投稿論文

新たに製作されたRed filter ladderを用いた 斜位の維持能力の評価

高田 遼太¹⁾・松本富美子¹⁾・若山 暁美²⁾・百海紗弥香³⁾・関 ゆかり²⁾・
高橋 里佳²⁾・梅原 郁美²⁾・田中 玲湖³⁾・児島 理恵²⁾・歌村 圭介²⁾・
阿部 考助³⁾・七部 史²⁾・日下 俊次¹⁾・三島 弘³⁾・石場 義久⁴⁾・下村 嘉一²⁾

¹⁾ 近畿大学医学部堺病院

²⁾ 近畿大学医学部附属病院

³⁾ 近畿大学医学部奈良病院

⁴⁾ 山本光学株式会社

Evaluation of Phoria Maintenance Ability in Patients With Intermittent Exotropia Using the Newly Developed Red Filter Ladder

Ryota Takada¹⁾, Fumiko Matsumoto¹⁾, Akemi Wakayama²⁾, Sayaka Dokai³⁾,
Yukari Seki²⁾, Rika Takahashi²⁾, Ikumi Umebara²⁾, Reiko Tanaka³⁾, Rie Kojima²⁾,
Keisuke Utamura²⁾, Kosuke Abe³⁾, Fumi Tanabe²⁾, Shunji Kusaka¹⁾,
Hiroshi Mishima³⁾, Yoshihisa Ishiba⁴⁾, and Yoshikazu Shimomura²⁾

¹⁾ Department of Ophthalmology, Kindai University Sakai Hospital

²⁾ Department of Ophthalmology, Kindai University Faculty of Medicine

³⁾ Department of Ophthalmology, Kindai University Nara Hospital

⁴⁾ Yamamoto Kogaku CO., LTD.

要 約

【目的】 新たに製作された山本光学社製Red filter ladder（以下山本光学社製）の斜位の維持能力における有用性を検討するため、山本光学社製と既存のSBISA社製Bagolini's Red filter bar（以下SBISA社製）を用いて斜位の維持能力を評価し、両者の結果を比較検討した。

【対象及び方法】 対象の選択基準は年齢3歳～15歳、両眼とも矯正視力（1.0）以上で間欠性外斜視と診断され、かつ近見（30cm）、遠見（5m）ともに斜位があるものとした。除外基準は斜視以外に眼疾患を有する者、交代性上斜位のある者、自覚的な検査の応答が得られない者とした。対象は、年齢5歳～15歳（平均 ± 標準偏差、10.5 ± 2.7歳）の31名（男児14名女児17名）であった。

別冊請求先（〒590-0132）大阪府堺市南区原山台2丁7-1

近畿大学医学部堺病院

Tel. 072 (299) 1120 Fax. 072 (298) 6691

E-mail: taka_r@sakai.med.kindai.ac.jp

Key words: 間欠性外斜視、斜位の維持能力、Red filter ladder

intermittent exotropia, phoria maintenance ability, red filter ladder

測定方法は、被検者には屈折矯正下で点光源を固視させ、非優位眼に最も視感透過率の高いフィルター（No. 1）から透過率の低いフィルター（No. 17）へと負荷を強め、斜位が破綻し斜視になった直前のフィルターナンバーを斜位の維持能力とした。測定順序はランダムに行い、2つの器具の測定の間隔は10分間の休憩をとった。結果は斜位の維持能力を視感透過率で比較した。

【結果】 山本光学社製とSBISA社製の視感透過率が共通する範囲において、2つの器具で測定した斜位の維持能力に有意な差はみられなかった（近見 $p=0.14$ 、遠見 $p=0.37$ 、Wilcoxon signed-rank test）。

【結論】 山本光学社製はSBISA社製と同様に斜位の維持能力の評価に用いることができる。

Abstract

【Purpose】 To evaluate the usefulness of a newly developed red filter ladder (“the Yamamoto’s filters” ; Yamamoto Kogaku Co., Ltd., Osaka, Japan) in measuring phoria maintenance ability, we used the Yamamoto’s filters and the existing Bagolini’s red filter bar (“the SBISA’s filters” ; SBISA INDUSTRIALE SPA, Firenze, Italy) to assess patients’ abilities to maintain phoria and compared the performance of the two series of filters.

【Subjects and Methods】 Inclusion criteria for subjects were: age 3 to 15 years, best corrected visual acuity of ≤ 1.0 in both eyes, diagnosed as intermittent exotropia [X(T)], and maintained phoria at near (30 cm) and far (5 m) distances. Exclusion criteria were dissociated vertical deviation, unable to respond to subjective examinations, and ocular diseases except X(T). We enrolled 31 subjects (14 boys and 17 girls) aged from 5 to 15 years (mean $\pm$ standard deviation, 10.5 ± 2.7 years). With refraction correction, the subject was instructed to fixate on a small light source and a red filter ladder was placed in front of the non-dominant eye. Starting with filter No. 1 with the highest luminous transmittance rate, the filter strength was increased up to filter No. 17 with the lowest luminous transmittance rate. As the load on the eye was increased, the red filter number immediately before the eye changed to tropia was determined as the patient’s phoria maintenance ability. The tests by the Yamamoto’s and SBISA’s filters were performed in a random order and a 10-minute recess was given. The performance of both filter series was compared using the luminous transmittance rate as an indicator of the phoria maintenance ability.

【Results】 Within the range where the two series of filters had the same luminous transmittance rate, no significant difference in the measured phoria maintenance ability was observed between the Yamamoto’s and SBISA’s filters (Wilcoxon signed-rank test, Near, $p = 0.14$; Far, $p = 0.37$).

【Conclusion】 The Yamamoto’s red filter ladder is as useful as the SBISA’s filters in quantifying phoria maintenance ability.

I. 緒言

間欠性外斜視は外斜位と外斜視の2つの眼位の状態を有する。間欠性外斜視における眼位のコントロール状態を評価することは、間欠性外斜視の治療の時期や効果を評価するために有効で¹⁾、眼位のコントロール力、すなわち斜位の維持能力を評価することは重要である。

斜位の維持能力の評価方法として汎用されているのは、The Newcastle Control Score^{2),3)} や

Mayo Clinic Office Control Score⁴⁾ である。しかしながらこれらの評価方法は、Cover Testで1眼の遮閉を外した後、斜位になるまでの時間や家庭での定性的評価を点数化するため、観察者の主観的な因子が含まれることが問題である。

我々は、SBISA社製のBagolini’s Red filter bar（以下SBISA社製）を用いて斜位の維持能力を定量的に評価している。SBISA社製は、視感透過率が漸減する赤フィルター（No. 1 ～ No.

17) が梯子状に連なった器具である (図 1-a)。本来は抑制の定量評価に用いるための器具である^{5)~9)}が、フィルターの視感透過率を利用して客観的な尺度で斜位の維持能力を定量的に評価できる^{10)~12)}。しかしながらSBISA社製は、フィルターの視感透過率の変化が均等でないことや、No. 2の視感透過率よりNo. 3の視感透過率の方が高くフィルターナンバーと視感透過率の関係が逆転する部分があることが問題であった (図 2)。山本光学株式会社が新たに製作したRed filter ladder (以下山本光学社製) (図 1-b) は、SBISA社製で問題であった視感透過率の変化が均等化され、さらに幅広い視感透過率をもっている (図 2)。

本研究は、新しく作成された山本光学社製が斜位の維持能力の評価に有用か検討するため、山本光学社製とSBISA社製による斜位の維持能力の測定結果を比較した。

II. 対象及び方法

本研究は前向きで、対象の選択基準は近畿大学医学部の倫理委員会、近畿大学医学部奈良

病院の治験審査委員会承認後、2014年7月から2015年3月の間に近畿大学医学部堺病院、近畿大学医学部附属病院、近畿大学医学部奈良病院のいずれかを受診した症例のうち、年齢が3歳～15歳、両眼とも視力 (1.0) 以上で間欠性外斜視と診断され、なおかつ近見 (30cm)、遠見 (5m) とともに斜位があるものとした。また本研究の参加に関して3歳～14歳の者は保護者の同意が文書で得られる者とし、15歳の者は本人の同意と保護者の同意が文書で得られる者を対象とした。除外基準は斜視以外に眼疾患を有する者、交代性上斜位のある者、自覚的な検査の応答が得られない者とした。

対象は、年齢5歳～15歳 (平均 $\pm$ 標準偏差、 10.5 ± 2.7 歳) の31名 (男児14名女児17名) であった。自覚的屈折値は等価球面值で右眼 $-6.50D \sim +0.75D$ ($-1.98 \pm 1.97D$)、左眼 $-8.00D \sim +0.13D$ ($-1.87 \pm 1.90D$)、斜視角はalternate prism cover test (以下APCT) にて近見4 prism diopter (以下PD) ～50PD ($20.3 \pm 9.6PD$)、遠見2PD ～45PD ($17.4 \pm 9.0PD$)、輻湊近点は to nose ～15cm、立体視はTNO testで15 sec. of arc ～120 sec. of arc (中央値 $\pm$ 標準偏差、 60 ± 25.3 sec. of arc) であった。

山本光学社製の構造は、赤色の色素を混ぜ込んだ透明なプラスチックフィルター17枚を視感透過率の高い順に、両面に保護フィルムを接着

図1 SBISA社製 Bagolini's red filter bar (1-a) と山本光学株式会社製 Red filter ladder (1-b)

図2 山本光学社製Red filter ladderとSBISA社製Red filter barの視感透過率

2つの器具のフィルターナンバー毎の視感透過率を示した。2つの器具の視感透過率が共通する山本光学社製のNo. 6以降を点線以下網掛けで示した。

しフレームに組み込まれている。SBISA 社製の構造は赤色を焼き付けたフィルムを透明のアクリルシートで挟み、フレームに組み込まれてい

る (図 1-a, 1-b)。

2つの器具のフィルターの波長380nm ~ 780nmにおける5nm毎の分光透過率を、

SBISA 社製 Bagolini's Red Filter bar (3-a)

山本光学社製 Red Filter ladder (3-b)

図3 SBISA社製Red filter bar (3-a) と山本光学社製Red filter ladder (3-b) の分光透過率
波長380nm ~ 780nmの、5nm毎に測定した値を示した。

(5-a)

(5-b)

図5 器具の測定風景

No. 1から順にフィルターを负荷してゆく。No. 5では斜位を保っているが (5-a)、No. 6にて外斜視となった場合 (5-b)、斜位の維持能力はNo. 5とした。図の白矢印は斜視が顕性化したことを示す。

$$T_V(\%) = \frac{\sum_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} P_{e\lambda} T(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\sum_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} P_{e\lambda} V(\lambda) d\lambda} \times 100$$

図4 視感透過率の計算式

$P_{e\lambda}$: 標準イルミナントAの分光分布の値 (JISZ8720)

$V(\lambda)$: 2度視野における明所視標準比視感度 (ISO23539 CIE S 010/E)

$T(\lambda)$: フィルタの分光透過率

Spectrophotometer (山本光学株式会社) で測定した数値を表した (図 3-a, 3-b)。2つの器具のフィルターの視感透過率は、分光透過率をもとに計算式 (図 4) により算出した¹³⁾。山本光学社製の視感透過率は56.5419% (No. 1) から0.0038% (No. 17)、平均変化率3.5336%で、SBISA社製の視感透過率は22.7350% (No.1) ～0.0102% (No.17)、平均変化率1.4203%であった。視感透過率の有効数字は透過率の違いを表すため、小数点以下第4位までとした (図 2)。山本光学社製のNo. 1 (視感透過率56.5419%) ～No. 5 (視感透過率25.9130%) はSBISA社製になく、SBISA社製と共通するのは山本光学社製のNo. 6 (視感透過率22.9630%) 以降のフィルターであった (図 2)。

山本光学社製とSBISA社製による斜位の維持能力の測定条件は、明室にて、検査距離は近見 (30cm) と遠見 (5m) で行った。フィルターを負荷する眼は非優位眼とし、優位眼の決定はホールインカードを用いた。非優位眼にフィルターを負荷した理由は、当院の先行研究で両眼同等あるいは非優位眼の方が斜視になりやすかったためである。測定方法は、被検者に屈折矯正下で点光源を固視するよう指示し、非優位眼に最も視感透過率の高いフィルター (No. 1) から透過率の低いフィルター (No. 17) へと負荷を強めた (図 5)。フィルターを通さない斜め方向から被験者の眼位を肉眼で直接観察しながら、斜位が破綻し斜視になった直前のフィルターナンバーを斜位の維持能力とし、複視の有無とともに記録した。視感透過率の最も高

いNo. 1のフィルターで斜視になった症例は定量不能とし、また視感透過率の最も低いNo. 17のフィルターでも斜位を保てた症例の斜位の維持能力はNo. 17とした。フィルターの負荷時間は1フィルター1秒とした。山本光学社製とSBISA社製の測定順序は症例によってランダムに行い、2つの器具の測定の間隔は10分間の休憩をとった。測定は全例1回ずつ行った。

検討項目は、2つの器具が視感透過率という尺度で同じように斜位の維持能力を評価できるかどうか検討するため、SBISA社製と共通する山本光学社製のNo. 6 (22.9630%) 以降に測定された症例について、2つの器具の結果を視感透過率で比較した。

統計学的検討は、視感透過率による2つの器具の斜位の維持能力の比較にWilcoxon signed-rank testを行った。有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

2つの器具の測定結果を示した (図6-a, 6-b)。SBISA社製では31例中近見30例、遠見29例、山本光学社製では31例中近見31例、遠見29例が測定可能であった。測定できなかった症例は、視感透過率の最も高いNo. 1のフィルターで斜視になった症例であるため斜位の維持能力を定量できなかった。フィルターを入れない状態で斜視になる症例はなかった。また斜位の破綻時に交差性複視を自覚した症例は26例、自覚しなかった症例は2例、遠近ともNo. 17でも斜位が破綻せず複視の評価ができなかった症例は3例であった。

SBISA社製と共通する山本光学社製のNo. 6 (22.9630%) 以降の症例について2つの器具で測定した斜位の維持能力を視感透過率で比較した (図 7-a, 7-b)。近見 (n=24)、遠見 (n=22) とともに有意な差はみられなかった (近見 p=0.14, 遠見 p=0.37, Wilcoxon signed-rank test)。

Ⅳ. 考按

山本光学社製とSBISA社製による斜位の維持能力の測定結果を視感透過率で比較し、山本光

(6-a)

(6-b)

図6 SBISA 社製 (6-a) と山本光学社製 (6-b) との測定結果
2つの器具のフィルターナンバー毎に評価された人数を示した。

学社製が斜位の維持能力の評価に有用か検討した。

SBISA 社製と共通する山本光学社製のNo.6以降に評価された症例について、2つの器具で測定した斜位の維持能力を視感透過率で比較したところ、近見、遠見とも2つの斜位の維持能力は一致した。先行研究^{(11), (12)}ではSBISA 社製でNo. 14 (視感透過率1.5290%) 以上を斜位の維持能力が強いとしているため、山本光学社製ではその視感透過率に最も近いNo. 13 (視感透過率1.2848%) 以上を斜位の維持能力が強いとすることが妥当であると考えられた。

The Newcastle Control ScoreやMayo Clinic

Office Control Scoreによる斜位の維持能力の評価は、個々の観察者の主観的な因子が含まれるため客観的な評価が難しく、また観察者や家庭環境が変化した場合に評価基準を一定に保つことが難しい。Red filter ladderは測定が簡便かつ客観的で、測定条件を一定に保つことが可能なため、症例の経過を追う際の信頼性が高いと考えられる。またSBISA 社製よりも幅広い視感透過率を有し、17段階の斜位の維持能力の評価が可能であり、客観的かつ定量性に優れると考えられる。

本研究では2つの器具の有する視感透過率が異なるため、2つの器具の視感透過率が共通

図7 2つの器具の近見 (7-a) と遠見 (7-b) の視感透過率による斜位の維持能力の比較
2つの器具で共通する視感透過率の範囲で検討するため、山本光学社製にて22.9630% (No. 6) 以降に評価された症例を対象とした (近見 n=24、遠見 n=22)。

する山本光学社製でNo. 6以降に評価された症例について斜位の維持能力を比較検討したが、山本光学社製が有する視感透過率の高いNo. 1 (56.5419%) ～ No. 5 (25.9130%) はSBISA社製と比較できなかった点は本研究の限界である。しかしながら、SBISA社製の有する視感透過率より高い視感透過率を有することは、斜位の維持能力の弱い症例をより詳細に評価できうる。

山本光学社製は、視感透過率という尺度でSBISA社製と同様に測定が可能であり、またSBISA社製が有さない高い視感透過率を有する点は、2つの器具を比較する際には留意すべきであるが、SBISA社製より斜位の維持能力の弱い症例をより詳細に評価できる可能性があると考えられた。

参考文献

- 1) 大瀧 亜季: 小児外斜視の視能矯正. 日視会誌 34: 37-44, 2005
- 2) Haggerty H, Richardson S, Hrisos S, Strong NP, Clarke MP: The Newcastle Control Score: a new method of grading the severity of intermittent distance exotropia. Br J Ophthalmol 88: 233-235, 2004
- 3) Buck D, Clarke MP, Haggerty H, Hrisos S, powell C, sloper J, et al: Grading the severity of intermittent distance exotropia: the revised Newcastle Control Score. Br J Ophthalmol 92: 577, 2008
- 4) Mohny BG, Holmes JM: An office-based scale for assessing control in intermittent exotropia. Strabismus 14: 147-150, 2006
- 5) Von Noorden GK, Campos EC: Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus, 6th ed. 221-222, Mosby, St. Louis, 2002.
- 6) 金谷 まり子, 元吉 徳子, 依田 初栄, 鈴木 ほまれ: 間欠性外斜視における生理的複視の抑制. 眼臨 85: 1940-1946, 1991
- 7) Bagolini B, Campos EC. Practical usefulness of anomalous binocular vision for the strabismic patient. Int Ophthalmol 1: 19-26, 1983
- 8) Mariannne Piano, David Newsham. A Pilot Study Examining Density of Suppression Measurement in Strabismus. Strabismus 23(1): 14-21, 2015
- 9) Laura C.J. Crawford, Helen J. Griffiths. The repeatability of the Sbisabar for testing density of suppression. Br. Orthopt. J 12: 35-40, 2015
- 10) 細島 淳, 葵 由喜, 杉本 早紀, 曲直部 照子, 近江 源次郎, 不二門 尚: 外斜視患者の融像力のRed Filter Bar による評価. 眼臨 91: 1206-1209, 1997
- 11) 谷本 旬代, 松本 富美子, 大牟禮 和代, 若山 曉美, 阿部 考助, 下村 嘉一: 間欠性外斜視における斜位の維持能力の検討. 眼紀 52: 795-799, 2001
- 12) 白根 授美, 阿部 考助, 楠部 亨, 若山 曉美, 下村 嘉一. 間欠性外斜視術後の維持能力の検討. 眼紀 57: 665-668, 2006
- 13) 日本工業規格 遮光保護具JIS T 8141 : 2016