

先天性眼振の foveation に関する研究 (図11, 表1)

目沢美佳子・山田 徹人
 鶴飼 一彦・石川 哲 (北里大学医学部眼科学教室)

Congenital Nystagmus Waveform and Foveation Observed Using Infrared Television Fundus Camera

Mikako Mezawa, Tetsuto Yamada, Kazuhiko Ukai and Satoshi Ishikawa

Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kitasato University

要 約

赤外線眼底テレビカメラを用いて6例の眼振自己抑制可能な先天性眼振患者の自己抑制前後の波形変化, 特に foveation の状態について詳細に解析を行った. その結果, Dell'Osso の分類ではみられない緩徐相で foveation を行っている波形が認められた. 自己抑制により, 6例全てにおいて緩徐相速度の低下と, foveation time の延長がみられた. そして pendular 型より jerk 型の方が抑制されやすく, さらに, 視力の良いものほど抑制効果が著明であり, 完全に眼振の抑制が可能となった例もみられた. また, 今回の症例では, foveation time の長いもの程視力が良好であったが, 自己抑制で foveation time が延長しても視力の向上は認められなかった例が存在し眼振による弱視の存在が考えられた. (日眼 91: 270-276, 1987)

キーワード: 先天性眼振, 波形, 固視状態, バイオフィードバック

Abstract

Six patients of congenital nystagmus who had responded to the self-auditory biofeedback training were studied with an infrared television fundus camera. We analyzed the waveform, amplitude, frequency, intensity, slow phase velocity and foveation time, before and during the self control trial. A new type of dual jerk nystagmus was seen: the foveation is being performed during slow phase of the waveform. The treatment brought about a reduction of slow phase velocity and an extension of foveation time in almost all cases. Biofeedback training was more effective in jerk nystagmus than in pendular nystagmus for a prolongation of the foveation time. Despite of the extension of foveation time during self control, visual acuity was not improved, due to possible occurrence of amblyopia caused by unsteady fixation. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 91: 270-276, 1987)

Key words: congenital nystagmus, foveation, waveform, biofeedback training

I 緒 言

先天性眼振治療は, 古くから, 手術療法, プリズム療法, 薬物療法などが知られている. 我々の教室では, 6年前より眼振のピッチを音に変換し, その音を患者に聞かせ, 眼振を抑制するよう自己コントロールを体

得させる auditory biofeedback 療法を行ってきた¹⁾²⁾. この療法により, 自己抑制前後で ENG の振幅, 頻数, 波形などが変化する症例が認められた. 我々はこの波形の変化, 特に foveation の変化に興味を持った. "Foveation"とは, fovea で視標をとらえている状態をいう. また fovea で視標をとらえようとする眼球

別刷請求先: 〒228 神奈川県相模原市北里1-15-1 北里大学医学部眼科学教室 目沢美佳子

Reprint requests to: Mikako Mezawa, M.D. Dept. of Ophthalmol., School of Med., Kitasato Univ.

1-15-1 Kitasato, Sagamihara 228, Japan

(昭和61年9月29日受付) (Accepted September 29, 1986.)

運動をいう場合もある。Dell'Osso³⁾は、この foveation という概念をとり入れた先天眼振の波形分類を行った。そしてこの foveation が長いほど視力が良いと考えている。船橋⁴⁾も jerk 型の先天眼振の波形をマイクロコンピューターを用いて分析し、急速相直後の plateau time を foveation time とみなし、これが長いほど視力が良好であると報告している。このように眼振と視力との関係や、眼振の発生機序を推測する点においても foveation の状態を観察することは先天眼振の波形を解析する上で重要である。

この foveation をみるために、Dell'Osso³⁾はアルゴンレーザー光を視標とし、その網膜上の位置を眼底カメラを通して16ミリムービーで撮影し、その所見と別に得られた ENG の波形を組合せて、波形との関係を論じた。一方、赤外線眼底テレビカメラを用いれば、直視下で眼球運動が正確に観察可能である。つまり、視標と中心窩の絶対的位置関係が把握できると同時に、ENG などでは検出できない様な微細な動きや眼球の回旋なども観察できる。この赤外線眼底カメラを用いた先天眼振の波形分析に関しては、三村⁵⁾や谷⁶⁾などの報告がある。谷は、5例の眼振患者の分析を行い、そのなかに急速相で fovea に戻るのではなく、fovea よりはずれるような動きをする症例があり、この波形は、Dell'Osso の分類には見られないと報告している。また、佐藤⁷⁾は同様のカメラを用い温度性眼振の観察を行っている。

今回我々はこの赤外線眼底カメラを用いて、先天眼振患者の眼振自己抑制前後における眼振波形の変化について詳細に分析を試み、興味ある結果が得られたので報告する。

II 対象及び方法

対象は Table 1 に示すように北里大学病院眼科を受診した7歳から18歳までの先天眼振患者6例である。全例水平性眼振で回旋性成分のない jerk 型3例と pendular 型3例である。これらには生下時あるいは生後数か月内より眼振が出現しており、眼科的に白内障や眼底疾患は存在しない。眼振の静止位は正面位ないし左10度の間にある。6例全てに2回から6回(平均3.5回)の auditory biofeedback 療法が施行され、その結果、意志により眼振を抑制するという自己抑制が可能となっている。ただし、訓練を継続している症例も含まれており全例が完全に抑制できるわけではない。症例1, 4, 6は眼瞼に緊張を加える方法で、症例

Table 1. Details of cases

Case	Waveform	Age/Sex	Corrected visual acuity	Null point
1	DJ	17/F	1.2	0°-L10°
2	Jef	18/M	1.0	0°
3	J	13/F	0.5	L10°
4	P	13/M	0.6	L10°
5	Pfs	17/M	0.3	0°
6	Pfs	7/M	0.2	0°

*Cases 1-4 were performed an surgical operation.

DJ : dual jerk nystagmus

Jef : jerk nystagmus with extended foveation

J : pure jerk nystagmus

P : pendular nystagmus

Pfs : pendular nystagmus with foveating saccade

2, 3, 5は腹筋を緊張させることを、自己抑制修得のきっかけとさせている。

赤外線眼底テレビカメラによる眼振の記録及び解析法は既に谷⁶⁾が報告している。我々は若干の改良を加えたものの基本的にはこの方法を採用した。

まずミドリンP点眼にて散瞳状態の患者に赤外線眼底カメラ内の直径30分の固視標を注視させ、その眼底像を時刻と共に録画する。1/60秒ごとの静止画像を得るために motion analyzer に約10秒間録画する。その静止画像より眼底上の血管等特徴のある2点を選び、imagelyzer にてその座標値をえた。さらにその値をマイクロコンピューター(PC-9801)に入力し眼振波形を描出した。各症例につき、波形の型と振幅、頻数、強さ(振幅×頻数)、緩徐相速度、foveation time の5項目につき測定し自己抑制前後で比較した。緩徐相速度は各波形の緩徐相の平均速度を計算で求めた。Foveation time は、網膜上での視標の位置が foveola (0点)より±0.5度の範囲にある時間として測定し、一秒あたりの時間を求めた。ただし、その時間が50msec以下の単にこの領域を通過する場合、および1/60秒前の位置との差が0.5度以上の高速な動きはのぞいた。

III 結果

1. 波形の分類と自己抑制後の変化

眼振波形の解析結果を Fig. 1から Fig. 6に示す。それぞれ上の図が抑制前、下の図が自己抑制を行っている間の眼振波形である。全例右眼の記録で図の上方(矢印の方向)は右への眼球運動(abd)で図の下方は左への眼球運動を表している。最初の3例は、jerk 型の眼振である。

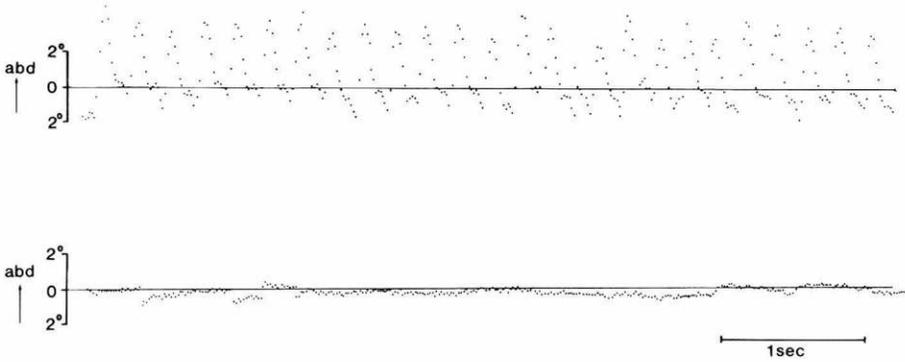


Fig. 1 Case 1. Waveform of congenital nystagmus before self control (top), and during self control (bottom).

Fixation point is going away from the target by rightward fast phase, and target foveation is performed by slow phase (top). Waveform is flattened after flick like eye movements (bottom).

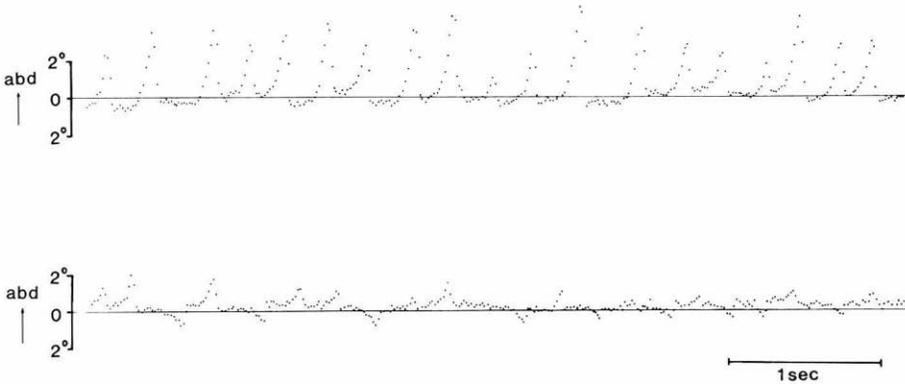


Fig. 2 Case 2. Following leftward saccade, fixation point stays at the target for a relatively long time (top). A mixture of bidirectional jerks is observed during self control (bottom).

症例 1 は Fig. 1 のように、右向きに急速相をもつ jerk nystagmus である。この急速相は通常の foveating saccade とは反対に foveola で捕えられている視標を foveola 外に移す動きである。その後緩徐相で foveation が行われ、1/15 秒程度の停滞の後、再び遅い動き(図下向き)で foveola よりはずれ、急速期(図上向き)で foveola を通過している。このような波形は Dell'Osso の分類にはなく、ENG では dual jerk の波形を呈していた。自己抑制時には、5 秒以上にわたり波形が平坦化した。症例 2 (Fig. 2) は、Dell'Osso の分類では extended foveation を伴う jerk nystagmus である。Foveation time が長く、自己抑制で波形が左向きの unidirectional jerk から bidirectional jerk に

変化している。症例 3 (Fig. 3) は、pure jerk nystagmus で自己抑制で基本波形には変化がないが、振幅が減少し、急速相で foveola (0 点)に確実に戻っている。

次に pendular 型 3 例を示す。症例 4 (Fig. 4) は、ENG 上では基本的には pendular nystagmus であり、波形上に小さな braking saccade の混入がみられる。振幅が小さく、視力が比較的良好であり、自己抑制効果がある程度認められた例である。症例 5 (Fig. 5) は foveating saccade を伴った pendular nystagmus (Pfs) であるが、foveation と思われる部位が鼻側へ約 2 度ずれた偏心固視であった。自己抑制では基本波形には変化はないが、振幅が減少している。症例 6 (Fig. 6) は振幅の大きい Pfs で、foveating saccade を伴う

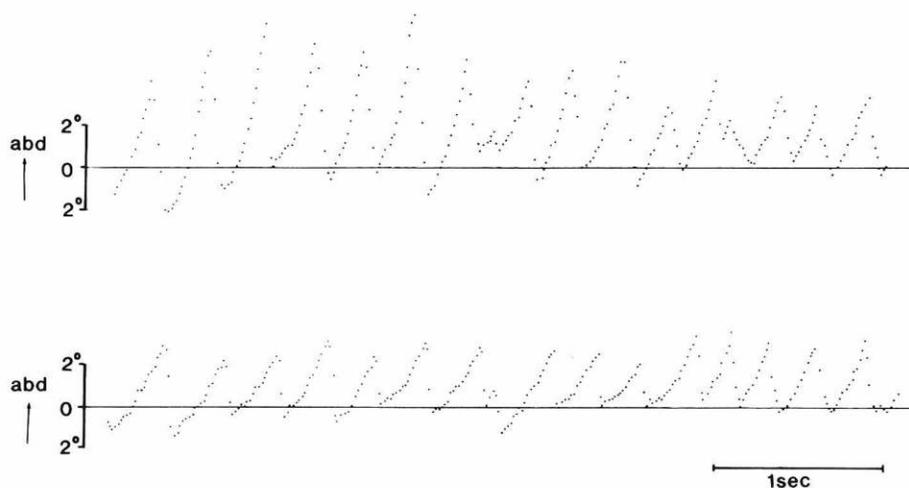


Fig. 3 Case 3. A typical saw-tooth appearance of jerk nystagmus is observed (top). Foveating saccade becomes more precise during self control (bottom).

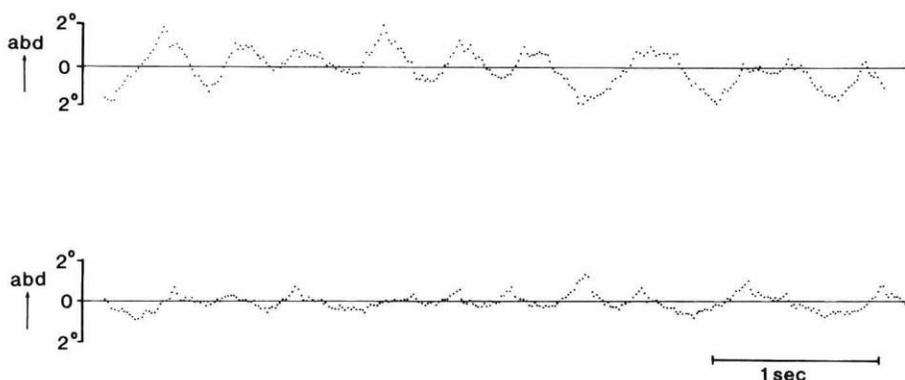


Fig. 4 Case 4. Small saccades are superimposed on pendular waveforms (top). The amplitude of the nystagmus is reduced (bottom).

波形が幾つかあるが foveola を通過することが多く、foveation time は短い。この症例では、自己抑制で頻数は減少するものの振幅には変化がない。

2. 自己抑制前後の変化

6例の自己抑制前後における振幅、頻数、強さ、緩徐相速度、foveation time の変化を比較してみる。Fig. 7のように振幅は全例に低下が認められ、頻数(Fig. 8)は pendular 型 2例を除く 4例で低下していた。強さ(Fig. 9)は全例で低下が認められた。Foveation time (Fig. 10)は全例延長しており、症例 1, 2のような視力良好例は自己抑制前より 1秒間あたり 300msec 以上の foveation time をもち抑制後は、800msec 以上と著明に延長している。緩徐相速度 (Fig. 11)も全例に

低下が認められた。自己抑制前後で視力の測定を行った。その結果、視力の変化は認められなかった。

IV 考 按

Biofeedback 療法による眼振の自己抑制の機序については、現在のところ不明であり、それは biofeedback 療法一般に当てはまることである。ただし三叉神経、顔面神経、舌咽神経、迷走神経、反回神経がいずれも鰓弓神経から発生した神経であることより、眼瞼、横隔膜、咽頭等に力を入れることと眼振を抑制することとの間に何らかの関連があるのではないかと推測されている²⁾。波形を分析した結果、症例 1 は、緩徐相で、foveation が行われていた。Dell'Osso⁹⁾は jerk

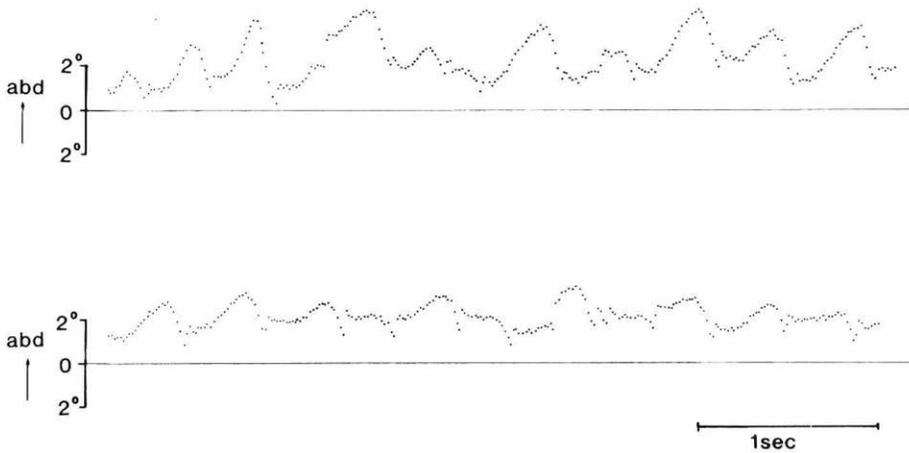


Fig. 5 Case 5. Foveating saccades terminate at the nasal point deviated 2 degrees from foveola (top). Note the reduction of amplitude and the extension of foveation time while foveating saccades still terminate at the same point (bottom).

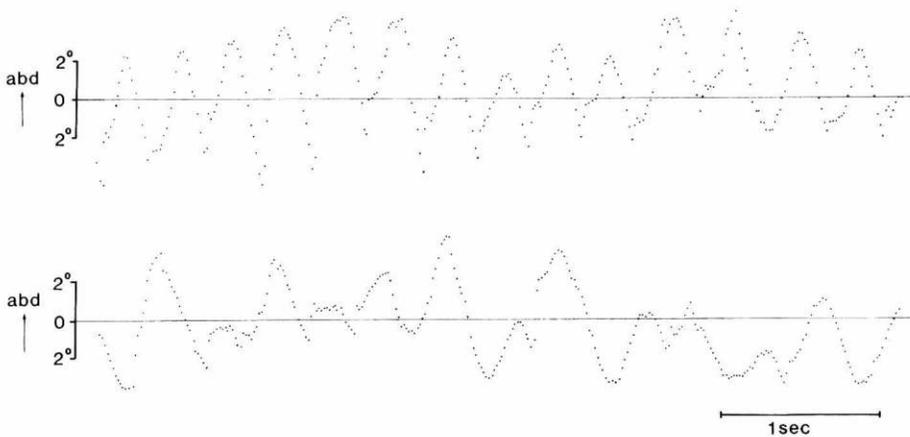


Fig. 6 Case 6. Pendular with foveating saccade. Amplitude is about 6 degrees (top). Irregular pendular waveforms are observed (bottom).

nystagmusと dual jerk nystagmusでは、foveationは急速相の後におこり pendularでは波形の平坦化した頂点(速度が0)がそれであるといっている。彼の分類では jerk 型のなかに corrective saccadeに続く slow eye movementで foveationをおこなう波形はあるが、緩徐相で foveationをおこなう波形はみられない。我々はもう一例同様に ENGで dual jerkを呈した例を経験したがこの場合も緩徐相で foveationをしていた。これらのことより dual jerk nystagmusの foveationは、急速相の後におこるのではなく、緩徐相でおこなわれている可能性があると考えられる。症例

1は、自己抑制により、フリック様の眼球運動が出現した後、完全に眼振が抑制されている。症例2は、unidirectional jerk with extended foveation (Jef)であるが、抑制により bidirectional jerk nystagmus (BDJ)に変化している。Dell'Osso⁸⁾によると先天性眼振患者の殆ど(87%)が多種類の波形をもっていて、単一波形だけの場合のほうが少ない。波形の変化は、眼位、精神状態、視覚刺激、固視などの変化により起こる。特に Jefの9.4%に BDJがみられ、逆に BDJは不安定な波形で、100%に Jefが認められる。そしてこの波形の変化は静止位付近の眼位で生じると報告してい

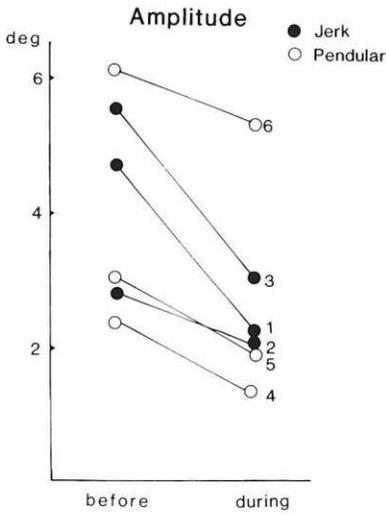


Fig. 7 Change in amplitude before and during self control. Case number is noted beside the mark.

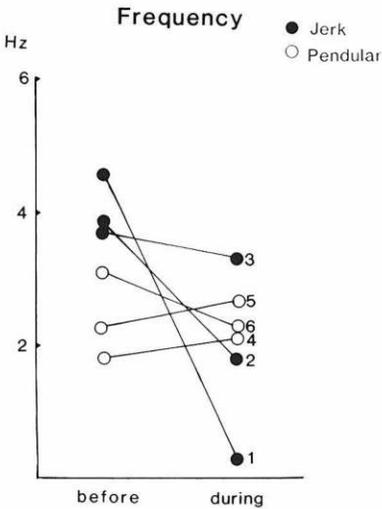


Fig. 8 Change in frequency before and during self control

る。しかしながら、症例2の場合 ENG では静止位である正面位ではもちろんのこと、左右30度内の各眼位にも BDJ は出現していないことが確認されている。このことは、眼振の自己抑制では眼位の変化により出現しうる波形以外のものが出現する可能性を示している。一方、Pfs は単一波形だけの事はまれで、Jef や pseudo cycloid (PC), pendular (P) などの波形が出現しやすいと Dell'Osso は報告している⁹⁾。事実、症例5、6の ENG では眼位により P, PC, asymmetric pendular

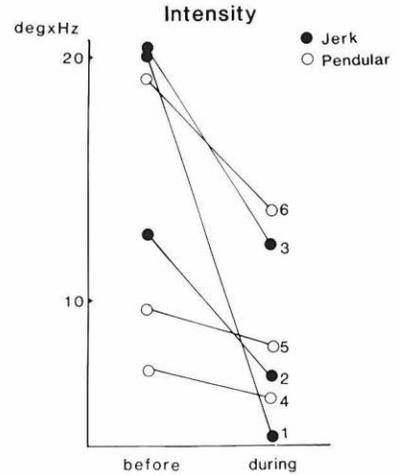


Fig. 9 Change in intensity before and during self control

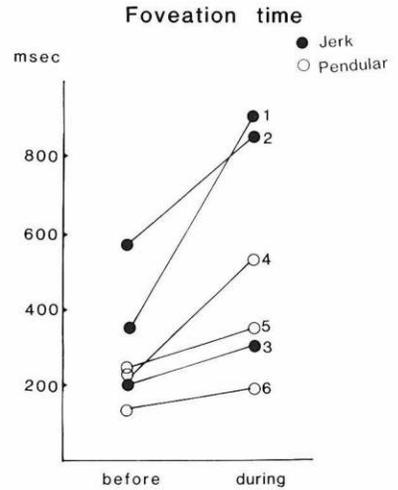


Fig. 10 Change in slow phase velocity before and during self control

(AP), pseudo pendular with foveating saccade (PPfs), Jef 等の波形に変化していた。このように波形の変化しやすい眼振であったにもかかわらず、この2例では自己抑制時には波形そのものの変化は認められなかった。

今回の報告では分析に多大の労力と時間を必要とするため多数の症例は検討出来なかったが、foveation time が長いものほど視力が良い傾向があった。これは、船橋ら⁴⁾の報告とも一致している。ただし、彼らの報告では plateau time を foveation time とみなし、直接 foveation を確認していない。したがって、彼らの結

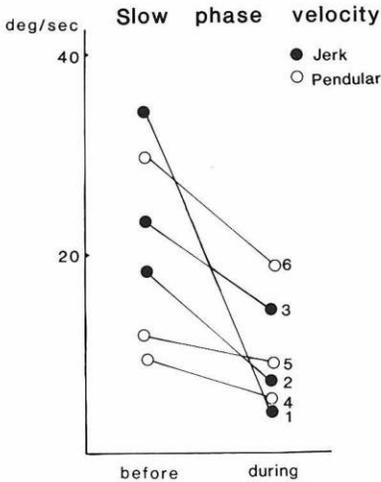


Fig. 11 Change in foveation time before and during self control

果は停滞ないし遅い動きの時間が長いほど視力が良いとの解釈も可能である。また、自己抑制により、全例に強さの低下及び foveation time の延長がみられ、それは一般に jerk 型の視力が良好なものほど顕著であった。しかし、今回の 6 例ではいづれも眼振自己抑制により視力が向上していない。この理由としては、一部は眼振による中心窩固視障害に起因する弱視のため⁹⁾とも考えられる。Ciuffreda ら¹⁰⁾も同様な眼振の biofeedback 訓練を行い、著しい眼振抑制が可能であったにもかかわらず、視力の向上は最小限であったと記している。また、Dickinson¹¹⁾も近方視により眼振は著しく抑制されるが、視力、MTF ともに変化がないことを報告している。

以上今回の分析結果から、眼振の自己抑制は直接形態覚を向上させるという点よりも比較的視力の良い症例に対して、外界の目的物を眼振を止めて長い時間見る能力つまり簡単に言えば foveation time を延長させる点が目標であると考えればより合理的であると思われる。そして視力向上を期待するためには弱視治療の臨界期間内に眼振抑制を行わなければならないと考えられた。

V 結 語

赤外線眼底テレビカメラを用いて先天性眼振患者 6 例

の眼振自己抑制可能な患者の自己抑制前後の波形変化、特に foveation の状態について詳細に解析を行った。その結果、Dell'Osso の分類ではみられない緩徐相で foveation を行っている波形が認められた。自己抑制により、6 例全てにおいて緩徐相速度の低下と、foveation time の延長がみられた。そして pendular 型より jerk 型の方が抑制されやすく、さらに、視力の良いものほど抑制効果が著明であり、完全に眼振の抑制が可能となった例もみられた。また、今回の症例では、foveation time が長いもの程視力が良好であったが、自己抑制で foveation time が延長しても視力の向上は認められなかった例が存在し眼振による弱視の存在が考えられた。

文 献

- 1) 齊藤喜代子, 青木 繁, 石川 哲: 先天性眼振の Biofeedback 療法. 眼臨 75: 1000—1003, 1981.
- 2) 石川 哲: 先天性眼振のバイオフィードバック治療. 眼臨 75: 2024—2030, 1985.
- 3) Dell'Osso LF, Daroff RB: Congenital nystagmus waveform and foveation strategy. Doc Ophthal 39: 155—182, 1975.
- 4) 船橋利理, 藪本充雄, 中井三量他: 先天性眼振の眼振波形分析による視力低下の考察. 神眼 1: 414—419, 1984.
- 5) 三村 治, 可見一孝, 近江栄美子他: 赤外線テレビジョン眼底カメラによる眼球振盪の記録—画像解析装置による眼球運動の水平, 垂直および回転成分の解析. 眼臨 73: 752—755, 1979.
- 6) 谷いづみ: 先天性眼振に関する研究. 第 1 報. 赤外線眼底テレビカメラによる眼振の記録及び分析. 日眼 85: 25—32, 1981.
- 7) 佐藤友哉, 可見一孝, 稲富昭太: 温度眼振検査における眼球運動. 神眼 3: 169—175, 1986.
- 8) Dell'Osso LF: Congenital, latent and manifest latent nystagmus—similarities, differences and relation to strabismus. Jpn J Ophthal 29: 351—368, 1985.
- 9) 池田久子: 網膜シナプスおよび弱視の発生. 神眼 1: 368—376, 1984.
- 10) Ciuffreda KJ, Goldrich SG, Neary C: Use of eye movement auditory biofeedback in the control of nystagmus. Am J Optom Physiol Opt 59: 396—409, 1982.
- 11) Dickinson CM: The elucidation and use of the effect of near fixation in congenital nystagmus. Ophthal Physiol Opt 6: 303—311, 1986.