第56回 日本視能矯正学会

一般講演

両眼開放円偏光下における屈折異常および不同視弱視眼の視力

梅澤 竜彦¹⁾・川端 秀仁¹⁾・稲垣 尚恵²⁾

¹⁾ 浦安市 かわばた眼科

²⁾ 愛知淑徳大学健康医療科学部医療貢献学科視覚科学専攻

Visual acuity of eyes with ametropic and anisometropic amblyopia
under binocular circularly polarized conditions

Tatsuhiko Umezawa¹⁾, Hidehito Kawabata¹⁾, Hisae Inagaki²⁾

¹⁾ Kawabata Eye Clinic

²⁾ Aichi Shukutoku University, Faculty of Health & Medical Sciences, Department of Medical Science
Orthoptic & Vision Sciences Course

要 約

【目的】円偏光を用いて、片眼弱視患者の片眼視力と両眼開放視力について比較し検討した。

【方法】初診時に屈折異常弱視および不同視弱視と診断され、屈折矯正眼鏡治療により弱視眼の片眼視力が小数視力1.0以上となっている患者12名と、対照群として弱視のない健常者6名を被検者とした。完全屈折矯正値装用下、トプコン社製コンビジョンCV-5000と接続したパネルチャートPC-50SBにて、円偏光フィルタ装用下での片眼視力と両眼開放視力を測定し比較した。

【結果】片眼弱視患者の弱視眼12眼中7眼、健眼12眼中2眼、健常者眼の12眼中4眼において円偏光下片眼視力が、通常の片眼視力より低下した。しかし、円偏光下両眼開放視力が円偏光下片眼視力より低下したのは、片眼弱視患者の弱視眼12眼中8眼、健眼12眼中2眼であったが、健常者眼では0眼であった。

【考按】円偏光フィルタ装用下では輝度の低下があるため、片眼弱視患者・健常者ともに視力低下がみられた。しかし、健常者では円偏光下での片眼視力と両眼開放視力には差がなく、片眼弱視患者では、有意な差($p<0.05$)がみられたことにより、弱視眼の治癒の判定には両眼開放片眼視力の測定が重要であることが改めて認識された。

別冊請求先 (〒279-0012) 浦安市入船4-1-1 新浦安中央ビル3F

Tel. 047 (700) 6090 Fax. 047 (700) 6091

E-mail: eye.kawabata@gmail.com

Key words: 円偏光、両眼開放視力、片眼視力、片眼弱視、輝度

circularly polarized light, visual acuity under binocular conditions, monocular visual
acuity, uniocular amblyopia, brightness

Abstract

【Purpose】 Using circularly polarized light, we compared the monocular visual acuity and visual acuity under binocular conditions of uniocular amblyopic patients.

【Methods】 We selected 12 patients who had been diagnosed with ametropic or anisometropic amblyopia at their first visit and showed monocular best-corrected decimal visual acuity of the amblyopic eye ≥ 1.0 by treatment with refractive glasses. We selected 6 healthy subjects without amblyopia as the comparison group. Using a PC-50SB panel chart connected to Compu Vision CV-5000 (Topcon Corporation), we measured and compared best-corrected monocular visual acuity and visual acuity under binocular conditions with a circularly polarizing filter.

【Results】 Monocular visual acuity under circularly polarized light was decreased compared with normal monocular visual acuity in 7 of 12 amblyopic eyes in uniocular amblyopic patients, 2 of 12 normal eyes of uniocular amblyopic patients, and 4 of 12 eyes in healthy subjects. However, visual acuity under binocular conditions with circularly polarized light decreased more than monocular visual acuity under circularly polarized light in 8 of 12 amblyopic eyes of uniocular amblyopic patients, 2 of 12 normal eyes, and 0 eyes in healthy subjects.

【Conclusion】 As brightness decreased under circularly polarized light, a decrease in visual acuity was observed both in patients with uniocular amblyopic patients and in healthy subjects. However, healthy subjects showed no difference between monocular visual acuity and visual acuity under binocular conditions with circularly polarizing filter, whereas uniocular amblyopic patients showed a significant difference ($p < 0.05$). Measuring monocular visual acuity under binocular conditions is important in determining the treatment of amblyopic eyes.

I. 緒言

片眼完全遮閉による不同視弱視眼の矯正視力が小数視力1.0に達していても、日常両眼視下においては健眼が弱視眼を抑制し、弱視眼が働いていない場合があるため、弱視治療の判定には両眼開放視力（両眼開放下片眼視力）の測定が重要であることが報告されている¹⁾。

両眼開放視力の測定法については、偏光フィルタを用いる方法^{2), 3)}や遮閉の代替えとして雲霧して見えにくくさせる方法⁴⁾をはじめ、今までも様々な方法や検査器械での研究が報告されている^{5)~8)}。

偏光フィルタを用いる方法としては、偏光板を張った視力表を使用し、被検者に偏光グラス（視力表に対応した左右直行する偏光板眼鏡）を装用させて測定を行う方法がある。この時に使用されている偏光グラスには直線偏光フィルタが使用されてきた。直線偏光フィルタを装用して視力検査を行う場合、顔が傾くと視標の見え方が変化してしまうため、特に幼児や小児の視力検査を行う際には注意を要する。そこで今回は、直線偏光よりも視標輝度が一定に保た

れ、姿勢や顔の傾きに検査結果が影響を受けにくい円偏光を用い、片眼弱視患者と健常者の片眼完全遮閉下および両眼開放下における矯正視力の検討を行うこととした。

II. 対象及び方法

(1) 対象

かわばた眼科を受診し、初診時に屈折異常弱視および不同視弱視と診断され、完全屈折矯正眼鏡装用にて経過観察中であり、片眼完全遮閉における弱視眼の小数視力が1.0以上で、大きな眼位異常はなく、4△Base out test（以下4△B.O.T）での反応が正常な者12名（7～13歳：平均8.5歳）を対象とした。また、弱視のない健常者6名（7～13歳：平均8.3歳）を対照群とした。

片眼弱視治療者12名（以下片眼弱視群）の視機能を表1、健常者6名（以下健常者群）の視機能を表2に示す。

(2) 装置

トプコン社製コンプビジョンCV-5000と接続

表1 片眼弱視群の視機能一覧

No.	現年齢	初診時診断名	初診時片眼完全遮閉視力・屈折値	視片眼完全遮閉視力・屈折値	視片偏光下 片眼完全遮閉視力	視片偏光下 両眼開放視力	眼位		網膜対応			TST***	4ΔB.O.T****	
							p.p.*	遠見APCT**	近見APCT**	近見Bagolini	遠見Worthdot			近見Worthdot
1	10歳	屈折異常弱視 (不同視系)	右 (1.5×+0.75D CI-0.25D Ax80°) 左 (0.9×+1.75D CI-0.50D Ax80°)	右 (1.5×+0.75D CI-0.25D Ax80°) 左 (1.2×+1.75D CI-0.50D Ax80°)	右 (1.2) 左 (0.8)	右 (1.2) 左 (0.5)	ortho	2ΔEP	1ΔEP†	正常	4	4	60''	正常
2	7歳	屈折異常弱視 (不同視系)	右 (0.9×+2.00D CI-0.75D Ax0°) 左 (1.2×+0.25D CI-0.50D Ax35°)	右 (1.0×+2.00D CI-0.25D Ax0°) 左 (1.2×+0.75D CI-0.25D Ax80°)	右 (1.0) 左 (1.2)	右 (0.8) 左 (1.2)	ortho	10ΔXP	6ΔXP†	正常	4	4	40''	正常
3	7歳	屈折異常弱視 (不同視系)	右 (1.2×+1.00D CI-0.25D Ax5°) 左 (0.8×+2.75D CI-0.25D Ax0°)	右 (1.5×+2.25D) 左 (1.2×+3.75D CI-0.50D Ax80°)	右 (1.5) 左 (1.2)	右 (1.5) 左 (1.0)	ortho	2ΔXP	2ΔEP†	正常	4	4	40''	正常
4	7歳	不同視弱視	右 (0.9×+4.50D CI-1.00D Ax80°) 左 (1.2×+1.50D)	右 (1.0×+4.75D CI-1.00D Ax80°) 左 (1.2×+2.25D)	右 (1.0) 左 (1.2)	右 (0.9) 左 (1.2)	ortho	2ΔXP	4ΔXP†	正常	4	4	100''	正常
5	9歳	屈折異常弱視 (不同視系)	右 (0.9×+2.75D CI-1.00D Ax0°) 左 (1.2×+1.75D CI-0.50D Ax60°)	右 (1.2×+1.75D CI-1.00D Ax°) 左 (1.5×+1.25D CI-0.75D Ax60°)	右 (1.2) 左 (1.5)	右 (1.0) 左 (1.5)	ortho	0	6ΔXP†	正常	4	4	40''	正常
6	10歳	経緯弱視	右 (1.2×+1.00D CI-0.50D Ax60°) 左 (0.9×+1.50D CI-3.50D Ax80°)	右 (1.2×+0.75D CI-0.75D Ax75°) 左 (1.2×+1.50D CI-3.00D Ax°)	右 (1.2) 左 (0.7)	右 (1.2) 左 (0.4)	ortho	0	0	正常	4	4	50''	正常
7	9歳	経緯弱視	右 (1.2×+2.00D) 左 (0.7×+4.00D CI-4.00D Ax80°)	右 (1.2×+1.75D CI-0.50D Ax70°) 左 (1.0×+3.00D CI-4.00D Ax80°)	右 (1.2) 左 (0.9)	右 (0.9) 左 (0.9)	ortho	0	2ΔXP†	正常	4	4	50''	正常
8	7歳	経緯弱視	右 (1.0×+1.75D CI-1.25D Ax80°) 左 (0.9×+3.00D CI-2.50D Ax80°)	右 (1.2×+1.75D CI-1.25D Ax80°) 左 (1.0×+2.50D CI-2.50D Ax80°)	右 (1.2) 左 (0.8)	右 (1.2) 左 (0.6)	ortho	1ΔXP	4ΔXP†	正常	4	4	40''	正常
9	7歳	屈折異常弱視 (不同視系)	右 (0.9×+1.75D CI-0.25D Ax0°) 左 (1.2×+0.75D CI-0.50D Ax80°)	右 (1.5×+1.75D CI-0.25D Ax0°) 左 (1.5×+1.00D CI-0.50D Ax80°)	右 (1.0) 左 (1.0)	右 (1.2) 左 (1.0)	ortho	0	2ΔXP†	正常	4	4	50''	正常
10	13歳	屈折異常弱視 (不同視系)	右 (0.9×+1.25D CI-0.25D Ax0°) 左 (1.0×+0.25D)	右 (1.2×+0.50D CI-0.50D Ax0°) 左 (1.5×-0.25D)	右 (1.2) 左 (1.5)	右 (1.0) 左 (1.5)	ortho	1ΔXP	2ΔXP†	正常	4	4	80''	正常
11	7歳	不同視弱視	右 (0.6×+4.00D) 左 (0.3×+6.00D CI-0.25D Ax5°)	右 (1.2×+2.50D) 左 (1.2×+3.25D)	右 (1.2) 左 (1.0)	右 (1.0) 左 (1.0)	ortho	1ΔEP	4ΔEP†	正常	4	4	80''	正常
12	9歳	屈折異常弱視 (不同視系)	右 (1.0×+1.50D CI-0.50D Ax65°) 左 (0.9×+3.25D CI-1.00D Ax75°)	右 (1.5×+1.00D CI-0.25D Ax80°) 左 (1.5×+3.00D CI-1.00D Ax80°)	右 (1.5) 左 (1.2)	右 (1.5) 左 (1.2)	ortho	1ΔXP	2ΔEP†	正常	4	4	50''	正常

*Primary Partion, **AlternatePism Coor Tes, ***Titmurs Serece Tet, ****4 Pism Bae Out Test

表2 健常者群の視機能一覧

No.	現年齢	片眼完全遮閉視力・屈折値	内偏光下 片眼完全遮閉視力	内偏光下 両眼開放視力	眼位			網膜対応			TST***	4ΔB.O.T****
					p.p.*	遠見APCT**	近見APCT**	近見Bagolini	遠見Worth4dot	近見Worth4dot		
A	7歳	右 (1.2×±0D) 左 (1.2×±0D)	右 (1.2) 左 (1.2)	右 (1.2) 左 (1.2)	ortho	0	4ΔXP [†]	正常	4	4	40 [†]	正常
B	7歳	右 (1.5×+0.50D) 左 (1.5×+0.25D)	右 (1.5) 左 (1.5)	右 (1.5) 左 (1.5)	ortho	2ΔXP	2ΔXP [†]	正常	4	4	40 [†]	正常
C	8歳	右 (1.2×-2.00D) 左 (1.2×-1.50D)	右 (1.0) 左 (1.0)	右 (1.0) 左 (1.0)	ortho	2ΔXP	6ΔXP [†]	正常	4	4	50 [†]	正常
D	13歳	右 (1.5×-1.00D CI-0.75D Ax80°) 左 (1.5×-1.75D CI-0.50D Ax70°)	右 (1.5) 左 (1.2)	右 (1.5) 左 (1.2)	ortho	4ΔXP	6ΔXP [†]	正常	4	4	40 [†]	正常
E	8歳	右 (1.5×+0.25D CI-0.50D Ax35°) 左 (1.5×±0D CI-0.25D Ax0°)	右 (1.5) 左 (1.5)	右 (1.5) 左 (1.5)	ortho	2ΔXP	4ΔXP [†]	正常	4	4	40 [†]	正常
F	7歳	右 (1.2×+1.00D CI-0.25D Ax0°) 左 (1.2×+1.00D CI-0.25D Ax10°)	右 (1.0) 左 (1.2)	右 (1.0) 左 (1.2)	ortho	2ΔXP	6ΔXP [†]	正常	4	4	40 [†]	正常

*Primary Partion, **AlternatePism Coor Tes, ***Titmurs Serece Tet, ****4 Pism Bae Out Test

したパネルチャートPC-50SB（図1）、および円偏光フィルタ（図2）。

(3) 方法

片眼弱視群は、調節麻痺下（1％硫酸アトロ

ピンまたは1％塩酸シクロペントラート点眼下）での屈折値をもとに作製した眼鏡の値より、S+3.00Dを負荷し雲霧法にて遠見視力検査を行いその日の完全屈折矯正値とした。また、健常者群は調節麻痺下（1％塩酸シクロペントラ

図1 円偏光モニター（トプコン社製 パネルチャートPC-50SB）

図2 円偏光フィルタ

ト点眼下）での屈折値をもとに、S+3.00Dを負荷し雲霧法にて遠見視力検査を行いその日の完全屈折矯正値とした。

完全屈折矯正値を装用させ、遮閉板を使った片眼視力（以下片眼視力）測定条件、トプコン社製コンビジョンCV-5000と接続したパネルチャートPC-50SBにて、円偏光フィルタ装用下での片眼視力（以下円偏光下片眼視力）測定条件と両眼開放下片眼視力（以下円偏光下両眼開放視力）測定条件の3条件の視力検査を行い、片眼弱視群の健眼12眼（以下健眼）、片眼弱視群の弱視眼12眼（以下弱視眼）と健常者群6名の左右眼12眼（以下健常眼）とを比較し検討を行った。

その他の測定条件は、照度450～550lxの視力検査室にて、パネルチャートの中央と被検者の眼の高さが揃うよう正面に座らせる形式とした。

眼位検査はAlternate Prism Cover Test（以下APCT）、網膜対応検査はBagolini線条レン

ズ法（以下Bagolini）とWorth 4灯試験（以下Worth 4 dot）、立体視機能検査はTitmus Stereo Test（以下TST）、中心窩抑制の確認は4△B.O.Tにて行った。

Ⅲ. 結果

図3は健常眼における測定法別の視力変化である。片眼視力よりも円偏光下片眼視力が低下したものは12眼中4眼であり、円偏光下片眼視力よりも円偏光下両眼開放視力が低下するものはみられなかった。測定法により視力値に差があるかどうかを検証するために1要因の分散分析を行った。その結果、統計的に有意な差を認めた（ $F(2,22) = 5.43, p < 0.05$ ）。しかし、Bonferroniの方法による多重比較では、有意差は認められなかった。

図4に健眼における測定法別の視力変化を示す。測定法によって視力が変化しないものは12眼中8眼であった。また、片眼視力に比べ円偏光下片眼視力のみが低下したものが2眼、片眼視力と円偏光下片眼視力は変化せず、円偏光下両眼開放視力のみが低下したものが2眼であった。図5に弱視眼における測定法別の視力変化を示す。片眼視力に比べ円偏光下片眼視力が低下したものは12眼中7眼であり、12眼全てにおいて片眼視力に比べ円偏光下両眼開放視力が低下した。また、円偏光下片眼視力に比べ円偏光下両眼開放視力が低下したものは8眼であった。測定法により視力値に差があるかどうかを検証するために、独立変数を測定眼と測定法、従属変数を視力値とする対応のある2要因の分散分析を行った。その結果、測定眼ならびに測定法による主効果は有意であった（順に $F(1,11) = 26.24, p < 0.01$ ； $F(2,22) = 14.23, p < 0.01$ ）。また、有意な交互作用も認められた（ $F(2,22) = 5.06, p < 0.05$ ）。単純主効果の検定の結果、健眼における測定法の単純主効果は有意差が認められなかった（ $F(2,22) = 3.29, n.s.$ ）。一方弱視眼における測定法の単純主効果は有意であった（ $F(2,22) = 11.4, p < 0.01$ ）。各測定法における測定眼の円偏光下片眼遮閉、円偏光下両眼開放の全ての測定法において測定眼の単純主効果は

図3 健常者眼の測定法別視力変化

※ I : B右、B左、D右、E右、E左の5眼、II : D左の1眼、III : A右、A左、F左の3眼、IV : C右、C左、F右の3眼をそれぞれ表す。

図4 片眼弱視群健眼の測定法別視力変化

※ I : ③、⑤、⑩、⑫の4眼、II : ②、④、⑥、⑧の4眼、III : ①の1眼、IV : ⑪の1眼、V : ⑨の1眼、VI : ⑦の1眼をそれぞれ表す。

図5 片眼弱視群弱視眼の測定法別視力変化

有意であった（順に $F(1,11)=20.80$, $p<0.01$; $F(1,11)=41.22$, $p<0.01$; $F(1,11)=13.04$, $p<0.01$ ）。それぞれにおいて Bonferroni の方法による多重比較を行ったところ、弱視眼では片眼遮閉と円偏光下片眼遮閉、片眼遮閉と円偏光

下両眼開放との間に5%の有意水準で差が認められた（図6）。また、全ての測定法において健眼と弱視眼との間に5%の有意水準で差が認められた（図7）。

図6 各測定法における片眼弱視群健眼と弱視眼の平均視力変化 * $p<0.05$

図7 片眼弱視群健眼と弱視眼の測定法別平均視力変化 *p<0.05

IV. 考按

健常者群では、円偏光下で12眼中4眼において視力低下があり、統計的に有意差がみられたが、これは直線偏光よりは軽度であるが、輝度の低下（表3）に起因するものと考えられた。また、円偏光下両眼開放視力が円偏光下片眼視力に比べ低下する症例はなかった。つまり、健常者では両眼開放視力が低下する症例はなかった。

片眼弱視群の健眼と弱視眼の視力値の平均は、片眼視力、円偏光下片眼視力、円偏光下両眼開放視力の順に低下している。健眼では測定条件による視力値に有意差はみられなかったのに対し、弱視眼では、全症例で片眼視力に比べ円偏光下両眼開放視力が低下しており、片眼視

力と円偏光下片眼視力、片眼視力と円偏光下両眼開放視力との間に有意差がみられた。健眼と弱視眼との間においては全ての測定条件に有意差が認められ、弱視眼の視力低下が示唆された。これらのことから、本研究においても先行研究と同様に、弱視眼の片眼視力が小数視力1.0に達しても弱視が治癒したと判定せず、両眼開放下での弱視眼の視力が不良なうちは治療を継続する必要があると言える。

また、魚里は照度と瞳孔径の観点から、両眼開放視力が片眼視力よりも良好である⁹⁾と報告している。しかし本研究において弱視眼では、片眼視力の方が両眼開放視力よりも良好な症例が多くみられた。これは瞳孔径による影響以上に、健眼による抑制が大きく関与していたためであると考えられる。

表3 円偏光と直線偏光での輝度比較

	白色バックグラウンド [cd/m ²]	黒色視標 [cd/m ²]
オープン	2.006×10 ²	2.462×10 ⁻²
円偏光	8.322×10 ¹	3.380×10 ⁻²
直線偏光	4.994×10 ¹	1.643×10 ⁻²

((株)トプコンビジョンケアジャパンによるPC-50SBでの実測値)

円偏光を使用しても視標輝度低下による視力低下は起こるが、直線偏光下では視標輝度が低下するだけではなく、被検者の顔の傾き等により視標輝度が一定に保たれにくいといった、検査時の環境要因が検査結果に悪影響をもたらしてしまう事が懸念される。円偏光を用いることで、検査時に姿勢が保持しづらい幼児・小児の検査結果の信頼性を向上させることができるため、円偏光による両眼開放視力の測定は、特に片眼弱視の治療判断において有用であると考えられた。

また、今回は不同視の程度により測定結果に明らかな違いは見られなかったが、今後症例数を増やし何らかの関係があるか否かを検討したい。

参考文献

- 1) 高村幸子, 松田恭一: 不同視弱視の治療判定についての検討. 日視会誌 21: 55-60, 1993.
- 2) 半田知也: 日本発の次世代両眼視機能検査・訓練装置-3D Visual Function Trainer-ORTE-. 眼臨紀 8 (5): 332-337, 2015.
- 3) Handa T, Shoji N, Shimizu K: Peep into visual acuity chart through an opening: a new concept of binocular open-view visual acuity test. J Refract Surg 31 (7): 493-494, 2015.
- 4) 小口芳久, 澤 充, 大月 洋, 湯澤美都子 (編): 眼科検査法ハンドブック第4版. 15-16, 医学書院, 東京, 2005
- 5) Kobashi H, Kamiya K, Handa T, Ando W, Kawamorita T, Igarashi A, et al: Comparison of subjective refraction under binocular and monocular conditions in myopic subjects. Sci Rep 28; 5: 12606 (doi: 10.1038/srep12606), 2015.
- 6) 深井小久子, 早川友恵, 筒井 純: 方向変換ミラーによる不同視弱視の両眼開放視力の評価. 眼臨 81: 1098-1100, 1987.
- 7) 早川友恵, 難波哲子, 深井小久子: 弱視の治療判定における方向変換ミラーを用いた両眼開放視力の検討. 日視会誌 14: 47-48, 1986.
- 8) 楠部 亨, 松本富美子, 若山曉美, 中村仁美, 大鳥利文: 弱視症例のマイビジョンを用いた両眼開放視力について. 眼紀 41: 731-733, 1990.
- 9) 魚里 博: 両眼視力と単眼視力. 日視会誌 35: 61-66, 2006.