

眼内レンズのサイズに関する検討

—眼内レンズ固定部位の計測と家兎眼での全長の異なる眼内レンズ挿入実験—

近江 俊作¹⁾, 上野山謙四郎¹⁾, David J Apple²⁾

¹⁾和歌山県立医科大学眼科学教室, ²⁾サウスカロライナ医科大学眼科学教室

要 約

現在普及している眼内レンズ (IOL) の全長は不必要に長すぎるのではないかという疑問を解決するために次のような実験を行った。まず、33 成人死体眼と家兎 7 眼について IOL 固定部位の計測を行った。次いで家兎眼に全長の異なる 14 mm と 12.5 mm の IOL を挿入し、術後の IOL の偏心と後嚢混濁について検討を行った。ヒト水晶体の直径は 9.6 mm、厚さは 4.1 mm、毛様体溝の直径は 11.1 mm であった。実験に用いた体重 2.5~3.0 kg の家兎の水晶体の直径は 9.87 mm、厚さは 6.29 mm、毛様体溝の直径は 10.16 mm で、家兎の水晶体の大きさはヒトに比べやや大きいものであり、その嚢内に固定された全長 12.5 mm の IOL の結果は、従来よりよく用いられている全長 14 mm の IOL に比べ、遜色のないものであった。毛様体溝固定の場合も含め、合併症などの点から、IOL の全長は従来のものよりも短い方がよいと考えられた。(日眼会誌 96: 1093-1098, 1992)

キーワード：水晶体の大きさ、毛様体溝の大きさ、眼内レンズの長さ、偏心、後嚢混濁

Implantation of IOLs with Different Diameters

Shunsaku Ohmi¹⁾, Kenshiro Uenoyama¹⁾ and David J Apple²⁾

¹⁾Department of Ophthalmology, Wakayama Medical College

²⁾Department of Ophthalmology, Medical University of South Carolina

Abstract

The intraocular lenses (IOLs) commonly used today are 13.5 to 14 mm in diameter, and this diameter is considered by some to be unnecessarily large. The size of the crystalline lens and the diagonal width between the ciliary sulcus were measured in rabbit eyes and human eyes. Then, IOLs with a smaller diameter (12.5 mm) were evaluated after implantation into rabbit eyes. The mean diameter of the human crystalline lens was 9.6 mm and its thickness was 4.1 mm. The mean width of the ciliary sulcus was 11.1 mm. The crystalline lenses of rabbits were larger than those of humans. Decentration and posterior capsular opacification score were 0.33 mm and 0.63 in 12.5 mm IOL, and 0.47 mm and 0.61 in 14.0 mm IOL. Indicating that the result of implanting the 12.5 mm IOL was not inferior to that of implanting the conventional 14 mm IOL. The average width of the ciliary sulcus is 11.1 mm, indicating that a 12.5 mm IOL is of a sufficient size to be firmly fixed in this sulcus. In addition, a 12.5 mm IOL is considered to be safer, because larger lenses may lead to erosion or vessel compression that could induce ischemia or neovascularization. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 96: 1093-1098, 1992)

Key words: Dimension of the crystalline lens, Dimension of the ciliary sulcus, Dimension of IOL, Decentration, Posterior capsular opacification

別刷請求先：640 和歌山市七番町27 和歌山県立医科大学眼科学教室 近江 俊作

(平成4年2月26日受付, 平成4年4月17日改訂受理)

Reprint requests to: Shunsaku Ohmi, M.D. Department of Ophthalmology, Wakayama Medical College.
27-7 Ban-cho, Wakayama 640, Japan

(Received February 26, 1992 and accepted in revised form April 17, 1992)

I 緒 言

今日にいたるまで、眼内レンズ(IOL)挿入術を安全でより有効なものとするため、IOLのデザインそして術式の向上の努力がはらわれてきた。過去の一時期において多発した重症な眼内炎や角膜浮腫など重篤な術後合併症は激減し¹⁾、最近では安定した術後成績が得られている。今日ではIOLを水晶体嚢内に固定することの優位が確立しており^{2)~5)}、ここ2~3年の進歩はいかに確実にIOLを嚢内に固定するかに注意がはらわれている。しかし嚢内に挿入するIOLのサイズに関してはあまり検討がなされておらず、現在よく用いられているIOLの全長は13.5 mmから14.0 mmで、確実な嚢内固定が困難であった時代より現在にいたるまでほとんど変わっていない²⁾³⁾。より小さな全長のIOLの挿入に関する報告はまれになされてきたが^{2)6)~8)}、現在までのところ広く普及してはいない。IOLが嚢内に固定された死体眼を観察すると、IOLの長軸方向に伸張する力はかなり強く、水晶体嚢の変形がおり、後嚢に皺が生じているのが観察された。そして術後水晶体嚢の一部が破綻し、一方の支持部が毛様体溝または毛様体扁平部へ脱出し、大きくIOLが偏位する恐れがある。また経年的にチン小帯が脆弱化し、水晶体嚢ごと脱臼を生じる恐れもある。現在普及しているIOLの全長は不必要に長いのではないかという疑問が生じた。また、重要なIOL固定部位である毛様体溝の大きさについての報告はなく未だ明らかとはなっていない。そこでまず死体眼でIOLの固定部位である水晶体嚢と毛様体溝の大きさを計測し、ついで白色家兎眼を用いて従来のもよりも小さい全長のIOL挿入実験を行った。

II 実験方法

1. 実験1—ヒト水晶体と毛様体溝の大きさの計測

33の成人死体眼で水晶体と毛様体溝の大きさについて計測を行った。計測に用いた眼球はユタ大学眼科のCenter for IOL Researchに送られてきたもので、全ての眼球は10%ホルマリン溶液中で保存されていた。保存期間は定かでないものがあったが、登録年月日より2~3か月より2年間と推察された。それぞれの眼球を赤道部で半切し、実体顕微鏡下で、水晶体の直径と毛様体溝の直径をsurgical caliperで計測し、surgical caliperの針の2点間の距離をノギスで計測した(図1)。次いで水晶体を取りだし、その厚さ(前

後径)をノギスを用いて計測した(図1)。これらの計測はそれぞれに3か所ずつ行い、その平均値を求めた。

2. 実験2—家兎水晶体と毛様体溝の大きさの計測

実験動物は、体重2.5 kg~3.0 kgの白色家兎5匹7眼を用いた。5%ペントバルビタールナトリウム(ネプタール®)を致死量静注することにより殺処分し、眼球摘出を行った。眼球を半切しやすいよう1昼夜10%ホルマリン溶液中に浸し、実験1と同じ方法で水晶体と毛様体溝の大きさを計測し、ヒトと比較した。

3. 実験3—全長の異なるIOL挿入実験

実験動物は、体重2.5 kg~3.0 kgの白色家兎8匹16眼を用いた。実験に用いたIOLは、光学部直径6.0 mm、polymethylmethacrylate製で前面凸後面平坦であり、10度の角度でmodified C型のpolypropylene製の支持部を持つもので、支持部の長さを変えて全長14.0 mmと12.5 mmの2種類とし、それぞれ8個用いた(図2)。

手術方法は、ミドリンP®で散瞳後、塩酸ケタミン(ケタラール®)50 mg/kgとキシラジン塩酸塩(セラク

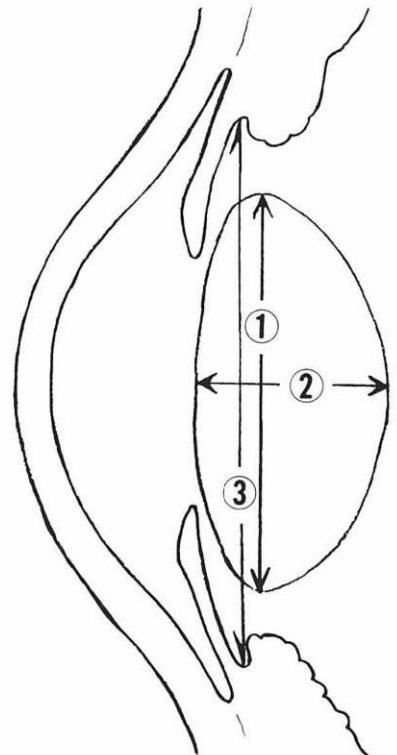


図1 水晶体と毛様体溝の計測部位。

①水晶体直径、②水晶体の厚さ、③毛様体溝の直径

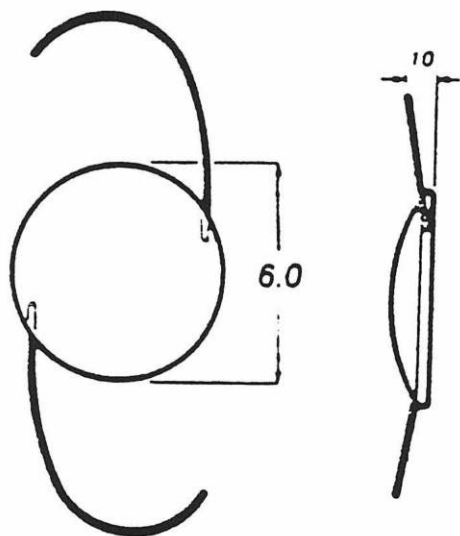


図2 実験3に用いたIOL.

支持部の長さが異なる全長14mmと12.5mmの2種類を用いた。

タール®) 7 mg/kg の筋肉注射で麻酔し、26 G 注射針シストームで約4 mmの線状の前囊切開を1時半～10時半の位置に行った。3 mmの輪部切開後、inter-capsular phacoemulsificationを行い、さらにI/Aチップにて残った皮質を吸引した。輪部切開を8 mmに拡げ、ヒアルロン酸ナトリウム(オベガン®)を囊内と前房中に満たし、小剪刀にて前囊切開創を少し拡げた後、IOLをcompression法にて囊内に挿入した。その後撮子にて直径約6 mmの正円形にcapsulorhexisを行い、ヒアルロン酸を吸引し、輪部切開創を縫合して閉じた。

結果の判定は、8週間後に5%ベントバルビタールナトリウム(ネプタール®)を致死量静注することにより殺処分し、眼球摘出を行い、摘出眼球を赤道部で半切し、眼球の前半分を後方より同一条件でスライド写真に撮影し、スクリーンに投影してIOLの偏心と後囊混濁について検討した。IOLの偏心については、毛様体の円周より求めた前眼部の中心とIOL光学部の中心との距離を検討した。後囊混濁は、光学部にかかる混濁の程度により、0から最高4まで等級付け(表1)、等級別による混濁部の面積の占める割合をかけた、それらの値を総和して混濁の値とした。

表1 後囊混濁の等級分け

0	: 混濁なし
1	: 混濁はあるが後方は鮮明
2	: 混濁のため後方不鮮明
3	: 混濁のため後方がかろうじて透見可能
4	: 混濁のため後方が透見不能

表2 成人死体眼の計測結果

	年齢 (歳)	水晶体直径 (mm)	水晶体の厚さ (mm)	毛様体の直径 (mm)
1	60	9.3	3.8	10.5
2	89	9.1	4.2	10.2
3	50	9.0	4.4	11.1
4	89	8.9	4.8	11.2
5	50	9.1	4.2	11.2
6	67	9.7	4.3	10.5
7	26	9.5	3.3	11.5
8	26	9.6	3.3	11.5
9	67	9.9	4.1	11.5
10	67	9.9	3.9	11.8
11	89	9.3	4.0	10.3
12	75	10.2	3.2	11.2
13	84	8.8	4.5	10.8
14	52	9.5	3.8	11.0
15	72	10.3	3.6	12.0
16	67	9.5	4.4	10.2
17	73	9.5	4.3	10.8
18	52	9.5	3.8	11.2
19	73	9.8	4.5	11.0
20	74	9.5	4.3	11.2
21	74	9.7	4.5	11.5
22	72	10.0	3.9	11.3
23	77	9.7	3.8	11.0
24	79	9.8	4.2	12.3
25	82	9.7	3.8	10.8
26	72	10.0	4.2	11.3
27	74	10.0	4.2	11.2
28	76	9.8	4.2	10.9
29	78	9.8	4.3	10.3
30	75	9.5	5.0	10.9
31	67	9.2	4.2	11.2
32	79	9.8	4.8	11.3
33	85	9.5	4.6	10.2
平均値	69.45	9.59	4.13	11.06
標準偏差	±15.35	±0.36	±0.42	±0.51

III 結果

1. ヒト水晶体と毛様体溝の大きさ

全例の結果を表2に示す。水晶体の直径は 9.59 ± 0.36 mm (平均値±標準偏差)であった。水晶体の厚さは 4.13 ± 0.42 mmであった。毛様体溝の直径は

11.06±0.51 mmであった。

2. 家兎水晶体と毛様体溝の大きさ

体重2.5 kg~3.0 kgの白色家兎の水晶体の直径は9.87±0.49 mm(平均値±標準偏差), 水晶体の厚さは6.29±0.49 mmで, 毛様体溝の直径は10.16±0.68 mmであった(表3)。

表3 家兎眼の計測結果

	体重 (kg)	水晶体直径 (mm)	水晶体の厚さ (mm)	毛様体溝の直径 (mm)
1	2.8	9.05	6.15	8.88
2	3.0	9.75	5.30	9.80
3	2.5	9.30	6.12	9.65
4	2.6	10.27	6.80	10.90
5	2.6	10.52	6.25	10.73
6	2.8	10.07	6.70	10.55
7	2.8	10.10	6.73	10.60
平均値	2.73	9.87	6.29	10.16
標準偏差	±0.16	±0.49	±0.49	±0.68

表4 実験3の結果(術後偏心)

	12.5 mm IOL		14.0 mm IOL	
1	右	0.13(mm)	左	0.13(mm)
2	右	0.33	左	0.60
3	左	0.20	右	0.33
4	右	0.13	左	0.33
5	左	0.33	右	0.53
6	右	0.27	左	1.00
7	左	0.27	右	0.80
8	右	1.00	左	0.20
平均値		0.33		0.47
標準偏差		±0.28		±0.31

表5 実験3の結果(後囊混濁)

	12.5 mm IOL		14.0 mm IOL	
1	右	0	左	0
2	右	0.5	左	2.0
3	左	0.3	右	0.2
4	右	1.3	左	1.3
5	左	0.7	右	1.2
6	右	0	左	0
7	左	2.23	右	0.2
8	右	0	左	0
平均値		0.63		0.61
標準偏差		±0.79		±0.78

3. 全長の異なる IOL 挿入実験

IOLの術後偏心に関する全例の結果を表4に示す。術後偏心は, 全長12.5 mmのIOLでは0.33±0.28 mm(平均値±標準偏差), 全長14.0 mmのIOLでは0.47±0.31 mmであった。

後囊混濁に関する全例の結果を表5に示す。混濁の値は, 全長12.5 mmのIOLでは0.63±0.78(平均値±標準偏差), 全長14.0 mmのIOLでは0.61±0.78であった。

実際に結果判定を行ったスライド写真の一部を図3と図4に示す。

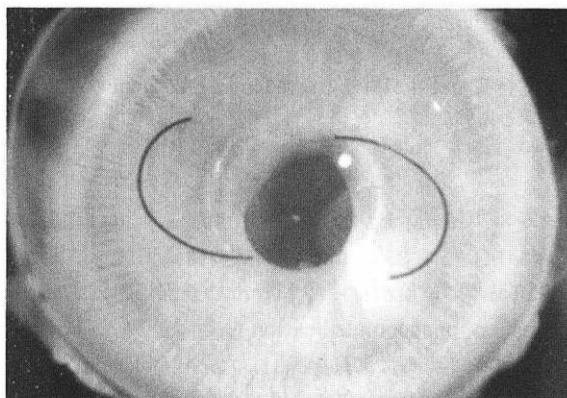


図3 実験3の結果判定を行ったスライド写真。
(×3.85) IOLは全長12.5mmで, 偏心は0.27mm,
後囊混濁は0と判定した。

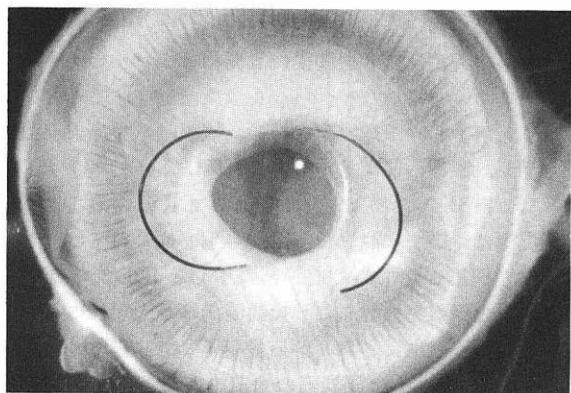


図4 実験3の結果判定を行ったスライド写真。
(×3.85) IOLは全長14mmで, 偏心は0.8mm, 後
囊混濁は0.2と判定した。

IV 考 按

1980年代の早期より、ごく一般的に全長13.5 mm～14.0 mmのIOLが用いられてきたが、しかし根本的なIOLの大きさや眼球での固定部位の大きさに関する検討はあまり十分とはいえない。本研究の結果では、ヒト水晶体の直径は約9.6 mm、水晶体の厚さは約4.1 mmであったが、Hoganら⁹⁾は水晶体直径9 mm強、厚さは4.75 mmであると発表している。Hoganのこの値は本研究の値に比べ、水晶体直径は小さく、厚さは大きいものであるが、Hoganの計測した水晶体が死後もまもないもので固定されていないのであれば、水晶体自体の弾性でチン小帯より取り外したときにこのような値になると考えられる。ただし本研究で計測した眼球はすべて10%ホルマリン溶液中に保存されていたため、多少収縮していることが考えられる。今回は同時に眼球の直径計測も行ったが、この結果は従来の報告¹⁰⁾に比べ99.1%に縮小したものであった。この値が直接水晶体にあてはまるのか疑問はあるが、収縮は極僅かであると思われる。Richburgら¹¹⁾とGalandら¹²⁾は水晶体囊外摘出後のcrushed bagの大きさは10.8 mmそして10.3 mmであるとそれぞれ報告している。実際にIOLを固定するのはcrushed bagの中であるからこの大きさは重要である。本研究で毛様体溝の直径は約11.1 mmであったが、この値は、囊外摘出術後の死体眼の観察でわかるように、crushed bagの大きさは毛様体溝の直径よりも少し小さい値となり、彼らの値を支持するものである。

本研究で用いた体重2.5 kg～3.0 kgの家兎の水晶体の大きさはヒトに比べやや大きいものであり、その囊内に固定された全長12.5 mmと14.0 mmのIOLの支持部は囊の赤道部に接しており、囊は充分伸展されているように観察された。全長12.5 mmのIOLの結果は、従来よりよく用いられている全長14.0 mmのIOLに比べ、術後偏心と後囊網混濁ともに遜色のないものであった。むしろ術後偏心に関しては、全長12.5 mmのIOLの結果の中で#8の家兎の右眼の1.0 mmは異常に大きな値であり、棄却検定の結果除外でき($p < 0.01$)、残りの結果と比較すると、全長12.5 mmのIOLは有意に術後偏心が少ないという結果であった($p < 0.05$)。IOLの支持部が水晶体囊を強く伸張すれば、後囊に皺襞形成がおこり水晶体上皮細胞移入の場を与えることとなり光学部中央に後囊混濁を生じる恐れがある。またcan opener法やcontinuous circu-

lar capsulorhexisでも減張切開を行った場合には、前囊が裂けてしまい支持部が囊外へ脱出してしまふ恐れが出てくる。術者は支持部が囊内に入らなかった場合を考え、根拠なしにより安全と考え全長14.0 mmのIOLを選んでいたのであろうが、毛様体溝の直径は11.1 mmであり、全長12.5 mmのIOLでも十分に届きしっかりと固定されるであろうと思われる。むしろこの毛様体固定の場合にも強い伸張力が加われば支持部は毛様体へ侵食していき、びらんを生じたり、血管を圧迫し虚血と血管新生を生じたりする²³⁾可能性が生じてくるので、IOLの全長は従来のものよりも短い方がよいと考えられる。

本研究において用いた眼内レンズを提供して下さった参天製薬株式会社にここに記して謝意を表します。

文 献

- 1) 三宅謙作：論点。眼科手術 2: 163, 1989.
- 2) Apple DJ, Mamalis N, Olson RJ, et al: Intraocular lenses, evolution, designs, complications, and pathology (1st ed). Baltimore, Williams & Wilkins, 34-41, 159-173, 213-217, 1989.
- 3) Fechner PU, Alpar JJ (山中昭夫 監修): フェヒナー眼内レンズ, 第1版, 東京, メディカル薬出版, 27-39, 239-247, 1987.
- 4) Miyake K, Asakura M, Kobayashi H: Effect of intraocular lens fixation on the blood aqueous barrier. Am J Ophthalmol 98: 451-455, 1984.
- 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) Davison JA: A short haptic diameter modified J-loop intraocular lens for improved capsular bag performance. J Cataract Refract Surg 14: 161-166, 1988.
- 7) 原 孜, 原たか子: 術後水晶体囊の integrity を保つための手術術式のシステム化について。眼臨 83: 446-460, 1989.
- 8) Blumenthal M, Assia E, Neumann D: The round capsulorhexis capsulotomy and the rationale for 11.0 mm diameter IOL. J Cataract Eur J Implant Ref Surg 2: 15-19, 1990.
- 9) Hogan MJ, Alvarado JA, Waddell JE: Histology of the human eye. Philadelphia, WB Saunders Co, 645, 1971.
- 10) Spencer WH: Ophthalmic pathology, an atlas and textbook (3rd ed). Philadelphia, WB

Saunders Co, 229, 1985.

- 11) **Richburg FA, Sun HS**: Size of the crushed cataractous capsule bag. Am Intra-Ocular Implant Soc J 9 : 333—335, 1983.

- 12) **Galand A, Bonhomme L, Collee M**: Direct measurement of the capsular bag. Am Intra-Ocular Implant Soc J 10 : 475—476, 1984.
-