

乳幼児の視力発達と屈折変化の関係

佐藤 美保, 粟屋 忍, 鈴木 祐子, 矢ヶ崎悌司, 伊藤由美子

名古屋大学医学部眼科学教室

要 約

生後3か月以上3歳以下の正常乳幼児219名について、Teller acuity cardsによる視力検査と赤外線ビデオレフラクター(PR1000®)による屈折検査を行い両者の関係について検討した。17名については視力および屈折変化を経時的に測定した。3～6か月児の視力検査成功率は11～14か月児, 23～36か月児に比べ良好であった。視力は生後12か月までは発達が緩やかで、その後急速に発達した。8か月以下の乳幼児には1D以上の乱視を持つものが多くそのほとんどが直乱視で、月齢とともに乱視の頻度は減少し、17か月以上ではほとんどが1D以内の乱視になっていた。生後3～4か月児で視力と屈折値の関係を検討したが、乱視群は乱視のない群に比べて、視力の低下を示さなかった。視力の発達が12か月前後で緩やかなのは、この時期の検査に対する心理的拒絶反応と思われた。(日眼会誌 97:861-867, 1993)

キーワード: Acuity card, 視力, 屈折検査, 乱視, 乳幼児

The Relationship Between the Developmental Change in Visual Acuity Measurements and Change of Refractive Error in Young Infants

Miho Sato, Shinobu Awaya, Yuko Suzuki,

Teiji Yagasaki and Yumiko Ito

Department of Ophthalmology, Nagoya University School of Medicine

Abstract

219 normal infants aged 3 to 36 months were tested to investigate the relationship between the development of visual acuity and the change of refractive error. 17 infants were tested over a period of time. Visual acuity was assessed by Teller Acuity Cards (TAC), and refractive error was measured by an infrared video refractor (PR1000®) without cycloplegics. The results were as follows. 1) The success rate of both tests in 3 to 6 month-old infants was higher than in infants aged 11 to 14 months and 23 to 36 months. 2) Visual acuity showed a rather slow development in infants aged 3 to 12 months. 3) With-the-rule astigmatism of 1 diopter (D) or more occurred with a high incidence in the 3 to 8 month old infants, and decreased with age. 4) The visual acuity in the infants with astigmatism was no different than in those without it. 5) The slow developmental curve of visual acuity measured in 3 to 12-month old infants was probably the result of psychological aversion to the TAC. (J Jpn Ophthalmol Soc 97: 861-867, 1993)

Key words: Acuity cards, Visual acuity, Refractive measurement, Astigmatism, Infants

別刷請求先: 466 名古屋市昭和区鶴舞町 65 名古屋大学医学部眼科学教室 佐藤 美保

(平成4年10月19日受付, 平成5年3月9日改訂受理)

Reprint requests to: Miho Sato, M.D. Department of Ophthalmology, Nagoya University School of Medicine, 65 Tsuruma-cho, Showa-ku, Nagoya 466, Japan

(Received October 19, 1992 and accepted in revised form March 9, 1993)

I 緒 言

乳幼児の視力検査には、従来から行われていた preferential looking 法 (PL 法) をさらに簡便にし、明室で行うことのできる Teller acuity cards (TAC: 二窓式オリジナル型) が最近では広く普及している。この方法によると、低月齢児では従来の PL 法より良好な視力値を得ることができるが、PL 法と同様に、1 から 2 歳の間の視力の発達は緩やかである¹¹⁻⁶⁾。一方、乳幼児の屈折については、被験者の協力が得られないことや調節力の関与のために、従来は正確な測定は大変困難であったが、最近ではフォトレフラクション法を用いることにより、乳幼児の屈折状態が多くの施設から報告されるようになった。その結果、生後 1 年以下の乳児期には急速に屈折が変化していることが明らかになってきた⁷⁾⁻¹³⁾。我々は乳幼児の視力が 1 歳前後で発達が滞ることに着目し、屈折値の変化が裸眼視力を低下させる原因となっているか否かを検討するために、同時に屈折と視力を測定した。

II 実験方法

検査はできる限り予約制とし、小児眼科を専門とする 2 名の医師が担当した。眼位検査、屈折検査、視力検査の順に行い、さらに細隙灯検査および眼底検査を行った。視力検査は TAC を用い、両眼視力と片眼視力検査を行った。屈折検査には赤外線ビデオレフラクター (PR 1000[®]) を用いた。この装置の精度については、これまでに報告されているように調節麻痺下では検影法と良い相関を示すが、調節麻痺剤を使用しないと調節が介入し、軽度近視側に測定される¹⁴⁾。しかし、今回は 36 cm の近距離で測定される裸眼視力との関係を検討することが目的であるので、屈折検査には調節麻痺剤を使用しなかった。得られた垂直経線と水平経線の屈折値の差を乱視度数とし、垂直経線により強い屈折値を示すものを直乱視、水平経線により強い屈折値を示すものを倒乱視とした。本装置では乱視軸を測定することができないため斜乱視は考慮に入れなかった。PR 1000[®] による屈折検査のできなかった症例には、サイクロペントレートによる調節麻痺下での検影法を行った。以上の結果、顕性斜視や器質的眼疾患を持つものおよび、-4.0 D 以上の近視、+5.0 D 以上の遠視の者を除き、在胎週数 38 週以上で出生した生後 3 か月以上 3 歳以下の乳幼児 219 名を対象とした。

III 結 果

1. 検査成功率

月齢別被験者数と検査成功率を表 1 に示す。TAC は両眼開放と片眼ずつ検査ができたものを区別して検討しているが、全体での成功率は両眼視力検査が 94.1%、片眼視力検査の成功率が 87.2% であった。月齢別にみると 4 か月から 10 か月の成功率が高く、12 か月から 14 か月、および 36 か月で成功率が平均を下回っていた。屈折測定は両眼とも測定値が得られたものを成功とした。検査の成功率は 4 か月から 8 か月では高く、10 か月から 16 か月で平均を下回っていた。

2. 月齢別視力

片眼の月齢別平均視力値を図 1 に示す。片眼視力は 4 か月児が 6 か月児を上回り、12 から 14 か月児で低下している。その後は 18 か月、20 か月でわずかに低下するが、3 歳ではほぼ 1.0 に達している。

3. 月齢別屈折値

水平方向と垂直方向の屈折値の平均を図 2 に示す。低月齢児ほど、より近視側に測定されている。生後 8 か月までは垂直経線と水平経線の屈折値に差があるが、10 か月以上で各経線方向の屈折値の差は著しく減少している。すなわち、低月齢児ほど強い近視性直乱視を示し、月齢が上がるとともに乱視が減少していることを示している。

4. 乱視の頻度

乱視を示すものの割合を月齢別に図 3 に示す。4 か

表 1 被験者数と検査成功率

月齢 (月)	被験者数 (人)	Teller Acuity Cards		PR 1,000 [®] (%)
		両眼(%)	片眼(%)	
~ 4	53	51(96.2)	51(96.2)	46(86.8)
~ 6	43	43(100.0)	41(95.3)	37(86.0)
~ 8	17	16(94.1)	16(94.1)	14(82.4)
~10	19	18(94.7)	18(94.7)	15(77.8)
~12	18	15(83.3)	14(77.8)	14(77.8)
~14	9	8(88.9)	7(77.8)	5(55.6)
~16	6	6(100.0)	6(100.0)	5(83.3)
~18	12	12(100.0)	9(75.0)	9(75.0)
~20	10	9(90.0)	7(70.0)	6(60.0)
~22	4	4(100.0)	4(100.0)	4(100.0)
~24	14	14(100.0)	11(78.6)	11(78.6)
~30	6	5(83.3)	3(50.0)	5(83.3)
~36	8	5(62.5)	4(50.0)	6(75.0)
総数	219	206(94.1)	191(87.2)	177(80.8)

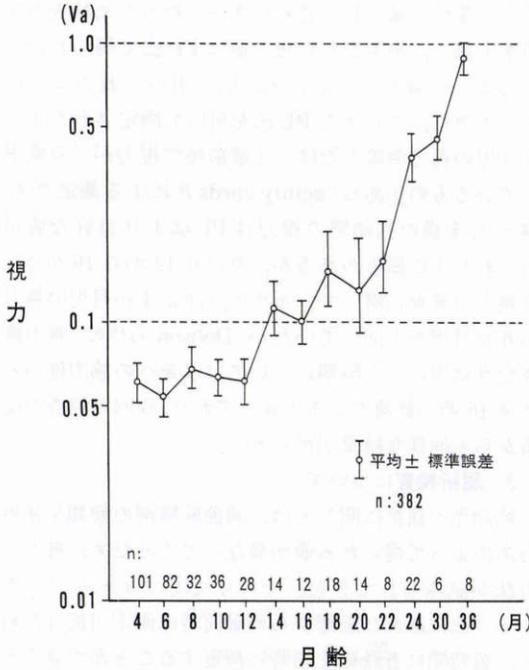


図 1 月齢別視力 (191 名, 382 眼).

Teller acuity cards により片眼ずつ測定した月齢別平均視力を示す。

月児では 2 D 以上の直乱視を示すものが 31.5%, 1 D 以上のものまで含めると 57.7% に達していた。しかし、倒乱視を示すものは何れの月齢でも 10% 以下であった。直乱視を持つ症例の割合は月齢毎に減少し、18 か月以上ではほとんどの症例が 1 D 以内の乱視になっていた。

5. 屈折値と視力の関係

生後 3 から 4 か月児のうち、同時に視力および屈折検査のできた症例 46 名 92 眼の視力と屈折値の関係を図 4 に示す。水平経線屈折値、垂直経線屈折値、球面等価度数のそれぞれにつき ±2 D を境に 3 群に分け、さらに乱視 (一) 群、2 D 以上の直乱視群と倒乱視群に分けて、各群間に視力の差があるか否かを Mann-Whitney のノンパラメトリック法を用い、データ数の多い群に関しては統計量 U 値を標準化して検討した。水平経線に -2 D 以上の強い屈折力を持つ 4 眼では、5% 以下の危険率で視力の低下がみられた。しかし、症例数が少ないことや調節が介入しているため、この屈折値の信頼性が低く、これのみで視力との関係を断言することは難しいと思われた。それ以外のパラメーターでは、屈折値と視力との関係はみられなかった。

6. 経過観察できた症例での視力と屈折値との関係の検討

2 回以上視力測定できた症例の片眼視力の経過を図 5 に示す。多くの症例が 12 か月までは僅かな上昇にとどまったのに対し、18 か月以上では急速に発達を遂げた。しかし、一旦視力が低下した後、再び上昇するものも見られ、発達には個体差がかなり認められた。同じ症例の乱視度数の変化を図 6 に示す。生後 4 から 6 か月で強い直乱視や倒乱視を示していた症例はすべて 2 回目には乱視度数が減少していた。さらに乱視の少なかった症例では、月齢による乱視の変化は少なく、全体として乱視は月齢とともに減少していた。

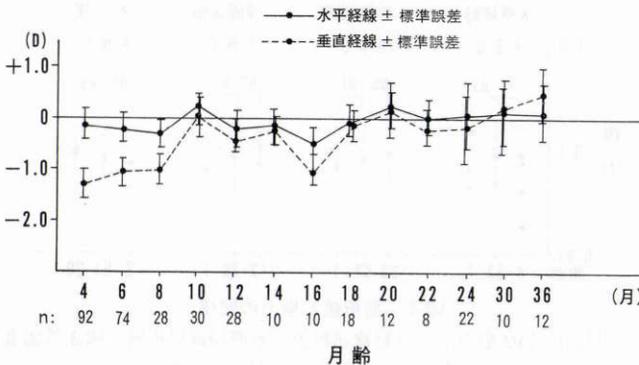


図 2 月齢別屈折値 (354 眼).

赤外線ビデオレフレクトメータ (PR-1000®) により測定された水平経線と垂直経線での平均屈折値を月齢別に示す。

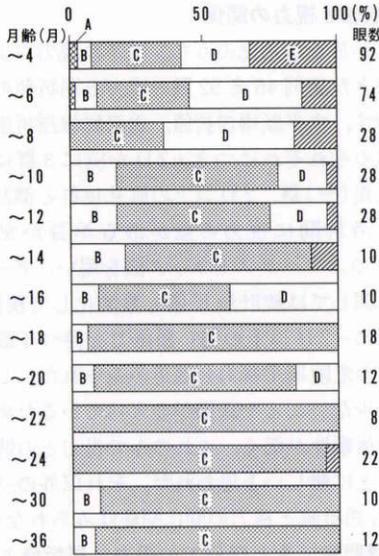


図3 乱視の頻度.

月齢別に、乱視をもつものの割合を示す。A：2D以上の倒乱視，B：1D以上2D未満の倒乱視，C：1D以下の乱視，D：1D以上2D未満の直乱視，E：2D以上の直乱視

IV 考 按

1. 視力について

乳幼児の視力検査法として従来行われていたPL法は視力評価に大変有用であるが、日常臨床で用いるには、より短時間に行うことができ、信頼性の高いものが好ましい。Tellerらが考案した acuity cards 法は

以上の条件を満たし、さらに明室で行うため検査の成功率も高く、測定された視力値はPL法で得られたものとよく一致しているため、広く用いられるようになってきた。これまでPL法を用いて測定された正常乳幼児の視力曲線¹⁵⁾では、1歳前後で視力が一旦低下しているものがある。acuity cards 法による測定では、14か月未満の乳幼児の視力はPL法より良好な値が得られたとの報告があるが、やはり12から16か月では視力の発達が滞っている¹⁶⁾¹⁷⁾。今回、4か月児の視力が6か月児を上回っていたが、Dobsonら¹⁸⁾は、視力検査を乳幼児に行う時期については検査への協力性から生後16週が最適であると述べており、今回の検査の成績からも同様な結果が得られた。

2. 屈折検査について

乳幼児の屈折に関しては、調節麻痺剤の種類や使用方法によって得られる値が異なってくるため、種々の方法が試みられてきた。中でもフォトレフラクション法は離れた距離から両眼同時に測定可能なために、短時間に各経線を同時に測定することができるという点で優れている。しかし、120cmの距離で測定するため、乳幼児では調節の介入を無視することはできない。今回は近見の裸眼視力との関係を見るのが目的のため、あえて調節麻痺剤を使用しなかった。したがって、屈折値そのものについて議論することは慎重に行わなければならない。特に低月齢児ほど近視側に測定されており、強い調節の介入が示唆されている。しかし、垂直経線屈折値と水平経線屈折値の差、すなわち乱視に関しては信頼性があるものと考えられる。Mohindraら⁷⁾⁸⁾は検査法により、Howlandら⁹⁾はフォ

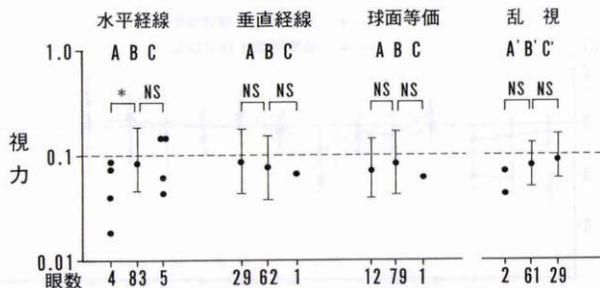


図4 屈折値と視力の関係.

3~4か月児46名92眼を、水平経線屈折値、垂直経線屈折値、球面等価度数、乱視度数のそれぞれにつき、3群に分けて視力との関係を示す。

A：-4D~-2D，B：-1.75D~+1.75D，C：+2.0D~+5.0D，A'：2D以上の倒乱視，B'：1.75D以内の倒乱視，C'：2D以上の直乱視。* p<0.05，NS：有意差なし

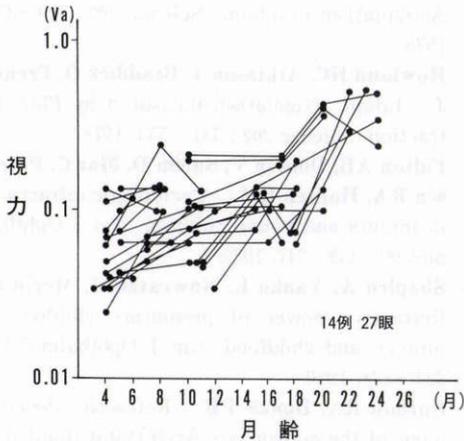


図 5 同一症例での視力変化。

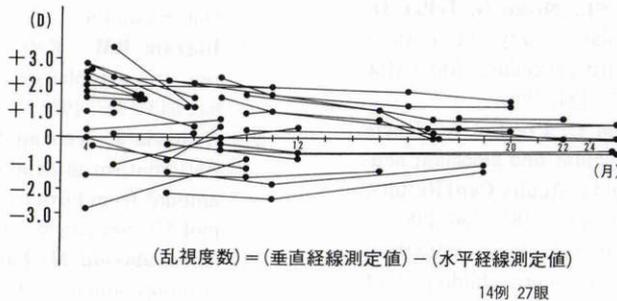
経過を追えた 14 例 27 眼につき片眼視力の変化を示す。

トレフракシヨン法により、乳児に乱視が多いことを報告している。Howland はその割合については述べていないが、Mohindra は乳児の 40% に直乱視、40% に倒乱視が見られるとし、その後 Fulton¹⁰⁾ 始め多くの報告では乳児にみられる乱視のほとんどは倒乱視であるとしている^{18)~24)}。今回の測定結果は 4 から 8 か月の乳幼児に乱視が多いという点では、これまでの報告と一致しているが、乱視の種類はほとんどが直乱視であったという点で異なっている。我が国においては乳幼児の屈折に関して、乱視軸を含めて述べている報告は非常に少ない。湖崎²⁵⁾ はケラトメーターを用いて 3、4 歳児の 28 眼の角膜曲率半径を測定し、平均水平経線 7.89、垂直経線 7.65 と垂直経線を強主経線とする角膜乱視を認めている。保坂²⁶⁾ は生後 24 時間以内の新生児 560 眼をアトロピン点眼下に検影法にて測定した結果

30% に乱視を認め、そのすべてが直乱視であったとしている。また、山本²⁷⁾ は開瞼器を用いた状態と用いない状態で生後 1 から 10 週の乳幼児の屈折測定を行い、開瞼器を用いた状態では乱視をほとんどの症例に認めるが、用いない状態では乱視はほとんど見られなかったと報告している。本田²⁸⁾ は、角膜曲率半径を測定し、2 歳児の 95.5% に直乱視を認め、角膜乱視の程度は 10 歳までほとんど変わらないと述べている。稲垣²⁹⁾³⁰⁾ は 2 歳以後の角膜曲率半径を測定し、2 から 5 歳の 72.1% に 0.75 D 以上の直乱視を認め、30 代より直乱視が減少、倒乱視が増加し 50 歳以上では倒乱視が直乱視を上回るとしている。それに対し浦田³¹⁾ は 1 から 8 歳の乳幼児に対し手術用ケラトメーターを用い、開瞼器を使用した状態と、牽引糸にて上眼瞼を挙上した状態で角膜曲率半径を測定し、どちらの方法でも倒乱視傾向を認めている。以上のように乳幼児の角膜曲率半径の測定には、開瞼器の有無、測定時の体位、測定装置、測定年齢など影響を与える因子が多く、未だ一致した見解は得られていない。今回は、坐位で開瞼器や牽引糸を用いず、最も自然に近い条件で測定しているという点で意味を持っていると思われる。

3. 視力と屈折変化との関係

乳幼児の視力や屈折に関して報告したものは多いが、同一の症例に対しその両者を測定し比較検討したものは少ない。特に乳幼児の場合、成長とともに屈折力が著しく変化することや、測定条件によって測定値が変わるため、同一条件で測定された同一症例での視力と屈折値を比較する必要がある³²⁾³³⁾。Atkinson ら³⁴⁾ はフォトレフракシヨン法により乱視の見られた 1 歳以下の乳幼児に対し縞視標の方向による選好注視について検討し、近視性直乱視の症例は、縦縞と比較して横縞視標に対し選好注視を認めている。そこで今回用



$$(\text{乱視度数}) = (\text{垂直経線測定値}) - (\text{水平経線測定値})$$

図 6 同一症例での乱視度数の変化。

経過を追えた 14 例 27 眼の乱視度数の変化を示す。

いた TAC は縦の縞視標であるため、近視性直乱視の群で視力の低下を認めることが予測されたが、3~4 か月児においては乱視の少ない群との間に有意差はみられなかった。Powers ら³⁵⁾は生後6週の乳幼児に対し-14 D から+14 D の間の4種類のレンズを装着させて PL 視力を測定し、視力低下の程度を成人と比較した結果、レンズ装着による視力低下は成人に比較して乳幼児では少なく、これは、乳幼児の焦点深度が成人より広いためであり、その幅が約1.5 D になる生後6から12か月になるまで屈折異常は視力に影響を与えないであろうと述べている。今回は、著しい屈折異常の症例を除いており、月齢による乱視の減少以外には視力に影響を与えるような屈折変化は認められず、この点を確かめるには至らなかった。以上の結果、今回の測定では、12か月前後で視力が低下する原因は、屈折値の変化によるものではなく、心理的発達段階における検査に対する抵抗性のためであると思われる。乱視については、より精度の高い測定法を用いることにより、さらに詳しい検討が必要と考えられた。

文 献

- 1) McDonald M, Dobson V, Sebris SL, Teller D: The acuity card procedure: A rapid test of infant acuity. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 26: 1158-1162, 1985.
- 2) Preston KL, McDonald M, Sebris SL, Dobson V, Teller D: Validation of the acuity card procedure for assessment of infants with ocular disorders. *Ophthalmology* 94: 644-653, 1987.
- 3) Dobson V, Teller D: Visual acuity in human infants: A review and comparison of behavioral and electrophysiological studies. *Vision Res* 18: 1469-1483, 1978.
- 4) Teller D, McDonald M, Preston KL, Sebris SL, Dobson V: Assessment of visual acuity in infants and children: The acuity card procedure. *Dev Med Child Neurol* 28: 779-789, 1986.
- 5) McDonald M, Sebris SL, Mohn G, Teller D, Dobson V: Monocular acuity in normal infants: The acuity card procedure. *Am J Opt Physiol Optics* 63: 127-134, 1985.
- 6) McDonald M, Ankrum C, Preston K, Sebris SL, Dobson V: Monocular and binocular acuity in 18-to 36-month-olds: Acuity Card Results. *Am J Opt Physiol Optics* 63: 181-186, 1985.
- 7) Mohindra I: A non-cycloplegic refraction technique for infants and young children. *J of Am Optm Assoc* 48: 518-523, 1977.
- 8) Mohindra I, Held R, Gwiazda J, Brill S: Astigmatism in infants. *Science* 202: 329-331, 1978.
- 9) Howland HC, Atkinson J, Braddick O, French J: Infant astigmatism measured by Photorefractometer. *Science* 202: 331-333, 1978.
- 10) Fulton AB, Dobson V, Salem D, Mar C, Petersen RA, Hansen RM: Cycloplegic refractions in infants and young children. *Am J Ophthalmol* 90: 239-247, 1980.
- 11) Shapiro A, Yanko L, Nawratzki I, Merin S: Refractive power of premature children at infancy and childhood. *Am J Ophthalmol* 90: 234-238, 1980.
- 12) Gordon RA, Donzis PB: Refractive development of the human eye. *Arch Ophthalmol* 103: 785-789, 1985.
- 13) Fledelius HC, Stubfaard M: Changes in refraction and corneal curvature during growth and adult life. *Acta Ophthalmol* 64: 487-491, 1986.
- 14) 魚里 博, 平井宏明, 西信元嗣, 福間康文: 新しいビデオレフラクション法による乳幼児の屈折測定. *眼臨* 84: 627-631, 1990.
- 15) 粟屋 忍, 菅原美雪, 児玉安居, 矢ヶ崎悌司, 大石文恵, 平井淑江: 乳幼児の視力測定における Preferential Looking 法の検討—とくに正常曲線, 左右差, 検査成功率について. *眼紀* 34: 1160-1165, 1983.
- 16) 岡田祐子, 粟屋 忍, 矢ヶ崎悌司, 尾関良枝, 高士敦子, 平井淑江: Teller acuity cards による乳幼児の視力検査. *眼臨* 85: 1224-1227, 1991.
- 17) 鈴木祐子, 粟屋 忍, 矢ヶ崎悌司, 佐藤美保: Teller Acuity Cards による乳幼児の視力検査—その後の検討—. *眼臨* 87: 144-148, 1993.
- 18) Dobson V, Fulton AB, Manning K, Salem D, Petersen RA: Cycloplegic refractions of premature infants. *Am J Ophthalmol* 91: 490-495, 1981.
- 19) Ingram RM, Barr A: Changes in refraction between the ages of 1 and 3 1/2 years. *Br J Ophthalmol* 63: 339-342, 1979.
- 20) Ingram RM: Refraction of 1-year-old children after atropine cycloplegia. *Br J Ophthalmol* 63: 343-347, 1979.
- 21) Gwiazda J, Sceiman M, Mohindra I, Held R: Astigmatism in children: Changes in axis and amount from birth to six years. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 25: 88-92, 1984.
- 22) Abrahamsson M, Fabian G, Andersson AK: A longitudinal study of a population based sample of astigmatic children 1. refraction and amblyopia. *Acta Ophthalmol* 68: 428-434,

- 1990.
- 23) **Dobson V, Fulton AB, Sebris L**: Cycloplegic refractions of infants and young children: The axis of astigmatism. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 25: 83—87, 1984.
- 24) **Howland HC**: Infant eyes: Optics and accommodation. *Curr Eye Res* 2: 217—224, 1982.
- 25) 湖崎 克: 小児の視覚管理に対するコンタクトレンズの応用. *日本コ・レ誌* 20: 1—22, 1978.
- 26) 保坂明郎, 三宅清平, 片山 諒, 本馬周崇: 成熟新生児の眼所見(1)屈折度, とくに体重との相関について. *眼臨* 53: 774—778, 1962.
- 27) 山本 節: 乳幼児の屈折異常. *眼臨* 84: 579—582, 1990.
- 28) 本田 実, 久保田伸枝: 小児の屈折要素—とくに角膜曲率半径について. *眼臨* 77: 1447—1449, 1983.
- 29) 稲垣有司: 角膜曲率半径の経年変化. *日眼会誌* 91: 132—135, 1987.
- 30) **Inagaki Y**: The rapid change of corneal curvature in the neonatal period and infancy. *Arch Ophthalmol* 104: 1026—1027, 1986.
- 31) 浦田久美子, 塚原康友, 高山昇三, 山本 節: 開瞼器による角膜乱視への影響—手術用ケラトメーターを用いて—. *眼臨* 83: 788—791, 1989.
- 32) **Kohl P, Rolen RD, Bedford AK, Samek M, Stern N**: Refractive error and preferential looking acuity in human infants: A pilot study. *J Am Optom Assoc* 57: 290—296, 1986.
- 33) **Kohl P, Samek M**: Refractive error and preferential looking visual acuity in infants 12-24 months of age: Year 2 of a longitudinal study. *J Am Optom Assoc* 59: 686—690, 1988.
- 34) **Atkinson J, French J**: Astigmatism and Orientation preference in human Infants. *Vision Res* 19: 1315—1317, 1979.
- 35) **Powers MK, Dobson V**: Effect of focus on visual acuity of human infants. *Vision Res* 22: 521—528, 1982.
-