シンポジウム

「立体視機能測定の現在と未来」

弱視治療における視力の向上と立体視との関係

池 淵 純 子

多根記念眼科病院

Relationship between stereopsis and improvement of in the treatment of amblyopia

Junko Ikebuchi

Tane Memorial Eye Hospital

要 約

弱視治療の目的は、視力のみならず立体視を含む良好な両眼視機能の獲得である。

立体視の評価において、solid patternとrandom dotでは立体視の成績が異なるため、弱視の立体視の検査はそれぞれの検査表の特徴を理解したうえで選択して行うことが重要である。よって今回Titmus Stereo TestsとTNO Stereo Testを用いて弱視の立体視の評価を行った。

立体視検査の結果は、不同視弱視と屈折異常弱視では良好な立体視が得られたが、微小斜視弱視では立体視は不良であった。不同視弱視の立体視獲得の過程で、Titmus Stereo Tests では0.2～0.4の間で急激に立体視が向上し、TNO Stereo Testでは視力とともに立体視が向上する傾向を示す症例が多くみられた。これは正常成人の片眼の視力を漸増遮閉膜にて低下させたときの立体視の低下と似た傾向を示した。屈折異常弱視で治療開始時視力が両眼ほぼ等しい場合は、片眼のみ低視力の場合に比べて低い視力でも立体視がみられ、両眼を漸増遮閉膜で視力低下させた正常成人のモデルと似た傾向を示した。

アイパッチによる健眼遮閉を8時間以上行った不同視弱視では、遮閉開始年齢や遮閉期間による違いで立体視検査の結果に差はみられなかった。

今回の結果では健眼遮閉の立体視に与える影響は大きくはなかったが、従来より遮閉治療についてはいくつかの副作用が報告されており、弱視治療を行ううえでは十分なインフォームドコンセントや定期的な経過観察が必要であると考ええる。

別冊請求先 (〒550-0024) 大阪市西区境川 1 - 1 - 39

多根記念眼科病院 池 淵 純 子

Tel. 06 - 6581 - 5800

Key words : amblyopia, stereopsis, solid pattern, random dot, occlusion therapy

Abstract

Acquisition of stereopsis is as important as that of good visual acuity in the treatment of amblyopia. In the stereoscopic vision tests, understanding of characteristics of each stereoscopic chart is also important in the selection of stereoscopic charts, because the result of solid pattern stereogram is different from that of random dot stereogram. Based on these results, Titmus stereo test chart and TNO stereo test chart were used to estimate stereopsis in amblyopic patients.

Anisometropic and ametropic amblyopia patients had good stereopsis, although microtropic patients had poor stereopsis. In the process of acquisition of stereopsis in anisometropic amblyopia patients, stereoscopic vision was improved markedly when Titmus stereo test chart was used in patients who had vision of 0.2, 0.3 and 0.4. On the other hand, stereoscopic vision was improved in proportion to the improvement of visual acuity when TNO stereo test chart was used. These patterns of acquisition of stereoscopic vision resembled those of normal adult subjects when their visual acuities were decreased unilaterally by the use of stepwise occlusion filters. In the case of ametropic amblyopia patients whose visual acuities of both eyes were equal in the beginning of the treatment, stereopsis was better in patients with bilateral poor vision than in patients with unilateral low vision. These results resembled the case of maintenance of stereoscopic vision in normal adults whose visual acuity was decreased bilaterally by the use of stepwise occlusion filters. In the case of anisometropic patients who were treated by more than eight hours complete occlusion, the beginning age of occlusion and the duration of occlusion therapy had no effect on the results of stereoscopic vision tests.

Although occlusion therapy had little influence on stereoscopic vision, adverse effects of occlusion therapy have also been reported.

It was thus suggested that the well informed consent and the long-term and precise follow-up of the patients were essential in the treatment of amblyopia.

I. 緒 言

弱視治療の最終目標は、弱視眼の視力の向上のみならず、立体視を含む良好な両眼視機能の獲得にある。日本弱視斜視学会の弱視の治癒基準の判定内容は、両眼視として60sec. of arc（以下”と記す）の立体視をあげている¹⁾。また、1998年に粟屋²⁾は弱視の治癒基準の中で、より正常に近い判定基準として立体視40”を提言していることから、弱視治療を評価するうえで、立体視は重要な要素の一つである。

立体視の評価については、すでにわれわれは正常人の片眼の視力を低下させて近見立体視について再評価³⁾を行った。その結果、分離方法にかかわらずsolid patternがrandom dotより立体視が良好であった。このことは過去の報告^{4)~9)}とも一致し、この点を考慮し、今回立体視の評価には、solid patternのTitmus Stereo Testsとrandom dotのTNO Stereo Testを行い、弱視治療における視力の向上と立体視の関係について検討したので報告する。

II. 対象と方法

対象は、昭和63年11月より平成9年9月までに当院および楠部眼科にて、完全矯正眼鏡装用および健眼遮閉にて治療を行った斜視のない遠視性不同視弱視41例、経線弱視を含む屈折異常弱視32例、不同視のある微小斜視弱視10例である。屈折検査は、1%塩酸シクロペントレートまたは1%硫酸アトロピンを点眼して行った。近見立体視検査にはTitmus Stereo TestsとTNO Stereo Testを使用し、弱視眼の視力と近見立体視の結果および立体視の獲得過程について検討した。また、不同視弱視については健眼遮閉と立体視の関係についても検討した。

III. 結 果

1. 不同視弱視

不同視弱視41例の治療開始年齢は3歳10ヶ月から11歳9ヶ月、平均6歳2ヶ月で、治療開始時視力は0.1から0.8であった。不同視差は、等価球面法にてS+2.0DからS+6.4Dで、平均S+3.5Dであった。弱視治療は完全矯正眼鏡を装用し、

遮閉療法はアイパッチ、遮閉膜、1%硫酸アトロピンを使用した。41例中38例に健眼遮閉を行い、3例が眼鏡装用のみであった。治療後1.0以上に視力が向上したものは41例中36例(87.8%)であった。

治療開始時、治療後、最終来院時のTitmus Stereo TestsとTNO Stereo Testによる立体視の推移を図1a,bに示す。

Titmus Stereo Testsでは、治療開始時の立体視は(-)から80"、治療後の立体視は400"から40"、最終来院時には200"から40"であった。最終来院時に100"より良好な立体視が獲得できたのは、測定可能であった34例中24例(70.6%)であった。

TNO Stereo Testでは、治療開始時の立体視は(-)から120"、治療後の立体視は1980"から60"、最終来院時の立体視は1980"から30"であった。最終来院時に120"より良好な立体視が獲得できたのは、41例中29例(70.7%)であった。

Titmus Stereo TestsとTNO Stereo Testのいずれにおいても治療開始時より治療後に立体視が向上し、また最終来院時にさらに向上して

いく傾向を認めた。

弱視治療中の視力の変化とTitmus Stereo Testsの立体視の向上について具体症例を示す(図2)。症例K.N.は4歳9ヶ月の不同視弱視の男児で、完全矯正眼鏡装用とアイパッチで治療を行った。視力が0.2から0.4に向上したときに、立体視が(-)から200"に急激に向上し、その後も視力の向上とともに立体視もさらに向上していく傾向があった。こうした傾向が、Titmus Stereo Testsでは特徴的にみられた。

次に弱視治療中の視力の変化とTNO Stereo Testの立体視の向上について具体症例を示す(図3)。症例T.M.は3歳10ヶ月の不同視弱視の男児で、完全矯正眼鏡装用とアイパッチで治療を行った。弱視眼の視力の向上とともに、立体視は(-)より60"に徐々に向上した。こうした傾向が、TNO Stereo Testでは特徴的にみられた。

また、遮閉治療、特にアイパッチによる健眼遮閉が立体視に及ぼす影響を知るために、健眼遮閉の期間と立体視の関係および治療開始年齢と立体視の関係について検討した。対象は、1日8時間以上のアイパッチによる健眼遮閉を行

図1 a. Titmus stereo testsの推移 (不同視弱視)

図1 b. TNO stereo testの推移 (不同視弱視)

図2. 視力の変化とTitmus stereo testsの推移

図3. 視力の変化とTNO stereo testの推移

った不同視弱視34例で、治療開始年齢は3歳10ヶ月から10歳10ヶ月、平均5歳10ヶ月であった。8時間の遮閉を継続して行った遮閉期間は2ヶ月から22ヶ月で平均6.2ヶ月、8時間未満の遮閉期間を加えると、2ヶ月から31ヶ月で平均10.6ヶ月であった。

治療開始年齢および遮閉期間と立体視の結果を示す(表1、表2)。

治療開始年齢と立体視の関係および健眼遮閉の期間と立体視の関係では、表1、表2に示すように、Titmus Stereo TestsとTNO Stereo Testのいずれにおいても、良好な立体視の獲得率にあきらかな差はみられなかった。

表1. 治療開始年齢と立体視

		Titmus stereo tests 100" より良好	TNO stereo test 120" より良好
治療開始年齢	5歳未満	6 / 9 (66.7)	7 / 10 (70.0)
	5歳以上	16 / 21 (76.2)	17 / 24 (70.8)
計		22 / 30 (73.3)	24 / 34 (70.6)

( ) %

表2. 遮閉期間と立体視

		Titmus stereo tests 100" より良好	TNO stereo test 120" より良好
遮閉期間	6M以下	14 / 17 (82.4)	15 / 21 (71.4)
	7 / 12M	6 / 10 (60.0)	6 / 10 (60.0)
	13M以上	2 / 3 (66.7)	3 / 3 (100.0)
計		22 / 30 (73.3)	24 / 34 (70.6)

( ) %

2. 屈折異常弱視

屈折異常弱視32例の治療開始年齢は3歳から8歳10ヶ月、平均5歳7ヶ月で、治療開始時視力は0.2から0.8であった。弱視治療は、完全矯正眼鏡を装用し、片眼のみ視力が向上し左右差が生じた場合のみ、アイパッチと遮閉膜で遮閉療法を行った。32例中12例が健眼遮閉を行い、20

例は眼鏡装用のみであった。治療後1.0以上に視力が向上したものは、32例中28例(87.5%)であった。

治療開始時、治療後、最終来院時のTitmus Stereo TestsとTNO Stereo Testによる立体視の推移を図4 a, bに示す。

Titmus Stereo Testsでは、治療開始時の立体視は3000" から100"、治療後の立体視は3000" から40"、最終来院時には200" から40" であった。最終来院時に100" より良好な立体視が獲得できたのは、測定可能であった24例中20例(83.3%)であった。

TNO Stereo Testでは、治療開始時の立体視は(-) から120"、治療後の立体視は240" から60"、最終来院時の立体視は480" から30" であった。最終来院時に120" より良好な立体視が獲得できたのは、30例中25例(83.3%)であった。

屈折異常弱視においてもTitmus Stereo TestsとTNO Stereo Testによる立体視は治療開始時より治療後に向上し、また、最終来院時にさらに向上していく傾向を認めた。

図4 a. Titmus stereo testsの推移(屈折異常弱視)

図4 b. TNO stereo testの推移(屈折異常弱視)

次に、屈折異常弱視16名の治療開始時での視力と立体視を図5 a,bに示す。

Titmus Stereo Testsでは、視力が0.2や0.4でも140" から200" の立体視を認め、またTNO Stereo Testでも視力が0.2から0.4で120" から240" の立体視を認めるものもあり、両眼に視力差のないものは視力差のあるものに比べて、低視力でも立体視が認められた。

図5 a. 治療前の視力とTitmus stereo tests (屈折異常弱視)

図5 b. 治療前の視力とTNO stereo test (屈折異常弱視)

3. 微小斜視弱視

微小斜視弱視10例の治療開始年齢は4歳3ヶ月から9歳10ヶ月、平均6歳10ヶ月で、治療開始時視力は0.07から0.6であった。弱視治療は、完全矯正眼鏡を装用し、遮閉療法は、アイパッチと1%硫酸アトロピンを使用した。10例中9例に健眼遮閉を行い、1例は眼鏡装用のみであった。治療後の視力は0.3から1.0までばらつきを認め、1.0以上に視力が向上したものは10例中2例のみであり、不同視弱視や屈折異常弱視に比べて少なかった。

治療開始時、治療後、最終来院時のTitmus Stereo TestsとTNO Stereo Testによる立体視の推移を図6 a,bに示す。

Titmus Stereo Testsでは、治療開始時の立体視は(-)から400"、治療後および最終来院時の立体視は(-)から200"であった。全例100"より良好な立体視を認めなかったが、10例中6例に立体視が認められた。

TNO Stereo Testでは、治療開始時の立体視は全例(-)、治療後および最終来院時の立体視は(-)から1980"であった。全例120"より良好な立体視を認めなかったが、9例中4例に立体視が認められた。

Titmus Stereo TestsとTNO Stereo Testのいずれでも治療開始時より立体視が向上した症例は10例中4例に認めたが、良好な立体視が得られた症例は認められなかった。

図6 a. Titmus stereo testsの推移 (微小斜視弱視)

図6 b. TNO stereo testの推移 (微小斜視弱視)

IV. 考 按

弱視は、視力の低下のみならず、様々な視機能異常が関連した症候群である。それゆえに弱視治療の評価は、弱視眼の視力の向上だけでは

なく、立体視や読み分け困難、調節力、固視点、輻湊や融像幅など視機能の総合的な評価が必要である。

立体視の評価においては、solid patternとrandom dotでは結果に差異がみられるといわれている。Julesz¹⁰⁾は立体視の成立過程において、solid pattern stereogramでは左右の単眼視野に投影された像をそれぞれパターン認識してから融像、奥行き知覚を得ているが、random dot stereogramでは、左右の単眼視野にはパターンのない像が投影され、それを融像、奥行き知覚を得るとともにパターン認識をしているとのべている（図7）。このように、成立過程が異なる可能性をはじめとしてsolid patternとrandom dotはさまざまな性質の違いを持っていると考えられる。

不同視弱視では、最終来院時にTitmus Stereo Testsにて100"より良好な立体視が70.6%に、TNO Stereo Testにて120"より良好な立体視が70.7%に獲得できた。島崎ら¹¹⁾はTitmus Stereo Testsでの結果として、不同視弱視の治療前は立体視は低いが、治療により視力が向上するとそれに対応して立体視も向上するとし、今回もこれと一致した結果となった。また、不同視弱視の具体症例の経過では、Titmus Stereo Testsでは視力0.2から0.4の間で急激に立体視が向上し、その後さらに視力の向上とともに立体視が向上していく傾向がみられた。TNO Stereo Testでは視力の向上とともに徐々に立体視が向上する傾向がみられた。中川ら³⁾による正常成人の片眼を漸増遮閉膜にて視力低下させた時のTitmus Stereo Testsでの立体視の実験結果では、0.2と0.3の間で立体視が急激に低下し、また

TNO Stereo Testでの同様の実験結果では立体視は視力の低下とともに徐々に低下した。今回の不同視弱視の立体視の獲得過程もこれと似た傾向があった。

健眼遮閉と立体視の関係では、遮閉開始年齢および遮閉期間について良好な立体視の獲得率にあきらかな差はみられなかった。Birchら¹²⁾のPLを用いた両眼視機能の発達に関する研究では、融像は生後11.7週、立体視は生後12.3週に芽生えとし、栗屋²⁾もまた、立体視は生後3ヶ月から4ヶ月で芽生え、3歳の終わりごろに100"より良好なレベルに達するとしている。立体視の発達過程を考慮すると、遮閉開始年齢は4歳未満と4歳以上を比較するのが妥当であるが、対象の平均年齢が高く4歳未満が1人であったため、今回5歳未満と5歳以上で比較を行ったが、そのかぎりではあきらかな差はみられず、遮閉開始年齢は立体視に影響を与えない結果となった。また、遮閉期間の長さによっても差がでない結果となった。これは、立体視の基本的な部分がかなり早期に完成しているためと考えられる。一方、不同視弱視の視力の感受性は12歳ごろまでとされるが、栗屋¹³⁾は立体視のcritical periodも視力と同様で、微弱な程度ではあるが何らかの感受性は成人になっても長く続くのではないかとのべている。また、Nigel¹⁴⁾の最近の報告でも、立体視のcritical periodについてはあきらかにされていない。今回、遮閉開始年齢および遮閉期間は、立体視に影響を与えない結果となった。しかし、このように感受性期間が長く続くことから考えて、両眼視機能をこわさないよう留意して遮閉を行う必要があると考えられる。

屈折異常弱視では、最終来院時にTitmus Stereo Testsで100"より良好な立体視が83.3%に、またTNO Stereo Testでも120"より良好な立体視が83.3%に得られ、深井らの報告¹⁵⁾とほぼ一致した結果となった。Simons¹⁶⁾は、単眼の視力低下が両眼の視力低下より立体視に与える影響が大きいのとし、低視力でも左右差が少ない方が立体視が良好であるとしている。中川ら³⁾による漸増遮閉膜にて正常成人の視力を両眼ともに低下させたときのTitmus Stereo Testsと

図7. 立体視の成立過程 (Julesz, 1971)

TNO Stereo Testでの立体視可能な最終視力は、Titmus Stereo Testsでは0.06で、TNO Stereo Testでは0.08で立体視が可能なのがあり、屈折異常弱視の治療開始時に両眼がほぼ等しい低視力の場合と似た傾向があった。今回、屈折異常弱視の治療開始時における視力が0.2から0.4の低視力であっても、Titmus Stereo Testsでは140" から200"、TNO Stereo Testでも120" から240" の立体視を認め、屈折異常弱視では両眼の視力差がなく、抑制がかかりにくいことを反映していると考えられる。

微小斜視弱視は幅のある融像域とおおまかな立体視を有するとされているが、今回最終来院時にTitmus Stereo Testsで立体視が認められたのは60.0%で、TNO Stereo Testでは1980" の立体視が44.4%に認められたのみで、特にTNO Stereo Testでの立体視は不良であった。Robertら¹⁷⁾は28例の微小斜視弱視に5種類の立体視検査を行った結果、28例中9例ではいずれの検査表でも立体視は(－)であり、Titmus Stereo Testsでは19例に800" から200"、TNO Stereo Testでは4例にのみ480" から240" の立体視を認めたと報告している。富山ら¹⁸⁾は弱視症例に対して、遮閉治療経過中に視力の向上が停滞した時、TNO Stereo Testによる立体視の有無により視力の予後を判定している。微小斜視弱視の症例ではTNO Stereo Testの立体視は不良であるという今回の結果からも、TNO Stereo Testで立体視が不良である症例には微小斜視が存在する可能性は高いといえる。弱視治療を行う上で、TNO Stereo Testでの立体視検査は予後の良否を判断するのに有用であると考えられ、立体視検査にTNO Stereo Testを用いる重要性を再認識した。

V. 結 語

弱視治療の目的は、視力のみならず立体視を含む良好な両眼視機能の獲得である。今回、Titmus Stereo TestsおよびTNO Stereo Testを用いて弱視の立体視を検討した結果、不同視弱視と屈折異常弱視では良好な立体視が得られたが、微小斜視弱視では立体視は不良であった。

それぞれ、Titmus Stereo TestsとTNO Stereo Testの結果は異なった。さらに不同視弱視では、Titmus Stereo TestsとTNO Stereo Testでの立体視の獲得過程に差がみられた。また、健眼遮閉の立体視に与える影響は大きくはないが、弱視治療を行う上では従来よりいわれている心理的外傷等を考慮し、十分なインフォームドコンセントや定期的な経過観察が必要である。

(稿を終えるにあたり、御指導頂きました楠部眼科楠部亨先生、御校閲頂きました近畿大学大鳥利文教授に深謝いたします)

文 献

- 1) 植村 恭夫：弱視に関する研究. 日眼 64：663-738, 1964.
- 2) 栗屋 忍：弱視の治療基準. 丸尾 敏夫, 他(編)：眼科診療プラクティス35 弱視診療の実際, 44-45, 文光堂, 東京, 1998.
- 3) 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投稿中.
- 4) 小林 祐子, 他：立体視の判定におけるTitmus Stereo TestとRandom Dot E Testの成績比較. 日本視能訓練士協会誌6(2)：14-16, 1977.
- 5) 福山 千代美, 他：両眼視力差によるTitmus Stereo TestとTNO Stereo Test立体視差度について. 日本視能訓練士協会誌7(1)：30-31, 1978.
- 6) 田野上 恭子, 他：Randot®(Preschool Stereoacuity Test Chart)の臨床評価. 日本視能訓練士協会誌26：187-193, 1998.
- 7) 湖崎 克, 他：各種近見立体視テストの比較検討. 眼臨75：420-424, 1981.
- 8) 和田 尚恵, 他：近見立体視の検討-Lang, KATとT.S.T.の比較-. 日本視能訓練士協会誌13：25-28, 1985.
- 9) 栗屋 忍, 他：“New Stereo Tests”による立体視の検討. 眼紀32：1270-1280, 1981.
- 10) Julesz B：Foundations of cycloplan Perception, 94-102, The University of Chicago

- Press, Chicago, 1971.
- 11) 島崎 路子, 他: 不同視性弱視と立体視. 日本視能訓練士協会誌 7 (1): 32-35, 1978.
  - 12) Birch E E, et al.: Preferential looking assesment of fusion and stereopsis in infants aged 1 ~ 6 months. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 26: 366-370, 1985.
  - 13) 栗屋 忍: 乳幼児の立体視の発達とその検査法. 眼紀40: 1-8, 1989.
  - 14) Nigel W D: Critical periods and amblyopia. Arch. Ophthalmol. 116: 502-505, 1998.
  - 15) 深井小久子: 屈折異常弱視の病態と電気生理学的特徴. 眼科37: 1035-1043, 1995.
  - 16) Simons K: Stereoacuity norms in young children. Arch. Ophthalmol. 99: 439-445, 1981.
  - 17) Robert P R, et al.: Stereopsis in small-angle strabismus. Am. J. Optom. Physiol. Optics. 61: 491-498, 1984.
  - 18) 富山 園子, 他: 弱視治療で視力の向上が停滞したときに視力予後を左右する因子について. 眼臨91: 1110-1112, 1997.