非接触眼軸長測定装置で測定した1年間の眼軸長変化の検討

野原 雅彦¹⁾・高橋まゆみ¹⁾・柳平 朋子²⁾・北澤 博子²⁾

¹⁾ 丸子中央総合病院 眼科

²⁾ 信州大学医学部 眼科

Changes in Axial Length over One Year as Measured Using a Non-Contact Laser Interference Biometry

Masahiko Nohara¹⁾, Mayumi Takahashi¹⁾, Tomoko Yanagidaira²⁾,
Hiroko Kitazawa²⁾

¹⁾ Department of Ophthalmology, Maruko Central General Hospital

²⁾ Department of Ophthalmology, Shinshu University School of Medicine

要 約

1年間の眼軸長変化を非接触眼軸長測定装置で測定し、検討を行った。

外来を視力低下・屈折異常で受診した3歳から18歳の235人を対象とした。本人・保護者の同意の上、非接触眼軸長測定装置 (IOLマスターTM) で眼軸長を3-5回測定し、その平均値を使用した。また同時に、自然瞳孔下でオートレフ (RK-5TM) により屈折値を測定した。原則的に1年以上期間を空けて2回目の測定を行い、変化値は測定間隔の日数で補正し、1年365日間での変化値に統一した。

IOLマスターで測定した1年間での眼軸長の変化は、-0.11mmから0.94mmであり、平均0.27mm、標準偏差0.18mmであった。小学校低学年から小学校高学年で、眼軸長の伸展が大きい傾向にあった。小学校低学年から高学年において、眼軸長が長い方が眼軸長の伸展が大きい傾向にあった。小学校低学年から高学年において、屈折値が近視よりの方が眼軸長の伸展が大きかった。屈折値の変化がなくても眼軸長は伸展していたが、近視群は屈折値の変化が眼軸長変化に相関 ($R^2=0.50$) があった。

別冊請求先 (〒386-0404) 長野県上田市上丸子335-5

丸子中央総合病院眼科 野原雅彦

Tel. 0268-42-1111 Fax. 0268-42-5437

Key words : non-contact laser interference biometry, change of axial length

非接触眼軸長測定装置、眼軸長変化

Abstract

The present study was undertaken to compare changes in axial length as measured using a non-contact laser interference biometry with changes of ocular refraction measured simultaneously for one year.

The subjects of this study were 235 outpatients visiting our hospital, complaining of reduced visual acuity or refractive errors. Their ages ranged from 3 to 18 years. After obtaining consent from individual patients or their guardians, axial length of each patient was measured 3-5 times, using a non-contact laser interference biometry, and the mean of the 3-5 measurements was calculated. The measurement was repeated one year or more later, as a rule. The magnitude of change in axial length was corrected for the number of days between the two sessions of measurement and expressed as a change over one year (365 days). Refraction was measured simultaneously without use of accommodation paralysis. The magnitude of change in axial length during one year, as measured with a non-contact laser interference biometry, ranged from -0.11 to 0.94 mm (mean 0.27 mm, standard deviation 0.18 mm). The increase in axial length tended to be greater among children between the years of elementary school. The increase of axial length was greater in patients with a larger baseline axial length between the years of elementary school. In addition, the increase of axial length was greater in patients with more intense myopia as rated by the refraction between the years of elementary school. Patients without a change in refraction also showed an increase of axial length, but patients of myopia showing a change in refraction underwent a greater change of axial length.

I. 緒 言

近年、眼軸長の測定に際して、非接触眼軸長測定装置が開発され、これまで眼軸長の測定が困難だった年小児においても、非接触のため容易に眼軸長が測定できるため、小児の眼屈折要素の測定に応用されてきている¹⁻⁴⁾。また、レーザー干渉法を用いていることで、正確に眼軸長が測定できるようになり^{5) 6)}、眼屈折要素の内、屈折変化に大きく影響している眼軸長変化が的確に捉えられることができるようになると考えられた。今回、1年間の眼軸長変化を非接触眼軸長測定装置で測定し、その結果を検討した。また同時にオートレフで屈折値を自然瞳孔下で測定し、眼軸長と屈折値との比較検討を行った。

II. 対象及び方法

対象は、外来を視力低下・屈折異常で受診した235人（男101人女134人）で、年齢分布は図1の通りである。本人・保護者の同意の上、非接触眼軸長測定装置（カールツァイス社製IOL

マスターTM）で眼軸長を3-5回測定し、その平均値を使用した。また同時に、オートレフ（キャノン社製RK-5TM）で屈折値を自然瞳孔下で5回以上測定し、さらに等価球面度数を計算した。調節麻痺剤は使用しなかったため、低年齢層や遠視の症例では調節の関与が考えられるため、今回の測定値は調節の介入が入っている可能性のある屈折値と考えた。

初回測定の後、原則的に1年以上期間を空け2回目の測定を行なった。全例測定期間が同間隔の1年365日間ではないため、変化値を同条件で比較する必要があるため、変化量を日数で補正し、1年365日間での変化値に統一した。変化量をA、測定間隔をB日とすると、 $A \times B / 365$ というように1年365日間の変化量を計算した。

角膜屈折力については、諸事情で今回は検討することができなかったため、今後の課題となった。

III. 結 果

IOLマスターで測定した1年間での眼軸長変化は、-0.11mmから0.94mmであり、平均0.27mm、

図1 各年齢の対象者人数と男女別数

図2 各年齢と眼軸長変化の平均と標準偏差

標準偏差0.18mmであった。

自然瞳孔下における、オートレフで測定した屈折値は、等価球面度数で -14.25D から $+13.5\text{D}$ であり、乱視は 0D から 5.25D であった。

図2は、各年齢における眼軸長変化の平均と標準偏差で、小学生低学年から高学年の年齢層で眼軸長変化が大きい傾向にあった。各年代によって眼軸長変化に差がある傾向だったため、

以後の眼軸長変化の解析は、小学校入学前(3～5歳)、小学校低学年(6～8歳)と高学年(9～11歳)、中学生(12～14歳)、高校生以降(15歳以降)と年代別グループに分けて行った。

図3は、眼軸長と眼軸長変化との関係を各年齢層に分けて検討したもので、全体では眼軸長が長い方が、眼軸長の伸縮が大きい傾向にあった。また、小学校低学年と高学年では眼軸長と

図3 各年代別の眼軸長と眼軸長変化との関係

図4 各年代別の屈折値と眼軸長変化との関係

眼軸長変化には中程度の相関があり（小学校低学年 $R^2=0.43$ 、高学年 $R^2=0.34$ ）小学生低学年の方が眼軸長の変化が大きい傾向にあった。

図4は、屈折値と眼軸長変化との関係を各年齢層に分けて検討したもので、遠視眼でも眼軸長は伸展していたが、近視眼の方が、眼軸長変化が大きい傾向にあった。また、小学校低学年と高学年では眼軸長と眼軸長変化には中程度の

相関があり（小学校低学年 $R^2=0.35$ 、高学年 $R^2=0.41$ ）小学生低学年の方が眼軸長の変化が大きい傾向にあった。

図5は、屈折値変化と眼軸長変化との関係を、近視群（ -1D 以下）、正視群、遠視群（ $+1\text{D}$ 以上）に分けてみたもので、遠視群、正視群では、眼軸長がわずかに進展していて、屈折値変化があまりない例が多く、近視群では屈折度変化

図5 各屈折状態における屈折値変化と眼軸長変化との関係

と眼軸長変化の間に強い相関がみられ ($R^2 = 0.50$)、回帰直線の傾きは -0.2915 であった。

ただ、今回は自然瞳孔下での測定であり、調節麻痺剤は使用しなかったため、屈折値については低年齢層ほど調節の関与が大きく入っている可能性があり、屈折値の分類や眼軸長との相関についてはその点も考慮する必要があると考えられた。

IV. 考 按

今回、IOLマスターを使用しての眼軸長測定は全例に可能であり、検査時間も1分程度の短時間で終了し、外来診療を妨げるものではなかった。据え置き型オートレフで測定可能な固視良好な小児であれば、簡便で精度の高い眼軸長測定が可能であり、また、白内障手術時の眼軸長測定時の様に、水晶体混濁が強くて測定不能になる症例もなく、今後、小児の眼軸長測定の主流になっていくものと思われた。

今回、小学校低学年と高学年の眼軸長変化が大きい傾向にあり、中学生はそれに比べやや眼軸長の変化が少ない傾向だったが、年代別に眼軸長変化を検討した報告⁷⁾では、中学生に比べ小学校低学年と高学年では眼軸長の進展が大き

かったとしており、われわれと同様の結果であった。

眼屈折要素のうち、眼軸長の変化と近視の進行を検討したものとして、3年間の眼軸長変化と近視の進行とを比較検討し、 $R^2 = 0.88$ の強い相関があり、3年間の近視の進行度数(D)は、眼軸長変化(mm)に -2.0 を乗じた値になるとの報告⁸⁾がある。今回我々も近視群で屈折変化と眼軸長変化との関係を検討した結果では、やはり屈折が近視により変化した症例ほど、眼軸長の変化が大きかったが、相関係数が $R^2 = 0.50$ とやや低く、回帰直線より計算すると、屈折変化(D)は、眼軸長変化(mm)に $-3.43D$ を乗じた値となり、報告より眼軸長変化に比べ屈折変化が大きくなる結果となった。

今回は調節麻痺剤を使用せず屈折検査を行ったため、調節の要素が大きく関与している症例も存在すると考えられる。近視学童を対象として調節麻痺剤点眼前後のオートレフで得られた屈折値を比較した報告⁹⁾では、平均 $0.11D$ 、最大 $0.8D$ の近視度数の軽減があるとされている。今後は調節麻痺剤を使用することで、よりの確に屈折値を捉えることができ、IOLマスターによる精度の高い眼軸長測定と合わせて、両者の相関がより明白になっていくと考えられた。

今回、IOLマスターで測定した1年間の眼軸長の変化がマイナスになる例が散見され、最大で-0.11mm眼軸長が短縮したように測定された症例もみられた。IOLマスターについての測定値の標準偏差が0.02mmとの報告⁵⁾や、測定の95%信頼区間が0.04mmとの報告⁶⁾がある。また、IOLマスターでは、測定値のばらつきが0.1mm以内で測定されると平均値が計算されるように設計されている。さらにIOLマスターは涙液層表面より眼軸長を測定しており、瞬目による涙液層の厚さの変動や、眼軸長の調節による変動¹⁰⁾ 11)、眼軸長の日内変動¹²⁾ などによる影響も考えられた。

今回、近視群では眼軸長の変化とともに屈折値はより近視に変化していたが、遠視、正視では眼軸長が変化していても屈折値の変化があまりみられない症例が多かった。やはり小児に対しIOLマスターで眼軸長を測定、オートレフケラトで屈折、角膜屈折力を測定した報告⁴⁾では、遠視、正視では、眼軸長が延長しても水晶体屈折力が低下し代償されるため、屈折値が遠視や正視に保たれているのではないかと推察していた。今回、諸事情で角膜屈折力の検討が行えなかったが、今後、角膜屈折力を検討し、また各測定値から計算される水晶体屈折力の変化について検討を行なうことによって、小児の眼屈折要素の変化と屈折値の関係についてさらに解明されていくのではないかと考えられた。

参考文献

- 1) Ojaimi E, Robaei D, Rochtchina E, et al: Impact of birth parameters on eye size in a population-based study of 6-year-old Australian children. *Am J Ophthalmol* 140: 535-537, 2005.
- 2) Ojaimi E, Rose KA, Morgan IG, et al: Distribution of ocular biometric parameters and refraction in a population-based study of Australian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46: 2748-2754, 2005.
- 3) Ojaimi E, Morgan IG, Robaei D, et al: Effect of stature and other anthropometric parameters on eye size and refraction in a population-based study of Australian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46: 4424-4429, 2005.
- 4) 山下 力, 宮崎茂雄, 瀧田能子, 他: レーザー干渉非接触型眼軸長測定装置による小児の屈折要素の検討. *眼紀* 56: 19-23, 2005.
- 5) 嶺井利沙子, 清水公也, 魚里 博, 他: レーザー干渉による非接触型眼軸長測定の検討. *あたらしい眼科* 19: 121-124, 2002.
- 6) 長谷部聡, 木村修平, 大月 洋: 非接触眼軸長測定装置を用いた早期発症近視の進行速度の評価(抄). *眼臨* 100: 440-441, 2006.
- 7) 大久保裕史, 大久保寿一: 調節痙攣の学童150名にみられた眼屈折要素の性差. *眼臨* 88: 1545-1549, 1994.
- 8) Hyman L, Gwiazda J, Hussein M, et. al: Relationship of age, sex, and ethnicity with myopia progression and axial elongation in the correction of myopia evaluation trial. *Arch Ophthalmol* 123: 977-987, 2005.
- 9) Hasebe S, Nonaka F, Nakatsuka C, et al: Myopia control trial with progressive addition lenses in Japanese schoolchildren: baseline measures of refraction, accommodation, and heterophoria. *Jpn J Ophthalmol*: 49: 23-30, 2005.
- 10) Mallen EA, Kashyap P, Hampson KM: Transient axial length change during the accommodation response in young adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 47: 1251-1254, 2006.
- 11) 山口華奈子, 堀部 円, 魚里 博, 他: 近見作業に伴う眼軸長, 前房深度の変化. *視能訓練士協会誌* 34: 115-119, 2006.
- 12) 庄司信行, 筒井健太, 新田任里江, 他: 正常若年者における眼軸長日内変動と眼圧の関連. *あたらしい眼科* 20: 991-994, 2003.