

## 視性衝動性眼球運動潜時による不同視弱視治療の評価 (図4)

(山本覚次教授追悼論文)

福島 正文・正城 良樹・筒井 純 (川崎医科大学眼科学教室)

## Clinical Application of Visually Evoked Saccadic Reaction Time (V-SRT) in the Occlusion Therapy of Anisometropic Amblyopia

Masafumi Fukushima, Yoshiki Masaki and Jun Tsutsui

Department of Ophthalmology, Kawasaki Medical School

## 要 約

視性衝動性眼球運動潜時 (V-SRT) による不同視弱視治療評価の臨床的有用性について検討を行った。弱視眼の治療により視力が1.0以上になったものは、優位眼と弱視眼の V-SRT の差 ( $\Delta$ V-SRT) は短縮・消失した。また、弱視眼の矯正視力が1.0以上になったものの健眼遮閉法施行群と遮閉法中止群における  $\Delta$ V-SRT の比較検討では、健眼遮閉法施行群で視力が1.2のグループにおいて  $\Delta$ V-SRT が有意に弱視眼優位となった。さらに、健眼遮閉法中止直前に  $\Delta$ V-SRT を測定し、視力推移を検討したところ、中止直前の弱視眼視力が1.2で、 $\Delta$ V-SRT が負の値を呈した不同視弱視例での視力低下は認められなかった。これらの結果より、不同視弱視における V-SRT の測定は、弱視治療の評価や健眼遮閉法中止時期の決定に有効であり、SRT 測定装置の簡便化により臨床応用が容易となり、SRT の弱視治療への応用の有用性が明確となった (日眼 91: 420—424, 1987)

キーワード：不同視弱視，視性衝動性眼球運動潜時，治療評価，健眼遮閉法，中止時期

## Abstract

In amblyopes, the visually evoked saccadic reaction time (V-SRT) increased because of the functional disturbances in the occipital visual cortex. In this study, the clinical application of V-SRT to evaluate the effects of treatment and decide on the termination of occlusion therapy was investigated in anisometropic amblyopes. The difference of V-SRT between the dominant and the amblyopic eye ( $\Delta$ V-SRT) decreased and became equal when the visual acuity of the amblyopic eye was gradually increased with treatment. In a comparison of  $\Delta$ V-SRT between a group of anisometropic amblyopes during and after occlusion therapy in which the visual acuity of the amblyopic eye was 1.0 or over, the  $\Delta$ V-SRT showed a markedly minus value in the group of amblyopes during occlusion therapy in cases in which the visual acuity of amblyopic eye was 1.2. In amblyopes which showed visual acuity of 1.2 and a minus  $\Delta$ V-SRT immediately before the termination of occlusion therapy, the visual acuity of amblyopic eye did not decrease in the course of time after treatment. According to these results, the measurement and analysis of V-SRT was useful to evaluate the results of treatment and decide on the termination of occlusion therapy in anisometropic amblyopes. It was considered that we could discontinue the occlusion therapy when the visual acuity in amblyopic eye was 1.2 and the  $\Delta$ V-SRT was  $-3.0 \pm 9.8$  msec (mean  $\pm$  2SD). (Acta Soc Ophthalmol Jpn 420—424, 1987)

別刷請求先：701-01 倉敷市松島577 川崎医科大学眼科学教室 福島 正文

Reprint requests to: Masafumi Fukushima, M.D. Dept. of Ophthalmol., Kawasaki Medical School  
577 Matsushima, Kurashiki 701-01, Japan

(昭和61年11月10日受付)(Accepted November 10, 1986.)

## Key words : Anisotropic amblyopia, Visually evoked saccadic reaction time (V-SRT), Evaluation of treatment, Occlusion therapy

### I 緒 言

弱視は視覚中枢の機能障害が関与すると考えられ、視性衝動性眼球運動潜時 (visually evoked saccadic reaction time : V-STR) が優位眼と比較して明らかに弱視眼で延長することはすでに報告されている<sup>1)~5)</sup>。しかし、優位眼と弱視眼の V-SRT の比較より弱視治療の評価を行った報告は著者らの報告以外にはほとんど認められない<sup>6)</sup>。既報では V-SRT の弱視治療判定の可能性について述べたが<sup>6)</sup>、今回、V-SRT 測定装置の簡便化を行い、外来診療中でも簡単に検査が出来るようにした。そして、弱視治療の有効性を評価するために、弱視眼の視力が1.0以上になったものにつき優位眼と弱視眼の V-SRT の差 ( $\Delta$ V-SRT) の治療による変化を検討した。さらに、健眼遮閉法中止期の決定における V-SRT 測定の有用性を検討した。この度は、弱視治療と V-SRT 変化の相関性の高い不同視弱視を対象とした。

### II 実験方法

弱視眼の視力が1.0以上になったものについての優位眼と弱視眼の V-SRT の差である  $\Delta$ V-SRT の治療による変化の検討は5~12歳の不同視弱視20例 (男児8例, 女児12例) で行った。この群では、治療前・治療中・治療後の視力推移と  $\Delta$ V-SRT の関係について検討し、V-SRT で弱視治療の評価が可能であるか否かを調べた。

健眼遮閉法中止時期決定における V-SRT 測定の有用性の検討は、健眼遮閉法施行中で弱視眼視力が1.0以上となった不同視弱視21例 (5~14歳, 男児11例, 女児10例) の群と健眼遮閉法中止後3ヵ月以上の経過観察を行い、視力が1.0以上を維持している不同視弱視18例 (男児13例, 女児5例) の群で  $\Delta$ V-SRT を比較検討した。さらに、弱視眼の視力が1.0以上となった不同視弱視7例 (5~12歳, 男児1例, 女児6例) において、健眼遮閉法中止直前に V-SRT を計測し、遮閉法中止後の視力推移を2~24ヵ月 (平均18.6ヵ月) 経過観察した。

弱視治療は完全屈折矯正・健眼遮閉法・固視訓練を施行した。完全屈折矯正は全例に1%サイクロペントレートの点眼を行い、検査法で求めた屈折値の眼鏡装

用をさせた。検査法は少なくとも3ヵ月に1度は施行し、屈折値の是正を行った。健眼遮閉法は終日遮閉を基本とし、視力・固視状態・ $\Delta$ V-SRT 値を参考に部分遮閉に変更した。固視訓練は赤鉛筆療法 (red writing) を行い、読み分け困難のある症例には crowded training も併用した。視力はランドルト環字づまり5m 視力表を用い測定した。

衝動性眼球運動の記録は DC-EOG (日本光電) と storage oscilloscope (菊水電子) で行った。電極は銀塩化銀皿電極を両外眼角部に設置し、アース電極は前額部に置き、1チャンネル記録とした。弱視眼と優位眼の V-SRT の差が視標幅10°で顕著であることより<sup>2)</sup>、今回の実験でも視標幅を10° (左右5°の位置に視標を設置) とし、random interval の交互点滅とした。視標は赤色発光ダイオード視角13分、視標輝度370cd/m<sup>2</sup>、背景輝度は120cd/m<sup>2</sup>である。図1に装置を示すが、被検者は視標より1mの位置に座らせ、頭部を動かさずに視標跳躍運動を行うことに指示した。頭位運動の関与は storage oscilloscope 画面でモニターし、頭位運動が起こる症例では検者が被検者の頭部を両手で固定した。V-SRT の sampling は優位眼固視と弱視眼固視でそれぞれ右方向・左方向の衝動性眼球運動を各7~10回づつ行い、ポラロイド CRT カメラで storage oscilloscope 画像を撮影した。V-SRT の分析は personal computer (NEC PC-8800) とこれに連動した digitizer (HI-PAD, Houston Instrument) を用い、衝動性眼球運動の画像写真より平均的な V-SRT を示すものを左右各方向5saccade づつ選択し、優位眼と弱

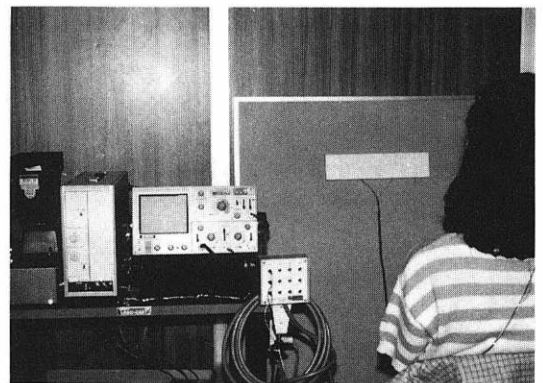


図1 実験装置

視眼の V-SRT 値を求め、同時に検定を行った(T-test および Wilcoxon T test).

今回検討した不同視弱視の治療前の固視は全例において中心窩固視 (stable あるいは unstable) であった.

### III 結 果

#### 1. 弱視眼の視力向上と $\Delta V-SRT$ の治療による変化

不同視弱視20例において、弱視眼の治療による視力向上効果と優位眼と弱視眼の V-SRT 値の差 ( $\Delta V-SRT$ ) の治療による変化との関係について検討した (図2). 弱視治療前の弱視眼の矯正視力は0.1~0.7(平均0.3)で、固視状態は中心窩固視で stable 10例、中心窩固視で unstable 10例であった。しかし、弱視治療前の視力が0.5以上の症例および弱視治療により矯正視力が0.5以上になった症例での固視は中心窩固視で stable であった。弱視眼の矯正視力が0.1~0.4の時の  $\Delta V-SRT$  は+11.0~+99.7msec とさまざまな値を示し、優位眼と比較して弱視眼で有意に延長している。固視状態が中心窩固視であるが unstable の不同視弱視例ほど  $\Delta V-SRT$  は大きな値を示す傾向を認めたが、中心窩固視 (stable) の不同視弱視例の  $\Delta V-SRT$  と比較して顕著な差は認められなかった。

完全矯正眼鏡装用・健眼遮閉法・固視訓練などの弱視治療を施行し、弱視眼の視力が向上するに従って  $\Delta V-SRT$  は減少傾向を呈する。矯正視力が1.0以上となると  $\Delta V-SRT$  は+16.8~-9.0msec と短縮・逆転し、弱視眼の V-SRT が優位眼の V-SRT に比し速くなる例も認められた。

#### 2. 遮閉法施行群と中止群の $\Delta V-SRT$ の比較

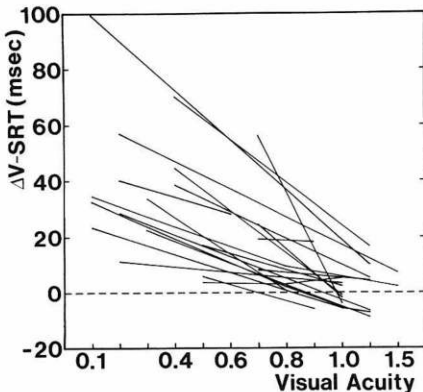


図2 弱視眼の視力向上と  $\Delta V-SRT$  の変化  
 $\Delta V-SRT$ : 優位眼と弱視眼の V-SRT 値の差

弱視眼視力1.0以上の健眼遮閉法施行中の不同視弱視群21例 (視力1.0: 12例, 1.2: 8例, 1.5: 1例) と遮閉法中止後3カ月以上の経過観察を行い、弱視眼視力が1.0以上の不同視弱視群18例 (視力1.0: 5例, 1.2: 11例, 1.5: 2例) において  $\Delta V-SRT$  の比較を行った。これらの39例はすべて中心窩固視 (stable) を呈した。

図3は遮閉法施行群 (Occ(+)) と中止群 (Occ(-)) の弱視眼の矯正視力1.0, 1.2, 1.5における  $\Delta V-SRT$  を示す。遮閉法施行群で視力1.0を呈するグループの  $\Delta V-SRT$  は+13.6~-1.9msec (3.6±4.5msec) で、視力1.2を呈するグループの  $\Delta V-SRT$  は+5.6~-9.0msec (-3.0±4.9msec) と弱視眼視力が1.0のグループの  $\Delta V-SRT$  と比較して視力1.2のグループの  $\Delta V-SRT$  は有意に負の値を示し (p>0.05), 優位眼の V-SRT より弱視眼の V-SRT が速い結果を示している。視力1.5の不同視弱視例は1例であるため比較はできないが、 $\Delta V-SRT$  は+2.7msec であった。

遮閉法中止群における視力1.0のグループの  $\Delta V-SRT$  は+6.5~-7.8msec (-0.5±6.5msec), 視力1.2のグループの  $\Delta V-SRT$  は+16.8~-7.2msec (2.9±6.9msec), 視力1.5の2例の  $\Delta V-SRT$  は6.7msec と-1.0msec で、遮閉法中止群では視力による  $\Delta V-SRT$  の有意な差異は認められなかった (p<0.01)。

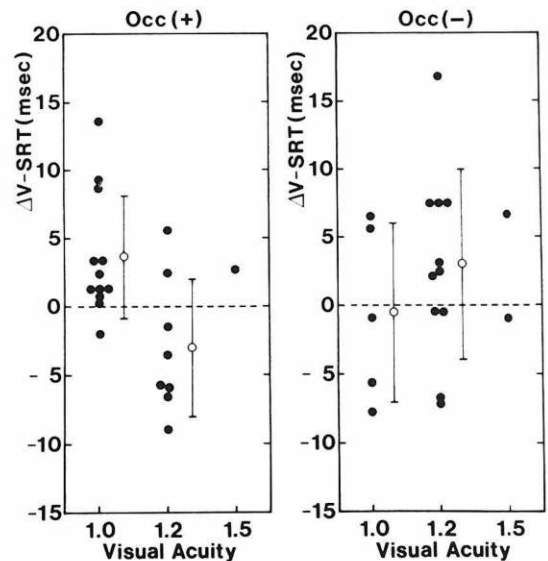


図3 視力1.0以上の遮閉法施行群 (Occ(+)) と中止群 (Occ(-)) の  $\Delta V-SRT$  の比較

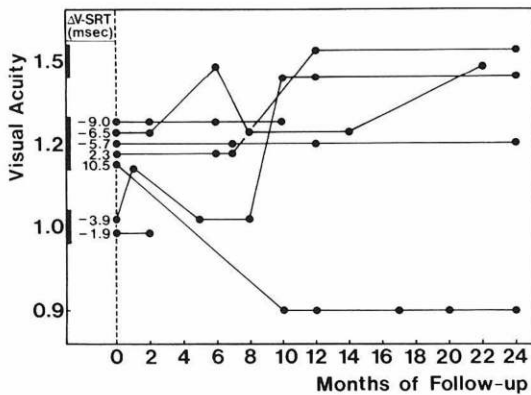


図4 遮閉法中止後の弱視眼視力推移と中止直前の $\Delta V$ -SRT

さらに、遮閉法施行群で弱視眼視力1.2のグループと遮閉法中止群の弱視眼視力1.0および1.2のグループにおける $\Delta V$ -SRTの比較では、遮閉法中止群との間に $\Delta V$ -SRTの有意な差は認められなかった( $p < 0.01$ )。

### 3. $\Delta V$ -SRTと遮閉法中止後の視力推移

不同視弱視7例において健眼遮閉法中止直前にV-SRTを測定し、中止後の視力推移を検討した。遮閉中止直前の弱視眼視力が1.2の症例は5例で、各症例の $\Delta V$ -SRTは $-9.0$ msec、 $-6.5$ msec、 $-5.7$ msec、 $+2.8$ msec、 $+10.5$ msecであった。また、弱視眼視力が1.0の症例は2例で $\Delta V$ -SRT $-3.9$ msecと $-1.9$ msecであった。各症例毎の視力推移を図4に示すが、経過観察期間は2~24カ月(平均18.6カ月)である。遮閉法中止前の視力が1.2で、 $\Delta V$ -SRTが $+10.5$ msecであった1例を除き、健眼遮閉法中止後の弱視眼視力の低下は認められなかった。

## IV 考 察

著者らは種々の中枢神経疾患における視性と聴性衝動性眼球運動潜時の研究より、本法が中枢性機能障害の評価に有用であることを報告した<sup>7-10</sup>。その結果、視性衝動性眼球運動潜時(visually evoked saccadic reaction time: V-SRT)は視覚系のsensoryからmotorの機能を反映している。また、各種の機能弱視において衝動性眼球運動潜時の延長はV-SRTにおいてのみ認められ、視標幅が小さい程、潜時の延長が顕著であることより、弱視は視中枢のsensory processing delayが原因と考えられた<sup>12</sup>。さらに、弱視の程度や弱視治療機転の評価にV-SRTが有用であることを報告した<sup>6</sup>。本研究では、従来、実験室レベルで行われ

ていたV-SRT測定装置の簡便化を計り、外来診療中でも迅速かつ正確な測定を可能とし、この度は不同視弱視例の治療評価に応用した。

V-SRT測定装置の簡便化は、電極を両外眼角部に設置し、1チャンネルの増幅として、記録をstorage oscilloscopeおよびポラロイドCRTカメラで行った点にある。従来の著者らの方法では<sup>12,6)</sup>、storage oscilloscopeの衝動性眼球運動画像を一眼レフ接写カメラで撮影し、現像・焼付の後、分析を行っていたため臨床的に即座の対応に欠ける面があった。さらに、V-SRT測定におけるstorage oscilloscopeの有用性は既報にて述べたように<sup>11)</sup>、V-SRT値にばらつきのある場合でも平均的なV-SRT値を有効にsamplingできる点である。今回の研究では、弱視眼・優位眼のそれぞれについて15~20saccade中の平均的V-SRT値を示す10saccadeを抽出し、弱視眼と優位眼のV-SRTを最小眼にして比較検討した。また、視標は赤色発光ダイオードを用い視標幅 $10^\circ$ のrandom intervalの交互点滅装置を作製し、検者が被検者の固視・注意力・予測の状態を観察しながら音の発生しないスイッチによって視標の変換を行った。音の発生するスイッチでは、聴覚誘発の聴性衝動性眼球運動潜時(A-SRT)を測定する可能性を有し、優位眼と弱視眼のSRTの差が認められなくなる理由からである<sup>12)</sup>。

弱視治療による視力向上に伴って優位眼と弱視眼のV-SRT値の差( $\Delta V$ -SRT)は減少・消失し、弱視眼のV-SRTが正常化することより、不同視弱視治療の有効性の評価を視力だけではなく、V-SRT値からも行うことが可能であると考ええる。また、治療開始前の不同視弱視眼の視力はさまざまで、視力から弱視の程度を推測することは不可能であるが、 $\Delta V$ -SRT値からはある程度、可能であることは著者らが既に報告している<sup>6)</sup>。このことは、 $\Delta V$ -SRTが単に視力に依存するものではなく、不同視弱視の視中枢における機能障害を反映しているものと解釈される<sup>12,6)</sup>。また、不同視弱視治療のため完全屈折矯正眼鏡着用・健眼遮閉法・赤鉛筆療法の有効性を視力のみならず、 $\Delta V$ -SRTを用いて再評価し、治療をしているにもかかわらず視力向上の不良な症例では、 $\Delta V$ -SRTが依然として大きな値を示すものがあり、それぞれの治療法の再検討を要するとともに、不同視弱視として加療している症例の中に微小角斜視を示す症例があるので注意を要する。微小角斜視についての詳細は今後、検討し報告する予定である。さらに、弱視治療が有効に施行されると、

弱視眼の矯正視力が1.0以上となった時点で $\Delta V$ -SRTが負の値を呈する症例を認める。著者らはこれを $\Delta V$ -SRTの逆転と呼んでおり、優位眼のV-SRT値よりも弱視眼のV-SRT値が速くなったためであるが、この点についての考案は、次の、遮閉法施行群と中止群の $\Delta V$ -SRTの比較検討の考案の項で述べる。

さて、弱視眼の矯正視力が1.0以上の遮閉法施行群と遮閉法中止後3カ月以上経過観察した遮閉法中止群の $\Delta V$ -SRTの比較検討では、遮閉法施行群で弱視眼視力1.2のグループにおける $\Delta V$ -SRTが弱視眼視力1.0のグループと比較して有意に負の値(平均 $-3.0$ msec)を示す興味深い結果が得られた( $\Delta V$ -SRTの逆転現象)。これは、健眼遮閉法の施行により弱視眼視力が向上するとともに、優位眼からの視覚入力よりも、弱視眼からの入力に対する視中枢の反応が迅速になったため、優位眼のV-SRT値より弱視眼のV-SRT値が速くなったと解釈することができる。さらに、遮閉法中止後3カ月以上経過した不同視弱視群のV-SRTは優位眼と弱視眼の顕著な差が認められなくなるが、これは、優位眼と弱視眼の入力に対する視中枢の反応の差が消失したと考えられ、正常被検者の左右眼のV-SRTの差の範囲である<sup>2)</sup>。また、遮閉法施行群で遮閉法中止直前に $\Delta V$ -SRTを測定し、その後の弱視眼の視力推移を観察すると視力が1.0もしくは1.2で、 $\Delta V$ -SRTが $+2.3\sim-9.0$ msecの不同視弱視例での遮閉法中止による視力低下は認められなかったが、視力が1.2で、 $\Delta V$ -SRTが $+10.5$ msecの例では遮閉法中止後に視力低下が認められた。これらの結果より、不同視弱視における最も有効な遮閉法中止時期は弱視眼の矯正視力が1.2で、 $\Delta V$ -SRTが負の値を示す時点であろうが、 $\Delta V$ -SRTの平均値 $\pm 2SD$ (標準偏差)まで拡大すれば、 $\Delta V$ -SRTが $+6.8\sim-12.8$ msecの範囲において、健眼遮閉法の中止時期と考えても差し支えないと考える。また、この時期が従来より言われている優位眼から弱視眼への抑制がなくなった時期と思われる。

今回、不同視弱視におけるV-SRTの弱視治療の評価に対する有用性と健眼遮閉法の中止時期測定の有効性について検討を行い、V-SRTの弱視治療における臨床的意義について明らかにした。しかし、斜視弱視では既報<sup>9)</sup>に述べたように弱視治療とV-SRTの相関

性を一部認めるものの、弱視眼視力が1.0以上に向上しても $\Delta V$ -SRTが短縮せず、今後の検討が必要であると考える。

稿を終わるに臨み、ご協力下さいました川崎医科大学眼科・視能訓練士・深井小久子先生および早川友恵先生に深謝いたします。なお、本研究は昭和60年度文部省科研費奨励研究Aの補助を受けた。

## 文 献

- 1) **Fukushima M, Tsutsui J**: Visually and auditory evoked saccadic reaction time in amblyopia. In Reinecke RD, Ed: Strabismus II, 443-450, Grune & Stratton, New York, 1984.
- 2) **福島正文, 筒井 純**: 弱視におけるSaccadic Reaction Time (SRT), 視性と聴性SRTの比較および視標幅増大に伴う視性SRTの比較. 眼臨 77: 2053-2060, 1983.
- 3) **Schors CM**: A directional impairment of eye movement control in strabismic amblyopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 14: 692-697, 1975.
- 4) **Ciuffreda KJ, Kenyon RV, Stark L**: Increased saccadic latencies in amblyopic eye. Invest Ophthalmol Vis Sci 17: 697-702, 1978.
- 5) **Mimura O, Kato H, Kani K, Shimo-oku M**: Saccadic latencies in amblyopia using infrared television fundus camera with two-dimensional stimuli. Jpn J Ophthalmol 25: 248-257, 1981.
- 6) **福島正文, 筒井 純**: Saccadic Reaction Time (SRT)の弱視治療への応用. 眼臨 78: 1795-1800, 1984.
- 7) **福島正文**: Saccadic Reaction Timeに関する研究. 第2報. 日眼 86: 510-518, 1982.
- 8) **福島正文**: Saccadic Reaction Timeに関する研究. 第3報. 日眼 87: 1035-1040, 1983.
- 9) **福島正文**: 同名半盲における視性saccadic reaction timeの視標幅変化の影響. 神眼 2: 288-293, 1985.
- 10) **Fukushima M, Tsutsui J**: A comparison between visually- and auditorily-triggered saccadic reaction time in cerebral diseases. In Ishikawa S and van Dalen JTW, ed.: Highlights in Neuro-ophthalmology, Aeolus Press, Amsterdam, 1987, in press.
- 11) **福島正文**: Saccadic Reaction Timeに関する研究. 第1報. 日眼 86: 36-41, 1982.