投稿論文

健常若年者を対象としたTitmus Stereo Testsと New Stereo Testsの比較・検討

三富 健人¹⁾・小林 義治²⁾・林 孝雄²⁾・池田 結佳²⁾・小鷲 宏昭²⁾・
清水 香奈²⁾・露無 陽子²⁾・中島 貴友²⁾・中込 亮太²⁾・加藤可奈子²⁾・
倉橋 一成³⁾・松岡久美子²⁾

¹⁾ 帝京大学大学院医療技術学研究科視能矯正学専攻

²⁾ 帝京大学医療技術学部視能矯正学科

³⁾ 東京大学医学系研究科 疫学・予防保健学教室

Comparison of Titmus Stereo Tests and New Stereo Tests in Normal Young Subjects

Kento Mitomi¹⁾, Yoshiharu Kobayashi²⁾, Takao Hayashi²⁾, Yuka Ikeda²⁾,
Hiroaki Kowashi²⁾, Kana Shimizu²⁾, Youko Tsuyumu²⁾, Takatomo Nakashima²⁾,
Ryota Nakagomi²⁾, Kanako Kato²⁾, Issei Kurahashi³⁾, Kumiko Matsuoka²⁾

¹⁾ Department of Orthoptics, Graduate School of Medical Technology, Teikyo University

²⁾ Department of Orthoptics, Faculty of Medical Technology, Teikyo University

³⁾ Department of Epidemiology, School of Health Sciences and Nursing, The University of Tokyo

要 約

【目的】 Titmus Stereo Tests（以下TST）と、分離方式は異なるものの同じ測定視差のNew Stereo Tests（NST）とを用いて両者の比較検討を行った。

【対象および方法】 対象は、屈折異常以外に眼科的疾患のない19～23歳の133名（男性62名、女性71名）である。方法は、両眼を完全屈折矯正後、近見眼位を確認し、それぞれ交差性視差（以下凸表）と同側性視差（以下凹表）の立体視を測定した。

【結果】 TST、NSTともに立体視差は同じ値を示すものが多数であったが、差を認めたのはNSTの方が多く、凸表で視差の角度が大きくなった。

【結論】 NSTを検査に用いる際は凹凸の検査結果の差に注意を払う必要がある。

別冊請求先（〒173-0003）東京都板橋区加賀2-11-1 帝京大学医学部附属病院 三富 健人
Tel. 03 (3964) 8623

Key words : New Stereo Tests、Titmus Stereo Tests、交差性視差、同側性視差、立体視
New Stereo Tests, Titmus Stereo Tests, crossed disparity, uncrossed disparity,
stereopsis

Abstract

【Purpose】 To compare Titmus Stereo Tests (TST) and New Stereo Tests (NST) with different disparity conditions in normal young subjects.

【Subjects and Methods】 Included were 133 (62 males and 71 females; age range, 19 to 23 years) otherwise healthy young subjects with refractive error. With full correction, stereoacuity at near with crossed disparity (convex table) and uncrossed disparity (concave table) was measured.

【Results】 Most of the subjects showed the same measurements of stereoacuity with crossed and uncrossed disparity on both tests. NST however showed some difference between the measurements using convex and concave tables. The disparity angle was larger with the convex table.

【Conclusion】 When using NST for stereo testing, it is necessary to pay attention to the difference between the test results with convex and concave tables.

I. 緒 言

立体視は単眼視では成立できない三次元の機能であり、立体視検査は両眼融像の存在を知るうえにきわめて重要である。

立体視の定量的検査は、偏光眼鏡を用いるTitmus Stereo Tests（以下TST）を中心としていくつかの検査法を併せて行うことが多いが、測定条件・測定視差がそれぞれ異なるため単純に比較することは難しい。立体視はこれまでも数多くの研究がなされている¹⁻⁶⁾が、若年健常者の多数例を対象として、測定条件・測定視差の類似した検査方法の比較は少ない。正常値についても、検査法によって差が大きい上に、一定した値が示されていないものもある。

今回我々は、若年健常者を対象に、TSTと赤緑眼鏡を用いるNew Stereo Tests（以下NST）を使用し、交差性視差を利用した凸表（以下凸表）・同側性視差を利用した凹表（以下凹表）のそれぞれの検査を行い、両者を比較検討し若干の知見を得たので報告する。

II. 対象および方法

対象は、両眼矯正視力1.0以上、屈折異常以外に器質的疾患のない133名（男性62名、女性71名）、年齢は平均 20.1 ± 1.1 歳（19～23歳）、屈折度は、等価球面度で平均 -3.20 ± 2.80 Dである。近見眼位は、正位59名、外斜位74名で、内斜位は人数が少なく、結果にばらつきが多

かったので今回は検討に加えなかった。

方法は、両眼を完全屈折矯正して以下の検査を行い、その測定結果を比較・検討した。なおTSTとNSTの検査距離はともに40cmで、視標はsolid pattern、測定視差は800～40秒である。

1. TSTにおける凸表および凹表の測定

TSTは、FlyおよびAnimals視標で立体視のあることを確認後、Circles視標の視差を測定した。TSTのCircles視標は凸表だけであるので、検査表を上下逆にすることで凹表としての測定も行った。

2. NSTにおける凸表および凹表の測定

NSTは、Butterflyで立体視のあることを確認後、凸表である第2表のSquares視標と凹表である第3表のSquares視標の両方を測定した。また、第2表、第3表と表自体が変わることで結果が変わる訳ではないことを確認するため凸表である第2表を上下逆にして凹表としても使用した。その結果、対象とした133名全てにおいて、第2表を上下逆にして使用した場合の正解数と第3表を使用した場合の正解数で結果は変わらず、凸凹が変わることで、結果が変わることを確認した。

立体視機能の比較は二元配置分散分析による多重比較を行い、 $p < 0.05$ の場合に統計学的に有意とした。

III. 結 果

1. TST・NSTの立体視差の分布、平均値およ

表1 TST・NSTの立体視差の分布

TSTの凸表・凹表、NSTの凸表・凹表の測定値別の人数を示す。

視差角	TST凸	TST凹	NST凸	NST凹
40秒	102名	107名	100名	106名
50秒	18名	11名	5名	10名
60秒	6名	5名	4名	7名
80秒	5名	6名	8名	3名
100秒	2名	3名	10名	4名
140秒	0名	1名	6名	3名

表2 TST・NSTの立体視差（秒）の平均値

全体および眼位別によるTSTの凸表・凹表、NSTの凸表・凹表の測定値（秒）の平均値を示す。

*：交差性視差（凸）ではTSTが有意に良好な結果となった（ $p = 0.006$ ）。**：NSTでは凹表が有意に良好な結果となった（ $p = 0.0001$ ）。

	TST凸	TST凹	NST凸	NST凹
全体	$44.6 \pm 14.5^*$	45.4 ± 17.9	$52.4 \pm 25.6^{* **}$	$46.8 \pm 17.8^{**}$
正位	41.5 ± 4.8	41.5 ± 6.1	44.7 ± 14.5	41.4 ± 5.7
外斜位	49.1 ± 16.1	49.5 ± 19.1	55.9 ± 28.8	50.5 ± 25.3

び表の正答数

表1に、TSTの凸表・凹表、NSTの凸表（第2表）・凹表（第3表）の測定視差別の人数を示す。表2に、近見眼位の全体および正位と外斜位における視差測定の平均値を示す。全体の立体視差の平均値はTSTの凸表では 44.6 ± 14.5 秒、凹表では 45.4 ± 17.9 秒であった。NSTの凸表では 52.4 ± 25.6 秒、凹表では 46.8 ± 17.8 秒であった。NSTの凸表では視差の角度が大きく、標準偏差も大きく、答えがばらついた。

以上の4項目の比較の結果、NSTでは凸表と凹表の結果に差があったもののうち、凸表より凹表の結果がよかったものが有意に多かった（ $p=0.006$ ）。凸表ではTSTとNSTの結果に差があったもののうち、NSTよりTSTの結果がよかったものが有意に多かった（ $p=0.0001$ ）。

2. TST・NSTにおける各検査結果の比較

(1) TSTの凸表と凹表の比較

凸表の結果が凹表の結果に比べて良好であっ

たものは12名（9.0%）、同じであったものは111名（83.5%）、凹表の結果が凸表の結果に比べて良好であったものは10名（7.5%）であった（図1）。

図1 TSTの凸表と凹表の比較

TSTの凸表・凹表の結果に差があったもの、なかったものの割合を示す。

(2) NSTの凸表と凹表の比較

凸表の結果が凹表の結果に比べて良好であったものは6名(4.5%)、同じであったものは102名(76.7%)、凹表の結果が凸表の結果に比べて良好であったものは25名(18.8%)であった(図2)。

図2 NSTの凸表と凹表の比較
NSTの凸表・凹表の結果に差があったもの、なかったものの割合を示す。

(3) 凸表の比較

TSTとNSTの凸表の結果を比較した結果を図3に示す。TSTの結果がNSTの結果に比べて良好であったものは32名(24.1%)、結果が同じであったものは86名(64.6%)、NSTの結果がTSTの結果に比べて良好であったものは15名(11.3%)であった。

図3 TSTの凸表とNSTの凸表の比較
TSTの凸表・NSTの凸表の結果に差があったもの、なかったものの割合を示す。

(4) 凹表の比較

TSTとNSTの凹表の結果を比較した結果を図4に示す。TSTの結果がNSTの結果に比べて良好であったものは17名(12.8%)、結果が同じであったものは98名(73.7%)、NSTの結果がTSTの結果に比べて良好であったものは18名(13.5%)であった。

図4 TSTの凹表とNSTの凹表の比較
TSTの凹表・NSTの凹表の結果に差があったもの、なかったものの割合を示す。

されていない。日本弱視斜視学会斜視治療基準では60秒未満を治療としているが、健常者において、各検査法にある最小の立体視差が正答できない者もいる。TST、NSTともに40秒が最小の立体視差であるが、今回の結果ではTSTの凸表は 44.6 ± 14.5 秒、凹表は 45.4 ± 17.9 秒と凸表・凹表ともに安定しており、NSTの凹表でも 46.8 ± 17.8 秒と最小の立体視差に近かったのに

IV. 考 按

1. TSTとNSTの立体視差

立体視差の正常値は各検査法にも明確には示

対し、NSTの凸表は 52.4 ± 25.6 秒と他の3表と比べて視差が大きくなった。またばらつきも多く40秒を正解したものはその他の検査に比べて最も少なかった。結果、NSTの凸表では差が認められたが、それ以外の表については大きな差は認められなかった。したがってNSTの凸表ではその結果と応答にばらつきがあることに留意する必要があると思われる。

2. TSTとNSTとの比較検討

今回の結果をまとめると、①TSTでは凸表・凹表にほぼ差はなく、②NSTでは、77%は同じであったものの差が出た23%を比較すると凹表の方が凸表に比べてやや良好となった。③また、凸表と凹表におけるTSTとNSTの比較では両者に差のない者が半数以上を占めたが、凸表ではTSTの方がNSTに比べて良好の者が多く、④凹表ではTSTとNSTに差はみられなかった、という結果が得られた。次にこの結果について考察する。

立体視の検査法は、現在のところ偏光眼鏡を利用したTSTが主流であり、多くの研究が行われている⁷⁻¹¹⁾。比較に用いたNSTは、1981年に粟屋によりTSTの日本版として開発¹²⁾され、赤緑眼鏡分離による測定視差がTSTと同じ800～40秒までの表が含まれている。分離方式の違いでは、幼児にとって偏光眼鏡より赤緑眼鏡の方が立体視を得やすい傾向にあり、一方で成人にとっては赤緑眼鏡の方が偏光眼鏡に比べて分かりづらい傾向があるとされている¹³⁾。しかし今回の研究では、NSTは認識するまでに時間がかかるが一度認識出来ればTSTと同様容易に正答が得られるという印象であった。

一般に偏光眼鏡では各眼に見える像の感覚に差がなく、赤緑眼鏡では各眼の像の色調の違いによって自然視の状態から離れていると言われており、これが偏光眼鏡を用いたTSTの凹表と凸表との結果には差が出ず、赤緑眼鏡を用いたNSTの結果に差が出た理由のひとつと思われる。

また視標に関してはsolid patternの視標を用いたTSTとNSTは、いくつかある視標の中でどれか一つ凸または凹を選択するため回答が容

易である一方で、偽陽性 (false positive) の関与を避けられないということが最大の欠点である。しかし現時点では赤緑の不自然さもなく、検査結果も安定しているTSTが立体視を測定するうえで適していると思われる。

立体視の検査では同じ視差角であっても交差性視差のstereothreshold (奥行き量)の方が同側性視差のstereothreshold (奥行き量)より小さくなる。このように同じ視差角でも交差性視差と同側性視差とで奥行き量に差が出ることは今まであまり認識されていない。また、実際に飛び出して見える交差性視差を認識する際には、過剰な輻湊を必要とするのに対し引こんで見える同側性視差を認識する際には、少ない輻湊で済む^{14, 15)}。

これらのことが、偏光眼鏡より分離効果の強い赤緑眼鏡装用のNSTにおいて、交差性視差 (凸) が同側性視差 (凹) に比べて結果が低下したり、答えがばらついたりしたことに多少影響があった可能性も示唆される。

したがって、NSTを検査に用いる際は凸凹の検査結果の差に注意を払う必要がある。

謝辞：前学部長・研究科長 丸尾敏夫客員教授ならびに前学科長 久保田伸枝客員教授のご指導、ご校閲に深く感謝いたします。

本論文の要旨は、第51回日本視能矯正学会において発表した。

文 献

- 1) Wheatstone C: Contribution to the physiology of Vision. I: Phil. Trans. Roy. Soc. B. London, 371-394, 1838.
- 2) 神田孝子: 遠視性不同視におけるTNO stereotestの評価. 臨眼34: 1633-1639, 1980.
- 3) Simons K: A comparison of the Frisby, Random-dot E, TNO, and Randot Circles stereotests in screening and office use. Arch Ophthalmol 99: 446-452, 1981.
- 4) 平井陽子, 粟屋 忍: 視力と立体視の研究. 眼紀36: 1524-1531, 1985.
- 5) Larson WL: An investigation of the

- difference of stereoacuity between crossed and uncrossed disparities using Frisby and TNO tests. *Optom Vis Sci* 67: 157-161, 1990.
- 6) Mazyn LI, Lenoir M: Stereo vision enhances the learning of a catching skill. *Exp Brain Res* 179: 723-726, 2007.
 - 7) 辰巳貞子, 多比良久美子: 小児におけるステレオテスト (チトマス) についての検討. *眼紀* 23: 620-632, 1972.
 - 8) Garnham L, Sloper JJ: Effect of age on adult stereoacuity as measured by different types of stereotest. *Br J Ophthalmol* 59: 545-552, 1975.
 - 9) 湖崎 克, 西山和夫, 関 夏野, 藤戸章子, 永井智恵美, 中岸裕子: 各種近見立体視テストの比較検討. *眼臨* 75: 420-424, 1981
 - 10) 河内英子, 吉田秀人, 飯田貴士, 布位けい子, 国光賀代子: 近見立体視検査における3検査法 (Titmus Stereo Tests, T. N. O. Test, Frisby Stereo Test) の比較. *広島医学* 36: 305-308, 1983.
 - 11) 安部遥佳, 須田木綿子, 小林 薫, 勝海 修, 宮永嘉隆, 井上治郎: The Frisby Stereotest と Titmus Stereotest の比較. *眼臨紀* 2: 143-148, 2009.
 - 12) 粟屋 忍, 富安誠志, 菅原美雪, 三宅三平: “New Stereo Tests” による立体視の検討. *眼紀* 32: 1270-1280, 1981.
 - 13) 岩田美雪, 粟屋 忍: ステレオテスト. 久保田伸枝 (編) *眼科MOOK No. 31, 視能矯正*. 金原出版, 93-102, 1987.
 - 14) 不二門尚: 3D映像と両眼視. *日本の眼科* 81: 1414-1419, 2010.
 - 15) 岩崎常人: 3D映像と眼精疲労. *日本の眼科* 81: 1420-1424, 2010.
-