眼位矯正と周辺融像

— 4 灯テストによる検討 —

松田 育子・阿曾沼早苗・好川由利子・荒木 由美
中塚 敬之・近江源次郎・不二門 尚

大阪大学医学部眼科学教室

Assessment of Peripheral Fusion under the Correction of the Angle of Strabismus

— Study Using New Four-Dot Test —

Ikuko Matsuda, Sanae Asonuma, Yuriko Yoshikawa, Yumi Araki
Yoshiyuki Nakatsuka, Genjiro Ohmi, Takashi Fujikado

Department of Ophthalmology, Osaka University Medical School

要 約

眼鏡を装用せずに日常視に近い状態で周辺融像の検査が可能なNEW4灯テスト (N4D) を使用して、斜視患者の潜在的両眼視機能を評価し、Worth-4灯テスト (W4D) および大型弱視鏡 (SYNOPT) の周辺融像結果と比較検討した。

プリズムによる眼位矯正後にN4DとW4Dで18名の斜視患者に対して周辺融像の検出率を比較すると、N4Dでは16名 (88.9%) であったのに対してW4Dでは6名 (33.3%) で統計学的に有意にN4Dで高い融像検出率であった。同様に、N4DとSYNOPTで26名の患者に対して周辺融像の検出率を比較すると、N4Dでは20名 (76.9%) であったのに対してSYNOPTでは9名 (34.6%) で、これは統計学的にN4Dで有意に高い融像検出率であった。

眼位矯正後のN4D使用は、日常視に近い状態で斜視眼の潜在的な周辺融像の状態が簡単に評価でき、日常臨床においても有用であると考えられる。

連絡先 (〒565) 吹田市山田丘 2 - 2

大阪大学医学部眼科学教室 松田 育子

Tel. 06-879-3456

Key words : Potential ability of binocular vision, Peripheral fusion, Four-dot test
Natural Viewing Conditions, Prism correction

Abstract

We evaluated the potential ability of binocular vision in patients with strabismus by using a new four-dot test (N4D). The peripheral fusion was measured under almost natural conditions without the use of dissociative glasses and the results compared to those from the Worth four-dot test (W4D) and Synoptophore (SYNOPT). Each patient's deviation angle was corrected by prism when W4D was tested. The results showed that 16 out of 18 patients (88.9%) were detected with peripheral fusion using N4D and 6 out of 18 patients (33.3%) were detected with peripheral fusion using W4D. The detection ratio of peripheral fusion by N4D was significantly higher than the ones by W4D. Similarly, 20 out of 26 patients (76.9%) were detected with peripheral fusion using N4D while 9 out of 26 patients (34.6%) were detected with peripheral fusion using SYNOPT. This study suggests that potential of peripheral fusion is detected more naturally with N4D compared to W4D and SYNOPT. N4D may be a useful tool when binocular sensory function is examined in clinical practice.

I. 緒 言

斜視眼の潜在的両眼視機能の状態は一般に大型弱視鏡で評価されているが、両眼分離効果が強く日常視とは異なるものとなる¹⁾。一方、プリズム中和法にて簡単に両眼視の状態を検査する方法もある²⁾。これは、日常視空間において潜在的な正常両眼視機能保持の可能性を見極める有効な方法であるが、両眼単一視しているかどうか赤フィルターやCover testを併用したり、Worth 4灯テストやBagolini線条レンズテストで確認しなければならず、両眼分離方法によっては日常視とは異なる結果を示す可能性も考えられる。

日常臨床においては、両眼視機能は、ともすると中心窩融像により成立する精密な立体視が重視されがちであるが、大まかな遠近感や動的な立体視に関係すると考えられる周辺融像は、眼位の安定を保つという意味でも、まず最も重要な機能である³⁾。

このことも踏まえ、以前我々は両眼分離眼鏡を装用せずに、日常視に近い状態で周辺融像の検査が可能なNew 4灯テストを開発し、特に、融像が不安定である症例の検査として有用であるという結果を報告した⁴⁾。

今回は、日常視に近い状態で斜視眼の潜在的両眼視機能、特に周辺融像の状態を評価する目的でNew 4灯テストを使用したので結果を報告する。

II. 方 法

1996年3月から1996年10月までの8ヵ月間に大阪大学医学部眼科弱視斜視外来を受診した、斜視患者30名（内斜視17名、外斜視13名：内訳は、乳児内斜視4名、部分調節性内斜視6名、後天性内斜視4名、続発性内斜視3名、恒常性外斜視8名、間歇性外斜視5名）を対象として、眼位矯正と周辺融像の状態をNew 4灯テストとWorth 4灯テスト、そして大型弱視鏡により比較した。検査時の年齢は4歳～46歳（平均12.8歳±11.1歳）であった。

(1)検査装置および眼位矯正方法

今回使用したNew 4灯テスト（N4D）は我々が開発した検査装置であるが、イメージスプリッター方式により両眼を分離するディスプレイ（三洋電気）を使用し、接続したノート型パソコン（Macintosh Power Book Duo 230）にプログラムを組み込んだものである。ディスプレイの有効画面サイズは21.1×15.8cmであり、視距離50cmで液晶パネルを直視するだけで両眼分離可能である為、分離眼鏡は不要である。

使用したWorth 4灯テスト（W4D 半田屋製）は、赤緑眼鏡を装用させ、「何色の丸が幾つ見えるか」を答えさせる検査である。N4DはW4Dと類似の検査装置で周辺融像の検査が可能である。青色の背景に、右眼には上下2個の白丸の映像を、また、左眼には左右と下方の3個の白丸の映像を与えるように設定した。両眼で下方の白丸を融像すると白丸は4個に見える。W4D

と同様に丸の数および位置関係を答えさせる方法とした。従って、W4Dでは色と丸の数および位置関係を答えさせるが、N4Dでは丸の数および位置関係のみ答えさせる方法となる。

N4Dの提示される丸のサイズと配置されている間隔に対する視角は $12^{\circ} 40'$ で、この視角にはほぼ一致させる為にW4Dは72cmで使用した。また、大型弱視鏡 (SYNOPT Clement Clarke 社製) のスライドは、異質図形として $V11^{\circ} H13^{\circ}$ の「車とガレージ」、同質図形として 11° Squareの「うさぎ」の傍黄斑部用スライドを使用した。

プリズムを装用しての眼位矯正方法であるが、APCTにより測定した偏位量を基準にプリズムを増減させ、融像の有無を確認した (図1)。

図1. プリズムバーで眼位矯正を行ってのN4D検査

(2)対象および方法

(i) W4DとN4Dの比較

斜視患者18名 (内斜視11名, 外斜視7名) を対象とし、プリズムを使用しての眼位矯正前後

において周辺融像の状態をW4D, N4Dで検査し、その結果を比較検討した。検査時の年齢は4歳~46歳 (平均 $12.6歳 \pm 11.7歳$) であった。

(ii) N4DとSYNOPTの比較

斜視患者26名 (内斜視15名, 外斜視11名) を対象とし、プリズムで眼位を矯正した後の周辺融像の状態をN4Dで検査し、その結果とSYNOPTで測定した融像の結果とを比較検討した。検査時の年齢は4歳~38歳 (平均 $11.9歳 \pm 9.7歳$) であった。

(3)統計処理

(i) (ii) における成績の比較において、Mc Nemar検定, Fisherの直接法, Mann-Whitney U検定のいずれかをを用い統計処理を行い、 $P < 0.05$ の場合に有意と判定した。

Ⅲ. 結 果

(1)W4DとN4Dの比較

表1は眼位矯正前およびプリズムによる眼位矯正後の周辺融像の結果をまとめたものである。縦軸にW4D, 横軸にN4Dでの成績を表し、両テストの結果を症例数と割合で示した。眼位矯正前では両テストにおいて周辺融像の確認の得られない症例は18名中16名 (88.9%) であった。N4Dでのみ周辺融像が確認できた2名は間歇性外斜視であった。眼位矯正後では両テストにおいて周辺融像の確認ができたのは5名 (27.8%)。また、W4Dでは周辺融像 (-) となった11名 (61.1%) はN4Dで融像を確認することができた。このN4Dでの融像確認率は、W4Dでのみ融像確認できた1名 (5.6%) に比べ統計学的に有意に高かった (Mc Nemar検定 $P < 0.01$)。

眼位矯正後の周辺融像の結果を診断別にまとめ表2に示す。

今回特に、眼位矯正後内斜視11例全ての周辺融像をN4Dで確認できたが、W4D, N4Dそれぞれについて内斜視, 外斜視という斜視のタイプによる融像確認の割合に有意差は認められなかった (Fisherの直接法により有意差なし)。

(2)N4DとSYNOPTの比較

表3はSYNOPTと眼位矯正後のN4Dでの周辺融像の結果をまとめたものである。縦軸にSYNOPT, 横軸にN4Dでの成績を表し結果を症

表 1. W4DとN4Dによる周辺融像の結果

		N 4 D		合 計
		(+)	(-)	
W 4 D	(+)	0 内：0 外：0	0 内：0 外：0	0 内：0 外：0
	(-)	2 (11.1%) 内：0 外：2	16 (88.9%) 内：11 外：5	18 (100%) 内：11 外：7
	合計	2 (11.1%) 内：0 外：2	16 (88.9%) 内：11 外：5	18 内：11 外：7

		N 4 D		合 計
		(+)	(-)	
W 4 D	(+)	5 (27.8%) 内：3 外：2	1 (5.6%) 内：0 外：1	6 (33.3%) 内：3 外：3
	(-)	11 (61.1%) 内：8 外：3	1 (5.6%) 内：0 外：1	12 (66.7%) 内：8 外：4
	合計	16 (88.9%) 内：11 外：5	2 (11.1%) 内：0 外：2	18 内：11 外：7

(Mc Nemar 検定 P<0.01)

眼位矯正前

眼位矯正後

表 2. W4DとN4Dによる眼位矯正後の周辺融像の結果（診断別）

		N 4 D	
		(+)	(-)
W 4 D	(+)	内斜視：3名 ・後天性内斜視 2名 ・続発性内斜視 1名 外斜視：2名 ・間歇性外斜視 2名	内斜視：0名 外斜視：1名 ・間歇性外斜視 1名
	(-)	内斜視：8名 ・部分調節性内斜視 4名 ・乳児内斜視 2名 ・後天性内斜視 1名 ・続発性内斜視 1名 外斜視：3名 ・恒常性外斜視 3名	内斜視：0名 外斜視：1名 ・恒常性外斜視 1名

例数と割合で示した。両テストにおいて周辺融像の確認ができたのは8名（30.8%）、および両テストにおいて周辺融像の確認ができなかったのは5名（19.2%）、以上26名中13名（50.0%）と半数が同じ結果であった。残り13名のうち12名（46.2%）が、SYNOPTでは周辺融像（-）であったが、N4Dでは周辺融像（+）であった。これは、SYNOPTでのみ融像確認できた1名（3.8%）に比べ、統計学的に有意にN4Dにより融像確認された割合が高いことを示す（Mc Nemar検定 P<0.01）。

両テストの周辺融像の結果を診断別にまとめ、表4に示す。SYNOPTにおいては内斜視、外斜視という斜視のタイプ別による融像確認の有意差は認められなかったが、N4Dによる検出では、内斜視の方が外斜視に比べ融像の割合が高いという傾向があった（Fisherの直接法により P=0.054）。

表 3. SYNOPTとN4Dによる周辺融像の結果

		N 4 D		合 計
		(+)	(-)	
S Y N O P T	(+)	8 (30.8%) 内：5 外：3	1 (3.8%) 内：0 外：1	9 (34.6%) 内：5 外：4
	(-)	12 (46.2%) 内：9 外：3	5 (19.2%) 内：1 外：4	17 (65.4%) 内：10 外：7
	合計	20 (76.9%) 内：14 外：6	6 (23.1%) 内：1 外：5	26 内：15 外：11

(Mc Nemar 検定 P<0.01)

表4. SYNOPTとN4Dによる眼位矯正後の
周辺融像の結果 (診断別)

		N 4 D	
		(+)	(-)
S Y N O P T	(+)	内斜視: 5名 ・部分調節性内斜視 3名 ・乳児内斜視 1名 ・続発性内斜視 1名 外斜視: 3名 ・間歇性外斜視 2名 ・恒常性外斜視 1名	内斜視: 0名 外斜視: 1名 ・恒常性外斜視 1名
	(-)	内斜視: 9名 ・部分調節性内斜視 2名 ・乳児内斜視 3名 ・後天性内斜視 3名 ・続発性内斜視 1名 外斜視: 3名 ・恒常性外斜視 3名	内斜視: 1名 ・後天性内斜視 1名 外斜視: 4名 ・間歇性外斜視 2名 ・恒常性外斜視 2名

表5. SYNOPTとN4Dによる反応結果

(症例数)

SYNOPT \ N4D		融 像	抑 制	交代視	複 視
融 像		8	1		
S P (-)	抑 制	10	1		
	交代視	2	1		
	交叉感(-)		2	1	

(Mann-WhitneyのU検定 P=0.005)

表5にSYNOPTとN4Dでの反応の結果を症例数で示す。SYNOPTで片眼抑制を起こした10名、交代視を示した2名についてN4Dで融像の確認ができた。これらの年齢は4歳～31歳(平均年齢:8.2歳±7.2歳)、両テストにより融像が確認された8名の年齢は7歳～38歳(平均年齢:16.2歳±10.3歳)で、N4Dでのみ融像確認された12名の群の方が有意に低く、低年齢児が多いことがわかる。(Mann-Whitney U検定 P=0.005)。

Ⅳ. 考 按

斜視においては、眼位と両眼視機能の関係は治療方針を立てる上で重要なポイントである。

眼位不良の場合、正常両眼視機能の発達は望めず、逆に両眼視機能が不良の場合、手術を行ったとしても眼位が安定せず戻りが生じたりする。

斜視眼の潜在的両眼視機能の状態を知ることが、手術治療や眼鏡等光学的治療により眼位矯正後、両眼視を獲得して、眼位が安定する可能性や複視出現の可能性の有無を予測する上で大切である。一旦、手術により安定した周辺融像を伴う微小斜視にできれば、眼位は安定すると考えられている^{5) 10)}。その予測の為に、そして手術の適応性や量定の決定においても最も有用な情報となる^{6) 7)}。

現在、斜視眼の潜在的両眼視機能の状態は一般にSYNOPTで評価されているが両眼分離効果が強いという問題点がある¹⁾。プリズム中和後に両眼視機能検査をする方法が、現在のところ分離効果の少ない状態での評価となっている²⁾。しかし、SYNOPTやプリズム中和法による検査で融像(-)であれば、日常視空間でも両眼視できていないと解釈してよいのだろうか。それが両眼分離効果が強い為の融像(-)であり、日常視空間においては融像が存在する可能性も考えられる。その結果が両眼視機能の発達不十分である為の融像(-)であると言う為には、両眼分離効果や検査のやり方を理解できない適応能力不足という影響因子を取り除く必要があり、現在までの検査方法では日常視空間に近い状態で検出するには限界があり解釈に迷うことも多い。周辺融像の状態を明確にし、適切な潜在的両眼視機能の情報を得る為の有効性につき、プリズムで眼位矯正を行った時のN4D使用を試みた。

今回、表1の通り眼位矯正後のW4Dで周辺融像(-)となった大多数の症例の融像をN4Dで確認できた。また、表3の通りSYNOPTで同時視(-)であった症例の多くは融像をN4Dで確認することができた。我々は眼位が不安定な症例の融像は、両眼分離の強い検査方法では十分に検出できない可能性を報告したが、今回の結果からも眼位矯正を行っても、赤緑眼鏡や鏡筒による両眼分離により融像が破られることが示唆された⁴⁾。W4Dの赤緑眼鏡は、融像される1つの丸が赤にも緑にも見えるという色闘争が引

き起こされる^{8) 9)}。また、鏡筒をのぞき込む場合、枠のような大まかな融像図形がない為、融像のきっかけがつかみにくく、抑制が起きやすい可能性がある。N4Dは眼鏡不要で両眼分離が小さく、不安定な融像の検出に有効であると考えられる。

表2においてW4Dで融像(-)であり、N4Dでその融像が確認された11名、および表4においてSYNOPTで融像(-)でありN4Dで融像が確認された12名の内訳は、一般に両眼視機能が不良か立体視が困難とされる部分調節性内斜視、乳児内斜視、恒常性外斜視がそのほとんどであった。これらの症例において周辺融像が存在する可能性があるかどうかという事は、治療を行う上で大変重要なポイントとなることは言うまでもない^{10) 11)}。対象症例は融像力が弱いということが考えられるが、そういう乏しい融像力を日常視空間において保持できるか否か、また、日常視空間における融像の安定を確認することが、治療により眼位矯正を行った後に眼位が安定するかどうかの予測につながり、それ以後の治療方針にも大きく影響してくる。

表5におけるSYNOPTで融像(-)、N4Dで融像(+)となった症例では、SYNOPTおよびN4Dで融像(+)となった症例に比べ低年齢児が多かった。N4Dでは丸の数を答えさせるのみで、日常視に近い状態での抑制、複視、融像の判断が簡単に行えるが、それに比べSYNOPTでは日常視空間とはかけ離れた状態で、尚かつ、小児の答を引き出すのも難しく、この違いが適応能力として年齢差に現れた可能性が考えられた。

プリズムバーで眼位を矯正し、N4Dで検査を行う場合、眼前には矯正眼鏡とプリズムバーを装用させるのみで良く、眼位の観察は容易に行える(図1)。同様の設定でW4Dを行う場合は更に赤緑眼鏡の装用も必要であり眼位の観察は困難である。SYNOPTにおいては、眼位の観察は可能であるが、しかし日常視から離れた検査であり、検査方法を理解させる為の説明や答の引出し方に時間と注意が必要となる。N4Dでは、両眼分離度が小さい為、より日常視に近い状態で周辺融像の検査ができ、更に検査方法の説明

や答の引き出し方も簡単に行え、眼位の観察も可能なため、結果の解釈も容易に行えた。

N4Dの成績の評価にはfalse positiveの可能性を否定する必要があるが、今回の検討では眼位矯正前、大多数の症例で融像(-)であったが、矯正後これらが融像(+)となったことから(表1)本測定においてfalse positiveの症例の混入は少ないと考えられた。

以上のことを臨床の現場で生かし、現在SYNOPTで同時視・融像が検出されにくい場合、日常視空間における融像の有無を確認するのみならず、プリズム眼鏡処方時、フレネル膜プリズム処方時、および弱視治療における遮蔽膜処方時の融像状態の評価等にN4Dを使用している。そして更にPrism Adaptation Testの周辺融像状態の評価としてN4Dを使用し、術後複視の可能性や手術の量定の決定のみならず、術後の日常視下での両眼視機能を予測し、眼位安定を探る手段として有用であるか今後検討していく予定である。

V. 結 論

斜視眼の潜在的両眼視機能を評価する為にN4Dを使用した。眼位矯正後の周辺融像の検出率は、W4D、SYNOPTとの比較においてN4Dで有意に高く、日常視に近い状態で斜視眼の潜在的な周辺融像の状態が簡単に評価できた。今後は斜視の術前検査等にも有用であると考えられる。

文 献

- 1) 大島寿子：大型弱視鏡の使い方、扱い方。眼科Mook No.31視能矯正：86-92、金原出版1987。
- 2) 金谷まり子：特別な検査機械を用いない検査。眼科Mook No.31視能矯正：62-76、金原出版1987。
- 3) 不二門尚、田野保雄：日常視に必要な立体視に関する臨床的考察－周辺部網膜における両眼視機能の役割－。眼紀45：857-861、1994。
- 4) 松田育子、不二門尚他：眼鏡なしの周辺部両眼視機能検査装置。眼臨、投稿中。

- 5) Suzanne Veronneau-Troutman MD.: Prism in the medical and management of strabismus. St. Louis, Mosby, 95-104, 1994.
- 6) Michael X, Repka, MD. John e, Connett, PhD, et al: The One-year Surgical Outcome after Prism Adaptation for the Management of Acquired Esotropia. Ophthalmology. 103 : 922-927, 1994.
- 7) Hiroshi Ohtsuki, Satoshi Yasunori, et al: Preoperative prism correction in patients with acquired esotropia. Graefe's Archive Ophthalmology: 231, 71-75, 1993.
- 8) 大平明彦：両眼視機能. 眼科プラクティス17. 眼科診療に必要な生理学. 246-250, 1994.
- 9) Brian W. Arthur, MD. et al: Bagolini Lenses vs the Polarized Four-Dot test. J. Pediatr. Ophthalmol Strabismus: 33, 98-103, 1996.
- 10) 渡辺好政：微小斜視の長期管理. 眼臨86 : 1260-1268, 1992.
- 11) 上岡康雄：斜視治療の目的. あたらしい眼科. 12 : 379-383, 1995.

質問 (愛知県 眼科やがさき医院 矢ヶ崎悌司)

1. 抑制の大きさを画面上のdodを変えて測定可能でしょうか。

答弁

1. 検査距離は変えられませんが、ノート型パソコンを操作することにより、簡単に視標の視覚や、視標の呈示位置を変える事は可能であり、抑制暗点を検出することも、十分可能と考えられます。

質問

(神戸大学 関谷 善文)

1. ディスプレイを、現在のものより大きくすることは可能でしょうか。

答弁

1. もう少し普及すればコストダウンし、ディスプレイを大きくすることも可能です。