンタクトレンズを挿入した例では水晶体線維の再生が遅延したとしているが、今回の観察においてはそのような傾向は認められなかった。また、前囊断端がIOLとのみ接着した場合にはIOLと後囊の間に水晶体上皮細胞が侵入して再生水晶体線維を形成しており、これも本術式の後発白内障の特徴の一つである。今回再生水晶体線維が前房内に突出している例がみられたが、これまでウサギでElschnig's pearlsが認められた報告はない。その理由として、前後囊の接着が強く、水晶体上皮細胞が水晶体嚢内から外へ出られないことと、房水中では水晶体上皮細胞が水晶体線維に変化しないことが考えられる¹⁰⁾¹¹⁾¹⁶⁾。今回の観察所見は前囊とIOLの接着は前囊と後囊の接着より弱いことを示唆するものであり、ウサギにおいても、Elschnig's pearlsは発生しうることを示している。

IOL固定法と予後との関連について今回の病理組

織学的検討結果から若干の考察を行ってみる。後囊混濁について西¹⁷⁾は IOL 術後のフィブリン集積の場合が囊外固定では後囊上になるため、後囊混濁をおこしやすいとしている。しかし、囊内固定でも囊外固定と同じ型の後発白内障を呈する場合があることや、囊内固定では後発白内障の型によって後囊上の水晶体上皮細胞がさまざまな増殖状態を示すことから、後囊混濁の問題は非常に複雑であり、より詳細な検討が必要である。ただし、囊内固定では IOL がより強く後囊側に接しているため、IOL 光学部のいわゆる barrier effect はより強く発揮されるであろう¹⁸⁾¹⁹⁾。さらに、IOL 光学部が囊内に入っていれば pupillary capture が生じないことも囊内固定の利点である。一方、IOL 囊内固定による問題点も存在する。まず第 1 に、後発白内障の進行により、IOL の偏位が生じやすいことが考えられる²⁰⁾。ループが囊内に固定された場合、IOL には囊外固定の場合より多くの力が作用する。前後囊の接着部にループがあると、同部の収縮によってループは水晶体囊から押し出される力を受ける。また、光学部が水晶体囊内にある場合にも、再生水晶体線維の形成や前後囊の癒着の進行によって光学部にも水晶体囊から圧出される力が作用する。IOL が囊内に固定された例で前囊切開断端の全周において前囊と IOL と後囊の接着状態が同じとは考えられず、これらの力の不均衡によって IOL の偏位がおこりうる。一方囊外固定の場合には IOL は水晶体囊とは多少接触する程度の位置にあり、後発白内障がレンズの位置に影響することはほとんどない。ただし、IOL のループが硬かったり、毛様小帯の断裂がある場合には IOL が偏位する可能性がある。ループが囊内、他方が囊外に固定されたいわゆる非対称性固定の場合には、IOL にかかる力は不均衡になり易く、最も IOL の偏位をきたしやす²¹⁾。臨床的にも時に観察されるように、囊内固定側から囊外固定側へ IOL が偏位するわけである²²⁾²³⁾。従来の報告では囊内固定は囊外固定や非対称性固定と比べて IOL の偏位が少ないとされているが²⁴⁾、最近の前囊切開の進歩により IOL を囊内に固定する様式は多様化しており、これらのデータにも再考の余地がでてきたと考えられる。そして、今後 IOL の偏位や後囊混濁の検討を行う場合には IOL 囊内固定例の後発白内障には 3 つの型があることを考慮する必要がある。囊内固定の第 2 の問題点は、前囊切開断端が IOL の前面にあると前囊切開断端が前方に翻転して虹彩との癒着をおこし易いことである。これにより虹彩後癒着、瞳孔変

形をきたし、全周に及ぶと瞳孔ブロックを生ずるため、IOL 囊内固定を行う場合には必ず虹彩切除を行っておく必要がある。以上のように、IOL 囊内固定は後発白内障による術後合併症の点でいくつかの問題を含んでいるように思われる。

稿を終えるに臨み、植村恭夫慶應義塾大学教授の御校閲に深謝致します。実験に御協力戴いた鈴木 純先生、八木弥八病理検査技師に厚く感謝致します。実験用 IOL を提供戴いたハイドロシヤパン株式会社、株式会社ニデック販売、株式会社メニコン、ジョンソンエンドジョンソンメディカル株式会社に深謝致します。

文 献

- 1) Apple DJ, Reidy JJ, Googe JM, et al: A comparison of ciliary sulcus and capsular bag fixation of posterior chamber intraocular lenses. *Am Intra-Ocular Implant Soc J* 11: 44-63, 1985.
- 2) Miyake K, Asakura M, Kobayashi H: Effect of intraocular lens fixation on the blood-aqueous barrier. *Am J Ophthalmol* 98: 451-455, 1984.
- 3) Johnson SH, Kratz RP, Olson PF: Iris transillumination defect and microhyphema syndrome. *Am Intra-Ocular Implant Soc J* 10: 425-428, 1984.
- 4) Masket S: Pseudophakic posterior iris chafing syndrome. *J Cataract Refract Surg* 12: 252-256, 1986.
- 5) Nishi O: Incidence of posterior capsule opacification in eyes with and without posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 12: 519-522, 1986.
- 6) Duke-Elder S: *System of Ophthalmology*, London, Henry Kimpton, Vol XI 233-243, 1969.
- 7) Eifrig DE, Doughman DJ: Intraocular lens in laboratory animals. *Ophthalmic Surg* 8: 149-152, 1977.
- 8) 邱 信男, 鈴木 純, 綾木雅彦: 家兎を用いた眼内レンズ移植実験の手術方法. *眼紀* 39: 425-428, 1988.
- 9) Wolter JR: Lens implant cytology. *Ophthalmic Surg* 13: 939-942, 1982.
- 10) 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.
- 11) 綾木雅彦, 邱 信男: 眼内レンズ挿入家兎眼にみられる後発白内障の病理組織学的研究. I. 眼内レンズ囊外固定例. *日眼会誌* 94: 553-558, 1990.
- 12) 岩田修造: 水晶体その生化学的機構. *メディカル* 葵出版, 東京, 28-30, 1986.

- 13) 原 孜: 前囊切開法. 眼科手術 1: 41-55, 1988.
- 14) 原 孜, 原たか子, 小島正美, 他: Endocapsular cataract surgery における術後の水晶体前囊混濁のスペキュラー像. IOL 2: 4-12, 1988.
- 15) 属 佑二: 家兎における実験的囊内 KPE. その2. 各種物質囊内挿入による水晶体の再生状態. 眼紀 38: 391-394, 1987.
- 16) Kappelhof JP, Vrensen GFJM, de Jong PTVM, et al: The ring of Soemmerring in man: An ultrastructural study. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 225: 77-83, 1987.
- 17) 西 興史: 後房レンズ挿入術後早期にみられる瞳孔膜. 臨眼 41: 331-336, 1987.
- 18) Downing JE: Long-term disission rate after placing posterior chamber lens with convex surface posterior. J Cataract Refract Surg 12: 651-654, 1986.
- 19) Sterling S, Wood TO: Effect of intraocular lens convexity on posterior capsule opacification. J Cataract Refract Surg 12: 655-657, 1986.
- 20) 清水公也: 眼内レンズの偏位とその対策. 眼科手術 1: 295-303, 1988.
- 21) Brems RN, Park SB, Apple DJ, et al: Posterior chamber intraocular lenses in a series of 75 autopsy eyes. Part III: Correlation of positioning holes and optic edges with the pupillary aperture and visual axis. J Cataract Refract Surg 12: 367-371, 1986.
- 22) Smith SG, Lindstrom RL: Malpositioned posterior chamber lenses: Etiology, prevention, and management. Am Intra-Ocular Implant Soc J 11: 584-591, 1985.
- 23) Park SB, Pfeffer BR, Brems RN, et al: Posterior chamber intraocular lenses in a series of 75 autopsy eyes. Part II: Postimplantation loop configuration. J Cataract Refract Surg 12: 363-366, 1986.
- 24) Hansen SO, Tetz MR, Solomon KD, et al: Decentration of flexible loop posterior chamber intraocular lenses in a series of 222 postmortem eyes. Ophthalmology 95: 334-349, 1988.