

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18791295

研究課題名 (和文) 眼優位性定量装置の開発と弱視治療への応用

研究課題名 (英文) Development of quantitative measurement of ocular dominance as clinical application for amblyopia

研究代表者

半田 知也 (HANDA TOMOYA)

北里大学・医療衛生学部・講師

研究者番号：20383648

研究成果の概要：

眼球光学系に影響されない眼優位性定量装置を開発・改良し、その装置の臨床的有用性を確認すると同時に眼優位性の強さに注目した弱視治療の効果判定法への応用について検討した。開発した装置は眼球光学系に影響されずに眼優位性を4段階に評価でき、白内障患者でも測定可能であること証明した。また弱視・斜視患者を対象に、弱視治療終了時の年齢、および眼位が眼優位性の強弱に影響することを証明した。眼優位性定量法・装置は弱視治療効果の早期判定法として応用できる可能性が示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,800,000	0	1,800,000
2007年度	1,000,000	0	1,000,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	180,000	3,580,000

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：眼優位性、両眼闘争、不同視弱視、弱視治療、外斜視、モノビジョン

## 1. 研究開始当初の背景

近年の眼科医療の進歩によって手術法や光学的検査法は目覚ましい進歩を遂げているが、視機能検査法の進歩は乏しい。特に弱視治療・訓練に対する視機能検査においては約四半世紀の間、弱視治療に対する新発見は見られず、現状を打破する新発見が求められている。弱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。小児に対する弱視治療は主に健眼遮閉をすることで弱視

眼の発達を促進する治療・訓練法を行う。健眼遮閉を行う時間や期間に科学的な判断根拠は無く、眼科医の経験的判断に委ねられており、健眼遮閉期間が短いと弱視眼の視力が低下し、逆に長すぎると健眼の視力が低下する。そのため、現在の弱視治療は視力・両眼視機能が固定する8歳頃まで視力の向上、低下を繰り返しながら行われ、患者本人とその家族に多大なストレスを与えてしまう。これは視力の向上を治療効果の目安にして行われているため、健眼遮閉の時間や期間の判断

を誤ると不可逆的な視力低下(弱視)が生じる。視力低下を生じる前に弱視治療効果を診断可能であれば健眼、弱視眼ともに視力の低下を生じさせることなく、健眼遮閉の時間・期間決定することができる。

## 2. 研究の目的

弱視治療評価は健眼遮閉による視力向上によって行われ、視力評価以外に治療効果の診断法はない。しかしながら、視力は視機能・脳機能を含む複合的な因子によるものであるため、健眼遮閉によって視力より先に様々な視機能・両眼視機能が変化していると考えられる。私は視力向上よりも先に弱視治療効果を判断する手段として眼優位性(利き眼)に注目する。眼優位性とは視覚機能は左右眼同等ではなく、一方の眼が他方の眼より機能的に優位に立つ現象のことである。眼優位性の存在は眼科的に広く認識されているが、その存在意義や視機能への影響については現在まで重要視されていない。私は眼優位性に注目し、世界に先駆けて眼優位性を定量的に評価できる方法・装置を独自に開発し、眼優位性の強さには個人差があることを証明した。またこの眼優位性の強さは視覚刺激状態によって変化することを示した。眼優位性は健常者・弱視患者共に誰しも有している視機能であり、弱視患者の健眼=優位眼、弱視患者の弱視眼=非優位眼という関係にあると考えられる。弱視治療を効果的に行うためには眼優位性の強さが弱い(左右眼同等に使用する状態)必要がある。眼優位性が弱い状態であれば弱視治療(健眼遮閉)によって弱視眼の発達を促進させて高い治療効果が得られるが、逆に眼優位性が強い状態では十分な治療効果が得られないと考えられる。すなわち、弱視治療によって視力が向上した患者の眼優位性は視力が安定的に向上する前に適応的に弱くなっていると考えられる。眼優位性の強さ変化を弱視治療の効果判断に用いる必要性が推察される。そこで私はまず眼優位性定量装置を開発・改良し、その装置の臨床的有用性を確認すると同時に眼優位性の強さに注目した弱視治療の効果判定法への応用について検討する。

## 3. 研究の方法

(1) 2006年度、眼球内部の状態に影響されない眼優位性定量装置を開発・改良し、本装置の実用性について健常被検者を対象に検討する。また臨床応用として白内障患者の眼優位性を定量的に評価した。

①眼球内部の状態に左右されない眼優位性定量法・装置の開発を行う。視覚刺激には視野闘争(左右眼に直行する格子縞を提示する

ことで左右眼の視覚情報処理の競合状態を評価できる)を用い、眼優位性を定量的に評価する。眼球外(モニタ等)に提示された視野闘争図形を知覚するためには両眼ともに同等の視力が必要であり、弱視患者において認知困難な場合が予想される。それ故、中間透光体や屈折状態の影響を受けず、視野闘争図形を直接網膜に投影する必要がある。ハロゲン光を利用したレチノメーターによって直接網膜に視野闘争刺激を投影する装置を開発する。被検者の反応はパーソナルコンピュータを用いて開発する記録・解析システムを用いて測定する。

②装置開発後、本装置の実用性について健常被検者を対象に検討する。また、健常被検者の検査時に操作性等の問題点が判明した場合は装置の改良を行う。

③臨床応用として白内障患者の眼優位性を定量評価した。老眼矯正手術の有用なひとつであるモノビジョン法(優位眼を遠方矯正、非優位眼を近方矯正)術前・術後の眼優位性定量法として用いた。

(2) 2007年度は2006年度に開発した眼優位性定量装置を用いて、弱視患者を対象に弱視治療の経過とともに眼優位性定量を行い、弱視の眼優位性の強さに影響する因子について検討した。

(3) 2008年度は2007年度に引き続き眼優位性の強さに影響する因子として眼位に注目して検討した。また小児に適した眼優位性定量装置について検討した。

## 4. 研究成果

(1) 2006年度、眼球内部の状態に左右されない眼優位性定量装置を世界に先駆けて開発した(図1)。本装置は1対のレチノメーター(LAMBDA100 Retinometer, HEINE社)、およびその支持装置、パーソナルコンピュータ、プリンタによって構成された。未屈折矯正下、被検者の優位眼と非優位眼の網膜に1対のレチノメーターを用いてハロゲン電球を光源とした45°と135°の格子縞(両眼闘争刺激)を投影する。両眼闘争刺激の空間周波数1.8c/deg(視力換算値0.06)、サイズは5degである。優位眼刺激・非優位眼刺激がそれぞれ1分間で優位に知覚された時間(優位時間)を測定する。その際の優位眼と非優位眼の優位時間の差によって眼優位性の強さを評価する。本装置の実用性について健常被検者を対象に検討したところ、優位眼と非優位眼の優位時間の差によって眼優位性の強さを4段階(5秒以下、5秒以上10秒未満、10秒以上20秒

未満、20秒以上)に評価できることが示された(論文発表①、②)。



図1：眼優位性定量装置

臨床応用として北里大学病院眼科を受診する白内障患者の眼優位性評価を行った。すべての患者において白内障の程度に関わらず両眼闘争刺激が知覚された。眼優位性の強さは弱い群から順に優位時間差が5秒以下4名、5秒以上10秒未満2名、10秒以上20秒未満1名(20%)、20秒以上1名(10%)の4群に分けられた。本装置はレチノメーターを刺激装置として用いることで、白内障眼の眼優位性定量評価を可能にした。今後、老眼矯正手術の有用なひとつであるモノビジョン法(優位眼を遠方矯正、非優位眼を近方矯正することで眼鏡不要になる)術前の眼優位性定量法または両眼視機能検査法としての有用性が示された(論文発表①、学会発表②)。

(2) 2007年度は2006年度に開発した眼球内部の状態に左右されない眼優位性定量装置を用いて北里大学病院眼科を受診している弱視患者を対象に弱視治療の経過とともに眼優位性定量を行い、弱視の眼優位性の強弱に影響する因子について検討した。本検討は矯正視力1.0以上の不同視弱視の既往をもつ30名(平均年齢10.6歳)を対象とした。眼優位性の強さと治療開始年齢、治療開始時の患者視力、治療開始時の患者屈折度、治療開始時の不同視量の5項目の相関について検討した。弱視治療は全例が完全屈折矯正眼鏡装用とアイパッチによる時間遮閉を施行した。その結果、眼優位性と治療開始時の年齢と治療終了時の年齢に正の相関を認めた。また治療終了時年齢が高いと治療後の眼優位性が強い傾向を認めた(図2)。弱視治療開始時や終了時の年齢が眼優位性の強弱に影響することが初めて判明した(論文発表②、学会発表①)。

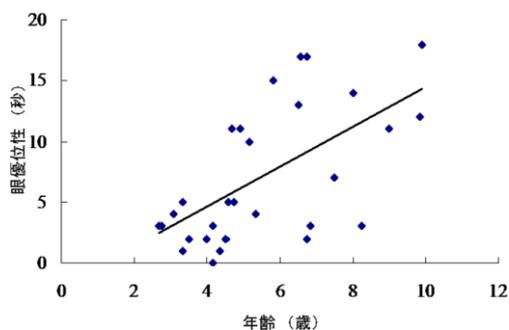


図2：眼優位性と治療終了時の年齢

今回の対象症例は全て1.0以上の良好な視力を有する者である。しかしながら、眼優位性においては治療開始時期および治療終了時の年齢が高いと眼優位性が強いことが示された。両眼視下での検査法である眼優位性定量評価法は単眼視下の視力検査よりも弱視による僅かな視機能異常を評価できることが推察される。弱視治療は早期発見、早期治療が大切である。眼優位性定量法・装置は弱視治療の効果判定および、視力の低下を早期に防止するための指標としての将来的に応用できる可能性が示唆された。

(3) 2008年度は2007年度に引き続き眼優位性の強さに影響する因子について検討した。本検討は北里大学病院眼科を受診している矯正視力1.0以上の外斜視患者13名、間欠性外斜視14名、外斜視16名を対象として、眼優位性の強さと眼位ズレ量の関係について検討した。今回の対象症例は全て1.0以上の症例で適切な屈折矯正下で行っており、両眼の視力差や屈折の未矯正が眼優位性の定量結果に影響する可能性は除外されている。結果として、外斜視および間欠性外斜視患者の眼優位性は斜位患者より強く、有意差を認めた。外斜視および間欠性外斜視によって両眼単一視が妨げられるほど眼優位性が強くなることが判明した(図3)。

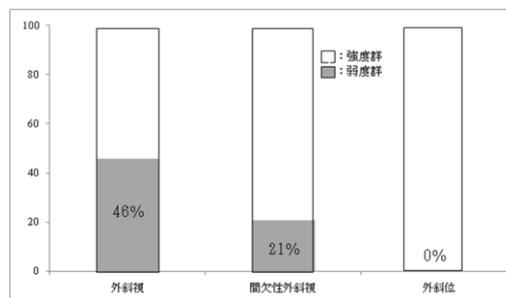


図3：眼優位性の強度分布

弱視治療により両眼単一視が妨げられることに起因した外斜視化が生じる場合もある。弱視患者に遮閉治療を行う場合、眼位および眼位の影響に考慮して行う必要性が示唆された（学会発表①、③）。また、これまでの眼優位性定量法の理論を基に関連診断のために別途開発した立体視検査装置（論文発表③）を応用した小児検査により適した新たな眼優位性定量装置を試作検討した。

#### 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 3 件）

- ① 半田知也、モノビジョンの適応検査、IOL&RS、21巻、22-26、2007、査読無
- ② 伊藤美沙絵、新井田孝裕、石川 均、半田知也、庄司信行、清水公也、不同視弱視の眼優位性に影響する因子の検討、眼科臨床紀要、1巻、169-173、2007、査読有
- ③ 半田知也、石川 均、魚里 博、庄司信行、清水公也、小型液晶ディスプレイを用いた立体視検査装置の開発、61巻、389-392、2007、査読有

〔学会発表〕（計 3 件）

- ① 半田知也、眼優位性検査法とその臨床応用、第13回眼科医療フォーラム、2008年10月20日、徳島
- ② 半田知也、モノビジョンの適応検査法、The I R S J 2007、2007年10月27日、横浜
- ③ Misae Ito、Evaluation of sensory dominance using binocular rivalry as related to ocular deviations、11<sup>th</sup> International Orthoptic Congress、2008年5月29日、Antwerp（Belgium）

#### 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・講師  
研究者番号：20383648

##### (2) 研究分担者

##### (3) 連携研究者

##### (4) 研究協力者

伊藤 美沙絵 (ITO MISAE)  
北里大学・医療衛生学部・助教  
研究者番号：60365179