

近視眼の角膜曲率半径

山口 洋, 小針 香, 塩谷 浩, 梶田 雅義, 加藤桂一郎

福島県立医科大学眼科学教室

要 約

近視眼を全屈折度毎に分類し角膜曲率半径を測定し、近視度と角膜曲率半径の間にどのような関係があるのかについて、成長過程にある10代と近視の進行がほぼ停止すると考えられている20代の2群において検討した。角膜中央部の曲率半径は、直径約3.0 mmの部で測定された両主経線から求めた調和平均の値とした。また角膜周辺部の曲率半径については、角膜中央から直径約4.5 mmの部と直径約6.5 mmの部の上側・下側・耳側・鼻側の各点について検討した。-1 D から -6 D までの近視群の比較では、角膜中央部の値は近視度で差はなく、ほぼ等しい値を呈した。角膜周辺部の値も近視度では差はなかった。また各部位の比較では、いずれの方向も周辺に向かうにつれて曲率半径は大きくなり、垂直方向では上側が、水平方向では鼻側がより大きい値を呈した。以上から中等度までの近視においては、全屈折度の差をもたらす原因として、角膜屈折力の占める役割は小さいものと思われた。(日眼会誌 97: 868-872, 1993)

キーワード: 角膜曲率半径, 近視度, 調和平均, 周辺部曲率半径

Corneal Curvature of Myopia

Hiroshi Yamaguchi, Kaori Kobari, Hiroshi Shioya,
Masayoshi Kajita and Keiichiro Kato

Department of Ophthalmology, Fukushima Medical College

Abstract

We classified myopia by total refractive error, measured the corneal curvature, and analyzed the relationship between the diopter value and corneal curvature in growing teen-agers and in adults in their twenties, whose myopic progress is presumed to have stopped. We adopted as the harmonic average the central 3.0 mm of the cornea. We also examined peripheral corneal curvature in upper side, lower side, temporal side and nasal side at about 4.5 mm and 6.5 mm diameter from the center. There was very little difference in the harmonic average of corneal curvature from -1D to -6D. Similarly, there was very little difference in the peripheral corneal curvature. The corneal curvature was larger from central to periphery in all directions. The upper side was larger than lower side and the nasal side was larger than the temporal side. We concluded that the refractive power did not depend on the corneal refractive power in mild to moderate myopic patients. (J Jpn Ophthalmol Soc 97: 868-872, 1993)

Key words: Corneal curvature, Diopter of myopic status, Harmonic average of corneal curvature, Peripheral corneal curvature

別刷請求先: 960-12 福島市光ヶ丘1番地 福島県立医科大学眼科学教室 山口 洋
(平成4年9月28日受付, 平成5年2月16日改訂受理)

Reprint requests to: Hiroshi Yamaguchi, M.D. Department of Ophthalmology, Fukushima Medical College,
1-Hikarigaoka, Fukushima 960-12 Japan

(Received September 28, 1992 and accepted in revised form February 16, 1993)

I 緒 言

近視をもたらす要因として、角膜屈折力（角膜曲率半径）や水晶体屈折力による屈折性のものと、眼軸長による軸性のものが知られている¹⁾。弱度から中等度までの近視においては、近視度によらず角膜曲率半径はほぼ等しい値を呈し、また角膜の周辺部の曲率半径は、周辺に向かうにつれて曲率半径は大きくなり、部位では垂直方向では上側と下側で差はなく、水平方向では鼻側が耳側よりも大きいといわれているが、屈折度毎の詳細な検討は少ない^{2)~5)}。

今回我々は近視眼を全屈折度毎に分類し、成長過程にある10代と、近視の進行がほぼ停止すると思われる20代それぞれに関して、中央部ならびに周辺部の角膜曲率半径が近視度の違いでどのような傾向にあるのかを比較検討した。

II 対象と方法

屈折異常以外に眼疾患を有せず、矯正視力が1.0以上で、他覚的屈折検査(NIDEK 社製 AR-1100)で乱視度が0.5 diopter (D) 以下であり、コンタクトレンズの装用経験がない10代(13から19歳)と20代(23から29歳)の者を対象とした。

対象を表1のごとく全屈折度により6群に分け⁶⁾、各群から30眼ずつ計180眼を無作為に抽出した。同一症例からは1眼のみを採用した。測定はオートケラトメーター(NIDEK 社製 KM-800)を用いて、角膜中央部と角膜周辺部の曲率半径を求めた。角膜中央部の直径約3.0 mm部の平均値は、角膜の球面性を考慮した調和平均を両主経線から求めた⁷⁾。周辺部は角膜の中心から直径約4.5 mmと直径約6.5 mm部の上・下・耳・鼻側の計8か所を測定した。以上の結果を10代、20代それぞれについて屈折度毎に比較検討した。また、各測定部位ごとの比較検討も行った。統計学的分析には、t検定を用いた。

表1 全屈折度の分類

-1 D	-1.00 Dから-1.75 Dまで
-2 D	-2.00 Dから-2.75 Dまで
-3 D	-3.00 Dから-3.75 Dまで
-4 D	-4.00 Dから-4.75 Dまで
-5 D	-5.00 Dから-5.75 Dまで
-6 D	-6.00 Dから-6.75 Dまで

III 結 果

1. 調和平均の値

表2に示したごとく、10代、20代ともに全屈折度の違いによる角膜曲率半径の調和平均の値には有意な差はなく、ほぼ等しい値を呈していた。また、いずれの群も10代が20代よりも大きい値を示す傾向にあった。

表2 調和平均

	(mm)	
近視度	10 代	20 代
-1 D	7.81±0.19	7.73±0.27
-2 D	7.82±0.22	7.71±0.23
-3 D	7.81±0.26	7.71±0.22
-4 D	7.80±0.20	7.76±0.28
-5 D	7.78±0.21	7.74±0.17
-6 D	7.83±0.24	7.72±0.15
全平均	7.81±0.23	7.73±0.23

(平均値±標準偏差)

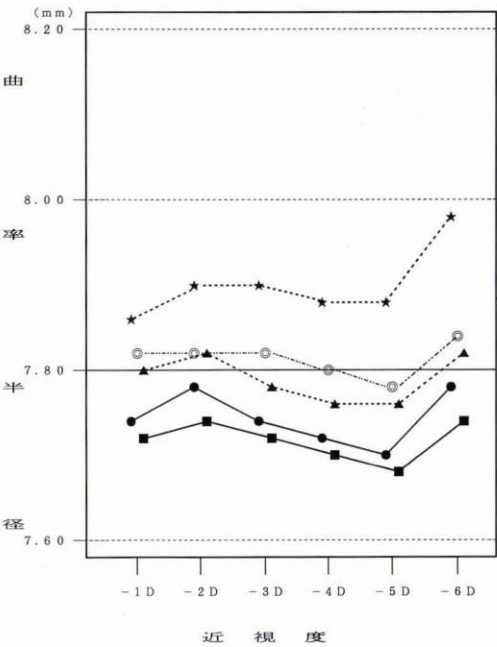


図1 10代の垂直方向における近視度と角膜曲率半径との関係。

★：上側約6.5 mmの部、▲：下側約6.5 mmの部、●：上側約4.5 mmの部、■：下側約4.5 mmの部、◎：調和平均の値

2. 周辺部の曲率半径

10代, 20代ともに, いずれの部位においても屈折度

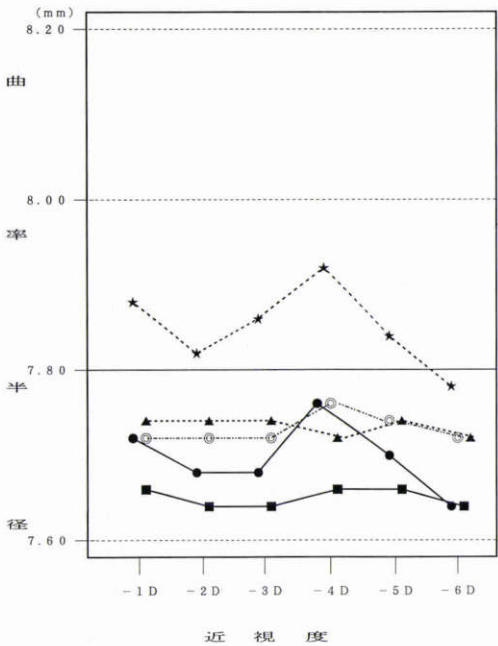


図2 20代の垂直方向における近視度と角膜曲率半径との関係.

★: 上側約6.5mmの部, ▲: 下側約6.5mmの部, ●: 上側約4.5mmの部, ■: 下側約4.5mmの部, ◎: 調和平均の値

の差による角膜曲率半径の値への影響はみられなかった. 次に各測定部位の相互比較を行うと, 垂直方向においては, 上下側とも直径約6.5mmの方が直径約4.5mm部よりも大きく, 同一径の上下比較では上側が下側に比して大であり, 特に直径約6.5mm部にその傾向が強い結果が得られた(図1, 2・表3, 4).

一方, 水平方向においても同様な傾向がみられ, 鼻側が耳側に比して大きく, かつ直径約6.5mmの部位においてその傾向が強い結果が得られた(図3, 4・表5, 6).

10代, 20代における各屈折度, 計測部位の角膜曲率半径を比較すると, 10代が20代に比べ大きい値を示す傾向がみられた.

IV 考 按

角膜の中央部における曲率半径を論じる場合, 弱主経線や水平経線の値をその眼の代表値として用いたり, 両主経線の算術平均を用いたりする報告例が認められる⁸⁾⁹⁾. しかし, 角膜屈折力の平均を求める場合は算術平均でよいが, 角膜の球面性を考慮すると平均曲率半径を論じるには, 調和平均での検討が必要であると考えられる⁷⁾. 強・弱主経線の角膜曲率半径を $R\alpha$, $R\beta$ とすると, 調和平均とは直交する両主経線から45度の部位における曲率半径であり, 次式で示される.

$$\frac{1}{R\theta} = \frac{\sin^2 \theta}{R\alpha} + \frac{\cos^2 \theta}{R\beta} \quad (\theta = 45 \text{ 度})$$

表3 角膜曲率半径(垂直方向) 10代

		(mm)					
近視度		-1 D群	-2 D群	-3 D群	-4 D群	-5 D群	-6 D群
上	直径 6.5	7.87±0.24	7.91±0.31	7.90±0.31	7.89±0.22	7.88±0.25	7.98±0.23
側	直径 4.5	7.75±0.20	7.78±0.28	7.75±0.29	7.73±0.20	7.70±0.22	7.79±0.25
下	直径 4.5	7.72±0.20	7.75±0.25	7.72±0.25	7.70±0.20	7.68±0.22	7.74±0.25
側	直径 6.5	7.81±0.20	7.83±0.28	7.78±0.25	7.77±0.21	7.77±0.24	7.82±0.27

(平均値±標準偏差)

表4 角膜曲率半径(垂直方向) 20代

		(mm)					
近視度		-1 D群	-2 D群	-3 D群	-4 D群	-5 D群	-6 D群
上	直径 6.5	7.88±0.28	7.82±0.30	7.86±0.38	7.92±0.31	7.85±0.23	7.79±0.24
側	直径 4.5	7.73±0.26	7.68±0.24	7.68±0.25	7.76±0.35	7.71±0.20	7.64±0.22
下	直径 4.5	7.66±0.29	7.64±0.24	7.64±0.24	7.67±0.31	7.66±0.19	7.65±0.19
側	直径 6.5	7.74±0.32	7.74±0.24	7.74±0.24	7.73±0.32	7.74±0.21	7.73±0.20

(平均値±標準偏差)

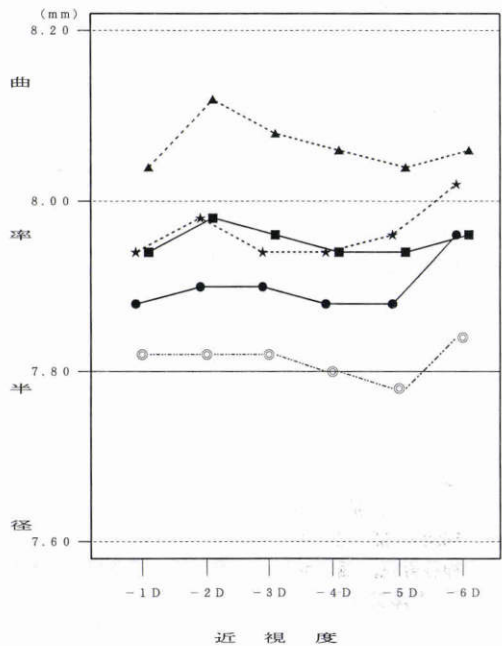


図 3 10 代の水平方向における近視度と角膜曲率半径との関係。
★：耳側約 6.5 mm の部，▲：鼻側約 6.5 mm の部，●：耳側約 4.5 mm の部，■：鼻側約 4.5 mm の部，◎：調和平均の値

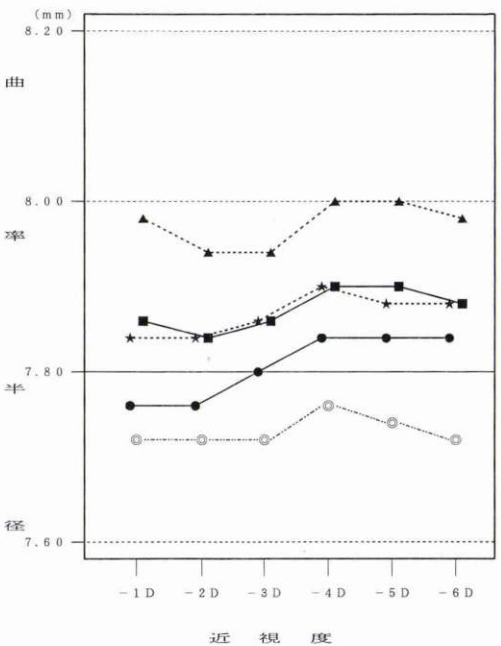


図 4 20 代の水平方向における近視度と角膜曲率半径との関係。
★：耳側約 6.5 mm の部，▲：鼻側約 6.5 mm の部，●：耳側約 4.5 mm の部，■：鼻側約 4.5 mm の部，◎：調和平均の値

表 5 角膜曲率半径（水平方向） 10 代

近視度	(mm)			
	耳 側		鼻 側	
	直径 6.5	直径 4.5	直径 4.5	直径 6.5
-1 D 群	7.95±0.23	7.88±0.21	7.94±0.20	8.05±0.22
-2 D 群	7.98±0.23	7.91±0.22	7.98±0.21	8.13±0.24
-3 D 群	7.95±0.26	7.91±0.26	7.97±0.25	8.09±0.29
-4 D 群	7.94±0.22	7.88±0.22	7.94±0.21	8.07±0.22
-5 D 群	7.97±0.23	7.89±0.22	7.95±0.21	8.05±0.22
-6 D 群	8.02±0.24	7.96±0.23	8.02±0.24	8.07±0.25

(平均値±標準偏差)

表 6 角膜曲率半径（水平方向） 20 代

近視度	(mm)			
	耳 側		鼻 側	
	直径 6.5	直径 4.5	直径 4.5	直径 6.5
-1 D 群	7.85±0.30	7.79±0.29	7.87±0.29	7.97±0.30
-2 D 群	7.85±0.24	7.79±0.25	7.84±0.23	7.95±0.26
-3 D 群	7.87±0.29	7.80±0.25	7.86±0.20	7.94±0.21
-4 D 群	7.91±0.30	7.84±0.29	7.91±0.30	8.01±0.30
-5 D 群	7.91±0.17	7.85±0.15	7.89±0.17	8.00±0.17
-6 D 群	7.89±0.17	7.84±0.16	7.89±0.16	7.99±0.17

(平均値±標準偏差)

ゆえに

$$R_{\alpha\beta} = 2 \cdot R_{\alpha} \cdot R_{\beta} / (R_{\alpha} + R_{\beta})$$

………が求める調和平均の値となる。

今回我々は角膜中央部については、この調和平均を個々の眼の角膜曲率半径の代表値として用いた。

調和平均と近視度の関係は、表 2 のごとく各群ではほぼ等しい値を呈した。一般に近視度が -10 D を越えるまでは、近視度によらず角膜曲率半径には差がないと

いわれており、今回も同様の結果であった²⁾³⁾。またいずれの近視度群でも、10 代の方が 20 代よりも大きい値にあったが、これは加齢による変化ではなく、年代の違いによる体格の向上に基づく差ではないかと思われる⁸⁾⁹⁾。

角膜の曲率半径は周辺に向かうにつれて、全方向で大きくなる傾向にあり、垂直方向では上側が、水平方向では鼻側が大きくなっていた。角膜周辺部の曲率半

径に関する報告は少ないが、水平方向の曲率半径は長谷川ら^{2)~4)}や、西⁵⁾の報告と同様であった。しかし垂直方向では、長谷川ら^{2)~4)}は上・下でほとんど差がないと述べているが、今回の我々の結果では、上・下で明らかに違いが認められた。長谷川ら^{2)~4)}は水平方向における曲率半径の違いは、角膜中央の球面領域の中心が角膜の解剖学的な中心に存在しないこと、角膜中央部の球面領域が耳側が鼻側より広がっていることを理由として挙げている⁴⁾。

同様に長谷川ら^{2)~4)}は角膜中央の球面領域は下側が上側よりも広いと述べている。それゆえ、上・下側でほとんど差がないという結論は考えにくく、我々の結果のように上側の方が大きいという結果は妥当なのではないかと思われる。つまり近視眼では、角膜が視軸に対して非対称性であるため、各測定部位で異なる曲率半径をとっているものと類推される。

今回得られた結果から、角膜曲率半径の調和平均に差は認められなかったことから、屈折要素としての角膜を考えたとき、少なくとも軽度から中等度までの近視においては、近視度の差を生じさせる要因として角膜屈折力の果たす役割は小さいものと思われる。

また、角膜の周辺部の部位毎の曲率半径も近視度との相関はなく、各方向とも角膜中央から周辺に向かうに従い大きくなり、垂直方向も水平方向も非対称性であった。周辺部が屈折要素として、どのような役割を持っているかは不明であるが、調和平均と同様に近視

度の差をもたらすものではないものと考えられる。

文 献

- 1) 山地良一：屈折異常総論。新臨床眼科全書 3A。金原出版、東京、71—88、1989。
- 2) 長谷川滋，増田憲子，寺尾直道，稲富昭太：フォトケラトグラムよりの角膜形状—1—角膜形状，主に中心部と周辺部の比較検討一。日コ・レ誌 23：208—214、1981。
- 3) 長谷川滋，増田憲子，寺尾直道，稲富昭太：フォトケラトグラムよりの角膜形状—2—中央球面領域の観察一。日コ・レ誌 24：224—227、1982。
- 4) 長谷川滋，増田憲子，寺尾直道，稲富昭太：フォトケラトグラムよりの角膜形状—3—視軸と角膜頂点と角膜の地理的中心について。近視眼一。日コ・レ誌 24：228—232、1982。
- 5) 西 咲子：フォトケラトスコープの検討と角膜曲率の部位別分布の正常値について。臨眼 14：1600—1635、1960。
- 6) 神谷貞義，西信元嗣，魚里 博，浅井輝夫，野村健，斎藤美智子，他：新しい視点からみた学校近視の解析—その3。眼屈折度の級間のとりかたによる分布の相違，ならびにデータ整理の規格化について。眼紀 36：1720—1725、1985。
- 7) 保坂明郎，関根高子，大縄早苗：角膜前面曲率とコンタクトレンズベースカーブとの関係。臨眼 21：891—894、1967。
- 8) 稲垣有司：角膜曲率半径の経年変化。日眼会誌 91：132—139、1987。
- 9) 廣辻逸郎：日本人の角膜曲率半径について—20年前との比較一。日コ・レ誌 32：276—280、1990。