第58回 日本視能矯正学会

一般講演

3歳児における眼軸長と角膜曲率半径による 等価球面屈折値の予測式の検証

渡辺 愛美¹⁾・森 隆史¹⁾・笠井 彩香¹⁾・新田 美和¹⁾
齋藤 章子¹⁾・橋本 禎子^{1),2)}・八子 恵子³⁾・石龍 鉄樹¹⁾

¹⁾ 福島県立医科大学眼科学講座

²⁾ 桜水さかい眼科

³⁾ 北福島医療センター

Evaluation of the Prediction Equation for Spherical Equivalent Using Axial Length and Radius of Corneal Curvature in Three-year-old Children

Ami Watanabe¹⁾, Takafumi Mori¹⁾, Kasai Ayaka¹⁾, Miwa Nitta¹⁾,
Akiko Saito¹⁾, Teiko Hashimoto^{1),2)}, Keiko Yago³⁾, Tetsuju Sekiryu¹⁾

¹⁾Department of Ophthalmology, Fukushima Medical University

²⁾Sakuramizu Sakai Eye Clinic

³⁾Fukushima Medical Center

要 約

【目的】我々は、光学的生体測定装置を用いた非侵襲的眼球形態検査により眼軸長と角膜曲率半径から調節麻痺下等価球面屈折値を推測する予測式を報告した。今回、対象を変えてその予測式の精度を検証した。

【対象及び方法】対象は、平成26年9月以降に1%アトロピン点眼1日2回7日間による調節麻痺下屈折検査を施行した3歳児42例84眼である。調節麻痺下屈折検査時にIOLマスターで眼球形態検査を施行した。眼軸長 (x_1) と強弱主経線の平均角膜曲率半径 (x_2) を既報の予測式 ($\hat{y}=967.37/x_1-287.99/x_2-4.78$) に代入して調節麻痺下等価球面屈折値の予測値 ($\hat{y}$) を算出し、屈折検査での実測値 (y) と比較した。

【結果】84眼の分布範囲は、 x_1 :19.41~23.03mm、 x_2 :7.17~8.18mm、 y :-1.62~+10.38Dであった。等価球面屈折値は、 y : $+2.89 \pm 2.40$ D (平均値 $\pm$ 標準偏差)、 $\hat{y}$: $+3.12 \pm 1.98$ Dで、両者に強い相関性が認められた ($R=0.97$, $p<0.001$)。 y と $\hat{y}$ との差は0.5D未満42眼 (50%)、1.0D未満73眼 (87%)、

別冊請求先 (〒960-1295) 福島県福島市光が丘1番地

Tel. 024 (547) 1303 Fax. 024 (548) 2640

E-mail : wami0228@fmu.ac.jp

Key words : 小児、調節麻痺下屈折値、眼軸長、角膜曲率半径、光学的生体測定装置

3-year-old children, cycloplegic refraction, axial length, corneal curvature radius,
optical biometer

最大値2.16Dであった。

【結論】 眼球形態検査により等価球面屈折値を予測する本法は、実測値との相関性が強く、半数例で0.5D未満の誤差となることから、全身疾患などの理由でアトロピン点眼液を使用できない児に有用である。

Abstract

【Purpose】 We previously reported a prediction formula which predicts spherical equivalent (SE) under cycloplegia from axial length (AL) and corneal curvature radius (CCR) measured by a noncontact optical biometer. In this study, we examined the precision of the prediction formula in a different group of subjects and reported the results.

【Subjects and Methods】 Subjects were 84 eyes of 42 3-year-old children who had received a cycloplegic refraction examination with 1% atropine eye drops twice a day for 7 days at the Fukushima Medical University Hospital after September 2014. AL and CCR were measured using an IOL Master® at the time of the cycloplegic refraction. With AL (x_1) and the mean CCR (x_2) of the steeper and flatter meridians, we estimated SE ($\hat{y}$) using a previously reported prediction formula ($\hat{y} = 967.37/x_1 - 287.99/x_2 - 4.78$) and compared the estimated values to the actual measurements (y) obtained at the cycloplegic refraction.

【Results】 The values of x_1 , x_2 and y ranged from 19.41 to 23.03 mm, 7.17 to 8.18 mm, and -1.62 to +10.38 D, respectively. The actual SE measurement (mean $\pm$ standard deviation) was $+2.89 \pm 2.40$ D and the predicted SE was $+3.12 \pm 1.98$ D. A strong correlation was observed between the actual and predicted values ($r = 0.97$, $P < 0.001$). Of 84, 42 (50%) eyes had a difference of < 0.5 D between the predicted and actual values and 73 (87%) eyes had a difference of < 1.0 D. The maximum difference was 2.16 D.

【Conclusions】 The predicted SE values obtained by the IOL Master® showed a strong correlation with the actual measurements with 50% of the subjects showing a measurement error of < 0.5 D. This suggests that this method may be useful for children who can not use atropine ophthalmic solution for reasons such as systemic diseases.

I. 緒言

弱視や斜視の治療には完全屈折矯正が重要であり、適切な眼鏡処方には調節麻痺下屈折検査が不可欠である。その一方では、抗コリン作用の心拍増加や消化管運動抑制により病状を悪化させる危険のある重篤な心疾患や腸閉塞などの全身疾患の既往のために、1%アトロピン点眼での調節麻痺下屈折検査ができない児がいる。何らかの方法で調節麻痺下球面屈折値を推測できれば、極めて有用な情報となる。

我々は、光学的生体測定装置 (IOL マスター®) での眼球形態から求めた眼屈折値と、1%アトロピン点眼液による調節麻痺下屈折値との関係を調べた結果、IOL マスター®による眼軸長と角膜曲率半径の計測結果から調節麻痺下等価

球面屈折値の推測が可能であることを報告した^{1)~3)}。そして、眼軸長と角膜曲率半径とから調節麻痺下等価球面屈折値を推測する近似式を算出し、そのチャートを作成した^{2), 3)}。

屈折異常や斜視など視機能発達の阻害因子をもつ児を早期に発見すべきことを考えるとき、3歳児の屈折値の把握は極めて重要である。今回、我々が報告した3歳児での予測式について対象を変えて式の精度を検証したので報告する。

II. 対象及び方法

対象は、平成26年9月～平成29年2月に福島県立医科大学附属病院で、1%アトロピン点眼液1日2回7日間による調節麻痺下屈折検査を施

行した3歳児の連続症例うち、弱視と斜視以外の眼疾患をもたない54例である。

1%アトロピン点眼液1日2回7日間使用後に、据え置きオートレフラクトメーターTONOREF® II (Nidek社) で調節麻痺下屈折値を、IOL マスター®モデル500 (Carl Zeiss社) で眼軸長と角膜曲率半径を測定した。両検査が可能であった42例84眼について、既報の予測式 ($\hat{y}=967.37/x_1-287.99/x_2-4.78$) に、眼軸長 (x_1) と強弱主経線の平均角膜曲率半径 (x_2) を代入して、調節麻痺下等価球面屈折値の予測値 ($\hat{y}$) を算出し、屈折検査での実測値 (y) と比較した。

なお、本研究は福島県立医科大学の倫理審査に基づき、ヘルシンキ宣言にのっとって行った。

Ⅲ. 結果

54例のうち、IOL マスター®での眼球形態検査が可能であったものが42例 (検査可能率77.8%)、TONOREF®での屈折検査が可能であったものが48例 (検査可能率92.3%) であった。IOL マスター®での検査が不可能であった12例のうち、精神発達遅滞のため理解が得られなかったもの6例、検査を嫌がり器械に近づくことができなかったもの3例、顎台に顔を載せられたものの体動のため測定できなかったもの3例であった。

両検査が可能であった42例の疾患内訳は、屈折異常弱視21例 (うち2例に外斜視を合併)、不同視弱視11例、内斜視10例 (うち3例に斜視弱視を合併) であった。

84眼の分布範囲は、眼軸長 (x_1): 19.41 ~ 23.03mm、平均角膜曲率半径 (x_2): 7.17 ~ 8.18mm、調節麻痺下等価球面屈折値 (y): -1.62 ~ +10.38D であった (図1)。予測値 ($\hat{y}$) の分布範囲は-0.81 ~ +9.03D であった。調節麻痺下等価球面屈折値の実測値は $+2.89 \pm 2.40$ D (平均値 $\pm$ 標準偏差)、予測値は $+3.12 \pm 1.98$ D で、両者に強い相関性が認められた ($R=0.97$, $p<0.001$) (図2a)。実測値と予測値との差は0.5D未満42眼 (50%)、1.0D未満73眼 (87%)、

最大値2.16Dであった (図2b)。また、回帰式は $y=0.80\hat{y}+0.81$ となり、調節麻痺下等価球面屈折値の実測値が+4.0Dを超えると、遠視が大きいほど予測値は小さくなる結果となった (図2a)。

Ⅳ. 考按

本研究では3歳児の対象を変え、IOL マスター®で測定した眼軸長と角膜曲率半径を既報の予測式に代入し、調節麻痺下等価球面屈折値の予測値と、屈折検査での実測値とを比較することで予測式の精度を検証し、両者に強い相関性を認める結果となった。また、予測値と実測値の差は、本法を報告した際0.5D未満であったものが47%、1.0D未満であったものが71%だったのに対し、今回の研究では0.5D未満であったものが50%、1.0D未満であったものが87%と比較的良好な精度を確認することができた。

3歳児健診では屈折検査の施行が推奨されており⁴⁾、福島市の3歳児健診では手持ち式オートレフラクトメーター (レチノマックス®) での屈折検査を施行している⁵⁾。我々は、3歳児

図1. 角膜曲率半径と眼軸長による調節麻痺下等価球面屈折値の分布

図2. a: 1%アトロピン点眼液を用いて測定した調節麻痺下等価球面屈折値（実測値 y ）と回帰式に眼軸長と平均角膜曲率半径を代入して得られた値（予測値 $\hat{y}$ ）の散布図
 $y = 0.80\hat{y} + 0.81$ ($R = 0.97$, $p < 0.001$) の強い相関を認めた
 b: 予測値と実測値との差の確率散布図

健診の精密検査により弱視と診断された症例を対象に、精密検査時の1%アトロピン点眼での調節麻痺下屈折値と健診時の自然瞳孔屈折値を照合し、遠視性不同視弱視と屈折異常弱視の原因となる乱視には精査基準値を設けたが、屈折異常弱視の原因となる遠視は調節介入が症例によって多様であるため基準を設けることは困難であると報告した⁶⁾。

我々が報告した3歳児健診時の自然瞳孔下と精密検査時の1%アトロピン点眼液による調節麻痺下との屈折値の比較では、自然瞳孔下の遠視眼の調節介入は $2.40 \pm 1.55D$ であった⁷⁾。また、調節麻痺薬であるアトロピン点眼液とシク

ロベントレート点眼液の調節麻痺効果は前者が後者より $0.45 \sim 0.79D$ 強い^{8), 9)}。

本研究では予測値と調節麻痺下の等価球面屈折値の実測値との差は、 $0.57 \pm 0.44D$ であった。これは、我々が報告した自然瞳孔下での調節介入⁷⁾よりも小さい結果であった。このことから本法は自然瞳孔での屈折検査よりも有用な方法であると考えられる。また、本法には予測式から作成した、眼軸長と角膜曲率半径に基づく等価球面屈折値を推測するチャートがある。そのチャートを使用することで、外来診療中に簡便に調節麻痺下球面屈折値を推測し、雲霧レンズの選択や試し装用する眼鏡の決定に利用できる利点がある³⁾。

本研究では $1.0D$ より大きな誤差を生じていたのは全体の13%で、これは良好な結果だと考える。しかし、予測値と実測値の回帰式からは比例誤差が生じており、遠視が大きいほど予測値は小さくなる傾向を認めた。誤差の要因として、今回の対象に強度遠視眼が少なかったこと（ $+8D$ 以上3眼）、成長に伴い変化している水晶体屈折力に個体差があること、アトロピン点眼の調節麻痺効果が不十分であった症例が含まれていた可能性があることが考えられた。

本研究では、我々が3歳児のみ49例98眼を対象にして算出した既報の予測式を使用した。それ以前に我々は、3歳から8歳までの72例のべ148眼を対象に予測式を作成し、高年齢では近視側に、低年齢では遠視側に誤差を生じる報告した²⁾。したがって、本法は成長に伴う水晶体の屈折力の変化など眼球内の形態的变化には対応しておらず、3歳児の予測式は他の年齢には使用できない。

より精度の高い予測式を得るためには、遠視が大きい症例などをさらに蓄積し、回帰式を検討する必要がある。

本研究では、3歳児に眼科外来でIOL マスター[®]を使用した検査可能率は77.8%であった。これは、今回の据え置き式オートレフラクトメータの検査可能率92.3%よりも低く、我々が報告した3歳児健診でのIOL マスター[®]の検査可能率83.8%より低かった¹⁰⁾。したがって、測定時間の短縮や患児を飽きさせないための工夫

により、可能率を改善することができるかもしれない。

本法は調節麻痺薬による屈折検査に代わるものではないが、本研究を発展させてより精度の高い予測式が得られれば、1%アトロピン点眼液での調節麻痺下屈折検査ができない児に対して、光学的生体測定装置での眼球形状の測定が極めて有用な情報となる。

参考文献

- 1) 森 隆史, 菅原朝子, 丹治弘子, 橋本禎子, 八子恵子, 飯田知弘: IOL マスター®を用いた調節麻痺下屈折値の推測. 眼臨紀 5: 252-255, 2012.
- 2) 森 隆史, 近藤剛史, 橋本禎子, 八子恵子, 石龍鉄樹: 眼軸長と角膜曲率半径による調節麻痺下屈折値の推測. 眼臨紀 7: 136-138, 2014.
- 3) 森 隆史, 近藤剛史, 橋本禎子, 八子恵子, 石龍鉄樹: 日本人3歳児における眼軸長と角膜曲率半径による調節麻痺下等価球面屈折値の推測. 眼臨紀 8: 571-575, 2015.
- 4) 内海 隆: 三歳児健診の屈折検査について. 眼臨 101: 22-25, 2007.
- 5) 八子恵子: 「三歳児健診を見直そう!!」3歳児眼科健診における屈折検査. 日視会誌 39: 67-70, 2010.
- 6) 今泉公宏, 森 隆史, 齋藤かおり, 根津吉史, 赤井田あかね, 丹治弘子, 他: 3歳児健診で弱視を疑う自然瞳孔下の屈折値. 眼臨紀 5: 533-537, 2012.
- 7) 坂本章子, 吉永宏美, 関向秀樹, 丹治弘子, 橋本禎子, 八子恵子: 三歳児眼科検診における手持ち式オートレフラクトメーター (レチノマックス®) の有用性. 眼臨 97: 478-480, 2003.
- 8) 久保田伸枝, 平野久仁子: 小児の屈折検査における調節麻痺剤について-アトロピンとサイプレジンの比較-. 眼科 16: 419-423, 1974.
- 9) 森 隆史, 八子恵子, 飯田知弘, 橋本禎子: 乳幼児に対する1%アトロピン点眼液を用いた調節麻痺下の屈折検査. 眼臨紀 1: 157-160, 2008.
- 10) 森 隆史, 鈴木美加, 笠井彩香, 新田美和, 近藤剛史, 橋本禎子, 他: 3歳児健診でのIOL マスター®使用経験. 眼臨紀 11: 133-136, 2018.