# 手持ちオートレフラクトメータの開発

# 平井 宏明, 魚里 博, 西信 元嗣 奈良県立医科大学眼科学教室

#### 要 約

従来の据置型レフラクトメータでは、ほとんど不可能な乳幼児を対象とした手持ちオートレフラクトメータを開発した。この機器は、①どのような体位でも測定可能。②最適位置で自動的に測定が開始されるオートスタートシステム。③両眼開放下で被検者の視界を妨げずに測定可能。④持ち運びが容易という特徴をもつ。調節麻痺剤を点眼した3歳から6歳までの小児、22例44眼を対象に、従来の据置型オートレフラクトメータとの測定値の比較を行い、高い相関が得られ、同等の測定結果が得られることが確認できた。手持ちオートレフラクトメータの仕様は、最小瞳孔径2.9 mm、測定範囲は球面度数±20 D、円柱度数±7 D、乱視軸角度0から180度である。乳幼児の屈折度の精査の際に、力強い助手になるとともに、その特徴を生かし、手術中の屈折度測定、障害者の測定など、これまでの据置型オートレフラクトメータでは不可能であった分野への応用が考えられる。(日眼会誌 97:752-756、1993)

キーワード:手持ちオートレフラクトメータ、屈折度測定、両眼開放、乳幼児

#### A Portable Automatic Infrared Refractor

#### Hiroaki Hirai, Hiroshi Uozato and Mototsugu Saishin

Department of Ophthalmology, Nara Medical University

#### Abstract

In order to measure refractive errors in infants who cannot be measured by the conventional refractor, we have devised a portable automatic infrared refractor. This device has four unique advantages. The first is that an examiner can measure refractive states at any position. The second is an auto-start system. The third is that this device enables the patient to look at an external fixation object through the half-mirror of the handpiece. The fourth is its portability. From the measurements on 44 infant subjects, a good correlation between this device and the conventional refractor was obtained. The specifications are: minimal pupil diameter, 2.9 mm; measurement range: spherical power  $\pm 20$  D, cylindrical power  $\pm 7$  D. We believe that this device has wide applicability in clinical examination. For example, we can use this device for measurements of refractive states during cataract surgery. (J Jpn Ophthalmol Soc 97:752-756, 1993)

Key words: Portable automatic infrared refractor, Measurements of refractive states, Both eyes open, Infants

別刷請求先:634 橿原市四条町840 奈良県立医科大学眼科学教室 平井 宏明

(平成元年12月28日受付,平成5年2月1日改訂受理)

Reprint request to: Hiroaki Hirai, M.D. Department of Ophthalmology, Nara Medical University

840 Shijo-machi Kashihara 634, Japan

(Received December 28, 1992 and accepted in revised form February 1, 1993)

## I 緒 言

動物を使用した種々の実験から、視覚発達時期に正 常な視経験を積ませることが重要とされる。また、乳 幼児期に視覚の高感受性期間があり、特に生後3か月 から3歳にかけての期間が視覚発達に特に重要である と言われている。そのため、弱視を予防し、正常な視 機能を獲得させる上から, 乳幼児の屈折状態を早期に 正確に把握することが重要と言える。我々は、乳幼児 の屈折スクリーニング用として、フォトレフラクター PR-1000 を開発し、スクリーニング機として満足でき る結果を得ている1).しかし、スクリーニングで屈折異 常が疑われた症例に対しては,現状では,レチノスコー プによる精査が必要であるが、熟練を要し、この他に は乳幼児の屈折状態を正確に測定する機器はない。こ のような場合、成人における据置型オートレフラクト メータに相当する乳幼児用機器があれば, 乳幼児の屈 折状態の把握に、精度、簡便性という面で寄与すると ころが大と考える。我々は、乳幼児の屈折状態を精度 よく, 簡便に測定することを目的に, これまでの据置 型レフラクトメータとは異なる設計思想での、手持ち オートレフラクトメータの開発を行った. 試作機につ いては,第26回国際眼科学会2,第45回日本臨床眼科 学会において発表した。その後, さらに改良を加え, 種々の特徴をもつ、実用的機器の開発が行えたので報 告する。

# II 方 法

乳幼児を対象とするため、以下に示す条件を満足する機器の開発を進めた。

第一に、乳幼児では通常の据置型オートレフラクトメータのような座位での測定は難しく、まして、頭部を顎当てに固定するといったことは不可能である。したがって、どのような体位や頭位でも、たとえ仰臥位でも測定可能であることが望ましいと考えられる。そのため、どのような体位でも測定できることを第一目的とした。

第二に、乳幼児では注意を持続することが困難であり、据置型オートレフラクトメータのように検者が最適な測定位置にあると判断してから、測定ボタンを押すようでは、測定チャンスを失う恐れがある。そのため、最適な位置にくれば自動的に測定が開始され、しかも短時間で反復測定が可能とすることを第二の目的とした。

第三に、乳幼児では調節の介入を起こしやすく、これまでの据置型オートレフラクトメータのように、片眼を遮閉する形状では問題を生じる。そのため、自然な屈折状態での測定を期待して、両眼開放下で、しかも被検者の視界を妨げないことを第三の目的とした。

第四に、乳幼児の検診の場に容易に持ち込め、測定できる必要があると考えた。そのため、第一目的とも関係するが、持ち運びが容易にでき、どのような場所でも測定が可能であることを第4の目的とした。

## III 結 果

図1に、開発した手持ちオートレフラクトメータを 示す. 測定部と本体部に分割し、測定部を手持ちとす ることで、第一の目的を達成した。測定部は650グラ ムと軽量であり、被検者の体位、すなわちベッド上で も、あるいは車椅子上など、どのような体位でも容易 に測定を行うことができた。第二の目的を達成するた めに、測定部より角膜に向かい2方向からスポット状 赤外光を投射し、これにより生じる2つの角膜反射像 の位置, 間隔から測定部と角膜との距離および位置関 係を求め、眼と測定部が最適な距離および位置関係に くれば、自動的に測定がスタートするオートスタート システムを採用した。測定に必要な時間は0.2秒であ り, 0.8 秒後, 球面度数, 円柱度数, 軸が画面に表示さ れ,メモリーに保存されるのとともに、次の測定が自 動的に再スタートする。第三の目的である、両眼開放 下での測定を可能とするために、測定部先端の接眼部 にハーフミラーを採用し、その形状に工夫を加えるこ とで、視界を妨げずに測定ができるよう設計した。図 2は、1歳9か月の幼児を測定しているところである。



図1 手持ちオートレフラクトメータ. 測定部と本体部に別れている. 測定部は 650 g と軽量で体位を選ばない.



図2 手持ちオートレフラクトメータによる測定の様子.

両眼開放下で視界を妨げないため、幼児 (1歳9か月)は、前に置かれたテレビアニメに熱中しており、容易に測定できる。

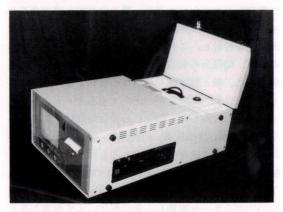


図3 収納時の外観. 本体内に測定部を収納し、一体化できる.

幼児は、前においたテレビに写されたマンガをみており、眼前に接眼部をもっていっても視界をほとんどさえぎらないため、テレビに夢中になっている。そのため、両眼開放下で自然視に近い状態での測定が行える特徴がある。第四の目的である可搬性の向上のため、図3に示したように本体内に測定部を収納し、一体化することができるように設計した。そのため、キャリングハンドルにより容易に持ち運びが可能となった。重量9.8キログラムで、ラップトップパソコンなみである。

次に、手持ちオートレフラクトメータが期待した性能を発揮しているかを調べるため、従来の据置型オートレフラクトメータとの比較を行った。対象は、調節

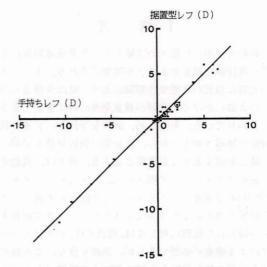
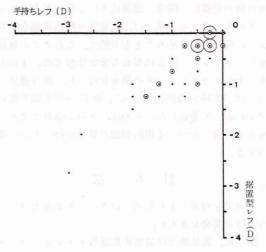


図4 手持ちオートレフラクトメータと据置型オートレフラクトメータとの測定値の比較(球面度数).



麻痺剤を点眼した3歳から6歳までの小児,22例44眼である。図4に両者の球面度数の比較を示す。両者の相関係数は0.990と高く、同等の値が得られた。図5に円柱度数の比較を示す。両者の相関係数は0.881と高く、ほぼ同等の値が得られた。これらのことから、手持ちオートレフラクトメータで従来の据置型オートレフと同等の測定結果が得られることが確認できた。

開発した手持ちオートレフラクトメータの仕様は、 測定可能最小瞳孔径は2.9 mm、測定範囲は、球面度数 は $\pm 20$  D, 円柱度数は $\pm 7$  D, 乱視軸角度は 0 から 180 度である.

### IV 考 按

乳幼児用に、従来の据置型オートレフラクトメータ とは異なった多くの特徴を持つ手持ち赤外線オートレ フラクトメータを開発し、据置型オートレフラクト メータと同等の機能、精度をもつことを3歳から6歳 の幼児を対象とした検査で確認した。 これまでの動物 を使用した視性刺激遮断弱視に関する種々の実験か ら、視覚が発達する時期に正常な視経験を積ませるこ との重要性が認識されている314)。 さらに, von Noorden<sup>5)</sup>, 粟屋ら<sup>6)</sup>の研究から, 乳幼児期に critical period があり、 $5 \sim 6$  歳までの視覚発達に対する感受 性の高い時期に網膜に明瞭な像を結ばせることが重要 であるとされている。近年、3歳児検診で眼科検診が 行われるようになり、この重要な時期に阻害因子を早 期発見し治療する試みがなされている。しかし、これ より前の、視機能の発達に関する重要性ではひけをと らないと考えられる, 3歳以前という時期における視 機能評価は依然、困難なままであると思われる。これ は、 患児の協力がまず得られない点から、 自覚的検査 が不可能であり、他覚的検査が主体となることによる. しかし, 他覚的検査も幼少ということで様々な制限を うける。この点への屈折検査面からのアプローチとし て、我々は遠隔測定が可能な PR 1000 をトプコンと共 同開発し、スクリーニング機として使用し、一定の成 果をあげることができたり。このスクリーニングで屈 折異常の疑いが認められた患児を精査する場合, レチ ノスコープを行う必要がある. しかし, レチノスコー プでは同時に1経線しか求められず、検者に熟練が要 求される。このような時、通常の据置型オートレフラ クトメータと同等の精度で簡便に、しかも乳幼児を目 標とした機器があれば, 乳幼児の屈折異常の精査に寄 与するところが大と考え, 手持ちオートレフラクト メータを開発した.乳幼児という対象の特性を考慮し, ①どのような体位でも測定可能, ②オートシステムお よび短時間での反復測定, ③自然な屈折状態を期待し, 両眼開放下での測定可能, ④持ち運びが容易という特 徴を持つ機器を目的とし、開発を行った。手持ちオー トレフラクトメータで測定したところ, 通常の据置型 オートレフラクトメータの測定値と高い相関が得られ た。しかも、第三の特徴である、オートスタートシス テムおよび短時間での反復測定可能という点が、実際

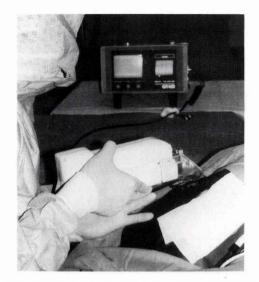


図 6 手持ちオートレフラクトメータによる白内障術中の屈折度測定の様子。

の測定では有効であった。これは、乳幼児の機嫌の良 い、視標への興味を抱いた、ごく短いチャンスを捕ら えて測定を行うことができたためと考えられる. しか も、顎台に固定する必要がなく、両眼開放で、患児の 視界を妨げない特性から,前にテレビアニメや乳幼児 の興味を引くものを外部視標として呈示することがで きる点で, さらに測定を容易にすることが可能であっ た. 幼児を対象とした測定でも、測定時間は据置型に 比べ短時間であった。さらに、当初の目的以外に持ち 運びが容易で、体位を選ばないという特徴を生かして、 たとえば、図6に示したような手術中の屈折度測定8)、 障害者の測定など、これまでの据置型オートレフラク トメータでは不可能であった分野への応用が考えられ る. このたび開発した四つの大きな特徴を持つ、手持 ち赤外線オートレフラクトメータが乳幼児の屈折度の 精査の際に力強い助手になるものと考えている.

本論文は第96回日本眼科学会総会で発表した。

#### 文 献

- 魚里 博,平井宏明,西信元嗣,福間康文:新しい 赤外ビデオレフラクション法による乳幼児の屈折 度測定。眼臨 84:627-631, 1990.
- Hirai H, Uozato H, Iwamoto M: Portable infrared refractor. XXVI International Congress of Ophthalmology, 134—135, 1990.
- Hubel DH, Wiesel TN: Receptive fields of cells in striate cortex of very young visually inexperienced kitten. J Neurophysiol 26: 994

- -1002, 1963.
- Wiesel TN, Hubel DH: Effect of visual deprivation on morphology and physiology of cells in the cat's lateral geniculate body. J Neurophysiol 26: 978—993, 1963.
- von Noorden GK, Maumenee AE: Clinical observations on stimulus deprivation amblyopia (amblyopia ex anopsia). Am J Ophthalmol 65: 220-225, 1968.
- 6) Awaya S, Miyake Y, Imaizumi Y, Shiose Y, Kanda T, Komuro K: Amblyopia in man, suggestive of stimulus deprivation amblyopia. Jpn J Ophthalmol 17: 69—82, 1973.
- 7) 平井宏明, 魚里 博, 西信元嗣: PR1100 を用いた 乳幼児検診, 眼臨 86:345-348, 1992.
- 8) 平井宏明,原 徳子,魚里 博,原 嘉昭,西信元嗣:白内障術中の屈折度測定。眼科手術 5:463 -466,1992.