

JOVS research

—多機関共同研究と訓練・検査機器の開発—

岩田 遙

北里大学 医療衛生学部

日本両眼視矯正研究会(Japan Orthoptic Vision Society)は設立より4年目を迎え、より広い領域での研究活動が可能となってきた。2022年度は本研究会で得られたネットワークを活かし、JOVS主導での研究を2件実施した。1件は「間欠性外斜視に対する中間距離における輻湊訓練の効果検証」を多機関共同研究として実施し、その研究結果として輻湊訓練キットを開発した。もう1件として、研究会に参加の多くの先生方のアドバイスを受けながら、小児用視力検査装置アプリケーションの開発を実施した。

● 間欠性外斜視に対する中間距離における輻湊訓練の効果検証

間欠性外斜視は最も一般的な斜視として知られており、弱視や眼精疲労、両眼視機能の不良、斜位近視、および整容面の問題からくるQOLの低下など、様々な症状を引き起こす。間欠性外斜視をプライマリーエンドポイントとして検討した報告において、その有病率は3.2%と報告されている。間欠性外斜視の治療方法は様々あるが、家庭で実施されるvision therapyとしてpencil push-upsによる輻湊訓練がある。輻湊訓練はvision therapyの中で、患者自身が単独で実施でき、かつ場所や機器の制限を受けづらいため、最も手軽に行うことができる。Pencil push-upsによる輻湊訓練は、患者自身が手で鉛筆を持って輻湊運動を繰り返すと

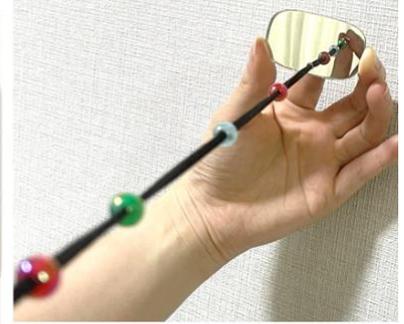
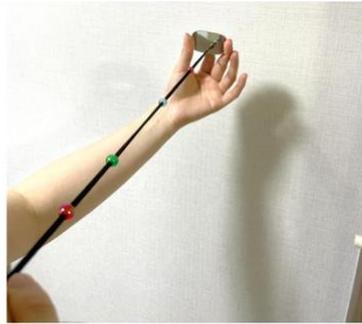
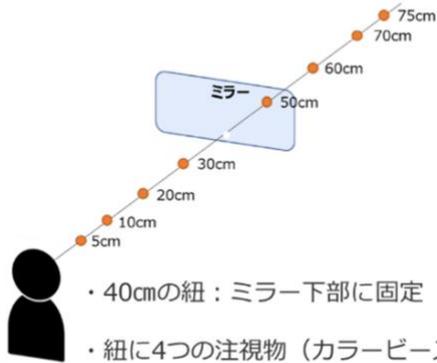
いう手法であるが、これでは輻湊訓練における最長距離が患者自身の手を伸ばした長さに依存し、最も遠い距離で30~40cm程度に限定される。



一方で、輻湊角は $\theta = 57.3 \times (\text{両眼間距離 } I / \text{絶対距離 } D)$ で表せられるように、例えば両眼間距離64mm、絶対距離30cmでは既に12.2°輻湊していることになる。既に輻湊を10°以上している状態の輻湊訓練よりも、輻湊を殆ど行っていない更に遠くの中間距離から輻湊訓練を行うと、より良好な効果が得られる可能性があると考えた。そこで我々は、鏡を用いることによる新たな輻湊訓練装置を新たに考案した。

本装置は横5cm、縦3cmの小型のミラーの下部に穴が開いており、その穴にカラービーズが固定されている紐が通っている。カラービーズの配置は手前から手前から5cm、10cm、20cm、30cmである。患者にはミラーと紐の先端部分を持ってもらい、紐をしっかりと伸ばした状態で各ビーズを注視してもらう。ミラーの反射による奥行を利用することにより、5cm、10cm、20cm、30cm、50cm、60cm、70cm、75cmでの、中距離での輻湊訓練が可能となる。

視能訓練ミラー



- ・実像と虚像（鏡像）により視距離は2倍（80cm）
- ・奥（鏡像）⇔ 手前（実像）⇔ 奥（鏡像）
往復訓練を実施

本装置を用いた中距離からの輻湊訓練と（5～75cm）、従来通りの近距離のみの輻湊訓練（5～30cm）の Intermittent Exotropia Control Score (IECS) を用いた眼位コントロールの改善について、多施設共同無作為化並行群間比較試験（刈谷豊田総合病院倫理委員会 No. 682. 認定済）を実施した。参加施設は刈谷豊田総合病院、公立西知多総合病院、おおさわ眼科、さこう眼科の4施設である。その結果として、中距離および近距離の両方ともに同等の眼位コントロールの改善が観察された。IECS を用いた眼位コントロールの改善には両群間で差がなかったものの、30cm の位置においても輻湊をすることができない、輻湊不全型の間欠性外斜視の患者において、本装置を用いた中距離から輻湊訓練は簡便に実施することができ、非常に有効であった。

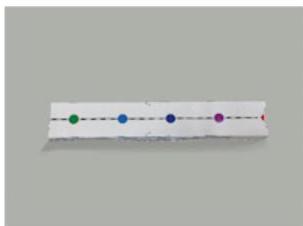


訓練前

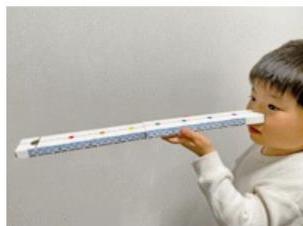


訓練後

そして、本研究成果を実学とすべく、輻湊訓練装置の BinoStretch を開発した。BinoStretch は ritz medical 社から購入可能であり、従来の輻湊訓練装



BinoStretch 本体（収納時）



使用イメージ（伸長時）



ミラー（別売）装着イメージ



訓練距離を2倍にできる
軽量プラスチックミラー（別売）

置よりも安価で販売される。間欠性外斜視の患者にとっての一助になれば幸いである。

バイノストレッチ BinoStretchを使った輻湊訓練

- ①一番遠いターゲットを数秒間、両眼で凝視（じっと見つめること）しましょう。



ワンポイントアドバイス
凝視しているターゲットを中心に中央線が交差（X）して見える状態にすると効果的です。



両眼で見るのが大事です

- ②遠くのターゲットから1つずつ手前に向かって凝視していきます。



遠くのターゲットから近くのターゲットへ

- ③くっきりと凝視できる一番近いターゲットまで来たら、手前から遠くのターゲットへ1つずつ戻ります。無理のない範囲で②と③を繰り返します。



近くのターゲットから遠くのターゲットへ

● 小児用視力検査装置アプリケーションの開発

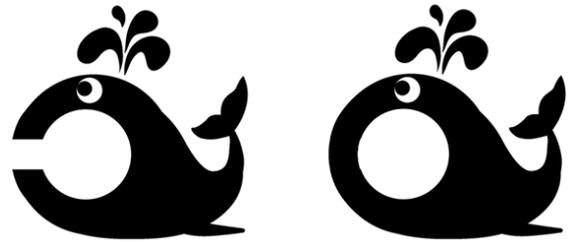
機能的弱視とは、屈折矯正においても良好な視力を獲得することができない疾患であり、その有病率は 2-3%程度であると報告され、小児眼科における代表疾患である。機能的弱視の治療には、完全屈折矯正眼鏡の常用、およびアイパッチを用いた遮閉法を長期間に渡って行う必要があるが、治療可能な年齢は視覚の感受性期間によって強く制限される。弱視の治療が遅れると、感受性が低下している影響によって治療が長期間に渡ってしまう場合や、また最終的に治療によっても良好な視力を獲得することができないことがある。そのため、弱視の早期発見による早期の治療開始は極めて重要である。小児にとって、ランドルト環を用いた視力検査は理解が難しいこと多く、そういった場合には小児用視力検査表が用いられる。国際的な小児用の視力検査表として、Lea symbols チャートや HOTV、Allen chart、Kay pictures などがある。しかしながら、これらの視力表はランドルト環や ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study) チャートによる視力と一致せず、Lea symbols は ETDRS より高い視力値に、またランドルト環よりも高い視力値に測定される。HOTV はランドルト環、ETDRS チャート、および Lea symbols よりも高い視力に測定される。Allen chart はランドルト環よりも高い視力に測定される。Kay pictures は ETDRS チャートよりも高い視力に測定される。また、これらの小児用視力表は国際的に推奨されている最小分離閾の評価を

Lea symbols	HOTV	Allen chart	Kay pictures
○ □ △ ♥	H O T V	👤 🏠 🐦 👦 🍷 🙌	🍌 ☆ 🚗 👤 🐣 🏠

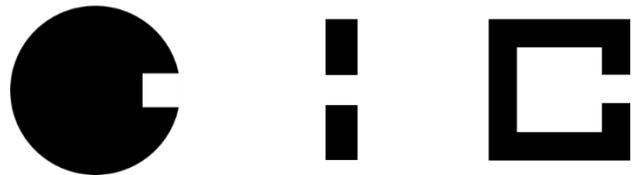
していない。

そこで本研究において、ランドルト環と同等の視力値を測定可能であり、最小分離閾の評価が可能な小児用視力表の開発を実施した (2021 年度 [第 34 期]北里大学学術奨励資金による援助)。

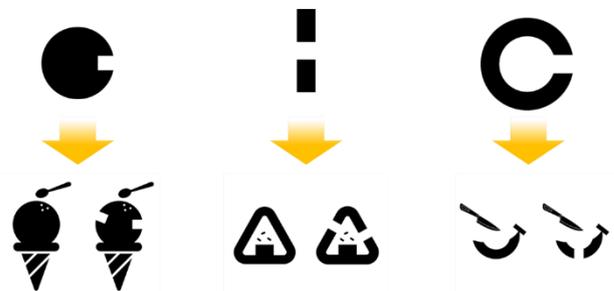
最小分離閾の評価が可能な小児用視力表を開発するにあたり、2 つの絵のどちらかに最小分離閾を呈示し、どちらの絵に切れ目があるかを患者に対して判別してもらう方法を考案した。しかしながら、ランドルト環をそのまま絵の中に取り込むと、図のように違和感の強い絵となるため、ランドルト環は絵への応用が困難であり、視標のバリエーションが制限されると考えた。



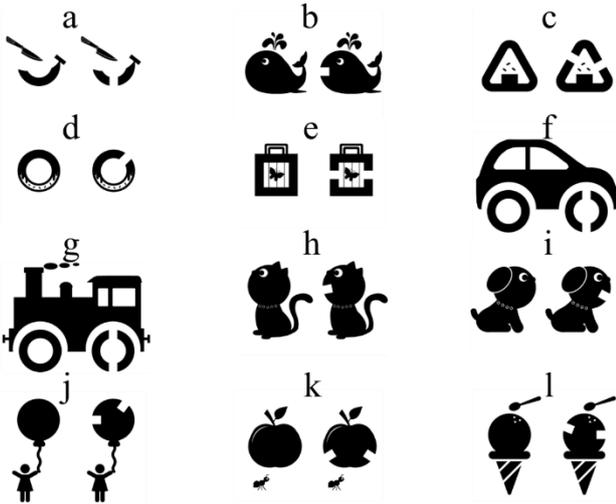
そこで新たなデザインとして、新たな最小分離閾を考案した。



これらのデザインの最小分離閾であれば、このようなデザインの絵視標の作成が可能となる。しかしながら、これらのデザインの最小分離閾がランドルト環と同等の視力値を測定可能であるかは不明であるため、これについて検討を行った (医療衛生学部倫理委員会 2022021)。



その結果として、新たにデザインした最小分離閾のデザインは、ランドルト環と同等の視力検査結果を得ることができた。そこで以下の小児用視力検査表を考案し、これらにおいても理論的には同等の視力検査結果が得られると考えられる。



この小児用視力検査表を一般化するために、スマートフォン・タブレット端末用のアプリケーションとして開発を行った。アプリケーションとしては開発済であり、現在、iOS App Store「小児用視力検査」として提出中である(審査中)。



本アプリケーションは、本研究で考案した様々な小児用視力検査視標を用い、最小分離閾の評価の実施が可能である。また、スマートフォンはそれぞれの機種で pixel per inch (1 インチあたりのピクセル数) が異なるため、視力検査として実施するにあたり正確な値の視力の呈示することが困難であるが、本アプリケーションは機種名を選択することにより正確な視力の測定が可能となる新たな仕様を導入している。

【謝辞】

本研究は以下の助成を受け実施された。

- ・小児用視力検査装置アプリケーションの開発
2021 年度 (第 34 期) 北里大学学術奨励資金

【研究会運営協賛企業】

株式会社コト

ジャパンフォーカス株式会社

株式会社トーマコーポレーション

株式会社リイツメディカル

ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社 ビジョンケアカンパニー

株式会社ニデック

日本アルコン株式会社

HOYA 株式会社 ビジョンケア部門

株式会社ナックイメージテクノロジー

パナソニック株式会社 エコソリューションズ社

株式会社シャルマン

ソフトキューブ株式会社

三井化学株式会社

株式会社 ホブニック研究所

コミー株式会社

※登録順