第58回 日本視能矯正学会

シンポジウムⅡ プリズム眼鏡

プリズム眼鏡の基礎と選定の実際

稲垣理佐子

浜松医科大学 眼科

Theories and practical methods of prism prescription

Risako Inagaki

Department of ophthalmology Hamamatsu University School of Medicine

要 約

両眼複視への対応には主にプリズム療法と手術治療がある。プリズム処方外来診療の中で処方が可能で、観血的な治療を好まない患者、症状の変化が見込まれる場合には大変有用である。一方で処方しても適応できず苦勞する症例もある。本稿ではプリズム眼鏡処方の理論と実際について述べる。

プリズムには組み込み式プリズムと膜プリズムがある。それぞれに長所、短所があり斜視角や患者の希望等で選択する。処方にあたっては、水平、上下偏位が合併する場合のプリズム合成方法や、膜プリズムの装着位置などの基礎知識が必要である。実際の検査では、患者の訴えをよく尋ね、予想される疾患から必要な検査を組み立てる。

プリズムでは回旋偏位の矯正はできないが、上下斜視は回旋偏位を伴うことが多い。そこで上下複視とともに回旋複視が存在する後天性滑車神経麻痺について、プリズムへの適応の可否を、当院のデータから検討した。疾患の原因別の調査では、外傷性に比べ原因不明群がプリズムによく適応していた。プリズム適応群は不適応群に比べて、上下偏位と回旋偏位が有意に小さく、プリズムへの適応には上下偏位と回旋偏位が関与していることが明らかになった。

プリズムは全ての複視を解消することはできず、処方にはトライアンドエラーを繰り返すこともある。プリズムの特徴を把握し、適応となる患者の候補を絞ることで、処方に費やす時間を短縮でき患者のQOLの改善につなげることができる。

Abstract

Prism lenses and surgery are two major therapies for intractable diplopia. Prism lenses can be prescribed in clinic and they are useful for patients who do not want to undergo surgery or for

別冊請求先 (〒431-3192) 静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1号

Tel. 053-435-2656 Fax. 053-435-2657

E-mail : ina@hama-med.ac.jp

Key words : プリズム、麻痺性斜視、後天性滑車神経麻痺、上下斜視、回旋斜視

prism, paralytic strabismus, 4th nerve palsy, vertical strabismus, torsional strabismus.

patients whose strabismus is unstable or just temporary. In contrast, some patients are not satisfied with prisms in spite of careful examination. In this article, I describe theories and practical methods of prism prescription.

There are two types of prisms: ground-in prisms and press-on prisms. There are advantages and disadvantages of both prisms, and the selection is made based on strabismus angle and patient preference. Upon prescription, a basic calculation is performed to combine horizontal and vertical prisms and to determine the optimal placement location for the press-on prism. Examinations to prescribe prisms are scheduled after patients report their symptoms and following the establishment of a possible diagnosis.

Although prisms are not effective for torsion, many patients with vertical strabismus associated with torsional deviation are satisfied with prisms. We reviewed the satisfaction rate of patients with acquired 4th nerve palsy. Patients with idiopathic 4th nerve palsy are more likely to be satisfied with prisms than patients with traumatic 4th nerve palsy. Patients satisfied with prisms show smaller vertical deviation and smaller torsional deviation than unsatisfied patients.

Some diplopia remains after prisms are used, and trial and error is necessary for prescription. Understanding the characteristics of prisms and selecting patients who are suitable for prisms are helpful in shortening the length of prescription, thereby increasing quality of life (QOL) of the patients.

はじめに

両眼複視への主な対応法に、プリズム療法¹⁻¹⁴⁾と手術治療がある。プリズム処方外来診療の中で可能であり、観血的な治療を好まない患者、症状の変化が見込まれる患者にとっては大変有効な方法である。しかし、実際の処方ではトライアンドエラーを繰り返すため、長い時間を必要とすることが多い。また全ての複視患者に適応できるわけではなく、時間をかけて処方してもプリズムに満足されないこともある。

今回はプリズム処方を行うための臨床的な基礎知識、検査方法と処方の実際、麻痺性斜視の中で回旋偏位を伴う後天性滑車神経麻痺について当院のデータから調査したことを報告する。なお、この研究は浜松医大倫理委員会の承認を受けている【研究番号17-075】。

I. プリズムの基礎知識

1) プリズムの種類とその特徴

プリズム処方に使用するプリズムには組み込み式プリズムとフレネル膜プリズム（以下膜プリズム）がある。

① 組み込み式プリズム

組み込み式プリズムは視力の低下がなく、外見も目立たないという利点がある。

組み込み式プリズムのトライアルレンズは0.5～8Δまでであるが、眼鏡の製作範囲は単焦点・多焦点共に5Δまでである。6Δまでの製作が可能なレンズメーカーもあるが、特殊レンズのため購入できる眼鏡店が限定されている。特別注文によって7～8Δまで作成可能としているメーカーがあるが、屈折矯正に必要なレンズ度数との関連もあるため、処方の前に製作可能か否か、また価格についても眼鏡店あるいはレンズメーカーに確認する必要がある。

大角度の偏位であれば、組み込み式プリズムだけでは対応できない。更に屈折度数が強度であるとレンズが厚く、重くなるために装用しづらいこともある。またいったんプリズムを組み込んで作成してしまうと、プリズム度数の変更の際には、レンズ全体の交換が必要なため、症状が変化する場合は適さない。

② 膜プリズム

膜プリズムは製作範囲が1～40Δと広いため、大角度の偏位に対応できる。簡易に着脱ができるため、症状の軽減に伴い膜プリズムの度数を弱くしたり、はずしたりすることもできる。しかし、膜プリズムの線が外見上気になる場合には適さない。耐久性が低く、太陽光の強い場所での使用では黄色く変色する。アルコールによる手入れは禁忌である。また、8～12Δ以上では視力が低下する^{1,6,15)}。

処方際には、フレネル膜プリズム検眼セットをテストレンズとして使用すると便利である (図1)。範囲は2~40 Δである。レンズの装着位置の違いで矯正効果が変化し誤差を生じるので注意が必要である¹⁶⁾。検眼レンズ枠をもちいて装着するときには、レンズ平滑面が外側にくるように装着する (図2)。実際に処方するのは膜プリズムである (図3)。フレネル膜プリズム検眼セットと同様に眼鏡レンズの内側に平滑面がレンズに接するように貼付する。大角度の矯正が必要な場合、組み込み式プリズムと膜プリズムを併用することで、必要な膜プリズムの度数を減じて視力低下を避ける試みもある。プリズムを眼鏡に貼る場合に眼鏡の度数が強く、レンズが湾曲していたりすると、実際のプリズムの値と異なることがある。

図1 フレネル膜プリズム検眼セット
プリズム処方時のテストレンズとして使用

図3 フレネル膜プリズム
大角度の斜視や、症状が変化する場合に使用

2) 水平、上下偏位の合成

水平、上下だけではなく、斜め方向の複視を訴える場合は水平と上下を組み合わせで処方する。片眼に水平プリズム、もう片眼に上下プリズムと分けることもできるが、二枚分のプリズムの費用が必要で、患者の負担も倍となる。一枚のレンズで対応する場合は水平、上下プリズムを合成し斜め方向に装着する。プリズムの合成は公式に当てはめて計算する。度数の計算は $P(\text{度数}) = \sqrt{H(\text{水平偏位})^2 + V(\text{垂直偏位})^2}$ 、角度の計算は $\tan \theta = V/H$ となる。グラフで作図し、角度を分度器で測ることもできる。例えば左眼の水平斜視角が4 Δ Base outであれば4cm、垂直が3 Δ Base Upであれば3cmを作図すると、三角形の一辺は5cmとなり5 Δ、その角度を測れば37°となる (図4)。その他の方法として、換算表¹⁾を利用する。これらは、計算上の値で

図2 フレネル膜プリズムの装着位置
眼鏡の内側にフレネル膜プリズムの平滑面を貼付し、凹凸面が眼球側に位置するように装着する

図4 水平、上下プリズムの合成
1 Δ 1cmとし水平偏位 (4cm) と垂直に上下偏位 (3cm) を作図し、二辺を結んだ線の長さを定規で測定 (5cm)。角度 θ を分度器で測定 (37°)。

あるため、最終的には患者に尋ねながら度数を増減したり、テストレンズをまわして複視のなくなる角度をさがしたりと、微調整を行う。

Ⅱ. 検査

1) 問診と視診

検査を行う前に問診を詳しく行う。複視は単眼性か両眼性か、片眼を隠したときに複視は消失するか、どの方向で最も複視を自覚するか、視方向で複視の幅に変化はないか、日常生活での問題点は何か（運転時、読書時、階段や坂道のりか下りなど）を尋ねる。発症時期を聞いておくと、今後の症状変化の推測ができる。外傷の有無や既往歴なども重要な情報となる。

視診では患者の状態を把握する。顔の回し、眼振があれば水平斜視を考える。頭位異常や顎の上げ下げがあれば、A型・V型斜視や上下斜視を考える。どの方向で複視を最も感じ、改善又は軽減できる位置があるのかを把握し、それらの情報を参考に診断のための必要な検査を行う。

2) 診断のための検査

自覚症状がはっきりしていれば、複視の現れる視方向を尋ねるが、自覚症状がはっきりしない場合は赤ガラスを片眼に装用し、光視標で複視の位置を尋ねる。眼位と複視の位置が外斜視、上下斜視では交叉性複視、内斜視では同側性複視であるかを確認する。

眼位検査は屈折矯正を行ったうえで、遠見、近見の交代プリズム遮閉試験を行う。固視眼も確認する。代償性の上斜筋麻痺では麻痺眼が固視眼のこともあるため注意が必要である。顔の回しや、遠見と近見で偏位量の差、水平方向の眼位で複視に左右差の訴えがあれば、側方視の眼位を測定する。頭部傾斜があれば、Bielschowsky頭部傾斜試験（以下BH TT）を行う。

外転神経麻痺や開散不全、後天発症の内斜視が疑われれば、プリズムを付加していき融像できる最大斜視角を測定する。間欠性外斜視は幅湊不全の有無も確認する。外傷が原因の複視

や、回旋複視の訴えやBH TTが陽性である場合には、Maddox double-rod test（以下DMR）で回旋偏位を確認する。詳細な回旋偏位を記録するためには大型弱視鏡による9方向眼位を測定する。両眼性の滑車神経麻痺では第一眼位では上下偏位が相殺され斜視角が小さいが、下方においての回旋複視が強いことから下方視に注意して検査を行う。

Hess赤緑試験では、複視の位置や麻痺筋、両眼単一視野ではどの方向で単一視できるかを調べる。以上の検査結果から医師の診断後、プリズムの希望があれば処方となる。

当然ではあるが、複視がすぐに改善できるからといって、医師の指示なしにプリズムを処方することは禁忌である。麻痺性斜視には脳腫瘍などの早急に対応すべき重篤な疾患も潜んでいる。プリズムを装用することで煩わしい複視が消失し患者が満足し、再診なくなる危険性もある。複視は重篤な疾患のサインでもあることを念頭に置き、必ず医師の診断後に指示に基づいてプリズム処方を行う。

2) プリズム処方の検査

屈折矯正を行ったのち、両眼開放で融像を分離しない状態で検査を行っていく。

基本は正面から下方での複視の消失を目標とするが、患者が特に困っている視距離や視方向があればその位置に視標をおき、プリズムを少ない角度から掲げていき、自覚的に複視がなくなる最小の角度を求める。プリズムは原則として麻痺眼に装用する。麻痺眼が優位眼で、プリズム装用により視力が低下し違和感を訴える場合は、自覚症状を聞きながらプリズム装用眼を決定する。

上下の複視があれば、まず垂直プリズムを眼前に当て上下複視が改善される度数を選択する。それでもなお水平の複視を訴えた場合は水平プリズムを重ねて、複視の改善する度数を求める。得られた水平上下のプリズムの度数を計算で求めた角度に挿入し、複視の改善する度数や角度の微調整を患者に尋ねながら行う。角度と度数が決定したら組み込み式のプリズムか、フレネル膜プリズム検眼用セットでテストレン

ズを作り、しばらく装用感を試してもらおう。プリズム度数が大きい場合は両眼にプリズムを分けたり、組み込み式プリズムに膜プリズムを追加したりする。外来での検査中に満足が得られれば処方となるが、はっきりとした応答がなければ貸し出しをし、日常生活で十分に試した後処方する。

・プリズム処方の際の工夫

当院では各検眼用レンズセットに備えられているプリズムを一つの箱にまとめて、プリズム処方するときに使用している。複数枚確保できるため、両眼同度数のトライアルも容易にできる。また、1～40△までの膜プリズムを水平および垂直にカットし、トライアル用として揃えている。これを患者の眼鏡に貼付することで屈折矯正のための時間を節約することができる。

Ⅲ. 後天性滑車神経麻痺のプリズム処方について

複視をきたす疾患には、外転神経麻痺、滑車神経麻痺、動眼神経麻痺などの麻痺性斜視、甲状腺眼症や眼窩壁骨折など機械性斜視がある。ここではプリズム眼鏡が難しいとされている後天性滑車神経麻痺のプリズム処方について、当院のデータから調査したことを報告する。後天性滑車神経麻痺は上下斜視の原因として高頻度

な疾患で¹⁷⁾、上下複視とともに回旋複視が存在する¹⁸⁾。プリズムは水平偏位、上下偏位の矯正は可能だが、回旋偏位の矯正はできない。そこで後天性滑車神経麻痺にどのくらいプリズムが適応であったかを調査した。

対象は2003年1月～2016年12月までに上斜筋麻痺と診断された239名で、先天性の上斜筋麻痺161名を除いた後天性滑車神経麻痺78名である。78名に対し手術をうけた群（手術群）とプリズムで満足している群（プリズム群）にわけて検討した。

調査内容は手術群とプリズム群で、治療の内訳、平均年齢、水平偏位と上下偏位、回旋偏位を比較した。次にプリズムで満足した患者の斜視角と処方されたプリズム度数を調査した。統計はMann-Whitney U検定を行い、危険率0.05未満を有意差ありとした。

治療の内訳では、プリズム群23.1%（18名）、手術群67.9%（53名）、片眼の遮閉は2.6%（2名）、治療無は6.4%（5名）だった。手術群には最初から手術のみで満足した者41%（32名）、プリズムを試したが最終的に手術になった者15.4%（12名）、手術後に残余斜視角をプリズムで矯正したものの6.4%（9名）を含んでいる（図5）。

遮閉と治療無を除いた71名の後天性滑車神経麻痺のプリズム群と手術群の年齢は、プリズム

図5 後天性滑車神経麻痺の治療の内訳
プリズムの適応は23.1%であった

図6 手術群とプリズム群の水平偏位の比較（絶対値）
遠見、近見ともに有意差なし

図7 手術群とプリズム群の上下・回旋偏位の比較
上下・回旋ともに有意差あり

群 65.1 ± 14.7 歳、手術群 51.2 ± 19.6 歳で有意差はなかった。

水平偏位の絶対値の平均は、遠見のプリズム群 $3.2 \pm 3.8 \Delta$ 、手術群 $7.6 \pm 9.4 \Delta$ 、近見のプリズム群 $8.6 \pm 7.1 \Delta$ 、手術群 $10.0 \pm 10.3 \Delta$ で有意差はなかった（図6）。実測値での水平偏位は遠見のプリズム群 $-0.9 \pm 4.9 \Delta$ （外斜6名 内斜4名）、手術群 $-4.7 \pm 11.2 \Delta$ （外斜26名 内斜10名）、近見のプリズム群 $-8.6 \pm 7.1 \Delta$ （外斜13名、内斜0名）、手術群 $-8.3 \pm 11.7 \Delta$ （外斜36名、内斜7名）で外斜視が多かった。

上下偏位の平均は遠見のプリズム群 $5.7 \pm 4.2 \Delta$ 、手術群 $12.8 \pm 8.0 \Delta$ 、近見のプリズム群 $3.5 \pm 3.9 \Delta$ 、手術群 $10.6 \pm 7.3 \Delta$ 、回旋はプリズム群 $7.4 \pm 3.9^\circ$ 、手術群 $10.6 \pm 5.3^\circ$ で、上下偏位は

危険率0.001、回旋偏位では危険率0.05で有意にプリズム群の角度が小さかった（図7）。以上のことから、上下偏位と回旋の偏位がプリズムへの適応に関与し、その目安として上下偏位は 10Δ 、回旋偏位は 10° 以上あると、プリズムには適応できにくいことが明らかになった。

プリズム群と斜視術後にプリズム処方を受けた人の偏位量と処方されたプリズムの度数は、水平偏位の絶対値の平均は遠見 $3.7 \pm 3.4 \Delta$ 、近見 $7.7 \pm 6.2 \Delta$ に対し、処方された水平のプリズムの平均は $0.4 \pm 1.7 \Delta$ であった。上下偏位は遠見 $5.9 \pm 4.4 \Delta$ 近見 $3.7 \pm 4.1 \Delta$ に対し、処方された度数は $3.7 \pm 3.6 \Delta$ で、上下偏位の矯正で満足が得られていた（表1）。嶋田らが調査した後天性滑車神経麻痺の融像域は、上下偏位 3.8° 、回旋

表1 偏位とプリズム処方した度数 (術後の処方も含む)

n = 28					
	水平(Δ)		上下(Δ)		回旋(°)
	遠見	近見	遠見	近見	回旋
偏位 Ave (SD)	3.7 (3.4)	7.7 (6.2)	5.9 (4.4)	3.7 (4.1)	4.9 (4.7)
プリズム処方 度数 Ave±SD Range	水平 0.4±1.7(0-8) 上下 3.7±3.6(0-12)

図8 後天性滑車神経麻痺の原因と治療の内訳
外傷ではプリズム処方よりも手術が適応となっていた

偏位が9.9°と上下偏位の融像域が回旋よりも狭い¹⁹⁾。そのことから少しの上下偏位でも複視は感じやすいが、その上下偏位を矯正することで複視は改善できると考える。回旋偏位はプリズムでは矯正できないが、融像幅が広いことから上下偏位を矯正することで回旋の融像が働いたと考える。上下の複視を伴う場合には上下方向の矯正を行うと複視が改善されるという報告もあり^{25,9,10)}、2006年に当院で報告したすべての麻痺性斜視を対象としたプリズム処方においても同様の結果であった³⁾。

次に後天性滑車神経麻痺の原因を外傷と中枢性と不明の3群にわけて治療内容を検討したところ、外傷群ではプリズム処方は少なく、ほとんどで手術が施行されていたのに対し、原因不

明群ではプリズムが多く処方されていた(図8)。麻痺性斜視は血管性、腫瘍、外傷などの原因が多く、血管性の場合は発症後6ヶ月で9割以上が自然回復する²⁰⁾。しかし、腫瘍や外傷は回復率が低く、自然回復が期待できないようであれば手術の選択となる。すなわち、発症後6ヶ月は保存療法が適応であるため、その間の複視への対処療法としてプリズムの装用が有効と考える。

Ⅳ. 症例報告

最後に症例を提示する。82歳男性で、運転中に突然複視を自覚し当院を紹介された。当院受診まで3件眼科を受診している。頭部外傷の既

往はなく、MRIでは異常はなかった。視力は右眼、左眼とも矯正視力(1.2)、眼位検査では遠見は6°の左上斜視、近見は8°の外斜位、6°の左上斜視、BHTTは右への頭部傾斜で5°の左上斜視、左への頭部傾斜で6°の左上斜視、DMRは左眼5°外方回旋だった。MRIで異常がなかったためしばらくは経過観察となり、初診時に3°の膜プリズムを右にBase upに貼り貸し出した。その後1ヶ月後に上下偏位が3°に減ったが、プリズムをはずすと二重に見えると訴えがあり、2°に変更し再び貸し出しを行った。3ヶ月後には外方回旋は残存したが、上下偏位は改善された。しかし、まだプリズムの装用を希望され、ひきつづき貸し出しをした。5ヶ月後には外方回旋はあったが自らプリズムをはずした状態で来院し、プリズム眼鏡の処方にはいたらず終了となった。この症例は、プリズム装用中に上下偏位は自然に減少したが、回旋偏位は同等に残っていた。発症直後からプリズムで単一視を促したことで回旋偏位に対して適応ができたものと思われる。回旋偏位があるからといって、放置したりあきらめたりするのではなく、膜プリズムを試みることは価値があると考ええる。

まとめ

複視を訴える患者にプリズムを処方する場合には、トライアンドエラーはやむを得ないが、適応となる斜視角や回旋偏位には限界がある。また複視が改善できる最小のプリズム度数を処方することがプリズムへの適応を高めるコツである。「ぼやけて見える」「ピントがあわない」との訴えがあっても原因がはっきりしない患者の中には、上下斜視の患者が存在する。患者の訴えをよく尋ね、眼位を丁寧に計測することで適応となる患者の候補を絞り、むやみに処方にかかる時間を長くしないことが望ましい。

最後になりましたが、ご指導をいただきました堀田喜裕先生、佐藤美保先生をはじめ、医局の先生方、そして視能訓練士の方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Suzanne, V. 不二門尚, 斎藤純子訳: プリズムと斜視. 文光堂, 東京, 1998.
- 2) 高木満里子: 複視に対する光学的治療 プリズム治療. 日視会誌 31, 67-73, 2002.
- 3) 稲垣理佐子, 浅野麻衣, 正木勢津子, 彦谷明子, 堀田喜裕, 佐藤美保: 複視に対するプリズム適応の検討. 日視会誌 35: 93-97, 2006.
- 4) 筒井亜由美, 中村桂子, 澤ふみ子, 濱村美恵子, 稲泉令巳子, 清水みはる, 他: 成人の複視に対するフレネル膜プリズムの装用状況. 眼臨紀1: 233-239, 2008.
- 5) 牧野伸二: 上下斜視の光学的治療. 日視会誌 44: 16-20, 2008.
- 6) 矢ヶ崎悌司: プリズム処方のための検査. (特集) 眼科医と視能訓練士のためのスキルアップ, 眼科プラクティクス5. 190-194, 文光堂, 東京, 2002
- 7) 濱村美恵子: 麻痺性斜視に対するプリズム療法. 眼臨紀3: 43-51, 2010.
- 8) 中村佳子: 複視のプリズム療法. あたらしい眼科27: 881-887, 2010.
- 9) 三村治: 複視に対する眼鏡処方. 眼科53: 1001-1007, 2011.
- 10) 長谷部佳世子: プリズム療法. 眼科56: 791-798, 2014.
- 11) 牧野伸二: 斜視のプリズム・光学的治療. 眼科58: 239-244, 2016.
- 12) 後関利明: 麻痺性斜視の非観血的治療. 神眼33: 16-22, 2016.
- 13) 中村桂子: 複視のプリズム療法. 日視会誌45: 13-24, 2016.
- 14) Sarah R. Hatt, David A. Leske, Laura Liebermann, and Jonathan M Holmes: Successful treatment of diplopia with prism improves health-related quality of life. Am J Ophthalmol 157: 1209-1213, 2014.
- 15) 鶴留康弘, 阿曾沼早苗, 小嶋由香, 中前美佳, 金山素子, 藤木かおり, 他: フレネル膜プリズムの視機能への影響について. 日視会誌 36: 2007, 85-93.
- 16) 山口正和: 現行型と旧型のフレネル膜プリズ

- ム検眼セットにおける表示度数と実測値の誤差. 眼臨紀9: 238-242, 2016.
- 17) M A Tamhankar, J H Kim, G-S Ying, N J Volpe: Adult hypertropia: a guide to diagnostic evaluation based on review of 300 patients. Eye. 25: 91-96, 2011.
- 18) 佐藤美保: 上斜筋麻痺の診断と治療. 日視会誌 40: 1-5, 2011.
- 19) 嶋田祐子, 木村亜紀子, 鳶岡文, 増田明子, 三村治: 代償不全性上斜筋麻痺および後天滑車神経麻痺の垂直・回旋融像域の検討. 眼臨紀 6: 116-119, 2013.
- 20) 宮本和明: 麻痺性斜視の経過と予後. 神眼33: 11-15, 2016.
-