

毛様筋の収縮・弛緩に伴う眼内レンズの前後移動

—種々の眼内レンズの比較検討—

重盛差都子¹⁾, 永田 豊文¹⁾, 小野寺貴子²⁾¹⁾榛原総合病院眼科, ²⁾浜松医科大学眼科学教室

要 約

偽水晶体眼における毛様筋収縮・弛緩時の前房深度を測定し、眼内レンズ (IOL) の全長および性状の影響について比較検討した。対象 100 眼に対し連続円形前囊切開 (continuous circular capsulorhexis) を行い、超音波乳化吸引術もしくは囊外摘出術により核を除去し、ショートワンピース IOL を 23 眼、ショートスリーピース IOL を 22 眼、ロングワンピース IOL を 25 眼、ロングスリーピース IOL を 30 眼に囊内固定した。術後 3～6 か月に Haag-Streit 社パキメーターにて 2% pilocarpine および 1% cyclopentolate 点眼前後の前房深度を測定した。毛様筋の収縮・弛緩との同調性はショートワンピース IOL, ショートスリーピース IOL, ロングワンピース IOL, ロングスリーピース IOL の順となった。全長の短い IOL はチン小帯に対するストレスが小さく、より良好な固定状態であると推測した。(日眼会誌 97: 721-725, 1993)

キーワード: 偽水晶体眼, 眼内レンズ, 連続円形前囊切開, 毛様筋, 前房深度

The Effect of Intraocular Lens (IOL) Length and Design on Anterior Chamber Depth under Contraction and Relaxation of the Ciliary Muscle

Satoko Shigemori¹⁾, Toyofumi Nagata¹⁾ and Takako Onodera²⁾¹⁾Eye clinic, Haibara General Hospital²⁾Department of Ophthalmology, Hamamatsu University School of Medicine

Abstract

We compared the effect of intraocular lens (IOL) length and its design on the anterior chamber depth (ACD) change during contraction and relaxation of the ciliary muscle. We performed phacoemulsification or extra capsular cataract extraction using continuous circular capsulorhexis on 100 eyes, and implanted in 23 eyes a short one-piece IOL, in 22 eyes a short three-piece IOL, in 25 eyes a long one-piece IOL, and in 30 eyes a long three-piece IOL. All IOLs were fixed in the capsular bag. ACD changes after administration of 2% pilocarpine and 1% cyclopentolate were measured with a pachymeter between 3 and 6 months postoperatively. The compatibility of the IOLs with ciliary muscle contraction and relaxation was, in descending order, the short one-piece IOL, the short three-piece IOL, the long one-piece IOL, and the long three-piece IOL. The results indicated that short IOLs are more physiologically fixed in the capsular bag, with less stress on the zonules of Zinn. (J Jpn Ophthalmol Soc 97: 721-725, 1993)

Key words: Pseudophakic eye, Intraocular lens, Continuous circular capsulorhexis, Ciliary muscle, Anterior chamber depth

別刷請求先: 431-31 浜松市半田町 3600 浜松医科大学眼科学教室 重盛差都子
(平成4年12月28日受付, 平成5年2月5日改訂受理)

Reprint requests to: Satoko Shigemori, M.D. Department of Ophthalmology, Hamamatsu University School of Medicine, 3600 Handa-cho, Hamamatsu 431-31, Japan

(Received December 28, 1992 and accepted in revised form February 5, 1993)

I 緒 言

偽水晶体眼における毛様筋の収縮・弛緩に伴う眼内レンズ(IOL)の前後移動を前房深度の変化として計測する試みについては従来よりいくつかの報告がなされているが^{1)~3)}, 連続円形前囊切開 continuous circular capsulorhexis(CCC)により IOL が囊内固定され, 水晶体囊がより生理的に近い状態に保たれている症例における検討は少ない³⁾. また, IOL の全長や性状により前後移動に差が生じるかどうかについても明らかではない。

そこで, CCC により囊内固定された各種 IOL での毛様筋収縮・弛緩時の前房深度を比較した。

II 実験対象と方法

対象は老人性白内障に対して当院で IOL 移植術を施行し, 本臨床実験の趣旨につき同意を得ることができた 82 名 100 眼である。移植した IOL の全長および性状によりショートワンピース群(カビファルマシア社 818 T および AMO 社 PC-45 NB) 23 眼, ショートスリーピース群(HOYA 社 MC 5 TEBS) 22 眼, ロングワンピース群(カビファルマシア社 U 720) 25 眼, ロングスリーピース群(カビファルマシア社 165 A) 30 眼の 4 群に分類した(表 1, 2)。IOL の全長はショート IOL 群は 12.5 mm もしくは 12 mm, ロング IOL 群は 13.5 mm であるが, 光学部が直径 6.5 mm のバイコンベックスであること, 支持部がモディファイド C ループであることは共通している。ループ角はショートワンピース群のみ 10° で他の 3 群は 5° であるが, 測定方法の相違・個々の IOL でのばらつきのため, 表示されているループ角について一概に比較することは難しいと考えられる。各群間で年齢・眼軸長に有意差はない。

術式は前房内へヒアルロン酸ナトリウム(ヒーロン®)

を注入したのちに角膜上の計測で直径約 6 mm の CCC による前囊切開を行い, 超音波乳化吸引術もしくはは囊外摘出術により核を除去し, IOL のループ方向が 3 時・9 時になるように囊内に移植した。前囊切開縁が一部でも光学部から外へ外れた例や未散瞳で前囊縁が瞳孔領に認められるような著明な前囊収縮を示した例および虹彩後癒着を伴う例は含まれていない。

本検討では, 2% pilocarpine 点眼後を毛様筋の収縮した状態, 1% cyclopentolate 点眼後を毛様筋の弛緩した状態と考えた。術後 3 か月から 6 か月に Haag-Streit 社パキメーターにて点眼前の前房深度を測定し, pilocarpine を 5 分毎に 3 回点眼して点眼開始より 40 分後に点眼後の前房深度を測定した。その 2 週間後に cyclopentolate 点眼前後の前房深度を同様に測定した。Pilocarpine 点眼後の縮瞳のため, 測定不可能となった例は含まれていない。測定は被検眼で正面視させるために他眼を遮蔽して行った。パキメーターの特性上, 測定精度は 0.05 mm (1 目盛りは 0.1 mm) で各眼につき 3 回測定して平均値を求め, 点眼前からの変化を観察した。点眼前の屈折状態については, 細隙光を固視させるため若干の調節が加わっていると考え

表 1 対象

	眼数	術式		年齢 (歳)	眼軸長 (mm)
		KPE	ECCE		
ショートワンピース群	23	17	6	71±10	23.14±0.87
ショートスリーピース群	22	17	5	73±9	22.84±0.55
ロングワンピース群	25	18	7	68±10	23.76±1.40
ロングスリーピース群	30	25	5	71±8	23.40±1.26

(平均値±標準偏差)

KPE: ケルマン超音波白内障破碎吸引術

ECCE: 白内障囊外摘出術

表 2 移植した眼内レンズ

眼内レンズデザイン	使用した眼内レンズ		全長	ループ角
ショートワンピース	Kabi Pharmacia	818 T	12.5 mm	10°
	AMO	PC-45 NB	12.0 mm	10°
ショートスリーピース	HOYA	MC 5 TEBS	12.0 mm	5°
ロングワンピース	Kabi Pharmacia	U 720	13.5 mm	5°
ロングスリーピース	Kabi Pharmacia	165 A	13.5 mm	5°

すべて IOL 光学部は直径 6.5 mm のバイコンベックスで, 支持部はモディファイド C ループ。

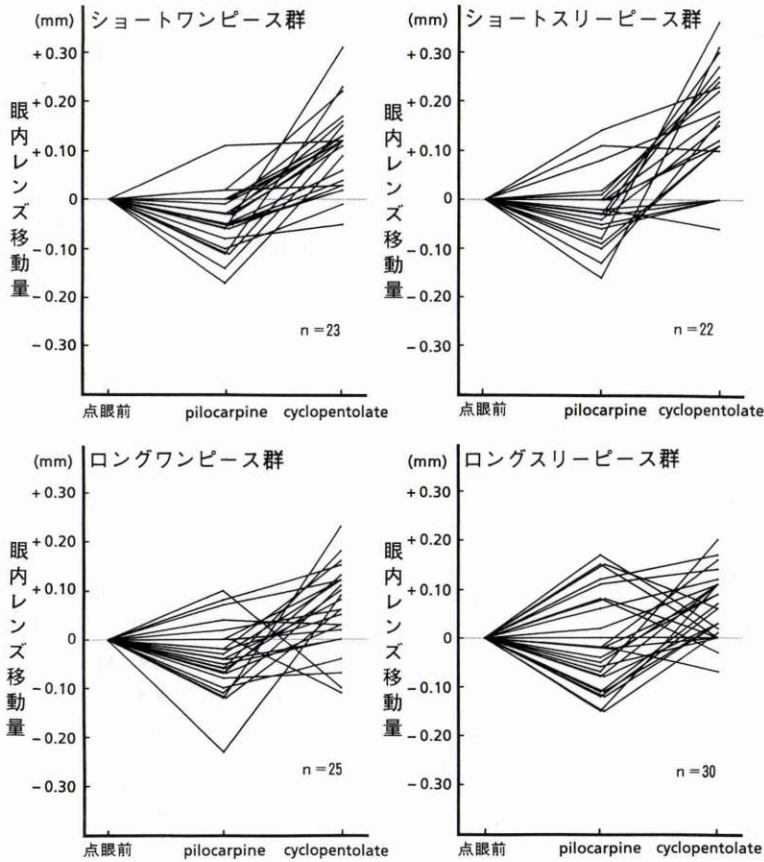


図1 前房深度の変化.

グラフは点眼前を0とし、前房深度が深くなった場合をプラス側、浅くなった場合をマイナス側として表した。

られる。なお手術は1名の術者が行い、前房深度の測定は他の検者が1名で行った。

III 結 果

IOL 群別測定結果を図1に示した。一般的には pilocarpine 点眼後に前房が浅くなり、cyclopentolate 点眼後に前房が深くなる傾向を示した。しかし、ロングスリーピース群ではこのような傾向を示さない例が多かった。

Pilocarpine 点眼後と cyclopentolate 点眼後の平均移動量は表3に示すように、ロングスリーピース群で最も少なく、ショートワンピース群およびショートスリーピース群との間に有意な差を認めた。

Pilocarpine 点眼後の前房深度の変化は、表4に示すようにショートワンピース群で最も大きく、ロングワンピース群でも同じ平均値を示したが、標準偏差値

表3 眼内レンズの移動量

	移動量(mm)	最大移動量(mm)
ショートワンピース群	0.16±0.09	0.37
ショートスリーピース群	0.17±0.14	0.47
ロングワンピース群	0.10±0.13	0.35
ロングスリーピース群	0.06±0.12	0.27

各対象につき pilocarpine および cyclopentolate 点眼後に毛様筋に同調して前房深度が変化した場合をプラス、逆の場合をマイナスとして加算し、移動量とした。各群の平均値±標準偏差。(* : p<0.005)

は前者に比して大きかった。スリーピース群では移動量は少なかった。Cyclopentolate 点眼後には全長の短い IOL 群では長い群と比較して移動量は大きかった。

Pilocarpine 点眼後に浅前房、cyclopentolate 点眼後に深前房とならなかった症例は表5に示すように

表4 薬剤点眼後の前房深度変化

	Pilocarpine 点眼後	Cyclopentolate 点眼後
ショートワンピース群	-0.04±0.03	+0.11±0.08
ショートスリーピース群	-0.02±0.07	+0.15±0.12
ロングワンピース群	-0.04±0.07	+0.06±0.09
ロングスリーピース群	-0.01±0.09	+0.05±0.07

(平均±標準偏差)(単位:mm)

眼内レンズが前方に移動した場合はマイナス, 後方に移動した場合はプラスを表示.

表5 Pilocarpine 点眼, cyclopentolate 点眼で逆の変化を示した眼

	眼数	Pilocarpine 点眼で逆	Cyclopentolate 点眼で逆	両者とも逆
ショートワンピース群	23	3眼(13.0%)	2眼(8.7%)	0眼(0%)
ショートスリーピース群	22	5眼(22.7%)	1眼(4.5%)	0眼(0%)
ロングワンピース群	25	5眼(20.0%)	4眼(16.0%)	1眼(4.0%)
ロングスリーピース群	30	9眼(30.0%)	2眼(6.7%)	1眼(3.3%)

ショートワンピース群で最も少なく, ロングスリーピース群で最も多かった.

IV 考 按

測定結果より, すべての群において毛様筋収縮時には IOL が前方へ移動して前房が浅くなり, 毛様筋弛緩時には IOL が後方へ移動して前房が深くなる傾向がみられた. これは有水晶体眼における本来の動きと同様の運動であり, 各群の移動量(毛様筋収縮時と弛緩時の差)は平均 0.06 から 0.17 mm と屈折に影響を及ぼすには至らない程度の微細なものであったが, IOL が毛様筋の収縮・弛緩と同調して働くことを示している.

白内障手術のチン小帯への影響について三宅⁴⁾は通常の囊外摘出の操作にチン小帯はよく耐え, 離断することはないとしている. Assia⁵⁾は CCC による前囊切開後に IOL を囊内固定した場合, 手術時のチン小帯への侵襲は小さく, 伸展性が温存されることを確認している. また, 西田⁶⁾はサル眼を用いた病理学的検討で水晶体摘出および IOL 移植に伴う毛様筋への影響はほとんど認められなかったと述べている. それゆえ毛様筋の収縮・弛緩がチン小帯を介して水晶体囊, IOL へと伝わり, 毛様筋の挙動に応じて IOL が前後に移動し, 前房深度の変化を生じると考えられる.

今回の検討では毛様筋の収縮・弛緩との同調性はショートワンピース IOL が最も高く, 次にショートスリーピース IOL, ロングワンピース IOL の順となり, ロングスリーピース IOL が最も同調性が低かった. 毛

様筋の収縮・弛緩との同調性が高い IOL は水晶体囊やチン小帯といった IOL の支持組織が, より生理的に保たれていることが推察され, 良好な固定状態であると考えられる. IOL 移植後に起こる囊収縮は測定を行った術後3か月の時点ではほぼ完了しており, 毛様筋の収縮・弛緩に伴う囊自体の変形は生じ難い. したがって, 毛様筋収縮・弛緩時の IOL の前後移動はチン小帯の状態, ひいては水晶体囊内における IOL の固定状態に依存していると考えられる. 推測の域を出ないが, 囊収縮が完成した状態において有水晶体眼の状態に比べてチン小帯が弛緩している場合, また水晶体囊の赤道部を IOL の支持部が遠心性に拡張しようとする力が不均等に分散されている場合, 毛様筋の変化が囊に伝わりにくくなり, 収縮・弛緩時に IOL の移動を生じなかったり, 逆に移動する原因になると推測される. 一般に IOL の移動による屈折の変化は微細なものであるが, 偽水晶体眼においてこのように毛様筋との同調性が保てない場合, たとえば片眼が同調性を示し, 他眼が非同調性を有するような状態では近見時において両眼視機能に支障をきたす可能性がある. したがって, より同調性の高い IOL が望ましいと考えられる.

全長の短い IOL は毛様筋との同調性が高いという結果から水晶体囊内に移植された際, チン小帯がより生理的な状態に保たれていると考えられる. 水晶体の crushed bag の直径は, Richburg⁷⁾によれば 10.8 mm, Galand⁸⁾によれば 10.3 mm と計算されており, 全長 13.5 mm の IOL を囊内固定した場合, チン小帯が弛緩している可能性がある. 近江⁹⁾は人眼より

やや大きいとされる家兎眼水晶体に CCC による囊内固定を行い、12.5 mm の IOL でも囊は十分進展されていたとしている。現在、汎用されている IOL の全長は 13.0~13.5 mm と長めのものであるが、以上の結果をふまえ、CCC による前囊切開後に IOL を囊内固定する場合、IOL の全長は 12.5 mm 程度が望ましいと考えた。

Pilocarpine 点眼後の移動量は cyclopentolate 点眼後に比べて移動量が小さく、逆の動きを示す例が多かったが、その原因として pilocarpine 点眼前に毛様筋が若干収縮している可能性や求心性に前内方へ収縮した毛様筋により全長の長い IOL は後方へ押しやられるといった機序が推察されるが、詳細は不明であった。

また、ワンピース IOL とスリーピース IOL という性状による違いについて、ワンピース IOL の方が毛様筋との同調性が若干高かったが、IOL 支持部の flexibility、術後の囊収縮にスリーピース IOL との差があり¹⁰⁾、チン小帯の保存状態が異なるのかもしい。

本検討の問題点としてバキメーターを用いた測定結果であるため、測定精度にやや欠ける点、毛様筋の収縮・弛緩に伴う IOL の傾きの変化など、さらに微妙な変化が捕えられない点が挙げられ、今後の検討課題としたい。

本論文の要旨は第 46 回日本臨床眼科学会にて報告した。御校閱を賜りました浜松医科大学渡邊郁緒教授に深謝いたします。

文 献

- 1) **Hardman Lea SJ, Rubinstein MP, Snead MP, Haworth SM**: Pseudophakic accommodation? A study of the stability of capsular bag supported one piece, rigid tripod or soft flexible implants. *Br J Ophthalmol* 74: 22-25, 1990.
- 2) 中泉裕子, 谷口智子, 坂本保夫: 正常および偽水晶体眼前房深度の画像計測. *眼科手術* 4: 299-301, 1991.
- 3) 羽瀧由紀子, 永田豊文, 中神哲司: 眼内レンズ挿入眼における毛様体筋の緊張・弛緩と前房深度との関係. *眼紀* 42: 1729-1734, 1991.
- 4) 三宅謙作: 水晶体囊, チン氏帯, および前部ぶどう膜に対する手術的外傷に関する 2~3 の考察. *IOL* 2: 31-37, 1988.
- 5) **Assia EI, Apple DJ, Morgan RC, Legler UFC, Brown SJ**: The relationship between the stretching capability of the anterior capsule and zonules. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 32: 2835-2839, 1991.
- 6) 西田祥藏, 水谷 聡: 調節力老化の機序と眼内レンズ挿入眼におけるその修復の可能性. *日眼会誌* 96: 1071-1078, 1992.
- 7) **Richburg FA, Sun HS**: Size of the crushed cataractous capsule bag. *Am Intra-Ocular Implant Soc J* 9: 333-335, 1983.
- 8) **Galand A, Bonhomme L, Collee M**: Direct measurement of the capsular bag. *Am Intra Ocular Implant Soc J* 10: 475-476, 1984.
- 9) 近江俊作, 上野山謙四郎, **Apple DJ**: 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一. *日眼会誌* 96: 1093-1098, 1992.
- 10) 重盛差都子, 永田豊文, 羽瀧由紀子, 大長正典: 前囊切開窓面積の経時的変化—IOL 性状の影響について—. *IOL* 6: 89-94, 1992.