Occlusion foilによる遮閉効果

長谷川尚美¹⁾・中川 真紀¹⁾・林 孝雄^{1) 2)}

¹⁾ 帝京大学医学部眼科学教室

²⁾ 聖母病院眼科

Investigation of the visual acuity and the contrast sensitivity using the occlusion foils

Naomi Hasegawa¹⁾, Maki Nakagawa¹⁾, Takao Hayashi^{1) 2)}

¹⁾ Department of Ophthalmology, Teikyo University School of Medicine

²⁾ Seibo Hospital of Ophthalmology

要 約

Occlusion foil (Ryser社製) は、正常視力を段階的に変化させるものであり、弱視治療の場において不完全遮閉具として広く用いられている。今回、このOcclusion foilを装用し、視力およびコントラスト感度測定を行い、その性能を再検証し弱視治療への有用性と留意点につき検討した。

結果は、遮閉効果の高いとされるfoilでも表示よりも大幅に良い視力の得られるものがある一方、表示以下の視力となるものもあり、視力を段階的に変化させることはできなかった。また、マルチビジョンコントラストテスターMCT8000、Vision Contrast Test System、コントラスト感度視力検査装置CAT-2000試作機の三種の機器を用いてコントラスト感度測定を行ったが、表示に従ってコントラスト感度を変化させることは困難であった。

Occlusion foilを使用する際には、視覚の変化に多様性があることを理解し、希望どおり視力を低下させ、弱視眼をより積極的に使用できる状態となっているか、様々な角度からの評価を行うことが重要と思われた。

別冊請求先 (〒173-8605) 東京都板橋区加賀2-11-1

帝京大学医学部眼科学教室 長谷川 尚美

Tel 03-3964-1211 Fax 03-3964-0303

Key words : Occlusion foil, treatment for amblyopia, visual acuity, contrast sensitivity

Occlusion foil、弱視治療、視力、コントラスト感度

Abstract

The occlusion foil is the membrane with a lot of tiny bumps and dimples. It is used for the treatment for amblyopia as an occluder of the sound eye by attached to the back of a spectacle lens. There are some types of membranes with different transparency and a visual acuity is said to be gradually reduced by using them in order. However, we noticed that a visual acuity was not reduced gradually.

The purpose of this study is to investigate whether the visual acuity and the contrast sensitivity are reduced correctly as written in its instructions.

Nine normal subjects were examined for visual acuity and contrast sensitivity wearing the occlusion foils in order.

The results were that the visual acuity and the contrast sensitivity were neither reduced gradually nor correctly as was written in its instructions. We also recognized that there were some individual variations.

We conclude that it is important to evaluate from many-sided aspects whether the occluded situation is performed correctly or not.

I. 緒 言

Occlusion foil (Ryser社製)は正常視力を0.1以下、0.1、0.2、0.3、0.4、0.6、0.8、1.0と段階的に変化させるものであり、一般的には遮閉膜、眼鏡箔などと呼ばれ不完全遮閉具として広く用いられている。これはBangerter¹⁾によって考案された。肌に直接貼り付けるタイプの遮閉具で問題となる皮膚のかぶれや整容的問題など、患児への負担が大きく、受け入れ難いときの完全遮閉具に代わるものとして^{2, 3)}、また、弱視治療の最終段階に両眼開放視力の向上および弱視眼の単眼視力を維持する⁴⁻⁶⁾といった目的で使用されている。今回我々はOcclusion foilが実際に表示どおり視力を変化させることができるかどうか実験を行い、その結果から弱視治療の一方法としての有用性や使用に際しての留意点について検討したので報告する。

II. 対象および方法

対象は帝京大学病院眼科に勤務する視能訓練士9名9眼(24歳～41歳、平均29.2歳)で矯正視力は全例1.2であった。使用したのは0.1、0.2、

0.3、0.4、0.6、0.8、1.0の7種類のfoilで、片側に水をつけ、プレーンレンズに貼り使用した。その際レンズとの間に空気泡が入らぬように注意した。このレンズを装用した状態で30分経過した後に、遠見および近見視力、コントラスト感度測定を行った。測定中、被検者にはどのfoilを装用しているかが分からないようにし、測定後改めて各foil装用時の見え方を詳しく尋ねた。

遠見視力は万国式日本試視力表、近見視力はひらかな万国式近点検査表にて測定し、コントラスト感度測定にはVISTECH社製のマルチビジョンコントラストテスターMCT8000(以下、MCT8000)とVision Contrast Test System(以下、VCTS)、およびコントラスト感度視力検査装置CAT-2000試作機(メニコン社製)の3種類の機器を用いた。MCT8000では視標輝度は昼間視(40foot-Ls=137cd/m²)に設定し、遠見、近見の測定を行った。VCTSは3mの距離に設置し、専用のライトメーターで視標輝度をあわせて、通常室内照明下で検査を行った。CAT-2000では、昼間視用(100cd/m²)の平均輝度で遠見、近見の測定を行った。なお、CAT-2000によるコントラスト値(%)は2.5%、5%、10%、25%、100%の5段階での測定が可能

で、それぞれの値での視力が対数視力 (logMAR) で表示されるが、今回、コントラスト値10%、5%、2.5%ではfoil装用時に視標を認識できないことが多かったため、100%、25%の結果を比較した。

Ⅲ. 結 果

1. 視力

遠見、近見ともに表示どおりに視力を低下させることのできたものは少なく、表示よりも良い視力となるものが多かった。各foilと遠見視力および近見視力の関係を図1、図2に示す。

遠見においては、foil0.1装用時視力では全例が0.2以上の視力となり、foil0.2装用時視力はfoil0.3装用時視力より良く、0.6まで見えているものが2名ある一方で、foil0.3装用時のみ表示視

図1 Occlusion foil装用時の遠見視力 ●は、各被験者の視力値を示す。

図2 Occlusion foil装用時の近見視力 ●は、各被験者の視力値を示す。

力より低くなる傾向がみられた (図1)。近見においては、foil0.1、foil0.2といった遮閉効果の高いとされるfoilでも0.9以上見えたものがあり、その他のfoilにおいても表示に比べて大幅に良い視力を得ていた。全体的に遠見時に比べよく見えるという結果となった (図2)。各被験者のfoil装用時の視力の変化を見ると、ほぼ段階的に視力を低下させることのできたのは遠見で1名、近見で1名であったが、厳密にそれぞれのfoilごとに視力を変化できたものはなかった (表1)。

2. コントラスト感度

MCT8000、VCTSはともに高空間周波数領域でコントラスト感度の低下がみられたが (表2)、段階的にコントラスト感度を変化させることのできたものはなかった (表3)。

CAT-2000によるコントラスト値100%の結果は、foil0.1、foil0.2、foil1.0ではfoilに表示された小数視力に相当するlogMAR視力よりも良い視力値を示したが、foil0.3、foil0.4、foil0.6、

表1 Occlusion foil装用時の視力の変化

視力の変化	遠見	近見
段階的	1	1
段階的でないもの	8	8

表2 Occlusion foil装用時のコントラスト感度の変化 (空間周波数における比較)

感度の低下	MCT8000 遠見	MCT8000 近見	VCTS
低空間周波数領域	0	0	0
中空間周波数領域	1	2	4
高空間周波数領域	8	7	5

表3 Occlusion foil装用時のコントラスト感度の変化

コントラスト感度の変化	MCT8000 遠見	MCT8000 近見	VCTS
表示と一致	0	0	0
表示と一致しないもの	9	9	9

foil0.8では多くが表示より低い視力となった（図3）。近見でもfoil0.1、foil0.2では全例が表示以上のlogMAR視力を示し、foil0.3、foil0.4では表示に準じたlogMAR視力となったが、foil0.6、foil0.8装用時は被検者の約半数が表示以下の視力を示した（図4）。コントラスト値を25%に低下させた場合は、遠見、近見ともにfoil0.1、foil0.2において表示よりも良好なlogMAR視力となったが、全体的にみると100%から25%にコントラスト値を変化させることによってfoilの表示よりも視力値は低下した（図5、6）。しかしながら、先に述べたように遮閉効果の低いfoilよりも高いfoilの方が視力が良くなった者もあり、段階的に視力を低下させることができたものはなかった（表4）。

次に一例の結果を示す。被検者は32歳、矯正視力は1.2であった。foil装用時の視力は、遠見

図3 CAT-2000 100%での遠見視力
●は、各被験者の視力値を示す。

図4 CAT-2000 100%での近見視力
●は、各被験者の視力値を示す。

では表示どおりとなったものではなく、foil0.3装用時では0.2と低下したが、それ以外では全て表示以上の視力となった。近見でもfoil0.1装用時に0.6となり、その他のfoil装用時もすべて表示以上の視力を示し、遠見、近見ともにfoil0.3装用時にfoil0.1、foil0.2に比べ視力が低下するなど、段階的な変化とはならなかった（図7a）。MCT8000、VCTSによるコントラスト感度の変

図5 CAT-2000 25%での遠見視力
●は、各被験者の視力値を示す。

図6 CAT-2000 25%での近見視力
●は、各被験者の視力値を示す。

表4 CAT-2000による視力の変化

視力の変化		100%	25%
段階的	遠見	0	0
	近見	0	0
段階的でないもの	遠見	9	9
	近見	9	9

図7 一例の測定結果
a Occlusion foil装用時の視力

b MCT8000 遠見

c MCT8000 近見

化は、高空間周波数において感度の低下がみられたが、MCT8000にては遠見、近見ともに foil0.1に比べfoil0.2、foil0.3が、VCTSではfoil0.1に比べfoil0.3でより感度が低下していた(図7 b、c、d)。CAT-2000においては、コントラスト値を100%から25%に低下させることにより、全体的に視力は低下した。コントラスト値100%にては、foil0.1装用時は遠見では0.5logMAR、近見では0.2logMARと近見のほうが大幅に良い視力となったがfoil0.2装用時では遠見0.4logMARに対し近見が0.5logMARと遮閉効果が逆転しており、同様の傾向は25%に低下させた時にもみられ、段階的な変化とはならなかった。(図7e)。

3. foilの装用感

被検者に実際の装用感を尋ねた結果を下記に

d VCTS

e CAT-2000

示す。

- ・ foil0.1は見えるところと見えないところがある、隙間がありそこを探すと思やすい。
- ・ foil0.3は全体が白っぽくかすんでおり、視線をずらしても見やすい部分はない。
- ・ 同じfoil装用時でも、遠見より近見のほうがかすみが気にならない。
- ・ foilによって明るさの変化を感じる。

IV. 考 按

Occlusion foilは両眼視を保ちながら弱視眼の視力を向上させることができるという利点がある⁷⁾。Von Noorden⁸⁾は、弱視は治療後再発する可能性があるが、健眼視力を弱視眼よりわずかに下げることによって視力の結果を維持できるとし、その方法の一つとしてOcclusion foilを紹介している。またBangerter¹⁾は健眼視力を徐々におとす「sneak occlusion」を行う際にこれを使用すると患児に受け入れられやすいとしている。これらの長所をもつOcclusion foilは弱視治療における不完全遮閉具として広く用いられているが、今回の実験では表示どおり段階的に視覚を変化させることは困難であった。

Occlusion foilは視距離によらず同様な視力低下を実現するという報告⁹⁾があるが、同じfoilを通して見ても遠見より近見のほうがかすみが気にならない者が多く、今回は実際に遠見時より近見時のほうが見え方が良くなるという結果となった。これは個人によって大きく異なり、加えて同一人の遠見視力と近見視力に一致した傾向はみられなかった。また、波呂ら¹⁰⁾はfoil装用直後と装用後30分の視力を比較して、個人差はあるものの装用後10分から20分の間で急速に視力が上がり、30分から40分で最高に達しその後やや下がり、そのまま安定すると述べている。そこで、今回は実験に先立ち事前にfoil装用直後と30分後の視力を比較したが、時間の経過による変化はみられなかった。時間による順応よりも、見ようとする意識の度合いによっての変化のほうがむしろ大きいようであった。

我々は以前、健眼遮閉に用いる各種遮閉具の検討を行い、その際アイパッチを貼った患児が前回

までに見られなかった頭位異常を示し、固視状態と一致しない視力の向上がみられたため詳しく調べたところ、アイパッチの通気孔を通して外界を見ていた例を報告した¹¹⁾。このように、視覚を遮断したつもりでも、見ようとする意識が強いと、なんとかして見えないものかと視線や顔を動かし、ほんの小さな隙間も逃さずそこから覗くことを可能にしてしまうことが分かる。Occlusion foilはビニール状のシートに無数の凹凸をつけることによって形態覚を変化させている。今回、foilを生物顕微鏡にて拡大してみたところ、図8のように、foil0.2、foil0.3は円形の凹凸が大きく密集し、その他のfoilでは円は小さく、配列は疎となっていることが分かった。特殊な加工を施すことによって、段階的な変化を可能にしたものと思われるが、装用時に視線をずらしたり、円の周囲から覗くように見ることによって見え方は異なっていた。Occlusion foilは屈折度、像の大きさ、明るさを変化させずに視力を変化させることができる¹²⁾とされているが、被検者の装用感を調べたところfoilによって明るさ

図8 Occlusion foil拡大写真

の変化を感じるという意見が多かった。また foil0.1装用時の視力は実際には全例0.2以上となり、その理由として、隙間があり、そこを探すと見やすいことが分かった。これに関しては、円と円の間の部分がピンホールを通して見たときのような効果、すなわち網膜上に映るぼやけた円形像を小さくし、焦点深度が深まることによって、結果的に網膜に映る像の質が向上し、見やすいと感じるのではないかと推察した。Occlusion foilを実際に治療に使用する場合、患児がfoilによってどういう印象をうけるのか、どのような視覚の変化を感じるのかを理解しておくことは有用である。こちらの意図する健眼への遮閉効果をきちんと作用させるためには、foilの隙間から覗いたり、表示より大幅に良い視力を得ることの可能性も知っておかなければ適切な処方は難しいと思われた。

さて、日常生活において、形態覚の機能全体を表現するには視力だけでは不十分であり、視覚の認識能力を測定することは視機能の質を評価する上で意義のあるものとして、コントラスト感度が用いられている。コントラスト感度の変化は病態によりおよその特徴があり、光学系の異常ではまず高空間周波数領域での感度が低下するとされている¹³⁾。そこで今回、foil装用時のコントラスト感度をMCT8000にて測定したところ、低・中空間周波数領域に比べ高空間周波数領域でコントラスト感度の低下がみられたが、遠見、近見ともにfoilに表示されているとおりの段階的な変化はみられなかった。また、foil0.1、foil0.3では高空間周波数の縞が見えなくなり、遮閉効果は大きいとの報告もあるが¹⁰⁾、foil0.1装用にて遠見では6名、近見では7名が高空間周波数領域において視標の向きを認識できていた。MCT8000に比べ、より日常視に近い自然な状態での検査が可能なVCTSにても、コントラスト感度の変化は不規則なものであった。加えて今回使用経験を得たCAT-2000は、これまでのコントラスト感度検査器とは異なりランドルト環視標を使用し、視標面の平均輝度が一定に設定され任意のコントラスト感度を測定することができる¹⁴⁾が、コントラスト値100%の結果はfoil0.1やfoil0.2のように遮閉効果の高いfoilの方が遮閉

効果の低いfoil0.6やfoil0.8にくらべて、表示より良好なlogMAR視力を示すものが多く、foilによる段階的な変化は得られなかった。また各被検者の結果は、代表例で示したように万国式日本試視力表での結果と類似した傾向はみられたが、視力値は一致しなかった。

Occlusion foilは健眼からの視覚の入力を低下させ、弱視眼を積極的に使用する状態にすることが前提であり、そうならない場合は効果が不十分でいたずらに治療期間をのばしたり、治療結果そのものに影響がでることが考えられる。これまでの報告でも、foil装用での視力はほぼ表示どおりであるというもの¹⁰⁾がある一方で、使用する際は表示と異なるためすべて実測値を用いた¹⁵⁾ というものなどがあり、視覚を変化させることやそれを評価することの難しさがうかがえる。今回の結果では、foilによる視覚の変化は実に多様であった。しかしながら、先にも述べたように完全遮閉法では得られない効果も生み出すという報告もある^{7, 8)}。foilを用いて訓練を行う際には、希望どおりに視力が低下しているかを確認することは勿論、foil装用時の視力は安定しているか、見方によって遮閉効果が低下しないか、また、遠見時だけでなく近見時においても弱視眼をより積極的に使用できる状態となっているかどうかを、様々な角度から評価をすることが治療効果を高める上で重要であることを今回の実験から再確認した。

終わりに丸尾敏夫教授、久保田伸枝教授の御指導、御校閲に深く感謝致します。

参考文献

- 1) Bangerter A : Die Okklusion in der Pleoptik und Orthoptik. Klin. Mbl. Augenhk. 136 : 305-331, 1960
- 2) 湖崎克, 他 : 漸増遮閉膜使用経験. 眼科 8 : 940-943, 1966
- 3) 五十嵐千里, 他 : 不同視弱視に対する遮蔽膜による終日遮蔽の成績. 日本視能訓練協会誌 22 : 78-82, 1994
- 4) 中村仁美, 他 : 弱視治療の最終段階における

- 遮蔽膜の有用性. 日本視能訓練協会誌 18 : 116-119, 1990
- 5) 藤丸由理, 他: 弱視治療における遮蔽膜終了時期の検討. 日本視能訓練協会誌 21 : 49-54, 1993
- 6) 高木満里子: 不同視弱視の治療の実際と問題点. 日本視能訓練協会誌 26 : 81-89, 1998
- 7) 植村恭夫: 弱視 治療・予防. 植村恭夫(編): 新臨床眼科全書第5巻A, 221, 金原出版, 東京, 1990
- 8) von Noorden G K: Binocular Vision and Ocular Motility 5th ed, 515, Mosby, St. Louis, 1996
- 9) 鵜飼一彦, 他: バンガーターフィルターによるコントラスト感度の低下. VISION 4 : 71-72, 1992
- 10) 波呂栄子, 他: 弱視治療用眼鏡箔の視覚遮蔽効果. 眼臨 87 : 1330-1334, 1993
- 11) 清水小百合, 他: 健眼遮閉に用いる各種遮閉具の比較検討. 日本視能訓練協会誌 20 : 159-164, 1992
- 12) 平井陽子, 他: 視力と立体視の研究. 眼紀 36 : 1524-1531, 1985
- 13) 山出真一: 眼科臨床におけるMTF (コントラスト感度) 研究の動向. 眼紀 42 : 1542-1553, 1991
- 14) 李俊哉, 他: 新しいコントラスト感度検査装置 (CAT-2000) 試作機の評価. 臨眼 55 : 1147-1150, 2001
- 15) 中川絵里加, 他: 漸増遮閉膜にて低下した近見視力と近見立体視の関係について. 日本視能訓練士協会誌 27 : 247-254, 1999