

角膜曲率半径の経年変化 (図6, 表3)

稲垣 有 司 (順天堂浦安病院)

Age related change in corneal curvature

Yuji Inagaki

Dept. of Ophthalmology, Juntendo University, School of Medicine

要 約

新生児期より老齢期までの角膜曲率半径を測定し、成長、成熟及び老化により、屈折要素がどの様に変化するか、また世代の移り変りによる体位の向上と同様な傾向が、角膜曲率半径にも認められるかを検討した。角膜曲率半径は生後2週から生後4週の間急激に増大し、8週を過ぎると緩徐になり、生後12週で小児の域に達していた。角膜曲率の変化は、生後12週以降は非常に緩徐で、眼軸長の延長と歩調が合わず、一定の屈折状態を保つためには、水晶体が主に代償しているように思われた。角膜曲率半径の青年期以降の減少傾向は加齢による変化としてより、世代の移り変りによる体位の向上と同様の傾向と思われた。(日眼 91:132-139, 1987)

キーワード：角膜曲率半径、成長、加齢変化、自動角膜曲率半径測定装置、人類

Abstract

We measured the radii of corneal curvature of premature and mature newborns at two weeks of life using a rearranged automated keratometer and, in some of them, follow up study was carried out. Subjects over two years of age were also included in this study. The radius of corneal curvature in newborn babies rapidly grew and reached the normal childhood range within 12 weeks. The mean keratometry values in males were significantly larger than those in females except for subjects aged from 2 to 5 years ($p < 0.05$). Axis of corneal astigmatism changed from "with the rule" to "against the rule" with age. The rapid change in lens power calculated by modified SRK formula occurred during the first three months with a decrease of 4 diopters. The lens power of subjects over two years of age gradually decreased with age. The corneal curvature decreased with age in cross sectional study, but increased with age in consecutive study. The corneal curvature of 17-year-old subjects born in 1967~1969 was larger than those at the same age born in 1944~1946, and their refractive conditions were almost the same. Since the end of World War II, the Japanese have gained in weight & height, and the same trend is observed in the corneal curvature as well. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 91: 132-139, 1987)

Key words: corneal curvature, growth, aging, automated keratometer, human

緒 言

乳幼児期において眼球は急速に成長し、それに伴って、角膜、水晶体並びに眼軸長などの屈折要素を著し

く変化させる。そして、正常な発達過程においてはこれらの3つの要素は、相互のバランス¹⁾²⁾をとりながら全体の屈折としては正視化してくるものである。

この3つの要素のうち水晶体については、測定

別刷請求先：113 東京都文京区本郷3-1-3 順天堂大学医学部眼科学教室 稲垣 有司

Reprint requests to: Yugi Inagaki, M.D. Dept. of Ophthalmol., Juntendo Univ. School of Med.

3-1-3 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

(昭和61年8月28日受付) (Accepted August 28, 1986.)

法³⁾⁻⁵⁾も難しいため論ぜられることが少く、屈折の要素としては現在までに、主に角膜曲率半径⁶⁾⁻¹²⁾と眼軸長¹³⁾⁻¹⁸⁾について報告がなされてきている。角膜曲率半径については、新生児期、乳幼児期での測定が非常に難しいため、角膜曲率半径のこの時期の経時変化についての詳細な報告は少く、また同一症例の経時的測定は報告されていない。

私達は以前から自動角膜曲率半径測定¹⁹⁾を試みて来ており、臨床にも活用している。瞬時に正確な角膜曲率を計測出来ることからこれを改修し、新生児や未熟児の角膜曲率の測定にも利用して来ている。

この改修型キャノンオートケラトメーター²⁰⁾を用いて生後2週目の未熟児及び成熟児の角膜曲率半径の測定を行い、ついでこれらの新生児の一部で経時的測定を行った²¹⁾。今回さらに、2歳から79歳までの角膜曲率半径をキャノンオートケラトメーター-K-1で測定し、新生児より成人に至るまでの角膜曲率半径の経年変化について検討した。

また、世代の移り変わりにより、身長及び体重の向上が認められる事実²²⁾と同様な傾向を角膜曲率半径がもつものかを知るために、同一患者の20年間での角膜曲率半径の変化、及び出生年が、約20年違う17歳の角膜曲率半径で比較し検討した。

対 象

1. Cross sectional study of corneal curvature (Table 1)

生後2週目から79歳までの1,601例3,189眼で、調査時期は昭和59年4月～昭和60年3月である。

新生児は、順天堂伊豆長岡病院 NICU に低出生体重、低体重、黄疸、呼吸障害等で入院した、眼科的疾患のない18例36眼である。出生体重は1,934g～3,540gの間で、在胎週数34～42週である。このうち8例16眼において経時的に角膜曲率半径の測定を行った。現在のところ、これらの新生児は発達及び成長に遅れはない。

2～5歳の幼児は、87例168眼である。このうち、2～4歳の幼児は、順天堂浦安病院を受診した者を対象とした。又、5歳児は、都内の5歳児検診におちて測定した。6～11歳の学童期249例492眼、及び、12～14歳の思春期193例385眼は、東京都内の学校検診にて測定した。

15歳以上の1,054例2,108眼は順天堂浦安病院を受診した者を、対象とした。

以上の対象のいずれも中間透光体及び眼底に異常のない正視及び軽度屈折異常(±3.0D以内)を有するものである。

2. Consecutive study of corneal curvature (Table 2)

コンタクトレンズ外来で、20年以上経過観察できた、初診時年齢15歳～29歳の121例239眼(男43例、女78例、屈折度； $M \pm S.D. = -5.36 \pm 1.97D$)を5歳おきに3つのgroupに分けて対象とした。

3. Comparative study of corneal curvature (Table 3)

20年前にコンタクトレンズ外来に初診で訪れた1944～46年生まれの17歳53例106眼(男11、女42、屈折度； $M \pm S.D. = -4.97 \pm 1.58D$)及び、1967～69年生まれの17歳51例102眼(男10、女41、屈折度； $M \pm S.D. = -4.71 \pm 1.44D$)を対象とした。

17歳という年齢は、青年期後期にあたり全身的発育が、男女共にほとんど止まる時期である。

方 法

1. Cross sectional study of corneal curvature

新生児に対しては、ミドリリン-p点眼を5分おきに3回行い30分後に仰臥位で検影法による屈折検査を行った。次いで、パネ式開瞼器を用いて改修型オートケラトメーターにより、角膜曲率半径の測定を行った。屈折度は、弱主経線の値であり、角膜曲率半径は、強、弱主経線の平均値である。

改修型オートケラトメーター²⁰⁾は、原理的にはキャノンオートケラトメーター-K-1¹⁹⁾と同じ光学系を持っている。これをpower unitとmeasuring unitに分けてユニバーサルスタンドにとりつけたものである。

新生児の角膜曲率半径を測定する前に、機械の改修による影響、体位(臥位及び坐位)による影響を調べたところ、有意差を認めず、高い相関を示した。開瞼器の有無については角膜乱視度及び乱視軸には多少影響はあったが、強、弱主経線の平均曲率半径には、有意差を認めず、高い相関を認めた²⁰⁾。

2歳以上の対象に対しては、無散瞳下でキャノンオートレフラクトメーター-R-10により屈折度を測定し、角膜曲率半径をオートケラトメーター-K-1にて測定した。屈折度は、弱主経線の値であり、角膜曲率半径は強、弱主経線の平均値である。角膜乱視軸は、0.75D以上の角膜乱視度を有するものを対象として、180°を中心に前後20°を直乱視とし、90°を中心に70°～110°

を倒乱視とし、残りを斜乱視として検討した。また既報¹⁷⁾¹⁸⁾の眼軸長をもちいて、modified SRK formula¹²⁾によって水晶体屈折力を測定した。

2. Consecutive study of corneal curvature

20年前の初診時同様 Baush & Lomb の keratometer を用いて測定した。

3. Comparative study of corneal curvature

無散瞳下で Bauch & Lomb の keratometer を用いて測定した。

結 果

1. Cross sectional study of corneal curvature

a) 年齢群別の角膜曲率半径の比較 (Table 1, Fig. 1)

新生児は生後 2 週目で測定した。2,500g 未満の未熟児 7 例 14 眼 (平均出生体重 2,195 ± 193g, 平均在胎週数 36.4 ± 1.8w) の強弱主経線の平均角膜曲率半径は、成熟児 11 例 22 眼の 7.17 ± 0.18mm に比較して有意に短く、6.81 ± 0.25mm であった (t 検定, p < 0.01)。

2 ~ 5 歳の幼児期 (n=87) の角膜曲率半径は、男

Table 1, Fig. 1 角膜曲線率半径の Cross sectional Study では、男性の値が女性に比べ大きく、20歳代より徐々に小さくなり、40歳以上では小児期及び青年期に比べ有意に小さかった。

Table 1

Curvature and Astigmatism of the Cornea and Ocular Refraction in Newborns, Children and Adults

| Group | Age | Sex | No. of | | Radius (mm) | | | Astigmatism (D) | Refraction (D) |
|--------------------|-----------|-----|----------|-------------|-------------|------|-------------|-----------------|----------------|
| | | | Subjects | Eyes | M ± S.D. | Min. | Max. | M ± S.D. | M ± S.D. |
| Neonatal period | Premature | — | 7 | 14 | 6.81 ± 0.25 | 6.41 | 7.15 | — | +1.96 ± 1.06 |
| | Mature | — | 11 | 22 | 7.17 ± 0.18 | 6.88 | 7.39 | — | +0.72 ± 1.50 |
| Preschool period | 2 yrs. | M | 4 | 7 | 7.75 ± 0.31 | 7.32 | 8.13 | 0.94 ± 0.40 | +0.49 ± 0.29 |
| | | F | 6 | 11 | 7.74 ± 0.21 | 7.46 | 8.02 | 1.80 ± 0.94 | +1.25 ± 0.36 |
| | 3 | M | 12 | 24 | 7.79 ± 0.20 | 7.50 | 8.21 | 1.28 ± 0.76 | +0.58 ± 0.34 |
| | | F | 7 | 13 | 7.64 ± 0.54 | 6.99 | 8.17 | 1.60 ± 0.69 | +0.62 ± 0.36 |
| | 4 | M | 15 | 30 | 7.87 ± 0.15 | 7.56 | 8.18 | 0.99 ± 0.47 | +0.79 ± 0.63 |
| | | F | 15 | 30 | 7.72 ± 0.30 | 7.36 | 8.63 | 1.01 ± 0.59 | +0.71 ± 0.34 |
| | 5 | M | 12 | 23 | 7.71 ± 0.17 | 7.40 | 8.07 | 1.25 ± 0.62 | +0.90 ± 0.54 |
| | | F | 16 | 30 | 7.74 ± 0.22 | 7.34 | 8.15 | 1.25 ± 0.57 | +0.78 ± 0.64 |
| | Total | M | 43 | 84 | 7.79 ± 0.18 | 7.32 | 8.21 | 1.23 ± 0.59 | +0.74 ± 0.49 |
| | | F | 44 | 84 | 7.72 ± 0.30 | 6.99 | 8.63 | 1.29 ± 0.64 | +0.79 ± 0.45 |
| Prepubertal period | 6 yrs. | M | 29 | 58 | 7.78 ± 0.25 | 7.02 | 8.33 | 1.12 ± 0.73 | -0.04 ± 0.29 |
| | | F | 30 | 59 | 7.74 ± 0.19 | 7.35 | 8.19 | 1.05 ± 0.56 | +0.21 ± 0.60 |
| | 7 | M | 11 | 21 | 7.81 ± 0.18 | 7.46 | 8.05 | 1.41 ± 1.06 | +0.15 ± 0.52 |
| | | F | 16 | 32 | 7.73 ± 0.27 | 7.38 | 8.38 | 1.34 ± 0.62 | -0.22 ± 0.50 |
| | 8 | M | 20 | 39 | 7.84 ± 0.25 | 7.23 | 8.38 | 0.85 ± 0.50 | -0.07 ± 0.28 |
| | | F | 21 | 41 | 7.75 ± 0.26 | 7.27 | 8.22 | 1.13 ± 0.64 | -0.01 ± 0.39 |
| | 9 | M | 15 | 29 | 7.78 ± 0.20 | 7.35 | 8.15 | 1.09 ± 0.62 | -0.19 ± 0.99 |
| | | F | 16 | 32 | 7.59 ± 0.21 | 7.18 | 8.03 | 1.45 ± 0.83 | +0.03 ± 0.60 |
| | 10 | M | 25 | 50 | 7.79 ± 0.22 | 7.33 | 8.34 | 0.96 ± 0.61 | -0.58 ± 0.75 |
| | | F | 19 | 38 | 7.74 ± 0.24 | 7.33 | 8.35 | 1.21 ± 0.62 | -0.54 ± 0.94 |
| | 11 | M | 23 | 46 | 7.87 ± 0.23 | 7.42 | 8.33 | 1.23 ± 0.52 | -0.23 ± 0.75 |
| F | | 24 | 47 | 7.73 ± 0.24 | 7.24 | 8.26 | 1.26 ± 0.87 | -0.63 ± 1.06 | |
| Total | M | 123 | 243 | 7.81 ± 0.23 | 7.02 | 8.38 | 1.09 ± 0.65 | -0.19 ± 0.50 | |
| | F | 126 | 249 | 7.72 ± 0.23 | 7.18 | 8.38 | 1.22 ± 0.87 | -0.63 ± 1.06 | |
| Pubertal Period | 12 yrs. | M | 43 | 86 | 7.88 ± 0.22 | 7.36 | 8.18 | 0.98 ± 0.67 | -0.44 ± 1.07 |
| | | F | 24 | 48 | 7.65 ± 0.24 | 7.20 | 8.23 | 1.43 ± 0.98 | -0.63 ± 0.93 |
| | 13 | M | 34 | 68 | 7.88 ± 0.29 | 7.29 | 8.27 | 1.39 ± 1.19 | -0.32 ± 0.98 |
| | | F | 26 | 52 | 7.77 ± 0.23 | 7.34 | 8.36 | 1.10 ± 0.48 | -0.57 ± 0.80 |
| | 14 | M | 39 | 77 | 7.80 ± 0.22 | 7.32 | 8.13 | 1.19 ± 0.65 | -0.76 ± 1.01 |
| | | F | 27 | 54 | 7.72 ± 0.22 | 7.26 | 8.19 | 1.40 ± 0.92 | -1.11 ± 0.96 |
| | Total | M | 116 | 231 | 7.85 ± 0.24 | 7.29 | 8.27 | 1.19 ± 0.84 | -0.51 ± 1.02 |
| | | F | 77 | 154 | 7.71 ± 0.23 | 7.20 | 8.36 | 1.31 ± 0.80 | -0.77 ± 0.89 |
| Adolescence | 15 yrs. | M | 55 | 110 | 7.88 ± 0.24 | 7.44 | 8.53 | 1.31 ± 0.62 | -0.58 ± 1.21 |
| | —19 | F | 63 | 126 | 7.70 ± 0.19 | 7.18 | 8.14 | 1.26 ± 0.55 | -0.75 ± 0.92 |
| Adulthood | 20—29 | M | 64 | 128 | 7.79 ± 0.24 | 7.17 | 8.34 | 0.98 ± 0.56 | -0.20 ± 1.10 |
| | | F | 111 | 222 | 7.66 ± 0.21 | 7.14 | 8.21 | 1.02 ± 0.55 | -0.12 ± 1.12 |
| | 30—39 | M | 106 | 212 | 7.74 ± 0.26 | 6.98 | 8.32 | 0.94 ± 0.58 | -0.05 ± 1.21 |
| | | F | 117 | 234 | 7.66 ± 0.24 | 6.96 | 8.33 | 0.97 ± 0.53 | +0.22 ± 1.24 |
| | 40—49 | M | 125 | 250 | 7.70 ± 0.22 | 7.17 | 8.30 | 1.03 ± 0.57 | +0.05 ± 1.20 |
| | | F | 126 | 252 | 7.59 ± 0.23 | 6.99 | 8.32 | 1.12 ± 0.52 | -0.50 ± 1.19 |
| | 50—59 | M | 164 | 328 | 7.68 ± 0.21 | 7.11 | 8.28 | 0.97 ± 0.52 | +0.12 ± 1.15 |
| | | F | 59 | 118 | 7.57 ± 0.26 | 6.89 | 8.43 | 1.06 ± 0.55 | +0.21 ± 1.21 |
| | 60 yrs. | M | 75 | 150 | 7.65 ± 0.25 | 7.14 | 8.35 | 1.09 ± 0.58 | +0.60 ± 1.19 |
| | | F | 89 | 178 | 7.51 ± 0.22 | 7.02 | 8.03 | 0.85 ± 0.54 | +0.56 ± 1.24 |
| Total | M | 434 | 864 | 7.71 ± 0.24 | 6.98 | 8.35 | 1.00 ± 0.56 | +0.09 ± 1.18 | |
| | F | 502 | 1004 | 7.61 ± 0.22 | 6.89 | 8.43 | 1.01 ± 0.54 | +0.02 ± 1.20 | |

*D indicates diopters.
 Keratometry values are expressed in spherical equivalents, and ocular refraction is expressed as the least plus meridians.
 premature babies < mature babies **
 mature babies < old subjects **
 old subjects < young subjects *
 over 40 yrs of age < under twenties *
 over 40 yrs of age < males* (except for pre-school subjects)
 females < males* (except for pre-school subjects)
 level of significance
 **p < 0.05
 *p < 0.01

The Change of Corneal Curvature with Age

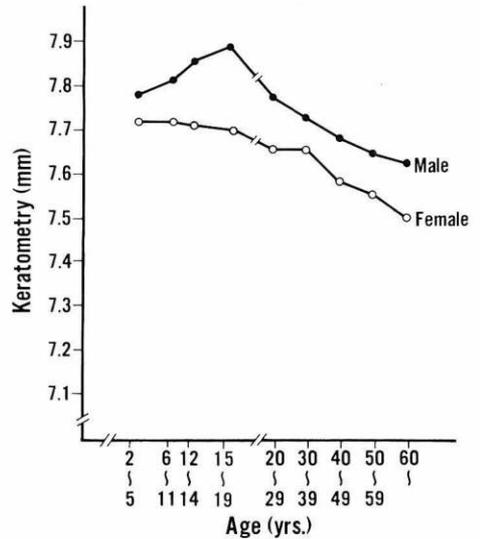


Fig. 1

7.79±0.18mm, 女7.72±0.30mmであった。6～11歳の学童期 (n=249) では, 男7.81±0.23mm, 女7.72±0.23mm, 12～14歳の思春期 (n=193) では男7.85±0.24mm, 女7.71±0.23mm, 15～19歳の青年期 (n=118) では, 男7.88±0.24mm, 女7.70±0.19mmであった。これらの4群の男女別の値を比較すると女性において有意差を認めなかったが, 男性において15～19歳の測定値が, 2～5歳の幼児期及び6～11歳の学童期の値に比べ有意に大きかった (t検定, p<0.05)。

成人期を20歳代 (n=175), 30歳代 (n=223), 40歳代 (n=251), 50歳代 (n=223), 60歳以上 (n=164) の5群に分け測定したところ, それぞれの平均角膜曲率半径は, 20歳代: 男7.79±0.24mm, 女7.66±0.22mm, 30歳代: 男7.74±0.26mm, 女7.66±0.22mm, 40歳代: 男7.70±0.22mm, 女7.59±0.23mm, 50歳代: 男7.68±0.21mm, 女7.57±0.26mm, 60歳以上: 男7.65±0.25mm, 女7.51±0.22mm, であった。

小児期, 青年期及び成人期の男女別の各年齢群の値を比較すると, 20歳代より, 徐々に角膜曲率半径が, 小さくなり40歳代以上では, 2歳から19歳までの年齢群の値に比べ有意に小さかった (t検定, p<0.05)。

男女別に同年齢群において比較すると, 男性の角膜曲率半径は女性に比べ約0.1mm大きく, 2～5歳の幼児期の年齢群を除いて, すべてに有意差を認めた (t検定, p<0.05)。

b) 年齢群別の角膜乱視軸 (Fig. 2)

角膜乱視度0.75D以上を有する症例を対象とし, 年齢群別に乱視軸を検討したところ, 10歳代以下に比べ30歳以上では直乱視が有意に減少し (x²検定, p<0.01), 倒乱視が有意に増加しており (x²検定, p<0.01), 50歳以上では男女ともに, 倒乱視を上まわっていた (Fig. 2)。

c) 水晶体屈折力 (Fig. 3)

既報の眼軸長¹⁷⁾¹⁸⁾を用いて, modified SRK formula¹²⁾で, 水晶体屈折力を計算したところ, 新生児 (生後2週); 約+36D, 乳児期 (生後12週); 約+32D, 幼児期 (2～5歳); 約+21D, 学童期 (6～9歳); 約+20D, 10～19歳; 約+19D, 20～59歳; 約+18D, 60歳以上; 約+17D という結果を得た。

2. Consecutdve study of corneal curvature (Table 2, Fig. 4)

15～19歳, 20～24歳及び25～29歳の3群に分け測定したところ, 15～19歳及び20～24歳の2群において, 有意に角膜曲率半径は増加していた (t検定, p<0.05)。

3. Comparative study of Corneal curvature (Table 3, Fig. 5)

20年前のコンタクトレンズ外来の初診時に測定した1944～46年生まれの17歳の角膜曲率半径は1967～69年生まれの17歳の値に比べ, 有意差を認めないものの小

Axis of Corneal Astigmatism in Childhood and Adulthood

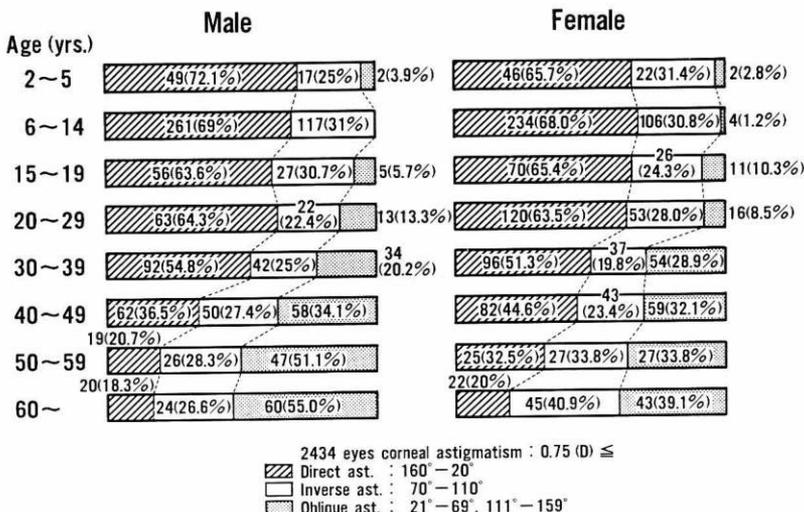


Fig. 2 角膜乱視軸を年齢群別に検討してみると, 30歳代より直乱視が減少, 倒乱視が増加し, 50歳以上では男女ともに倒乱視が直乱視を上まわっていた。

Development of Refractive Components

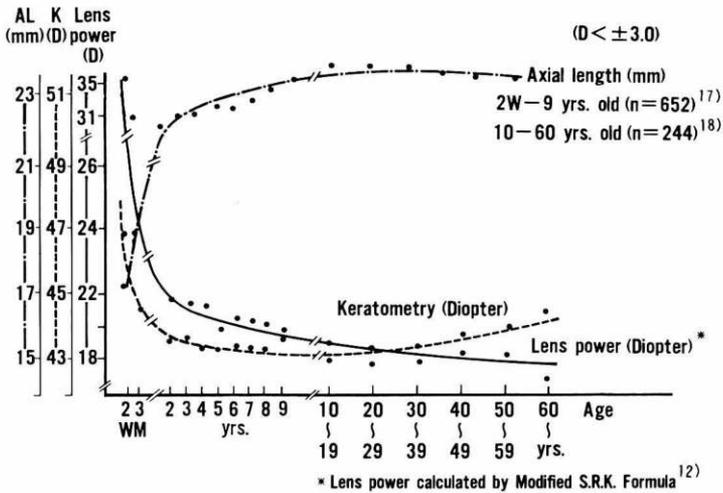


Fig. 3 既報の眼軸長及び、角膜曲率半径 (Table 1) を用いて水晶体屈折力を計算したところ、生後12週を過ぎても水晶体屈折力は急速に減少しており、2歳を過ぎると緩徐になり生涯を通じて減少傾向を認めた。

Table 2, Fig. 4 コンタクトレンズ外来で、20年以上経過観察できた15~29歳の対象を3群に分け、角膜曲率半径を測定したところ、15~19歳及び20~24歳の2群において有意に増大していた。

Table 2

Consecutive study of corneal curvature — During 20 years —

| Age at first exam. | No. of eyes | first exam. mean \pm SE (mm) | last exam. mean \pm SE (mm) |
|--------------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 15-19 yrs | 95 | 7.67 \pm 0.03 | 7.73 \pm 0.03* |
| 20-24 yrs | 107 | 7.68 \pm 0.02 | 7.74 \pm 0.02* |
| 25-29 yrs | 37 | 7.69 \pm 0.07 | 7.79 \pm 0.06 |

* level of significance P < 0.05

Keratometry performed with Keratometer (Bausch & Lomb)

Consecutive study of corneal curvature — During 20 years —

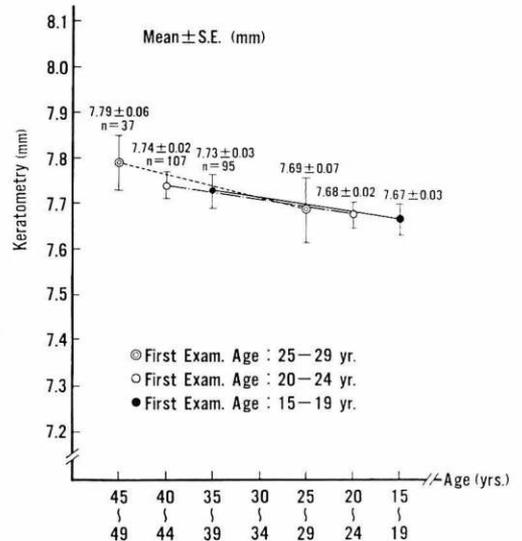


Fig. 4

さい傾向があった。

考 察

新生児の角膜曲率半径の測定は古くから工夫されているが、困難な点が多く、その成績が報告により相当ばらついている。又、どの時期に成人の域に達するかははっきりしていない。

Ehlersら⁶⁾は、Haag-Streit keratometerを用いて角膜曲率半径を測定し、未熟児：6.35mm、成熟児：7.11mmであり、2歳から4歳では7.73mmとなり、3歳頃までには成人の域に達していたと報告している。

YorkとMandell⁷⁾は、photokeratoscopeを用いて、生後7日より6歳までの38例の角膜曲率半径を測定し、生後1年間で角膜屈折力のほとんどが変化してし

Table 3, Fig. 5 出生年の約20年違う17歳の角膜曲率半径を比較してみると有意差は認めないものの、増大傾向を示していた。

Table 3
Comparative Study of Corneal Curvature
Age at observation ; 17 yrs. old

| Year of Births | No. of eye | mean±S.D.(mm) |
|----------------|------------|---------------|
| 1944-1946 | 106 | 7.64±0.22 |
| 1967-1969 | 102 | 7.70±0.28 |

level of significance 0.05<p
Keratometry performed with keratometer (Bausch & Lomb)

Comparative Study of Corneal Curvature
Age at observation ; 17 yrs. old

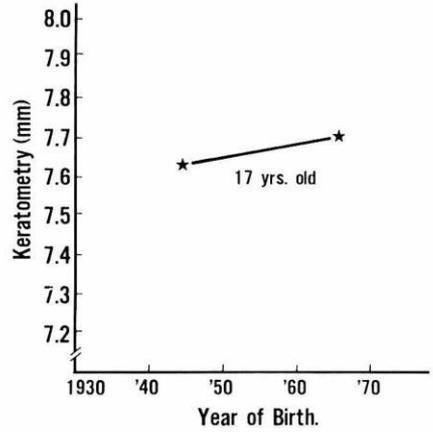


Fig. 5

The Changes of Corneal Curvature with Age

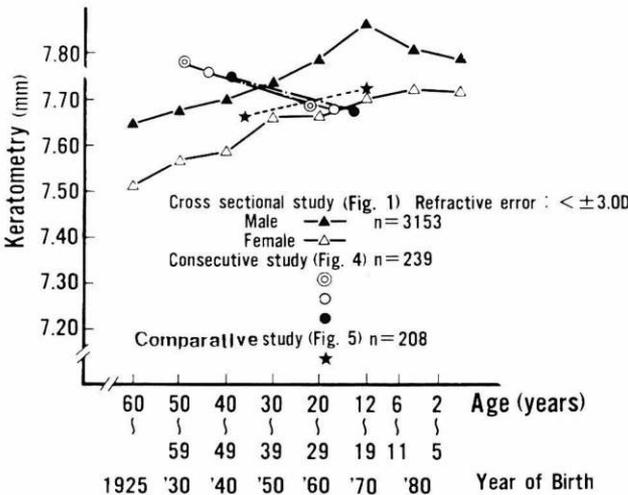
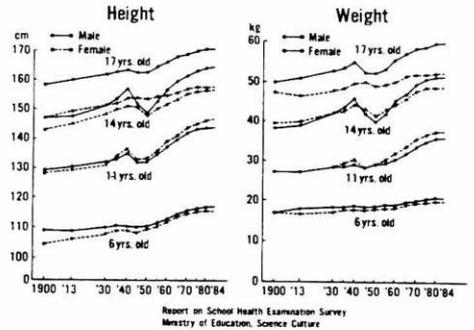


Fig. 6 角膜曲率半径の経年変化が、加齢による影響、あるいは世代の移り変わりによる体位の向上と同様の傾向かを知るために、出生年順に値を並び変えて検討したところ、加齢による変化としてより、身長及び体重などの世代の移り変わりによる体位に向上と同様の傾向と思われた。

Change in Height and Weight of Children at School Age
(Japan)



Report on School Health Examination Survey
Ministry of Education, Science Culture

まうと結論している。

本邦では、山本ら⁹⁾は、未熟児及び成熟児に対してハードコンタクトレンズを用いてそのペースカーブから推定しており、それぞれ、6.65mm, 7.02mmであったとしている。2歳以降の測定は Bausch & Lomb の keratometer を用いており、2歳で7.8mmであったと

報告している。秋葉ら⁹⁾は Zeiss ophthalmometer を用いて測定し、1歳以下でばらつきがあるものの既に7.82mmあったと報告している。

我々の測定では、生後2週目の未熟児の角膜曲率半径は6.81mm、生後2週目の成熟児の角膜曲率半径は7.17mmであった²¹⁾。

経時的な角膜曲率半径の測定を8症例16眼(平均在胎週数 $36.9 \pm 0.3w$, 平均出生体重 $2,361 \pm 495g$)に施行した所, 生後2週($6.89 \pm 0.31mm$)から生後4週($7.35 \pm 0.33mm$)の間に急速に変化し, 生後8週($7.57 \pm 0.32mm$)を過ぎると変化が緩徐になり, 生後12週で小児期の域に達していた($7.66 \pm 0.29mm$)²¹⁾. 新生児の角膜曲率半径は, 測定時期, 測定方法, 検査対象により相当差がでるものと思われるが, 我々の測定結果は測定方法の特殊性からかなり正確な値と思われる.

Larsen¹⁵⁾は眼軸長の成長は, 生後より1歳半までの時期, 2歳より5歳までの slower infantile phase, 6歳より13歳までのさらに緩徐や slow juvenile phase の3つの時期に分けられると述べている.

安部ら¹⁶⁾は, 日本人における眼軸長でも若干欧米人に比べ長いものの, 同様の結果を得ており, 立神ら¹⁷⁾の報告を見ても5歳でも眼軸長は完成されていない様である.

既報の眼軸長¹⁷⁾¹⁸⁾を用いて水晶体屈折力を計算し, その成長曲線をみてみると生後12週を過ぎても, 水晶体屈折力は急速に減少しており, 2歳を過ぎると非常に緩徐になり生涯を通じて減少傾向を認めた. 経時的観察のできた8例16眼が一般人口の角膜の成長を反映しているならば, 生後12w以降では角膜曲率半径の増加が, 屈折状態のバランスを保つためにほとんど眼軸長の代償をしておらず, 水晶体が主に代償している様に思われた (Fig. 3).

西洋人において Sorsby ら¹⁹⁾は, Haag-Streit keratometer で3歳~14歳の小児1,311人の角膜屈折力を年齢別, 男女別に測定し, 7.70mm から7.94mmの域にあったと報告している. Sorsby らのデータと我々のデータを比較すると, 日本人の小児の角膜曲率半径は西洋人の小児の角膜曲率半径より有意に小さかった (t 検定 $p < 0.05$).

幼児期, 学童期及び思春期における角膜曲率半径には有意差を認めず, この間の大きな変化はないものと判断できた. しかしながら, 高年層(40歳以上)は若年層(2歳~19歳)に比べ有意に角膜半径は小さくなっていた. 同様の変化は他の国々においても認められている¹¹⁾. また, 年齢とともに倒乱視の割合が増加しており, 角膜曲率半径の減少傾向は垂直方向に比べ水平方向により顕著であると思われた.

コンタクトレンズ外来で20年以上経過観察している対象の角膜曲率半径は逆に, 少し大きくなっており,

コンタクトレンズによる影響を考えても少くとも, 減少はしていない様であった. また, 角膜曲率半径の変化と身長及び体重などの体位と比較するために, 成長がほとんど止まる春年後期である年齢17歳を Comparative Study の対象とした. 20年前にコンタクト外来で測定した1944~46年生まれの17歳の角膜曲率半径は, 1967~68年生まれの17歳の値に比べ, 小さい傾向があり, 身長や体重と同様の傾向が認められる様であった.

角膜曲率半径の青年期(15~19歳)以降の減少傾向は加齢による変化としてより, 身長及び体重などの世代の移り変わりによる体位の向上と同様の傾向と思われた (Fig. 6).

まとめ

1. 新生児の角膜曲率半径は, 生後4週までに急速に増加し, 生後8週を過ぎると緩徐になり, 生後12週では小児期の域に達しているものもあった.
2. 男女別に同年齢群の値を比較すると, 男性の角膜曲率半径は女性に比べ約0.1mm大きかった.
3. 年齢とともに倒乱視の割合が増加し, 50歳以上では男女ともに直乱視の割合をうわまわった.
4. 水晶体屈折力は, 生後12週をすぎても急速に減少しており, 2歳を過ぎると非常にゆっくり減少していた.
5. 角膜曲率半径の青年期(15~19歳)以降の減少傾向は, 加齢による変化としてより, 身長及び体重などの世代の移り変わりによる体位の向上と同様の傾向と思われた.

稿を終えるに当たり, 順天堂大学眼科学教室中島 章教授ならびに田中 稔助教授の御指導, 御校閲に深甚なる謝意を表します.

終始ご助言を下された加藤和男講師, 並びにオートケラトメーターの改修に御協力を頂いた曲谷久雄講師, 平野東講師に深謝致します. 又, 統計処理に御協力いただいた佐久間敦之先生, 村上 晶先生に感謝致します.

文献

- 1) 木村 健, 中島 章, 紺山和一: 同一学童に於ける眼屈折要素の推移. 日眼 68(10): 1254—1268, 1964.
- 2) 中島 章, 木村 健, 山崎守成, 林知己夫: 眼屈折要素の成長による変化の動態と近視進行の予測について. 日眼 73(7): 898—907, 1969.
- 3) 中島 章: Phacommetry に就いて. 日眼 59(7): 783—790, 1955.

- 4) 中島 章, 中川治平: スリットランプ装置による水晶体曲率等の測定の一方法. 臨眼, 20(6): 919—923, 1966.
- 5) Nakajima A, Kimura T, Yamazaki M: Application of ultrasound in biometry of the eye. *Ultrasonics in Ophthalmology, Diagnostic and Therapeutic Applications*. WB Saunders, 124—139, 1967.
- 6) Ehlers N, Sor ensen T, Bramsen T, Poulsen EH: Central corneal thickness in newborns and children. *Act Ophthalmol* 54(3): 285—290, 1976.
- 7) York MA, Mandell RB: A new calibration system for photokeratoscopy. Part 2: Corneal contour measurements. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 46(11): 818—825, 1969.
- 8) 山本 節, 文 順永, 奥田斗志: 小児の角膜曲率半径. 第1報. *日本コ・レ誌* 23: 89—92, 1981.
- 9) 秋葉真理: 乳幼児の眼屈折度に関する研究. *日眼* 73(3): 363—370, 1969.
- 10) Sorsby A, Benjamin B, Sheridan M: Refraction and its components during the growth of the eye from the age of three. *Med Res Council Special Report Series* 301: 1—65, 1961.
- 11) Leighton DA, Tomlison A: Changes in axial length and other dimensions of the eyeball with increasing age. *Acta Ophthal* 50(6): 815—826, 1972.
- 12) Gordon RA, Donzis PB: Refractive development of the human eye. *Arch Ophthalmol* 103(6): 785—789, 1985.
- 13) 中島 章, 西 咲子, 天野清範, 上杉妙子, 和賀井敏夫: 超音波による眼軸長測定に就いて. *臨眼* 14(11): 1594—1599, 1960.
- 14) Nakajima A, Kimura T: Ultrasonography and phacometry in study of refractive elements of the eye. *Ultrasonics in Ophthalmology (Karger)* 226—231, 1967.
- 15) Larsen JS: The sagittal growth of the eye. IV; Ultrasonic measurement of the axial length of the eye from birth to puberty. *Acta Ophthal* 49: 873—866, 1971.
- 16) 安部修助: 日本人の眼軸長の成長について. 第2報. 小児の眼軸長の成長について. *日眼* 83(9): 214—226, 1979.
- 17) 立神英宣, 文 順永, 山本 節: 小児の眼軸長について. *眼紀* 31: 574—578, 1980.
- 18) 河越睦郎: 眼科超音波計測に関する研究. 第1報. 正常人眼の眼軸長計測成績. *日眼* 77(8): 743—752, 1973.
- 19) Nakada S, Tanaka M, Nakajima A: Comparison of automated and conventional keratometers. *Am J Ophthalmol* 97(6): 776—778, 1984.
- 20) Inagaki Y, Tanaka M, Hirano A, Magatani H, Kato K, Nakajima A: Rearranged automated keratometer for newborn infants and patients in supine position. *Am J Ophthalmol* 99(6): 664—666, 1985.
- 21) Inagaki Y: The rapid change of corneal curvature in the neonatal period and infancy. *Arch Ophthalmol* 104(7): 1026—1027, 1986.
- 22) 国民衛生の動向. 32(9): 320, 1985.