

## 50~100歳の人眼水晶体の zonular free zone 径

坂部 功生<sup>1)3)</sup>, 林 承正<sup>2)</sup>, Apple DJ<sup>3)</sup><sup>1)</sup>東京慈恵会医科大学眼科学教室, <sup>2)</sup>延世大学校医科大学, <sup>3)</sup>サウスカロライナ医科大学

## 要 約

白内障手術の前囊切開においてチン小帯に障害を及ぼさないためには、まず、前部チン小帯が存在しない水晶体前囊領域(anterior capsular zonular free zone, 以下ZFZ)を把握する必要がある。そこで、米国アイバンク角膜移植用眼球199眼を用いて50~100歳(75.5±10.3歳, 平均値±標準偏差)のZFZの計測を行った。角膜と虹彩を除去し、手術用顕微鏡下で水晶体直径を計測した後、4mmのcontinuous curvilinear capsulorhexisを作製し水晶体内容を超音波乳化吸引術により除去した。粘弾性物質を水晶体囊内に充填し、次に、前部チン小帯付着部位を視認しながらZFZ径を計測した。計測の結果、水晶

体直径は9.72±0.31mm, ZFZ径は6.83±0.35mmであった。また、ZFZ径と年齢、およびZFZ径と水晶体直径とに有意な相関はみられなかった。したがって、50~100歳の水晶体のZFZ径は、年齢(加齢)および水晶体直径に関わらず一定であることが示唆された。(日眼会誌 99:1119-1122, 1995)

キーワード: Zonular free zone, 前部チン小帯, 超音波乳化吸引術, Continuous curvilinear capsulorhexis, 前囊切開

## Anatomical Evaluation of the Anterior Capsular Zonular Free Zone in the Human Crystalline Lens (age range, 50~100 years)

Isao Sakabe<sup>1)3)</sup>, Lim SJ<sup>2)</sup> and Apple DJ<sup>3)</sup><sup>1)</sup>Department of Ophthalmology, The Jikei University School of Medicine<sup>2)</sup>Yonsei University, <sup>3)</sup>Medical University of South Carolina

## Abstract

It is important to determine the anterior capsular zonular free zone (ZFZ) in order to minimize the risk of zonular disinsertion. From this point of view the size of the ZFZ of normal suspended lenses was directly measured in 199 human eyes obtained post-mortem. The cornea was completely excised and the iris removed to allow clear visualization of the anterior surface of the lens to the equator. After measuring lens diameter with a caliper, a 4 mm continuous curvilinear capsulorhexis was performed, and lens substance was completely removed by phacoemulsification. Care was taken to minimize trauma to the zonules during surgery. The anterior insertion of the zonules was identified at high-power magnification; the size of the ZFZ was

measured with a caliper. The mean age was 75.5±10.3 (±SD) years (age range, 50~100 years). The mean diameter of the lenses was 9.72±0.31 mm. The mean diameter of the ZFZ was 6.83±0.35 mm. Statistical analysis revealed no significant correlation between the size of the ZFZ and age, or between the size of the ZFZ and lens diameter. The present study indicates that the size of the ZFZ was constant regardless of age or lens diameter. (J Jpn Ophthalmol Soc 99:1119-1122, 1995)

Key words: Zonular free zone, Anterior zonule, Phacoemulsification, Continuous curvilinear capsulorhexis, Anterior capsulotomy

## I 緒 言

白内障手術では水晶体およびその支持組織(チン小

帯<sup>1)2)</sup>, 毛様体)の形態に変化を与えるため、支持組織の強度<sup>3)</sup>は低下する<sup>4)</sup>。特に、前囊切開は水晶体内容を置換するための大切な窓口であり、前囊切開の大きさと位置お

別刷請求先: 105 東京都港区西新橋3-19-18 東京慈恵会医科大学眼科学教室 坂部 功生

(平成6年12月20日受付, 平成7年6月7日改訂受理)

Reprint requests to: Isao Sakabe, M.D. Department of Ophthalmology, The Jikei University School of Medicine, 3-19-18 Nishi-Shinbashi Minato-ku, Tokyo 105, Japan

(Received December 20, 1994 and accepted in revised form June 7, 1995)

よび手術手技は手術結果に多大な影響を及ぼすと思われる。

Continuous curvilinear capsulorhexis<sup>5)</sup>(以下,CCC)は,近年普及しつつある自己閉鎖創白内障手術において最も多く施行されている前囊切開法である。以前,著者らは白色家兎の眼球を用いてCCCが他の前囊切開法に比べ最も強度が強いことを報告<sup>4)6)</sup>した。しかしながら,CCCを理想的な前囊切開とするためには,前部チン小帯が存在しない水晶体前囊領域(anterior capsular zonular free zone,以下ZFZ)を把握し,前部チン小帯付着部に障害を及ぼさないCCCの大きさについて検討する必要がある。

そこで今回,白内障手術の主対象になるとと思われる50~100歳の角膜移植用眼球を用いて,各年齢におけるZFZを計測し,ZFZ径と,年齢および水晶体直径との相関について検討したので報告する。

## II 対象および方法

### 1. 対象

50~100歳の米国アイバンク角膜移植用眼球199眼を計測の対象とした。計測は眼球摘出後48時間以内に行った。なお,人種,性別は問わなかった。

### 2. 計測方法

対象眼球を赤道部で半割し,粘弾性物質を充填するこ

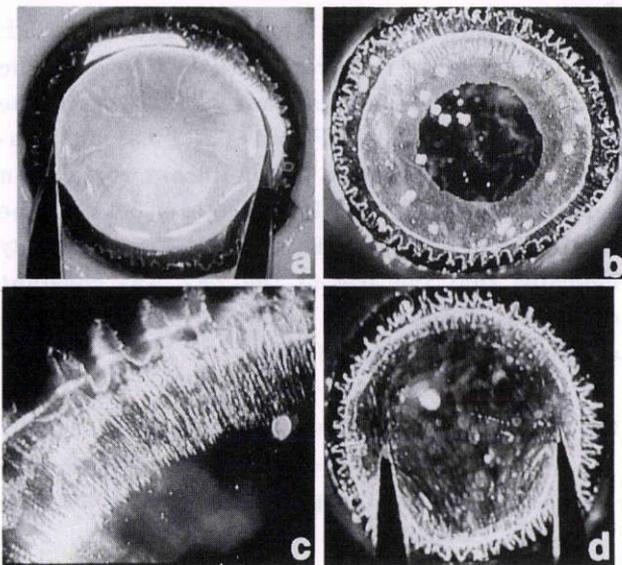


図1 人眼における前部チン小帯付着部と水晶体直径および zonular free zone 径の計測方法。

a: キャリパーによる水晶体直径計測, b: 超音波乳化吸引術後の水晶体囊, 水晶体上皮細胞を除去しないと前部チン小帯付着部位を視認することはできない, c: 水晶体上皮細胞除去後の前部チン小帯付着部位(拡大), 整然と並ぶ前部チン小帯と前部チン小帯が存在しない水晶体前囊領域(zonular free zone)が視認できる, d: キャリパーによる zonular free zone 径計測。

とで眼球の形状を保ちながら角膜側眼球をプレパラートに瞬間接着剤を用いて接着した。角膜を強角膜剪刀で切除し,鑷子により虹彩を除去した<sup>7)</sup>。次に,手術用顕微鏡下でキャリパーを用いて水晶体直径とZFZ径を3~9時および12~6時の2方向について計測した(図1)。

なお,生体眼において前部チン小帯付着部位を視認することは難しいため,まず,4mmのCCCを作製し超音波乳化吸引術により水晶体内容を除去した後,前部チン小帯に障害を与えないように低吸引圧で水晶体上皮細胞を吸引した。次に,水晶体囊内に粘弾性物質(ヒーロン®)を充填して,キャリパーで計測しながら元の水晶体の大ききまで水晶体囊を膨らませた。この結果,後方からの光源を強くすることにより,手術用顕微鏡下で前部チン小帯付着部位を視認することが可能となった。

## III 結果

対象となった50~100歳の199眼の平均年齢は $75.5 \pm 10.3$ 歳(平均値 $\pm$ 標準偏差)であった。また,水晶体直径の平均は $9.72 \pm 0.31$ mm( $9.77 \pm 0.33$ mm: 3~9時, $9.68 \pm 0.32$ mm: 12~6時, $n=199$ ),ZFZ径の平均は $6.83 \pm 0.35$ mm( $6.85 \pm 0.35$ mm: 3~9時, $6.80 \pm 0.36$ mm: 12~6時, $n=185$ )であった。

年齢が50~69歳のZFZ径の平均は $6.90 \pm 0.38$ mm( $n=52$ ),70~79歳では $6.81 \pm 0.33$ mm( $n=59$ ),80~100歳では $6.79 \pm 0.33$ mm( $n=74$ )であった。各年齢群別のZFZ径についてt検定を施行したところ,統計学的有意差を認めなかった(図2)。また,年齢(X)とZFZ径(Y)について一次回帰分析した結果, $Y=7.12-3.86 \times 10^{-2}X$ , $r=-0.12$ ( $r$ は相関係数)で,両者に相関

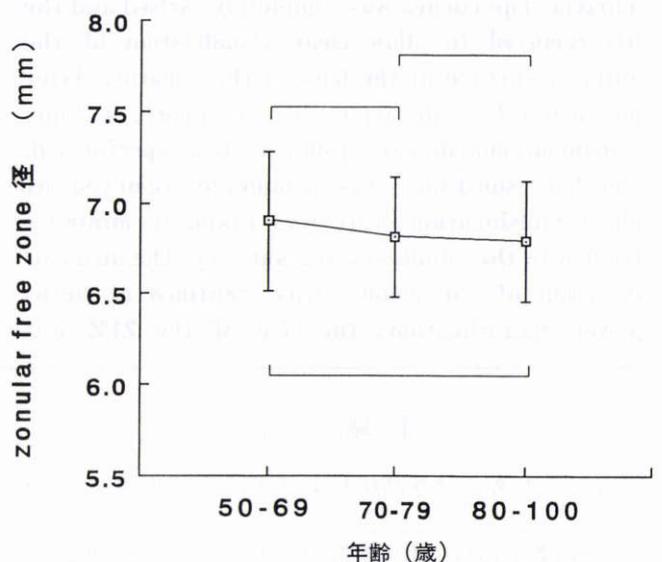


図2 年齢と zonular free zone 径の関係(統計学的分析)。

年齢と zonular free zone 径に統計学的有意差は認められなかった。有意差なし。

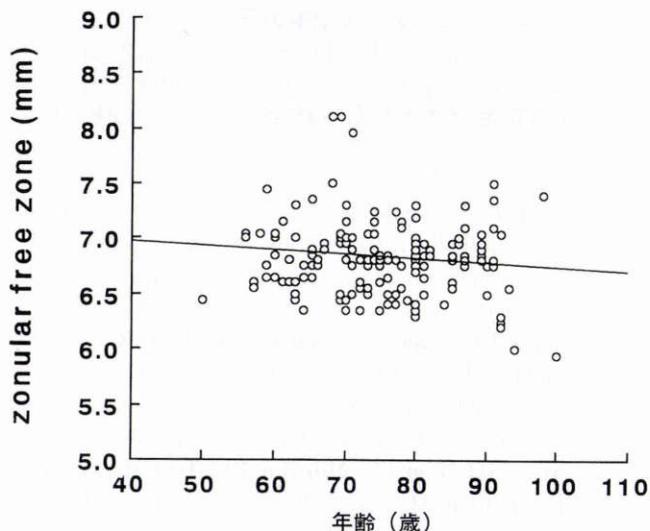


図3 年齢と zonular free zone 径の関係(一次回帰分析).  
年齢と zonular free zone 径に相関はみられなかった.  
 $Y=7.12-3.86 \times 10^{-2}X, r=-0.12$ .

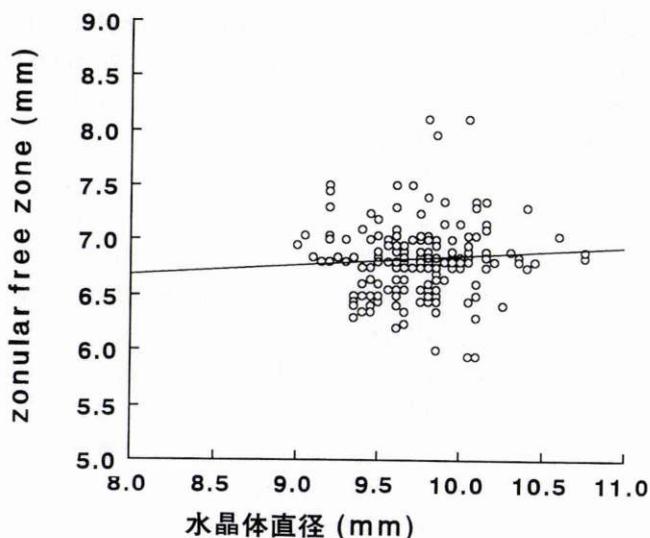


図5 水晶体直径と zonular free zone 径の関係(一次回帰分析).  
水晶体直径と zonular free zone 径に相関はみられなかった.  
 $Y=6.02+8.27 \times 10^{-2}X, r=0.08$ .

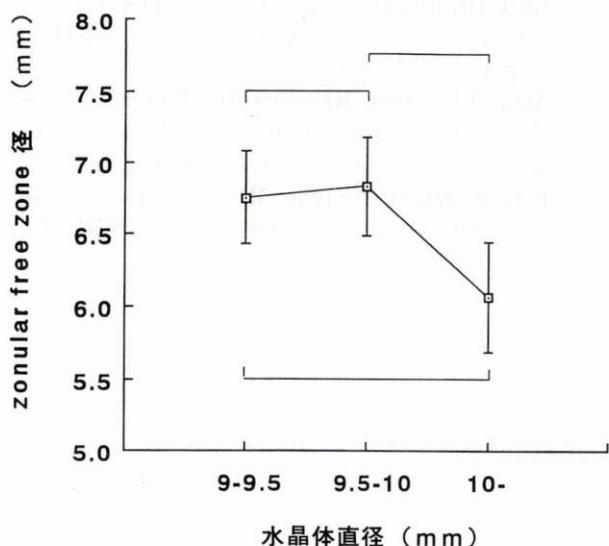


図4 水晶体直径と zonular free zone 径の関係(統計学的分析).  
水晶体直径と zonular free zone 径に統計学的有意差は認められなかった. 有意差なし.

はみられなかった(図3).

水晶体直径が9~9.5 mm未滿のZFZ径の平均は  $6.76 \pm 0.32$  mm (n=38), 9.5~10 mm未滿では  $6.84 \pm 0.34$  mm (n=109), 10 mm以上では  $6.07 \pm 0.38$  mm (n=38)であった.各水晶体直径群別のZFZ径についてt検定を施行したところ,統計学的有意差を認めなかった(図4).また,水晶体直径(X)とZFZ径(Y)について一次回帰分析した結果,  $Y=6.02+8.27 \times 10^{-2}X, r=0.08$ で,両者に相関はみられなかった(図5).

#### IV 考 按

前部チン小帯附着部位<sup>8)</sup>およびZFZの加齢による位置変化について知るためには,一個人の前部チン小帯附着部位の変化(ZFZ径の計測)を観察することが理想である.しかしながら,実際には困難である.したがって,多くのパラメーターを使用し,多数例について統計学的に検討する方法が一般的である.そこで今回は,199眼について年齢および水晶体直径をパラメーターとし,ZFZ径と年齢,およびZFZ径と水晶体直径との相関に関して,それぞれ統計学的に分析したものである.

また,計測方法として,細隙灯顕微鏡を用いた生体眼の前部チン小帯附着部位に関する報告<sup>9)</sup>もあるが,前部チン小帯附着部位を正確に視認することは前囊下の混濁および水晶体皮質の混濁のため難しい.そこで今回は,can opener法による前囊切開と囊外摘出術による水晶体内容の除去と比べ,よりチン小帯に対し障害が少ないと考えられている小さなCCCと超音波乳化吸引術により水晶体内容を除去した.また,水晶体上皮細胞を除去し,粘弾性物質を用いて水晶体嚢を膨らませることにより,図1cに示すような整然と並ぶ前部チン小帯を視認できる透明な水晶体を再現することが可能となった.本法により,前部チン小帯附着部位および前部チン小帯が存在しない水晶体前囊領域を比較的容易に手術用顕微鏡下で視認することが可能となり,この結果,より生体眼に近い状態でZFZ径を計測することができたと思われた.

今回の50~100歳の眼球199眼を用いた統計学的解析では,ZFZ径は年齢(加齢変化)および水晶体直径とに有意な相関がみられなかった.この結果,ZFZ径は年齢および水晶体直径に関わらず,一定であるという興味深い

結果が得られた。さらに、前囊切開(CCC)は、水晶体中心からZFZ径の平均最小径である直径  $6.80 \pm 0.36$  mm 以内で施行されれば、前部チン小帯付着部に障害を及ぼさないことが示唆された。

年齢や水晶体直径との相関には触れていないが、ZFZ径は6.5 mm であるとする今回の結果を支持する報告<sup>10)</sup>もある。一方、ZFZ径は加齢変化により1.8 mm まで減少するという報告<sup>9)</sup>や前部チン小帯付着部位は加齢に伴い水晶体前極部へ内方移動するという報告<sup>11)</sup>がある。これらの報告によれば、ZFZ径は加齢とともに減少している可能性もあると思われた。今後、加齢によるZFZ径の減少について言及するために、さらに、若年者の眼球を含めた検討を要するものと思われた。

本実験は、米国のサウスカロライナ医科大学に付属するCenter for IOL Researchで施行した。また、本論文の要旨は、第98回日本眼科学会総会(1994年4月、横浜)において発表した。稿を終えるにあたり、ご校閲いただきました東京慈恵会医科大学眼科学教室北原健二教授に深謝いたします。

#### 文 献

- 1) **Streeten BW**: Zonular apparatus. In: Biomedical foundation of ophthalmology, Vol 1, In: Duane TD, et al. (Eds): Philadelphia, Harper and Row, 1985, Chapter 14, 1—23.
- 2) **Marshall J, Beaconsfield M, Rothery S**: The anatomy and development of the human lens and zonules. Trans Ophthalmol Soc UK 102: 423—440, 1982.
- 3) **坂部功生, 大木孝太郎, 真智直子**: チン小帯の強度, 張力測定の試み—水晶体加圧における水晶体支持組織への影響—. 日眼会誌 95: 1037—1043, 1991.
- 4) **坂部功生, 大木孝太郎, 佐野雄太**: 家兎眼白内障手術後の水晶体支持組織の強度測定. 日眼会誌 96: 1099—1105, 1992.
- 5) **Gimbel H, Neuhann T**: Development, advantage, methods of the continuous circular capsulorhexis technique. J Cataract Refract Surg 16: 31—37, 1990.
- 6) **Assia EI, Apple DJ, Barden A, Tsai JC, Castaneda VE, Hoggatt JS**: An experimental study comparing various anterior capsulectomy techniques. Arch Ophthalmol 109: 642—647, 1991.
- 7) **Apple DJ, Lim ES, Morgan RC, Tsai JC, Gwin TD, Brown SJ, et al**: Preparation and study of human eyes obtained postmortem with the Miyake posterior photographic technique. Ophthalmology 97: 810—816, 1990.
- 8) **西田祥藏**: 人眼およびサル眼の毛様体小帯の走査型電子顕微鏡による研究. 日眼会誌 83: 1284—1294, 1979.
- 9) **Koch DD, Liu JF**: Zonular encroachment on the anterior capsular zonular-free zone. Am J Ophthalmol 106: 491—492, 1988.
- 10) **Assia EI, Apple DJ, Tsai JC, Lim ES**: The elastic properties of the lens capsule in capsulorhexis. Am J Ophthalmol 111: 628—632, 1991.
- 11) **Farnsworth PN, Shyne SE**: Anterior zonular shifts with age. Exp Eye Res 28: 291—297, 1979.