

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：32607

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K18890

研究課題名（和文）偏光フィルムを用いた両眼開放下の新たな弱視訓練の試み

研究課題名（英文）An attempt to new amblyopia treatment using a polarizing film

研究代表者

岩田 遥（Iwata, Yo）

北里大学・医療衛生学部・助教

研究者番号：40803200

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、安価かつ手軽に実施可能な弱視訓練装置を新たに開発し、その有用性と有効性を検討することを目的としている。1枚の偏光フィルムをテレビや本などに貼付し、軸を90度回転させたもう1枚の偏光フィルムを眼鏡の健眼側に貼付することにより、両眼開放下で弱視眼のみに視標を呈示することのできる装置を新たに開発することができた。本装置は、これまでの課題であった、両眼開放下の弱視訓練装置としての価格・及び手軽さを解決している。本装置を用いて不同視弱視の患者に対して弱視訓練を実施し、良好な弱視訓練結果を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで開発されたきた両眼開放下の弱視訓練装置は特殊な電子機器であるため、患者一人ひとりが自宅で使用することが極めて困難であった。そこで本研究において偏光フィルムを用いた新たな弱視訓練装置を開発することにより、手軽かつ安価に両眼開放下の弱視訓練を実施することができるようになった。これにより、弱視患者の弱視訓練に対する負担を軽減することに繋がると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a new amblyopia treatment device that can be implemented inexpensively and easily, and to examine its usefulness and effectiveness. By attaching one polarizing film to a TV or a book, and another polarizing film with its axis rotated by 90 degrees to the healthy eye of a pair of glasses, we were able to develop a new device that can present optotypes only to the amblyopic eye under binocular opening. This device solves the problem of price and ease of use as a binocular open type amblyopia treatment device, which has been a problem until now. We conducted amblyopia treatment for patients with anisometropic amblyopia using this device, and obtained good amblyopia treatment results.

研究分野：弱視治療

キーワード：弱視 弱視治療 弱視訓練 弱視訓練装置 不同視弱視 小児眼科

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

弱視の有病率は3%程度と報告されており¹⁾、眼科臨床において頻繁に経験する疾患の1つである。弱視とは、器質的疾患がないにも関わらず、眼鏡やコンタクトレンズを用いて矯正を行っても矯正視力が0.8に到達しない状態である。通常、視力は生後0.02程度から徐々に発達し、3歳程度で1.0に到達する。弱視の主な原因は、この視力の成長過程において、左右眼の屈折値が大きく異なり、屈折異常が強い方の眼が使用されずに発達しないことによるものである。弱視の治療にはアイパッチをはじめとして、各種遮閉具を用いて視力が良好な方の眼を遮閉し、弱視眼を強制的に使用させることにより、視力の発達を促す。この弱視の治療期間は視覚の感受性期間により制限され、概ね8歳程度までが適応であるとされているため、小児の間に効率的に弱視訓練は行われる必要がある²⁾。しかしながら、アイパッチを用いた遮閉法は皮膚のかぶれや、健眼を強制的に遮閉することによる精神的苦痛、また遮閉した方の眼が弱視になってしまう遮閉弱視などの様々な副作用があり、またそのため医師の指示した時間通りに弱視訓練を行えず、コンプライアンスが非常に悪いことが問題となっている³⁾。

一方近年、両眼開放下で弱視眼のみに視標を呈示する新たな弱視訓練装置がいくつか開発されており、本邦においてはOcclu-padが用いられている(図1)⁴⁻⁶⁾。Occlu-padをはじめとする両眼開放下の弱視訓練装置は、従来のアイパッチを用いた片眼遮閉下の弱視訓練と比較して、より良好な弱視訓練効果が得られる可能性が示唆されている。従来のアイパッチを用いる方法は弱視眼を強制的に使用することにより視力の向上を図るが、両眼開放下の弱視訓練は弱視の原因となっている抑制を除去するために両眼開放を維持しながら、弱視眼を能動的に使用させることにより、より効率的に視力の向上を行うことができるとされている⁵⁻⁸⁾。

しかしながら、それらの両眼開放下の弱視訓練装置はタブレット端末やヘッドマウントディスプレイなどを改造した特殊な電子機器であるため、アイパッチのように患者一人ひとりに貸出や販売を行うことが非常に困難であり、より安価で手軽に行うことができる両眼開放下の弱視訓練方法が求められる。

2. 研究の目的

安価かつ手軽に実施可能な両眼開放下の弱視訓練装置を新たに開発する。そして、これを用いて実際に弱視患者に対して弱視訓練を実施し、その有用性と有効性について検討する。

3. 研究の方法

(1) 偏光フィルムを用いた弱視訓練装置の開発

偏光フィルムを用い、安価かつ手軽に両眼開放下の弱視訓練を行うことのできる方法を新たに考案した。偏光フィルムは、2枚を偏光する方向を90度直交するように重ねると、重なりのある部分のみ光を通さなくなり、視認することができなくなる性質を持つ(図2)。高い透過率と高い偏光度を持つ偏光フィルムを、弱視訓練として用いる対象に貼付する。弱視訓練として用いる対象は、テレビやタブレット端末などの映像機器や、既存の絵本などの紙媒体でも問題ない。弱視訓練用の眼鏡の健眼側のみに軸を90度回転させたもう1枚の偏光フィルムを貼付する。偏光フィルムを貼付された健眼は、電子機器、又は絵本等の偏光フィルム貼付の部分を視認することができなくなる。これにより、これまで開発されてきた両眼開放下の弱視訓練装置と同様に、両眼開放下で弱視眼のみに視標を呈示することが可能となる。この方法で弱視訓練を行うことにより、手軽かつ安価に効率的な両眼開放下の弱視訓練を行うことが可能になると考える。

(2) 偏光フィルムを用いた弱視訓練装置を用いた弱視訓練効果の検証

不同視弱視と診断された患者に対し、本装置を用いた弱視訓練を実施した。選択基準は3~8歳の患者、調節麻痺下における等価球面度数の左右差が2.00 diopter以上、弱視眼の最高視力がLogMAR値において0.1以下である。弱視治療の既往歴のある患者、斜視を有する患者、視力検査や屈折検査が困難な患者、乱視を1.50 diopter以上有する患者は除外した。対象となったのは14名の不同視弱視の患者である。年齢は 4.7 ± 1.1 歳(平均 \pm 標準偏差)である。全ての患者に対し、シクロペントラート塩酸塩点眼による調節麻痺下の検査にて得られた屈折値の完全屈折矯正眼鏡の常用に加え、本装置による1日30分間の弱視訓練を指示した。弱視訓練開始3か月後における弱視眼視力の向上値、及び弱視訓練の実施率(弱視訓練実施時間/弱視訓練指示時間)について検討した。視力検査にはランドルト環を用いた。

弱視訓練効果について検証するためには、弱視訓練時間を正確に管理する必要がある。これまで、眼科臨床において弱視訓練時間を管理するためには、弱視訓練カレンダーなどを紙媒体で作成して保護者に記載をしてもらっていたが、デジタルデバイスが広く浸透した現代において、これは不便と捉えられ、記載をしてもらえないことも多かった。そこで、弱視訓練時間を正確に管理するために、弱視訓練時間を管理することができるスマートフォン用のアプリケーションを開発することとした。

弱視訓練前後の視力値の統計解析にはPaired t-testを用い、有意水準5%未満を有意差ありとした。

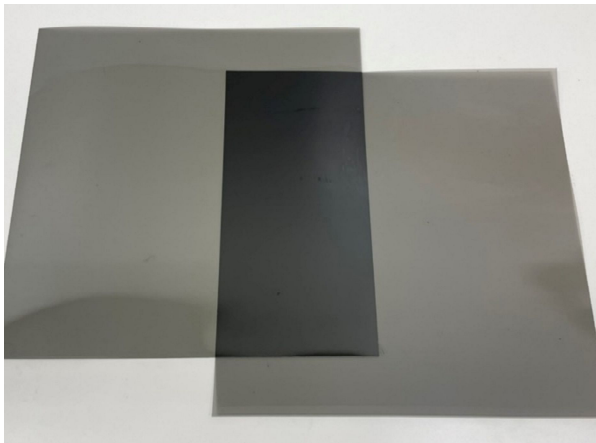


図 1：2 枚の偏光フィルムを 90 度向きを変えて重ねた際の見え方
縦偏光の成分、及び横偏光の成分も通さなくなるため、重なりがある部分のみ光が通らなくなり、その結果視認することができなくなる。

4. 研究成果

(1) 偏光フィルムを用いた弱視訓練装置の開発

偏光フィルムを用いた両眼開放下の弱視訓練装置を開発した。装置の概要を図 2 に示す。本装置は図のように、偏光フィルムを用いることにより、両眼開放下で弱視眼のみに視標を呈示することができる。用いるデバイスはテレビやタブレット端末などの電子機器に限らず、既存の絵本などの紙媒体でも問題ない。



図 2：本研究で使用する偏光フィルムを用いた両眼開放下の弱視訓練装置
画面に偏光フィルムを貼付し、眼鏡の健眼側に 90 度反転させた偏光フィルムを貼付することにより、両眼開放下で弱視眼のみに視標を呈示することができる。これは紙媒体でも同様に行うことができる。

(2) 偏光フィルムを用いた弱視訓練装置を用いた弱視訓練効果の検証

対象となった患者 14 名の不同視量は 3.18 ± 0.63 diopter であった。弱視訓練前の弱視眼視力は 0.25 ± 0.09 であり、弱視訓練 3 か月後における弱視眼視力は 0.08 ± 0.09 に有意に向上した ($p < 0.05$) (表 1)。弱視治療のコンプライアンス率は $87.7 \pm 16.4\%$ であった。本検証においては単群での検討であり、完全屈折矯正眼鏡装用による弱視訓練効果も含まれるため、これが完全に本装置による弱視訓練効果によるものとは言い切ることができない。しかしながら、これまでの既報において、完全屈折矯正眼鏡の装用のみによる弱視治療の効果は、同様の年齢の不同視弱視に対して弱視訓練開始 3 か月後において 0.24 ± 0.08 から 0.14 ± 0.08 への向上を認めており⁵⁾、本研究の方がより大きい弱視訓練効果が認められている可能性がある。今後、アイパッチや Occluder pad による弱視訓練と比較し、本装置の効果をより詳細に検討していく必要がある。

	弱視訓練前	弱視訓練 3 か月後
弱視眼視力 (LogMAR)	0.25 ± 0.09	0.08 ± 0.09

表 1：弱視訓練前後の視力

また、本研究において弱視訓練時間を正確に管理するために、弱視訓練時間管理アプリケーションを新たに開発した。本アプリケーションはスマートフォンやタブレット端末で動作可能であり、ストップウォッチのように弱視訓練時間を秒単位で計測し、1日あたりの弱視訓練時間や、これまでの総弱視訓練時間を簡便かつ正確に記録することができる（図3）。

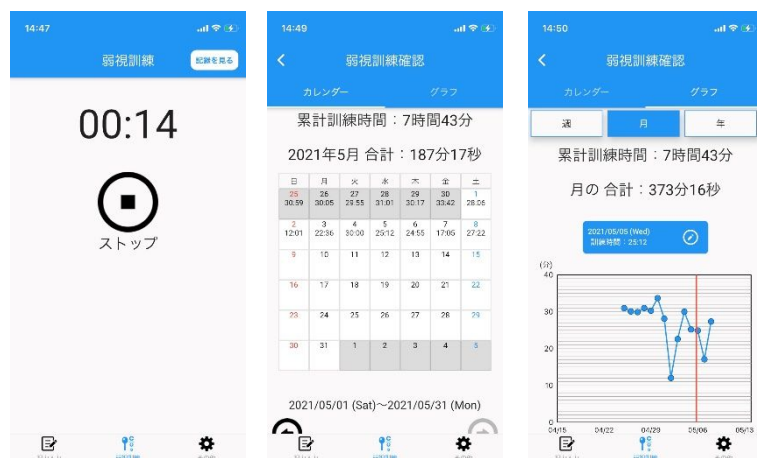


図3：弱視訓練時間管理アプリケーション
ストップウォッチのように弱視訓練時間を計測し、1日あたりの弱視訓練時間や、これまでの総弱視訓練時間等を簡便に記録することが可能である。

< 引用文献 >

1. Multi-ethnic Pediatric Eye Disease Study Group: Prevalence of amblyopia and strabismus in African American and Hispanic children ages 6 to 72 months: the Multi-ethnic Pediatric Eye Disease Study. *Ophthalmology*. 115, 1229-1236, 2008.
2. 栗屋忍: 形態覚遮断弱視. *日眼会誌* 91, 519-544, 1987.
3. MP Wallace, et al: Compliance with occlusion therapy for childhood. *Investigative Ophthalmology Visual Science*. 54 6158-6166, 2013.
4. Handa T, et al. Modified iPad for treatment of amblyopia: a preliminary study. *J AAPOS*. 19, 552-554, 2015.
5. Iwata Y, et al: Comparison between Amblyopia Treatment with Glasses Only and Combination of Glasses and Open-Type Binocular "Occlu-Pad" Device. *Biomed Res Int*. 2459696. 2018.
6. Iwata Y, et al: Evaluation of the Effects of the Occlu-Pad for the Management of Anisometropic Amblyopia in Children. *Curr Eye Res*. 785-787. 2018.
7. Vagge A, et al: Amblyopia update: new treatments. *Curr Opin Ophthalmol*. 27, 380-386, 2016.
8. Kelly KR, et al: Binocular iPad Game vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol*. 134, 1402-1408, 2016.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kitasato Miwa, Iwamitsu Yumi, Iwata Yo, Ueta Tomoki, Fukaya Etsuko, Ishikawa Hitoshi	4. 巻 70
2. 論文標題 Investigation of Stress and Distress Experienced by Guardians of Children with Strabismus and/or Amblyopia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Binocular Vision and Ocular Motility	6. 最初と最後の頁 21~28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/2576117X.2019.1691872	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iwata Yo, Handa Tomoya, Ishikawa Hitoshi	4. 巻 26
2. 論文標題 Monocular visual acuity measured with the OccluPad binocular vision test in patients with unilateral functional visual loss	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Optical Review	6. 最初と最後の頁 301~302
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10043-019-00494-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 上田 智基、岩満 優美、北里 美和、岩田 遥、深谷 悦子、石川 均	4. 巻 83
2. 論文標題 斜視・弱視児を持つ保護者のストレス:-アイパッチと眼鏡の比較-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本心理学会大会発表論文集	6. 最初と最後の頁 26
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 上田 智基、岩満 優美、北里 美和、岩田 遥、深谷 悦子、石川 均
2. 発表標題 斜視・弱視児を持つ保護者のストレス -アイパッチと眼鏡の比較-
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩田遥、北里美和、上田智基、深谷悦子、岩満優美、石川均
2. 発表標題 質問紙を用いた斜視・弱視の子どもをもつ保護者のストレス調査
3. 学会等名 第75回日本弱視斜視学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩田遥、半田知也、石川均、庄司信行
2. 発表標題 片眼性の心因性視力障害に対するOcclu-padを用いた両眼開放下における単眼視力検査
3. 学会等名 第56回日本眼光学学会総会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 弱視訓練キット	発明者 岩田遥	権利者 学校法人北里研究所
産業財産権の種類、番号 特許、2020-061070	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関