投稿論文

3種類 of 他覚的屈折検査装置

中川 浩明¹⁾・石子 智士²⁾・菅原 一博¹⁾・間瀬 智子¹⁾・吉田 晃敏¹⁾

¹⁾ 旭川医大・眼科学講座

²⁾ 旭川医大・医工連携総研講座

Three Types of Devices for Objective Refraction Measurement

Hiroaki Nakagawa¹⁾, Satoshi Ishiko²⁾, Kazuhiro Sugawara¹⁾,
Tomoko Mase¹⁾, Akitoshi Yoshida¹⁾

¹⁾ Asahikawa Medical University Department of Ophthalmology

²⁾ Asahikawa Medical University Department of Medicine and Engineering Combined Research Institute

要 約

【緒言】 エミリー A09[®] (プラスオプティクス社。以下エミリー) は、従来のフォトレフラクタ装置と同様に、被験者から離れて検査が可能な装置であり、従来の装置よりも測定範囲や測定時間などが改善されている。今回我々は、エミリーを含めた3種類の他覚的自動屈折検査装置の特徴を検討した。

【対象と方法】 矯正視力1.0以上を有する10名20眼 (男性10眼、女性10眼)、22～63歳を対象とした。据置型オートレフラクトメータ: TONOREF II[®] (NIDEK社。以下トノレフ)、手持ち型オートレフラクトメータ: レチノマックスK-プラス3[®] (ライトン社。以下レチノマックス) およびエミリーを用いて明所下で他覚的屈折度数を測定し、自覚的屈折度数と比較検討を行った。

【結果】 全ての装置において他覚的屈折度数は、自覚的屈折度数と有意な相関関係を認めた。トノレフとレチノマックスは、自覚度数と比べ他覚度数が有意に近視側に測定された。エミリーでは今回の対象全てにおいて有意差を認めなかったが、近視眼と遠視眼に分けて検討すると、それぞれにおいては自覚的屈折度数と有意差を認め、近視ではより近視側に、遠視ではより遠視側に測定された。また、エミリーを用いた検査では2名が測定不能であった。

【考按】 他覚的自動屈折検査装置を用いて得られた値の評価の際には、装置による特徴を念頭に置く必要があると思われた。

別冊請求先 (〒078-8510) 北海道旭川市緑が丘東4条1丁目1番1号

Tel. 0166 (68) 2543 Fax. 0166 (68) 2549

E-mail: nakagawa_asahikawa_ort@yahoo.co.jp

Key words: フォトレフラクタ、据置型オートレフラクトメータ、手持ち型オートレフラクトメータ、器械近視

photorefractor, stationary type autorefractor, handheld type autorefractor, instrument myopia

Abstract

【Introduction】 EmilyA09® (Emily; Plusoptix, Germany) is an autorefractor that can examine refractive error at a distance. It has better measurement range and time than the conventional devices. We studied the characteristics of three objective autorefractors including the Emily.

【Subjects and Methods】 Subjects were 20 eyes of 10 patients (5 males and 5 females; mean age, 33.5 ± 15.5 years) with best corrected visual acuity of 1.0 or better. Objective refractions were examined by stationary type autorefractor TONOREF II® (NIDEK, Japan), handheld type autorefractor Retinomax K-Plus3® (Retinomax; Righton, USA), and the Emily under well-lit conditions. We compared the obtained objective refractions with the subjective refraction.

【Results】 Significant correlations were seen between the subjective refraction and the objective refractions by the three devices ($P < 0.05$). As compared with the subjective refraction, the objective refractions by the TONOREF II and Retinomax were significantly more myopic. However, this was not seen in the objective refraction by the Emily. When the eyes tested by the Emily were divided into the myopic and hyperopic eyes, they appeared to be significantly more myopic and hyperopic, respectively. Two subjects could not be tested by the Emily.

【Conclusion】 We should consider the characteristics of an objective autorefractor when evaluating its test results.

I. 緒言

屈折状態は原則として、自覚的屈折検査（以下自覚検査）によって評価される。しかし、自覚検査は被験者の判断に依存するため、特に乳幼児では客観性と迅速性の欠如をきたす。そのためこのような被験者を対象とした場合には他覚的屈折検査（以下他覚検査）が重要となる。他覚検査に用いられるオートレフラクトメータには据置型と手持ち型があり、それぞれに利点と欠点がある。据置型では、顎台に顔を固定し安定した検査が行えるが、乳幼児や顔の固定が難しいと困難である。一方、手持ち型では座位、仰臥位でも検査可能であるが、眼前で検査を行うため乳幼児の場合は装置の接近による恐怖感がある。最近、手持ち型オートレフラクトメータであるエミリー A09®（プラスオプティクス社。以下エミリー）（図1）が市販された。エミリーは被験者より1m離れて検査を行うことが可能であり、被験者へ接近せず検査を行うことができるため、乳幼児への検査に有用と思われる^{1)~4)}。乳幼児の他覚検査に用いることができる装置として、従来から手持ち型のレチノマックスK-プラス3®（ライトン社。以下レチノマックス）があ

図1 エミリー A09の外観（ホームページより転載）

り、これまで据え置き型オートレフラクトメータとの比較はいくつか報告されている^{5), 6)}が、これらの装置とエミリーを比較検討した報告はない。そこで今回我々は、据置型のTONOREF II®（NIDEK社。以下トノレフ）と手持ち型のレチノマックス、そしてエミリーの3種類で他覚的自動屈折検査装置の特徴と他覚的屈折度数（以下他覚度数）と自覚的屈折度数（以下自覚検査）を比較検討したので報告する。

II. 対象及び方法

矯正視力1.0以上を有する10名20眼（男性5名10眼、女性5名10眼）、 33 ± 15.5 歳（22～63歳）を対象とし、検査の目的及び意義を説明

し、同意を得てから検査を行った。屈折矯正手術を施行したものの、エミリーの測定範囲である $-7.00\text{D} \sim +5.00\text{D}$ を超える屈折度数のものは対象外とした (表1)。

表1 各装置の特徴

	トノレフ	レチノマックス	エミリー
球面度数	$-30.00 \sim +25.00\text{D}$	$-18.00 \sim +23.00\text{D}$	$-7.00 \sim +5.00\text{D}$
円柱度数	$0 \sim \pm 12.00\text{D}$	$0 \sim \pm 12.00\text{D}$	$-7.00 \sim +5.00\text{D}$
軸	$0 \sim 180^\circ$	$1 \sim 180^\circ$	$1 \sim 180^\circ$
最小瞳孔径	2mm	2.3mm	4mm

方法は、非調節麻痺下にて自覚検査と他覚検査を明所下にて測定し、自覚検査は5mにて完全屈折矯正を行った。他覚検査として、3種類の他覚的自動屈折検査装置を用いて測定を行い、エミリーでは1m離れて両眼同時測定を行った (図2)。トノレフは0.01Dステップにて測定を行った。今回、1.自覚度数と他覚度数の相関、2.各装置における自覚度数との差、3.検査可能率について検討を行い、他覚度数が3つの装置のうち1つでも測定不能だった場合は統計学的な検討から除外した。なお、相関係数はピアソンの積率相関係数、屈折度数にはpaired-t testを用い、危険率5%未満を有意とした。

図2 エミリー A09の検査風景 (ホームページより転載)

Ⅲ. 結果

1. 自覚度数と他覚度数の相関

他覚的球面度数は全ての装置において自

覚度数と有意な相関関係を有した (トノレフ: $r=0.98$, $p<0.05$ 、レチノマックス: $r=0.93$, $p<0.05$ 、エミリー: $r=0.95$, $p<0.05$) (図3)。他覚的円柱度数はトノレフのみ自覚値と相関し ($r=0.59$, $p<0.05$)、レチノマックス ($r=0.39$, $p>0.05$)、エミリー ($r=0.35$, $p>0.05$) では自覚値と相関を有さなかった (図4)。

① トノレフ

② レチノマックス

③ エミリー

図3 自覚的屈折度数と他覚的屈折度数の相関 (球面度数)

① トノレフ

② レチノマックス

③ エミリー

図4 自覚的屈折度数と他覚的屈折度数の相関（円柱度数）

2. 各装置における自覚度数との差

自覚度数との差は球面度数ではエミリーが最も小さかった。トノレフ、レチノマックスでは自覚度数よりも有意に近視側に測定された ($p<0.05$) (図5)。エミリーにおいては、全ての症例では有意差を認めなかったが、近視眼と遠視眼に分けて検討すると、近視眼は有意に近視

側 ($p<0.05$)、遠視眼は有意に遠視側 ($p<0.05$) に測定された。それぞれにおいて自覚的屈折度数と有意差を認めた ($p<0.05$)。円柱度数では、トノレフ、レチノマックスでは自覚度数との差は小さかったが、エミリーでは有意差を認め ($p<0.05$)、乱視がより近視側に測定される傾向がみられた (図6)。各装置の最大誤差は、球面度数、円柱度数ともにトノレフが最も小さく、レチノマックス、エミリーでは球面度数1.75D、円柱度数1.25Dと同じであった (表2)。

3. 検査可能率

トノレフ10名 (100%)、レチノマックス10名 (100%)、エミリー8名 (80%) であった。エミリーで測定不能であったのは男性2名4眼 (23歳と24歳) であった。

図5 各装置ごとの自覚度数との差（球面度数）

図6 各装置ごとの自覚度数との差（円柱度数）

表2 自覚度数からの差
自覚度数からの差の平均値と偏差

自覚度数からの差			
	トノレフ	レチノマックス	エミリー
球面度数	0.31D (0.07D~1.1D)	0.55D (0D~1.75D)	0.80D (0.25D~1.75D)
円柱度数	0.33D (0.01D~0.71D)	0.30D (0D~1.25D)	0.61D (0D~1.25D)

IV. 考按

今回使用した3種類の検査装置、トノレフ、レチノマックス、エミリーによる他覚的球面度数は、全て自覚的球面度数と相関係数0.9以上の強い相関を有した。したがって、日常診療に用いるには十分な精度を有すると考えられる。しかし、トノレフ、レチノマックスでは、近視眼、遠視眼ともに自覚度数と比べて近視側に測定される傾向があった。他覚検査では被験者に接近して測定する際に、近視化が起こる器械近視が知られている⁷⁾。田中らは、外部遠方視標を用いた方が、内部視標の機種で測定したものよりも、平均屈折度数が遠視側へ測定される傾向を示したと報告している⁸⁾。内海は、フォトレフラクタは被験者と器械との間隔が85cmと広いので、器械近視の混入があっても軽いと報告している⁹⁾。今回使用したトノレフ、レチノマックスは内部視標を使用しており、被験者に接近して測定を行う。したがって、これら2つの装置で得られた近視側への測定結果は、器械近視によるものと考えられた。これは遠視眼において、過小評価する可能性があることを意味する。一方、エミリーでは1m離れて測定を行える。そのため、器械近視の影響は、ほとんどないと考えられる。被験者の固視目標の役割となるsmiley faceが採用され、誘引音が鳴り、ハンドユニットの測定部に注意を惹きつけるようになっている。測定原理としては結像式、合致式、検影式やフォトレフラクション法を用いたものがあり測定条件の他に装置の測定原理が影響している可能性も考えられる。エミリーにおいてトノレフ、レチノマックスの測定結果と異なり、近視はより近視側に、遠視はより遠視側に測定された。すなわち、これは屈折異常を過小評価することが少ないことを意味する。乳幼児の屈折スクリーニング検査においては、屈折異常を見逃さないことが重要である。したがって屈折異常を過小評価することが少ないエミリーは、他の装置と比べ、3歳児健診などのスクリーニングに用いる場合に有用と思われる。

他覚的円柱度数はトノレフのみ自覚度数と相関を有した。乱視測定の際には、測定装置と

の位置関係が大切である。据置型のトノレフでは、顎台に顔をのせて固定することにより安定した検査が可能である。一方、手持ち型のレチノマックス、エミリーでは保持の不安定さ、測定時における装置、顔の傾きなどが影響したと思われる。しかし、これらの差は最大でも、トノレフで0.71D、レチノマックスで1.25D、エミリーで1.25Dであり、極端に大きな差を認めなかった。

測定不能な症例があったエミリーでは、今回症例数が少なく一人でも測定不能であった場合に大きな割合を占める。症例数を増やしても測定不能が多い場合はスクリーニングには不向きであるが、エミリーを用いた乳幼児に対する弱視スクリーニングにおいて良好な感度と特異度を有していたという報告もあり^{10), 11)}、症例数を増やし検査可能率について再検討が必要であると思われる。今回、固視良好であったにもかかわらず我々が測定不能であった原因は不明であるが、装置間の差として測定可能な最小瞳孔径に差があり、これによる影響が考えられる。

今回の結果により3つの装置とも相関を有し日常診療において充分に使用することができる装置であった。据置型のトノレフは、器械近視の影響はあったが安定した結果が得られた。手持ち型のレチノマックスは、器械近視の影響や測定時の不安定さなどにより自覚度数からの最大誤差はトノレフよりも大きかった。同じく手持ち型のエミリーは、手軽に被験者から1m離れて測定を行え、乳幼児に用いるには有用である上、器械近視の影響が少ない利点がある。以上のことから、他覚的自動屈折検査装置を用いて得られた値の評価の際には、装置の特徴を念頭に置く必要がある。

参考文献

- 1) Singman E, Matta N, Tian J, Brubaker A, Silbert D. A comparison of the Plusoptix S04 and A09 Photoscreeners. *Strabismus* 21 (2): 85-87, 2014.
- 2) Paff T, Oudesluys-Murphy AM, Wolterbeek R, Swart-van den Berg M, deNier JM,

- Tijssen E, SchaliJ-Delfos NE. Screening for refractive errors in children: The plusoptiX S08 and the Retinomax K-plus2 performed by a lay screener compared to cycloplegic retinoscopy. JAAPOS 14 (6): 478-483, 2010.
- 3) Silbert D, Matta N, Ely AL. Comparison of SureSight autorefractor and plusoptiX A09 photoscreener for screening in rural Honduras. JAAPOS 18 (1): 42-44, 2014.
 - 4) Singman E, Matta N, Tian J, Silbert D. A comparison of referral criteria used by the plusoptiX photoscreener. Strabismus 21 (3): 190-194, 2013.
 - 5) 市原美重子, 天野みゆき, 山口直子, 橋村星美, 春日井めぐみ, 浅野典子, 他: Welch Allyn®社製シュアサイト™オートレフラクタの使用経験. 日視会誌 34巻: 101-105, 2005
 - 6) 鈴木則章, 石川尚実, 花崎秀敏: 据え置き式と手持ち式オートレフラクトメーターの屈折値の比較. 日視会誌 27巻: 89-92, 1999
 - 7) 齋藤かおり, 森隆史, 清野あかね, 丹治弘子, 橋本禎子, 八子恵子, 飯田知弘: 3歳児のレチノマックス®を用いた屈折検査での調節介入. 眼紀4巻 (3): 245-248, 2011
 - 8) 田中千春, 西村晋: 3歳児健診における種々のタイプのオートレフの使用経験. 眼臨91: 447-449, 1997
 - 9) 内海隆: 3歳児健診の屈折検査について. 眼臨 101: 22-25, 2007
 - 10) Shady P, Matta NS, Silbert DI, Singman EL: A Fresh Look at the PlusoptiX Photoscreener Utilizing the Newly Proposed Revised American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus Referral Criteria. AAO suppl. 219, 2012
 - 11) Silbert DI, Matta NS: Performance of the Spot Vision screener for the detection of amblyopia risk factors in children. JAAPOS 18 (2): 169-172, 2014.