視能矯正用プリズムの保持方法と その誤差について

久保 照子・生野 則子

魚里 博・西 信元 嗣

(奈良医大眼科)

宮都 宮 千鶴

(市立松原病院)

Holding Positions of The Orthoptic Prisms and Their Errors

Teruko KUBO, Noriko IKUNO, Hiroshi UOZATO,
and Mototsugu SAISHIN

Nara Medical University, Department of Ophthalmology

Chizuru UTSUNOMIYA

Matsubara City Hospital

It is important to hold orthoptic prisms correctly for the proper assessment of the ocular deviation. It is well known that small errors in holding prisms may produce large errors in the amount of deviation neutralized. Therefore, we have investigated the errors induced by various states of the holding positions of the orthoptic prisms such as the block and bar prisms. Accurate measurements at various holding positions of the prisms were performed using a He-Ne laser as a light source. The induced errors become larger as to the prism deviates from the calibrated positions. Tolerable limits of the errors in holding prisms were estimated for each prism.

I. はじめに

眼科臨床で日常よく利用する検査法のひとつにプリズム検査がある。プリズムの所持方法については、ベレンスの水平バープリズムは平面側を前額面の前に持ち、垂直バープリズムではその逆で、凸面の方を前額面の前に持って測定する事は良く知られている¹⁾。プリズムの裏表を逆に保持すれば、極めて大きな誤差が生じる²⁾³⁾事も良く知られている。しかし、プリズムの保持角度によりどの程度の誤差が生じるか、また、保持角度の誤差がどの程度まで許容できるのかについては、明確にされていない。

連絡先 (〒634) 奈良県橿原市四条町840
奈良県立医科大学眼科学教室
久保照子
TEL (07442) 2-3051 内線 3433

Key words : prism, ocular deviation, error.

そこで我々は、各種の視能矯正用プリズムについて、それぞれの保持方法によるプリズム偏角の誤差を実験的に検討するとともに、プリズム保持の許容範囲についても検討を試みた。

II. 方 法

プリズムの偏角を精度よく測定するため、指向性のよいレーザー(He-Neレーザー、出力1mW)光源を使用した。プリズムの保持角度を定量的に可変するため、マイクロメーター付きの回転微動ステージ(最小読み取り5分)を用いた。1mm間隔のセクションペーパーをプリズムから1mの距離の壁面上にはり、プリズムの無いときのレーザービームの中心を原点とした。それから各種被測定プリズムをステージ上に置き、基準位置より5度ずつ回転微動ステージを動かし、各位置でのプリズム偏角(レーザービ

ームの原点からの偏位量)を測定した。測定原理の概略を図1に示す。プリズムの基底が前額面に近づく状態をプラス、逆に遠ざかる状態をマイナスの傾き角度と定義した。各種の設定角度でそれぞれ3回ずつ測定して平均値を各々の代表値に採用した。

ブロックおよび水平バープリズムの場合、プリズムの後部面が前額面に水平に保持した状態

を0°とし、その向きを仮に“順方向”と呼ぶ。また、裏返しの状態を“逆方向”と呼び、プリズムの後部面がレーザー光線と直交状態になる位置を0°とした。一方、垂直バープリズムでは、順方向は凸面を眼の方に向けた状態を、逆方向とはその裏返しをそれぞれ意味し、プリズムの平面部が前額面に平行になる状態をそれぞれ0°とした。

図1 測定原理の概略図

上図は、実際にプリズムを通して物体を見た図。実験上、プリズムの基底を眼に近づける回転方向を⊕、眼から遠ざける方向を⊖とした。下図は、実験光学系の原理図。

Ⅲ. 結 果

ブロックプリズムの順方向と逆方向の結果をそれぞれ図2、3に示す。水平バープリズムの順方向と逆方向の結果をそれぞれ図4、5に示す。また、垂直バープリズムの結果をそれぞれ図6、7に示す。図2から図7のいずれも、横軸は表示プリズムディオプター(Δ)、縦軸は実測値と表示値との差(Δ)を示している。各図中のパラメーターは、プリズムの保持角度誤差を示す。

図2 順方向でのブロックプリズムの測定結果

図3 逆方向でのブロックプリズムの測定結果

図6 順方向での垂直バープリズムの測定結果

図4 順方向での水平バープリズムの測定結果

図7 逆方向での垂直バープリズムの測定結果

図5 逆方向での水平バープリズムの測定結果

IV. 考 按

眼科用プリズムには、Guytonによると²⁾、大別してガラスプリズムとプラスチックプリズムがあるが、視能矯正用プリズムとしては、主に後者が汎用されている。プリズムの保持方法としては、図8に示す3つが代表的である²⁾。ガラスプリズムでは、患者の視線がプリズムの後部面に直交するような、いわゆる“Prentice Position”で使用するよう較正されている²⁾。一方、プラスチックプリズムのうち、ブロックプリズムは、視線がプリズムの前後面で等しい角度をなすような、いわゆる“Minimum Deviation Position”で較正され、また、バープリズ

図8 眼科用プリズムの3保持方法

- (a) 視軸がプリズムの後面に直角にあたる位置
 (b) 視軸がプリズムの各面で等しい角度をつくる「最小偏角」の位置
 (c) プリズムの後面を前額面に水平に置いた位置

ムでは、水平バープリズムは平面側を前額面の前に、垂直バープリズムは凸面側を前額面の前に保持する“Frontal Plane Position”で較正されている¹⁾²⁾。以上、今回の順方向の実験結果(図2, 4, 6)からも明らかである。

ブロックプリズムの順方向の場合(図2), $+10^\circ$ 付近に回転させた値が最も表示値に近いことが分かる。これは、この角度付近が最小偏角の位置に近いためと考えられる。逆方向にした場合は、 0° でさえも 10Δ 以上になると大きな誤差が認められ(図3), 回転角度による誤差は順方向より急激に大きくなる。

水平バープリズムでも、ブロックプリズムと同様な傾向が認められた。例えば、 20Δ の順方向では、 $+20^\circ$ から -20° まで回転させても、高々 3Δ 程度の誤差しか出ないが、逆方向では、 0° の位置でも 30Δ は 6Δ 以上の誤差を伴うことになる(図4, 5)。

また、垂直バープリズムにおいては、上記の2つのプリズムとは多少異なった特性が認められた。つまり、順方向でマイナス側に傾けると誤差は比較的少ないが、プラス側に傾けるとより大きな誤差となる(図6)。一方、逆方向では、 -20° から $+30^\circ$ 程度までそれほど大きな誤差を伴っていない(図7)。この理由は、順方向よりも逆方向の状態がプリズムの最小偏角の位置に近いこと、設定角度の誤差の影響を受けにくいものと考えられる。順と逆の両方向での結果を比較すると、順方向より逆方向の方が誤差が全体的に少なく良好な印象を受けるが、 0° 付近で

の誤差は、やはり $0 \sim 30\Delta$ 領域にわたる全体的な誤差は、順方向の方が少ないと言える。

眼科臨床でプリズムを使用する場合、常時正しい保持位置で使用することはなかなか困難である。時として不注意で誤った角度で保持していることもあると考えられる。そこで、今回の実験結果(図2, 4, 6)から、プリズムの保持誤差の許容範囲を見積もると、表1のような

表1 各プリズムの10%誤差範囲と 1Δ 誤差範囲

	10%誤差	1Δ 誤差
ブロックプリズム	$-5^\circ \sim +20^\circ$	$0^\circ \sim +10^\circ$
水平バープリズム	$-10^\circ \sim +15^\circ$	$-5^\circ \sim +10^\circ$
垂直バープリズム	$-30^\circ \sim +5^\circ$	$-5^\circ \sim 0^\circ$

る。今、仮にプリズムの許容誤差を10%誤差と 1Δ 誤差の2種類について示した。大きなプリズムディオプターではその間隔が 5Δ 程度であるから、10%誤差で临床上十分であると考えられる。右側に示した 1Δ 誤差は、極めてきびしい条件であるが、 1Δ 間隔の比較的小さなプリズムの場合に適応されるべきである。前述したように、垂直バープリズムは、ブロック及び水平バープリズムと比較してその許容範囲が対照的である。後者は、 $-5^\circ \sim +20^\circ$ ($-10^\circ \sim +15^\circ$)程度の傾きがあってもその誤差は10%程度に収まり、プラス側に広い安全域があるが、一方前者は $-30^\circ \sim +5^\circ$ とマイナス側に広い安全域があることになる。つまり、垂直バープリズムでは、基底を患者の眼から離すような傾きは臨床 30° ぐらいまで、水平バー及びブロックプリズムでは、基底を患者の眼に近づけるような傾きは $15^\circ \sim 20^\circ$ ぐらいまで許容できる。

V. まとめ

視能矯正用プリズムは、それぞれの正しい保持位置で使用するべきである。プラスチックプリズムは、前額面位置で使用するれば公称値との誤差は小さいが、プリズムが大きくなるとその誤差も増す。また、プラスチックの較正位置であ

る最小偏角位置と前額面位置とでの誤差は一般には小さく、前額面より最小偏角へ近づくような角度誤差は常に安全側に作用する。

参考文献

- 1) 西信元嗣：プリズムの光学と治療的使用法，日本の眼科 第145号：11-20, 1974.
- 2) Thompson, J.T. and Guyton, D.L. : Ophthalmic prisms : Measurement errors and how to minimize them, Ophthalmology, 90 : 204-210, 1983.
- 3) Thompson, J.T. and Guyton, D.L. : Ophthalmic prisms : Deviant behavior at near, Ophthalmology, 92 : 684-690, 1985.

質問

(兵庫医大) 貫名香枝

プリズムを前額面に平行になるよう保持はしても、視軸とプリズムの中心が一致せず、基底又は、先端方向にずれた場合の測定値への影響をお教え下さい。

答弁

この件に関しましては、水平バーで実際に測定しました結果、各プリズムの偏位誤差は1%以内で、例えば、 40Δ で 0.3Δ の誤差でしたので、特に問題はないと思われます。

質問

(県立三室病院) 小笠美香

抄録にあるフレネル膜プリズムについては講演で言われていませんが、実験結果がありましたら、お教示下さい。

答弁

フレネル膜に関しては、メガネレンズの内側に貼った順方向と、外側に貼った逆方向での表示値と実測値との差を調べてみました。

全体的に表示値よりも少ない効果となりますが、順方向では表示値との差はほとんどありません。逆方向では、 25Δ で 23Δ 、 30Δ で 26Δ の効果しか得られない事がわかりました。