

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 16 日現在

機関番号：32607

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22791682

研究課題名（和文） 視機能訓練装置の開発と斜視・弱視訓練への応用

研究課題名（英文） Development of visual function training system as clinical application for amblyopia and strabismus

研究代表者

半田 知也 (HANDA TOMOYA)

北里大学・医療衛生学部・准教授

研究者番号：20283648

研究成果の概要（和文）：

立体映像技術を用いた視機能訓練法・装置を開発し、小児の弱視、斜視患者の視機能訓練効果検討した。本訓練法は立体(3D)ディスプレイを用いることで患者に両眼分離映像を提示し、両眼視下で患眼のみに映像を提示することで患眼における抑制を除去し、小児の弱視、斜視患者の視機能を回復に導くことを目的とする。本研究では訓練に同意の得られた小児の弱視患者 2 例、間欠性外斜視患者 13 例に実施された。弱視患者 2 名において訓練効果を認められ、訓練後に視力 1.0 以上の良好な視力を獲得した。間欠性外斜視患者 13 名のうち 10 名において訓練効果を認め、眼位の保持が改善した。本視機能訓練法は効果的な小児の弱視・斜視訓練法としての有用性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

A novel apparatus for training visual function for amblyopia and strabismus using 3D visual display system has been developed and tested. This visual function training system treats an amblyopia and strabismus, under binocular viewing condition. Visual images to the right and left eyes were projected and superimposed on 3D display, allowing test images to be seen independently by each eye using polarizing glasses. This visual function training system was enforced by two pediatric amblyopia patients and 13 pediatric intermittent exotropia patients. Two amblyopia patients acquired 1.0 or more visual acuity after the visual function training. The degree of ocular deviation has improved in ten of 13 intermittent exotropia patients. It was suggested that this visual function training system is an effective pediatric's amblyopia and a strabismus training system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・眼科学

キーワード：視能矯正，小児眼科

1. 研究開始当初の背景

弱視・斜視治療に必要な視機能訓練においては約四半世紀の間、進歩が見られず、時代遅れの現状を打破する視機能訓練法・装置の開発が求められている。弱視・斜視は小児の発達を医学的、社会的、教育的に妨げる疾患であり、その解明、治療は小児眼科の最重要課題である。弱視・斜視治療は眼位の矯正、視力の向上に終わるのではなく、弱視・斜視訓練の最終目標は正常両眼視機能の獲得である。視能訓練とは正常な両眼視機能の感覚を丹念に脳に植え付けていく一種の学習（教育）であり、視機能の発達が完了する8歳頃まで継続して行われる。代表的な視能訓練として弱視訓練がある。弱視治療は弱視眼の抑制を除去し、両眼間の抑制のバランスを整えることが目的とされる。現在我が国における代表的な弱視訓練として遮閉法（健眼の遮閉による弱視眼の強制使用）があり、患児の状態に合わせて眼帯やアイパッチ[®]を用いた完全遮閉法、薬物や遮閉膜を用いた不完全遮閉法について訓練実施時間を決めて実施されている。現在、我が国においてアイパッチ[®]を用いた完全遮閉がよく用いられており、臨床的にある程度完成した訓練法である。しかしながら、アイパッチ[®]を用いた完全遮閉治療には欠点も存在する。患児片眼を遮閉して日常生活を送るため、患者本人及び家族に多大な精神的、肉体的なストレスを与えてしまうと同時に、小児が治療計画どおりに遮閉していることを両親や学校の教師が監視する必要がある。また健眼遮閉時は単眼視となり、両眼融像や立体視といった両眼視機能の成立を妨げる可能性もある。両眼視機能の発達という観点からは両眼開放下で弱視眼の抑制をとることが理想である。弱視訓練や斜視訓練などの主に小児を対象とした視機能訓練は視機能発達を妨げることなく、さらに患児の視点に立った訓練方法の開発が必要と考える。

2. 研究の目的

患者の日常視を大きく妨げることなく、両眼開放下で視機能訓練できる方法及び装置を開発する。小児の弱視及び斜視患者に開発した視機能訓練法の有用性を検証する。

3. 研究の方法

視機能訓練法・装置の開発とともに訓練効果を評価する視機能検査を開発する。視機能訓練には弱視訓練、斜視訓練（抑制除去、融像訓練、立体視訓練）、また視機能検査には両眼視機能検査、眼位検査、立体視検査を取

り上げた。各視能訓練法の基本概念は既存の訓練法を参考にし、両眼開放下で行える視機能訓練法を開発し、小児の弱視、斜視患者を対象に有効性を検証した。

(1) 平成 22 年度

視機能訓練装置は立体（3D）ディスプレイ、映像制御・記録解析用 PC、被験者用応答入力装置、両眼分離装置（円偏光眼鏡）で基本構成される。訓練および検査映像は開発プログラムで制御され、検査映像は任意に作成設定でできる。被験者の応答はジョイスティックやマウスを使用した直観的操作で行われ、さらに検査結果も自動保存される。

訓練プログラム及び装置を開発した後、本装置の実用性について健常青年および小児を対象に検証する。実用性検証の結果から必要に応じて改良する。

(2) 平成 23 年度

平成 23 年度に開発した視機能訓練装置に実装している弱視訓練法、斜視訓練（抑制除去、融像訓練、立体視訓練）法の効果を小児の弱視患者・斜視患者を対象に検討した。本検討は北里大学医療衛生学部倫理委員会、北里大学病院倫理委員会の承認を得た後、十分なインフォームドコンセントを行い同意の得られた弱視患者 2 例及び間欠性外斜視患者 15 名に対して実施された。

4. 研究成果

開発した視機能訓練装置の外観を図 1 に示す。立体（3D）映像技術は 3D 映像を見せるだけでなく、左右眼に任意の映像を提示できることにある。弱視治療という観点から 3D 映像技術を見た場合、両眼開放下で片眼のみに映像を提示できることに気が付く。我々はこの技術を利用して、両眼開放下で患眼のみに映像を提示できる新しい抑制除去訓練法を提案した。本訓練法の 1 つである両眼開放患眼作動法（アリつかまえゲームについて述べる（図 2）。本訓練法は両眼開放下で患眼のみにアリ（視標）を提示し、マウスなどの操作デバイスによってアリを捕まえて、虫かごに入れ、その数を競うゲーム要素を取り入れた訓練法である。アリ以外の周辺映像（草、岩、虫かご、及びディスプレイ枠）は健眼、患眼ともに提示すること周辺融像を促し、両眼視を促しやすい設計になっている。訓練中に患者は等速度で動くアリを捕捉するために滑動性追従運動を安定して行う必要があり、アリをマウスで捕まえるためには眼と手の協調運動を行う必要がある。アリのサイズや移動速度、訓練時間は任意に設定できるた

め、患児の視機能状態、集中状態によって設定できる。

平成 22 年度に実施した訓練装置の実用性検証において、訓練装置とともに実装した視機能検査装置が既存の検査装置による検査値と高い相関を認めた。また装置の操作性の向上、検査結果の自動記録・出力により検査時間が従来比の半分に短縮し、本訓練装置の基本的有用性を確認した。

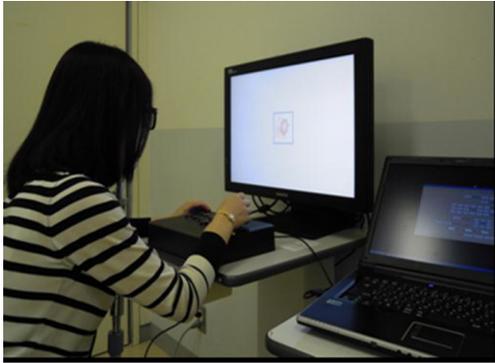


図 1：視機能訓練装置外観

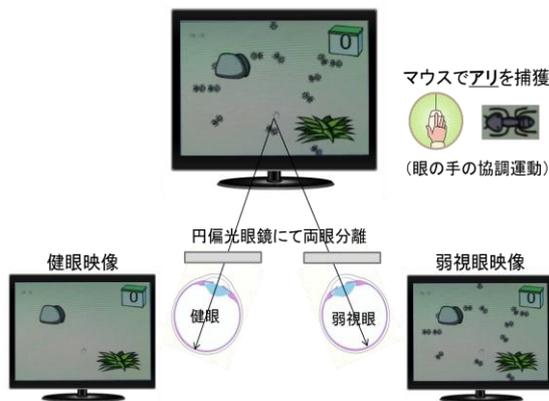


図 2：両眼開放下患眼作動法 (アリつかまえゲーム)

平成 23 年度に実施した本訓練法の臨床応用において、弱視患者 2 例の弱視眼の視力向上、間欠性外斜視患者 15 例のうち 10 例における抑制除去及び融像訓練効果が認められた。訓練効果の得られた代表例として不同視弱視患者 1 例、間欠性外斜視患者 1 例の結果を示す。弱視症例：5 歳男児。健眼視力 1.0 (小数視力)、弱視眼視力 0.2 (小数視力)、両眼視機能も不良であった。訓練期間は 4 か月間であり、2 週間毎に通院し、1 回来院するごとに 6 分～9 分間の本訓練 (両眼開放下患眼作動法：アリつかまえゲーム) を行った。本訓練施行後、視力は両眼 1.2 (小数視力) に改善し、良好な両眼視機能を獲得した。本症例の弱視訓練経過を図 3 に示す。

弱視訓練経過：不同視弱視 1 症例

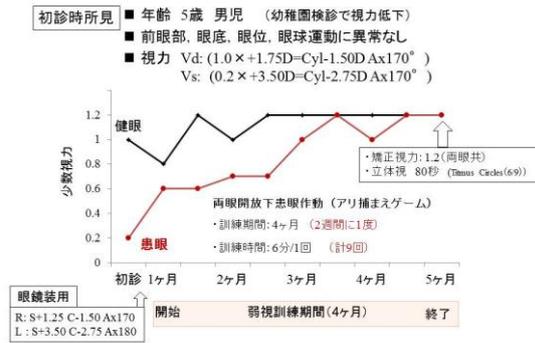


図 3：弱視訓練経過

間欠性外斜視症例：7 歳女児。視力は両眼 1.2, 眼位は遠見 18 Δ, 近見 25 Δ 外斜位斜視。抑制はほぼ除去されているが、融像が不安定であり、斜位に持ち込むことが困難だった。本訓練施行後、完全に抑制が除去され融像が安定し融像幅も増加した。本訓練法は不同視弱視を対象とした弱視訓練効果、間欠性外斜視の抑制除去訓練効果が認められた。本訓練法は映像提示部に小児が日常的に視聴しているテレビ画面を用い、ゲーム要素を取り入れることで、飽きることなく集中して訓練を実施できた。これらの結果から、本訓練法は小児患者の弱視・斜視訓練を中心とした有効な視機能訓練法として応用できる可能性が示唆された。

弱視・斜視訓練を含めた視能訓練は眼科医・視能訓練士の創意工夫によって発展してきた。弱視眼を積極的に使用させることを目的とした家庭訓練は、塗り絵、写し絵、テレビ、ビデオゲームなど様々な手法があり、いずれも小児の興味を引き付けることを重視して行われている。小児の視能訓練は疾患としての症状だけでなく、各患児の気持ちや事情を考えた方法を選択する必要がある。3D 映像提示装置は TV や携帯電話などモバイル機器など我々の生活の中にゆっくりと広まっている。3D ディスプレイを用いた本訓練法は病院で行う訓練法としてだけでなく、これからの一般家庭における弱視・斜視訓練の 1 つの様式として発展できる可能性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 半田知也, 3D 映像の現状と視機能検査・訓練応用, 日本視能訓練士協会誌, 2012 (掲載決定) 査読なし

〔学会発表〕（計 6 件）

- ①半田知也, 3D 映像の現状と視機能検査訓練応用, 第 52 回日本視能矯正学会, 2011 年 11 月 20 日, 横浜
- ②半田知也, 3D 映像の視機能に及ぼす影響, 第 8 回北里眼科病診連携会, 2011 年 2 月 10 日, 相模原
- ③半田知也, 3D 映像視聴による視覚反応と効能, 三次元映像フォーラム第 94 回研究会, 2010 年 12 月 15 日, 品川
- ④半田知也, 3D 映像注視時の生体反応と眼科検査・訓練応用, 第 63 回日本自律神経学会総会, 2010 年 10 月 23 日, 横浜
- ⑤半田知也, 3D 時代のこどもの眼科検査, 第 1 回神奈川医療従事者勉強会, 2010 年 9 月 12 日, 横浜
- ⑥半田知也, 3D 映像の現状と眼光的・視能矯正学的課題, 第 46 回日本眼光学学会, 2010 年 9 月 4 日, 横浜

6. 研究組織

(1) 研究代表者

半田 知也 (HANDA TOMOYA)
北里大学・医療衛生学部・准教授
研究者番号：20383648

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：