

頭位異常を示す2名の交代性上斜位の眼—頭協調運動 (図8)

大月 洋・岡山 英樹・小西 玄人 (岡山大学医学部眼科)
長谷部 聡・田所 康德・渡辺 好政

Eye-head Coordination in Two Cases of Congenital Strabismus Syndrome with Torticollis

Hiroshi Ohtsuki, Hideki Okayama, Haruhito Konishi
Satoru Hasebe, Yasunori Tadokoro and Yoshimasa Watanabe
Department of Ophthalmology, Okayama University Medical School

要 約

頭位異常を呈する先天性斜視症候群の2症例を対象に、頭位的位置姿勢の3次元計測システムとEOGを用いて左右交互注視運動時の眼と頭の協調運動を計測した。その結果、頭位異常の程度が強く、両眼視が不良の例では交互注視の周期が早くなると眼位が変動し、眼と頭の協調にみだれが生じた。すなわち、眼には頭の動きに対して不完全な代償性の眼球運動が、頭には交互注視の周期に予測の動きである正弦波様の運動が出現し、視線の移動時には頭の方が眼よりもわずかに早く先行する状態がみとめられた。眼と頭の交互注視時の周波数応答は、2症例とも注視の周期が早くなると両眼で違いが生じ、入力刺激信号に対しては優位眼の方が非優位眼よりも周波数応答が優位となる状態がみられた。(日眼 92:2080—2088, 1988)

キーワード：眼—頭協調運動、先天性斜視症候群、頭位異常、周波数解析、優位眼

Abstract

Eye and head coordination during saccadic refixations between two stationary targets was studied in two cases of congenital strabismus syndrome with torticollis. Head movements were analyzed using a newly devised three-dimensional position measuring system. The DC-EOG was used to measure ocular movements. The results were analyzed by time series and frequency techniques. In the case of a patient showing a relatively large amount of torticollis with no peripheral fusion, the eye and head coordination was disturbed with respect to a high frequency of refixations. In this case, suitable compensatory eye movements were not always observed, since a non-dominant eye was fluctuated during refixations although both eyes remained almost parallel in the horizontal plane under static conditions. However, a predictive mode of head movements i.e. sinusoidal patterns occurred corresponding to a low as well as a relatively high frequency of refixations where head movements preceded saccadic eye movements. The frequency responses of eye and head movements differed from the frequency of refixations in both patients, but a strong correlation was observed in the cross spectrum between head and dominant eye with respect to an input signal when the time duration of refixations became shorter. (acta Soc Ophthalmol Jpn 92:2080—2088, 1988)

Key words: Eye-head coordination, Congenital strabismus syndrome, Torticollis, Spectrum analysis, Dominant eye

別刷請求先：700 岡山市鹿田町2-5-1 岡山大学医学部眼科学教室 大月 洋
(昭和63年8月11日受付、昭和63年9月14日改訂受理)

Reprint requests to: H. Ohtsuki, M.D. Dept. of Ophthalmol., Okayama Univ. Medical School
2-5-1 Shikata-cho, Okayama 700, Japan

(Received August 11, 1988 and accepted in revised form September 14, 1988)

I 緒 言

斜視患者の日常動作中における眼と頭にみられる協調運動については、眼位ずれに伴う両眼視の異常によって、皮質から眼球へ伝達される神経インパルスの遠心伝達系は、何らかの影響を受け、正常人とは異なる協調パターンが出現すると想像される。事実、斜視には協調パターンの異常がみられ¹⁾、それは斜視の種類によって異なり、視線の移動が主に眼球運動によって遂行されるタイプと、頭部運動によって代償されるタイプの2種類があることが指摘されている²⁾。このように頭部運動を行わせた時の眼と頭の協調を調べることにより、従来の検査では把握することが出来なかった斜視の病態に関する新たな情報が得られるものと期待される。また、逆に眼と頭の協調パターンから斜視の種類や、両眼視の性状を推定することも状況によっては可能と思われる。

生得的に眼位に異常のある先天性斜視症候群では、頭位異常を合併することが少なくなく³⁾。頭位を姿勢の一部と看なし、姿勢制御中枢が存在すると仮定すれば、この中枢に入力される視覚、前庭半規管、体性感覚が互いにうまく補完しない場合に姿勢調節が障害され、頭位にも異常が出現すると考えられる。しかし、眼位と頭位の両者の関係については現在のところ不明というのが実情である。

一方、この斜視に見られる頭位異常は優位眼によって左右され、両眼視下の頭位と優位眼固視時の頭位が、眼位ずれの状態とは無関係に一致するという極めて特徴的な所見がみられる⁴⁾。

そこで今回は、このような頭位異常を合併する先天性の斜視を対象に頭部運動中の眼と頭の協調パターンを検討し、さらに優位眼と頭部運動との関係を周波数解析を行い、両者の間に有意な関連があるかどうかを検討した。

II 対象, 方法

1. 対象

対象は頭位異常を示す先天性斜視症候群の2症例でいずれも水平偏位に対してすでに矯正手術をおこなっている。優位眼は hole in card で判定した。頭位は Harms 正切スクリーンを利用し、両眼視下と単眼視下でそれぞれ計測した。

1) 症例 (O.T.), 20歳, 左眼優位眼。

矯正視力: 左眼0.5, 左眼0.7。

頭位: 両眼視下, 左眼固視時には左方向へ5°の顔の横まわし, 右眼固視時には右方向へ10°~15°の横まわしが出現。

眼位: 交代性上斜位を認め, 右眼固視 L/R 10Δ, 左眼固視 R/L 6Δ。

両眼視: Bagolini 線状レンズテストで融像 (+)。

眼振: 両眼に潜伏性眼振を認める。

2) 症例 (I.T.), 17歳, 左眼優位眼。

矯正視力: 右眼0.2, 左眼0.7。

頭位: 両眼視下, 左眼固視時には右方向へ15°の顔の横まわし, 右眼固視時には左へ25°の横まわしが出現。

眼位: 交代性上斜位を認め, 右眼固視 L/R 10Δ, 左眼固視 R/L 4Δ。

両眼視: Bagolini 線状レンズテストで融像 (-)。

眼振: 両眼に潜伏性眼振を認める。

2. 方法

1) 頭部運動負荷

被験者の眼前1mの距離に左右水平にそれぞれ、20°離れて2つの視標を設置し、これを0.3Hzと0.6~1.0Hzの2種類の周期で点滅させ、座位の状態の被験者に両眼視下で自然な状態で交互に視標を追視するように指示した。

2) 頭, 眼球運動計測, 処理

頭部運動は頭位の位置、姿勢の3次元計測システム⁵⁾を用いて各軸まわりの回転運動のみについて検討した。眼球運動はEOGを用い、関電極を両眼の外眼角部と鼻根部に装着し、水平方向の眼球位置を時定数0.3で記録した。計測途中で眼瞼の動きが水平誘導記録に混入するのを防止するために、できるだけ瞬目しないように指示した。

眼, 頭の運動を54ms毎のサンプリング周期で14秒間計測し、このデーターをもとに時系列波形として描出し、さらにFFT法を用いて周波数解析を行った。

III 結 果

1. 時系列波形

頭の回転運動の座標系は、X, Y, Z軸から構成され、被験者の後方、左手方向、下方がそれぞれX, Y, Z軸の正方向となっている。したがって、X軸波形は頭の上下運動、Y軸波形は水平方向の首振り運動、Z軸波形は首の側方傾斜運動を示す。タテ軸の数字は空間内における頭の座標軸まわりの回転運動角度を示す。

1) 症例 (O.T.)

(1) 0.3Hz 左右交互注視運動 (Fig. 1)

頭部には主運動成分の Y 軸に大きな振幅の、Z 軸には小振幅の矩形波様の波形がみられた。波形の振幅には変動がなく、ほぼ一定であった。

矩形波様の両眼の波形の位相はほぼ等しく、振幅にも著しい変動はなく、概ね一定であった。眼と頭の波形を対応させてみると左右の視標を追視する場合、いづれも眼の方がわずかに頭に先行して視線を移動する状態と、一方の視標を追視する場合にのみ頭の方が眼にわずかに先行する (Fig. 1, 矢印) 2 種類の頭と眼の協調運動のパターンがみとめられた。

(2) 0.7Hz 左右交互注視運動 (Fig. 2)

頭には主運動の方向の Y 軸に大きな振幅の、Z 軸には小振幅の正弦波様の波形が、さらに X 軸にも小振幅ながら不規則な波形がみられた。0.3Hz の運動と比較すると、振幅が大きく、変動がみられた。

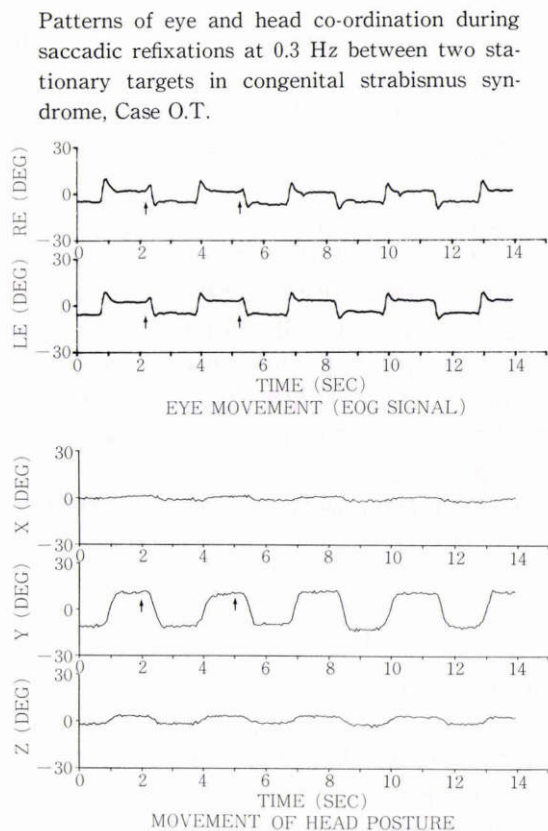


Fig. 1 Rectangular eye and head movements are observed. The eye overshoots not only in its initial, but also in the final position of refixations where head movements precede saccadic eye movements (arrows).

眼には個々の運動波形の立ち上がり、終わりの 2 箇所オーバーシュートが重畳する矩形波様の波形パターンが、0.3Hz の運動時よりも一層、強調されてみられた。この 2 つのピークを示す間は頭の動きに対する著しい代償性の眼球運動が生じるために、0.3Hz の場合に較べて矩形波のパターンは不明瞭であった。個々の波形の振幅には変動がみられたが、両眼を比較すると波形の振幅、位相は概ね等しく、差はみられなかった。眼と頭の協調運動は、0.3Hz 時と異なり、いづれの箇所も視線の移動時には頭の方がわずかに眼に先行する状態がみられた。

2) 症例 (I.T.)

(1) 0.3Hz 左右交互注視運動 (Fig. 3)

頭には主運動方向の Y 軸に大振幅の、Z 軸に小振幅の正弦波様の波形がみられ、それぞれの波形の振幅にわずかな変動がみとめられた。

眼の波形の振幅は頭のそれに較べて相対的に小さ

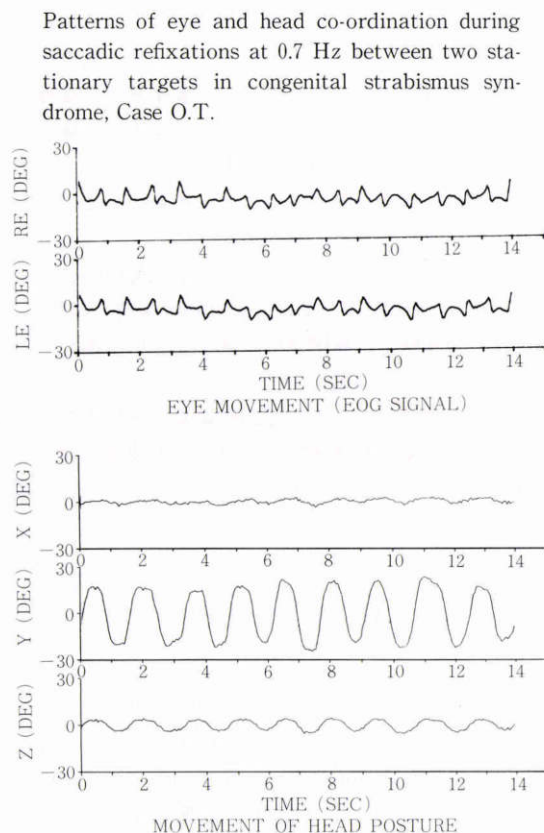


Fig. 2 Remarkable compensatory eye movements are observed with respect to sinusoidal head movements.

く、また症例 (O.T.) と比較しても運動波形の振幅は小さく、かつ変動がみられた。個々の波形についてみると、頭の動きに対する代償性の眼球運動の程度に違いがあるものの、視線の移動時の2箇所オーバーシュートがみられ、いずれの場合も視線の移動時には頭が眼にわずかに先行する状態がみとめられた。

(2) 0.6Hz 左右交互注視運動 (Fig. 4)

頭には主運動方向の Y 軸と、小振幅ながら Z 軸に正弦波様の動きがみられた。さらに、X 軸にも不規則な波形がみられた。いずれの軸成分の波形も振幅が一定せずに変動を示した。

眼には頭の動きに対する代償性眼球運動のおこりかたが不規則となり、振幅に変動が生じ、0.3Hz 時に較べて両眼の運動波形は不明瞭なパターンを示した。両眼には非共同性の動きがみられ、とくに右眼に内斜する傾向がみられた。眼と頭の運動波形を対応させてみると比較的に正常な代償性の眼球運動がみられる箇所

では視線の移動時に頭が眼に先行する状態がみられた。

2. 周波数解析の結果

パワースペクトルとクロススペクトルを用いて眼と頭の協調、および頭の動きに対する優位眼、非優位眼の協調の状態を比較検討した。クロススペクトルは、眼と頭の運動現象の両者の関連の程度を各周波数成分に分けて検討したもので、コヒーレンスとフェイズで表現される。前者は頭と眼の2つの信号出力の相関の強さを、後者は両信号出力の各周波数成分における位相の関係を表す。ただし、今回のクロススペクトルはコヒーレンスのみについて結果を示す。

1) 症例 (O.T.)

(1) 0.3Hz 左右交互注視運動 (Fig. 5)

頭と眼には入力信号の0.3Hzの周波数成分にパワーピークがあり、両眼のパワーには差がみられなかった。両眼の頭に対するコヒーレンスのパターンは

Patterns of eye and head co-ordination during saccadic refixations at 0.3 Hz between two stationary targets in congenital strabismus syndrome, Case I.T.

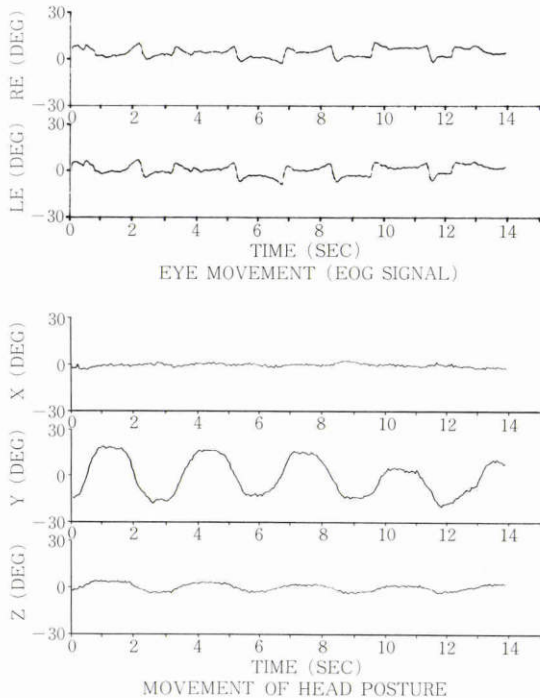


Fig. 3 In contrast to case O.T., sinusoidal head movements are observed at a relatively low frequency of refixations.

Patterns of eye and head co-ordination during saccadic refixations at 0.6 Hz between two stationary targets in congenital strabismus syndrome, Case I.T.

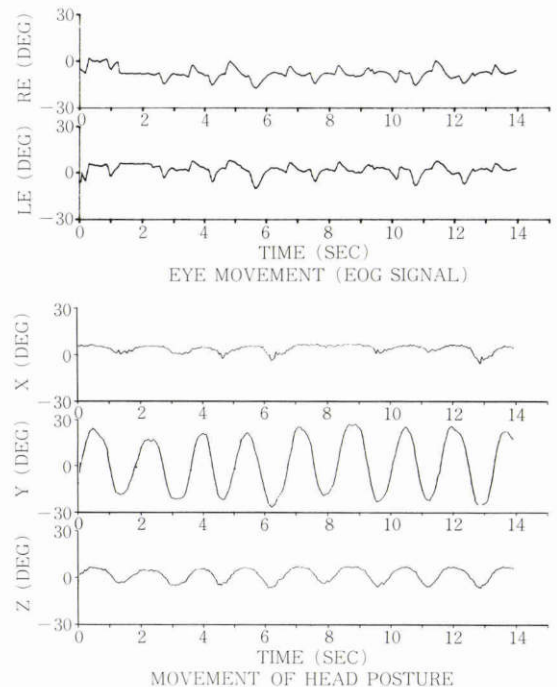


Fig. 4 Suitable compensatory eye movements do not always occur with respect to sinusoidal head movements.

Spectrum analysis of head and eye co-ordination during saccadic refixations at 0.3 Hz between two stationary targets in congenital strabismus syndrome, Case O.T.

Power spectrum

Cross spectrum

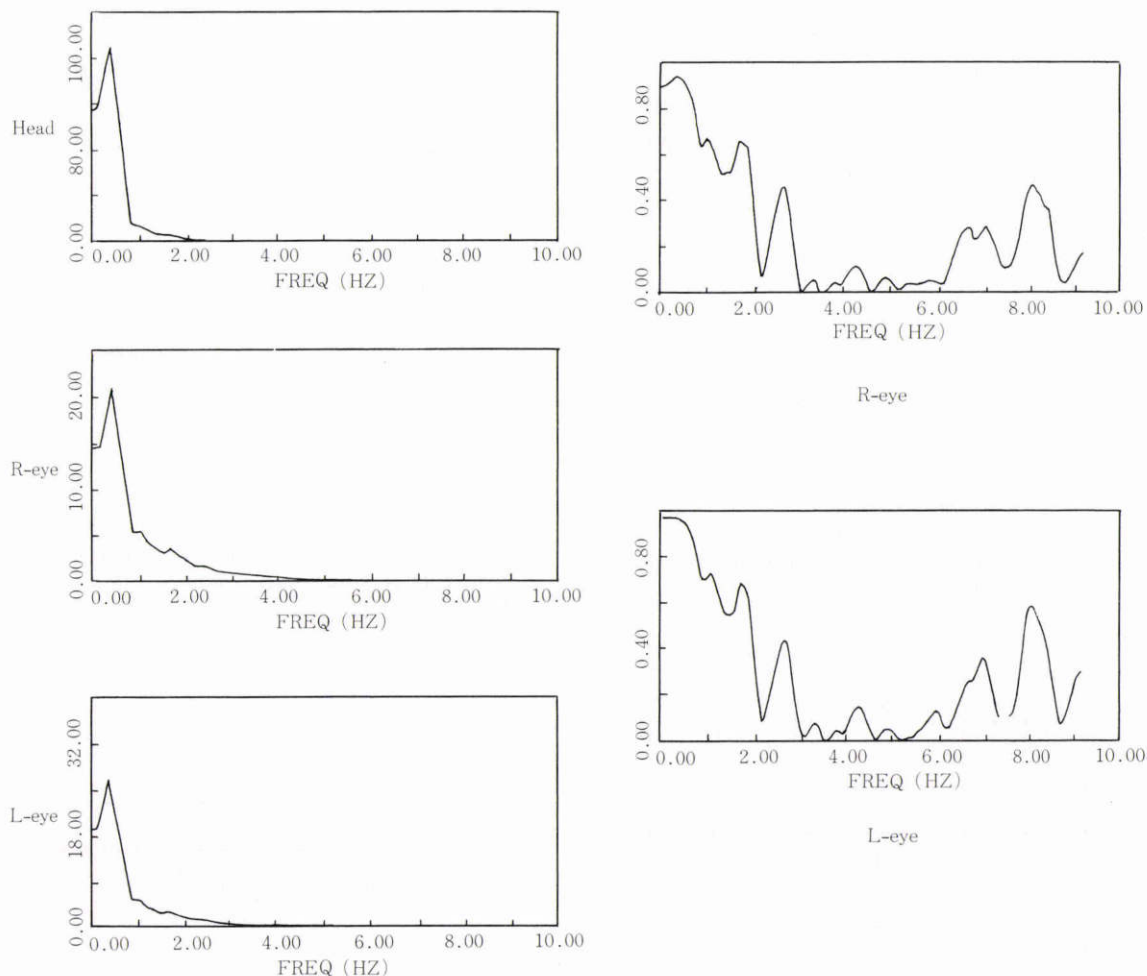


Fig. 5 Similar correlation is observed in cross spectrum between dominant left eye and non-dominant right eye with respect to head movements.

類似しており、0.3Hzの奇数次に相当する周波数成分に両者の関連がみられた。とくに入力信号の0.3Hz成分を含む比較的の低周波帯域でコヒーレンスが両眼に同程度に増大する状態がみとめられた。

(2) 0.7Hz 左右交互注視運動 (Fig. 6)

頭には入力信号の0.7Hzにパワーピークがあり、眼には入力信号の周波数成分とは異なる2Hzにパワーのピークがみられた。両眼の頭に対するコヒーレンスのパターンは類似しており、0.7Hz成分の奇数次に相

当する周波数成分に両者の関連がみられた。ただし、両眼ともに2Hz成分の値が最大となっており、入力信号の0.7Hz成分に対するコヒーレンスは左眼の方が大きい値を示した(矢印)。

2) 症例 2 (I.T.)

(1) 0.3Hz成分にパワーピークをみとめたが、左眼の同様の成分には明瞭なパワーのピークがみられなかった。両眼の頭に対するコヒーレンスのパターンは、6Hz以下の周波数帯域では類似し、0.3Hz成分の奇数

Spectrum analysis of head and eye co-ordination during saccadic refixations at 0.7 Hz between two stationary targets in congenital strabismus syndrome, Case O.T.

Power spectrum

Cross spectrum

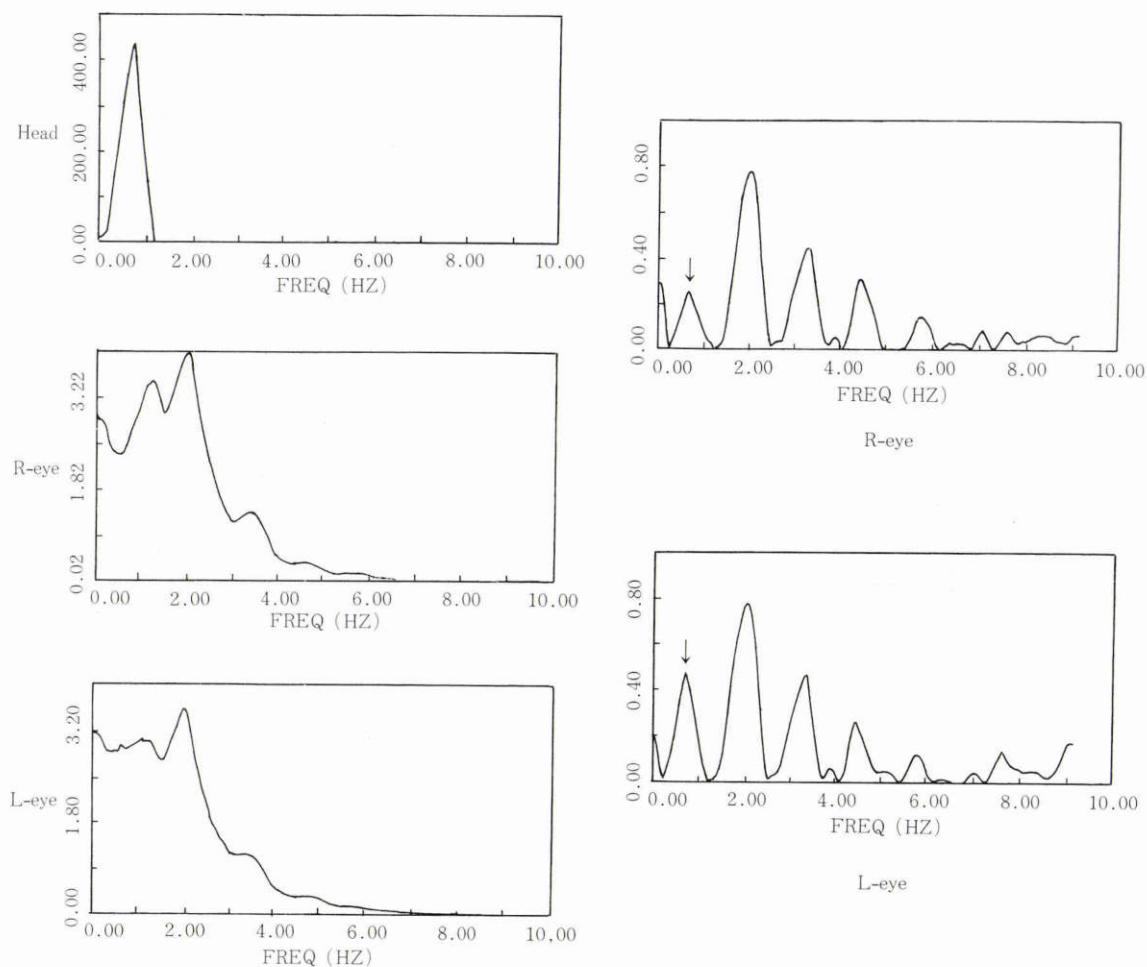


Fig. 6 A stronger correlation of coherency is observed between head and dominant left eye than with the right eye in response to the input signal of frequency. (arrows)

次に相当する周波数成分に両者の関連がみられた。ただし、入力信号の0.3Hz成分のコヒーレンスの値は両眼に差がなかった。

(2) 0.6Hz 左右交互注視運動 (Fig. 8)

頭と左眼には入力信号の0.6Hzの周波数成分にパワーのピークがみられた。しかし、右眼の同様の成分には明瞭なパワーのピークがみられなかった。両眼の頭に対するコヒーレンスは異なったが、0.6Hz成分の

奇数次に相当する周波数成分に両者の関連がみられた。ただし、入力信号の0.6Hz成分のコヒーレンスは左眼の方が、右眼に比較して大きい値を示した(矢印)。

IV 考 按

2例とも視標点滅の周期が早くなると、頭部運動の振幅が大きくなり、一定せず、主運動成分以外の運動がみられた。これは、頭の方が慣性が大きいために運

Spectrum analysis of head and eye co-ordination during saccadic refixations at 0.3 Hz between two stationary targets in congenital strabismus syndrome, Case I.T.

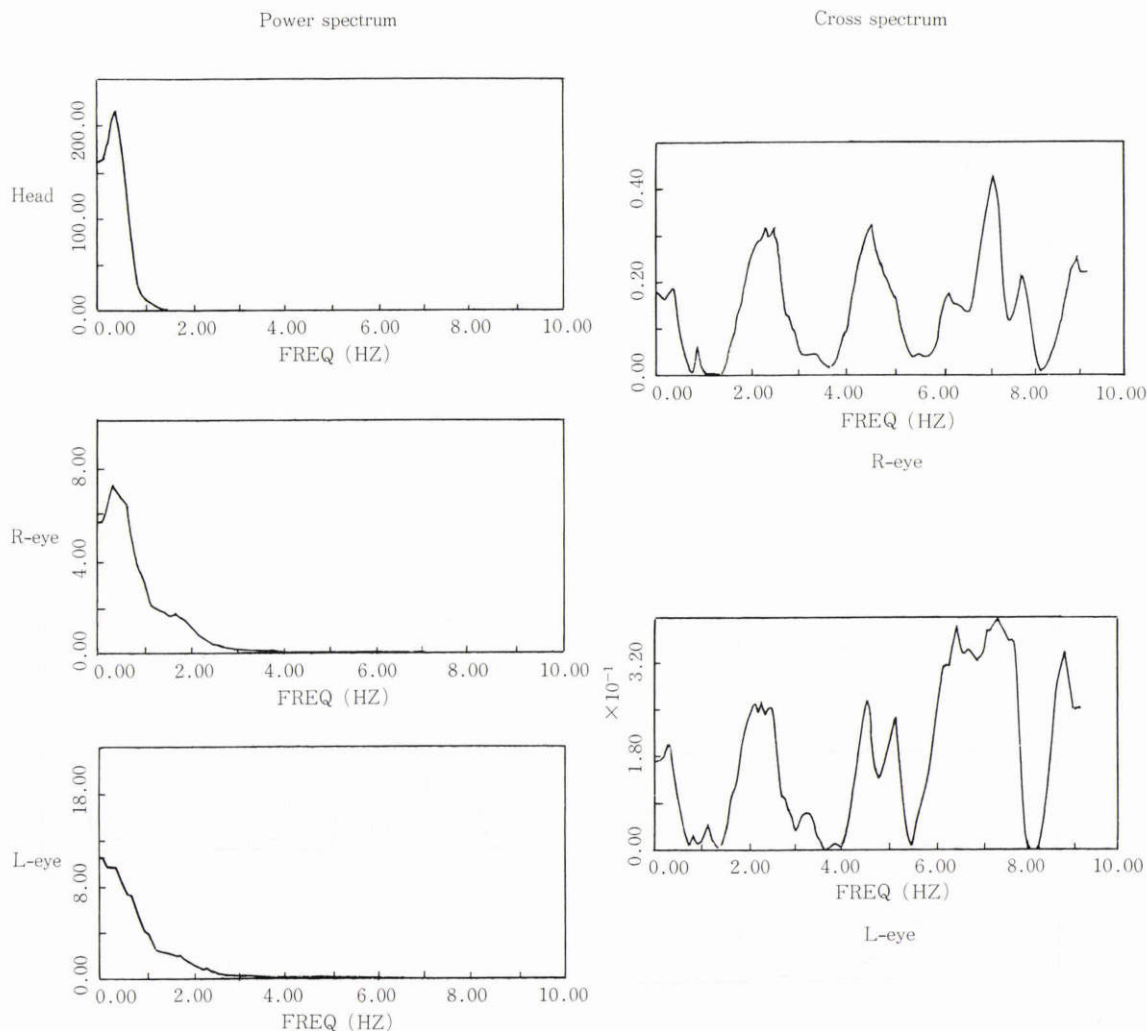


Fig. 7 Similar correlation of coherency is observed between dominant left eye and non-dominant right eye with respect to head movements.

動の速度が早くなると制御が難しく、指定通りの運動が遂行できにくくなるため、その結果、頭部運動には予測制御が介入し⁶⁾⁷⁾、運動波形は矩形波様から正弦波様に変化し、頭が眼よりもわずかに早く視標を追視してくると思われる。また、この正弦波様の頭部運動に対しては著しい代償性の眼球運動が出現し、視線の移動時にはサッケードによるピークを示す波形が矩形波に重畳するのが特徴である。

症例 (I.T.) の方が症例 (O.T.) よりも眼と頭の協調

は不良である。すなわち頭部の運動速度が早くなると非優位眼に眼位の動揺運動が出現し、頭の運動に対する両眼の代償性の眼球運動が不明瞭で、頭の運動振幅に対して眼のそれが相対的に小さく、また、低周期の点滅刺激に対しても正弦波様の運動ですべて対応する所見がみられた。つまり、症例 (I.T.) ではとくに頭部運動の制御が難しく、代償性の眼球運動も不規則で、したがって、先天性の斜視は眼位や両眼視の異常だけではなく、運動制御にも障害があるように考えられる。

Spectrum analysis of head and eye co-ordination during saccadic refixations at 0.6 Hz between two stationary targets in congenital strabismus syndrome, Case I.T.

Power spectrum

Cross spectrum

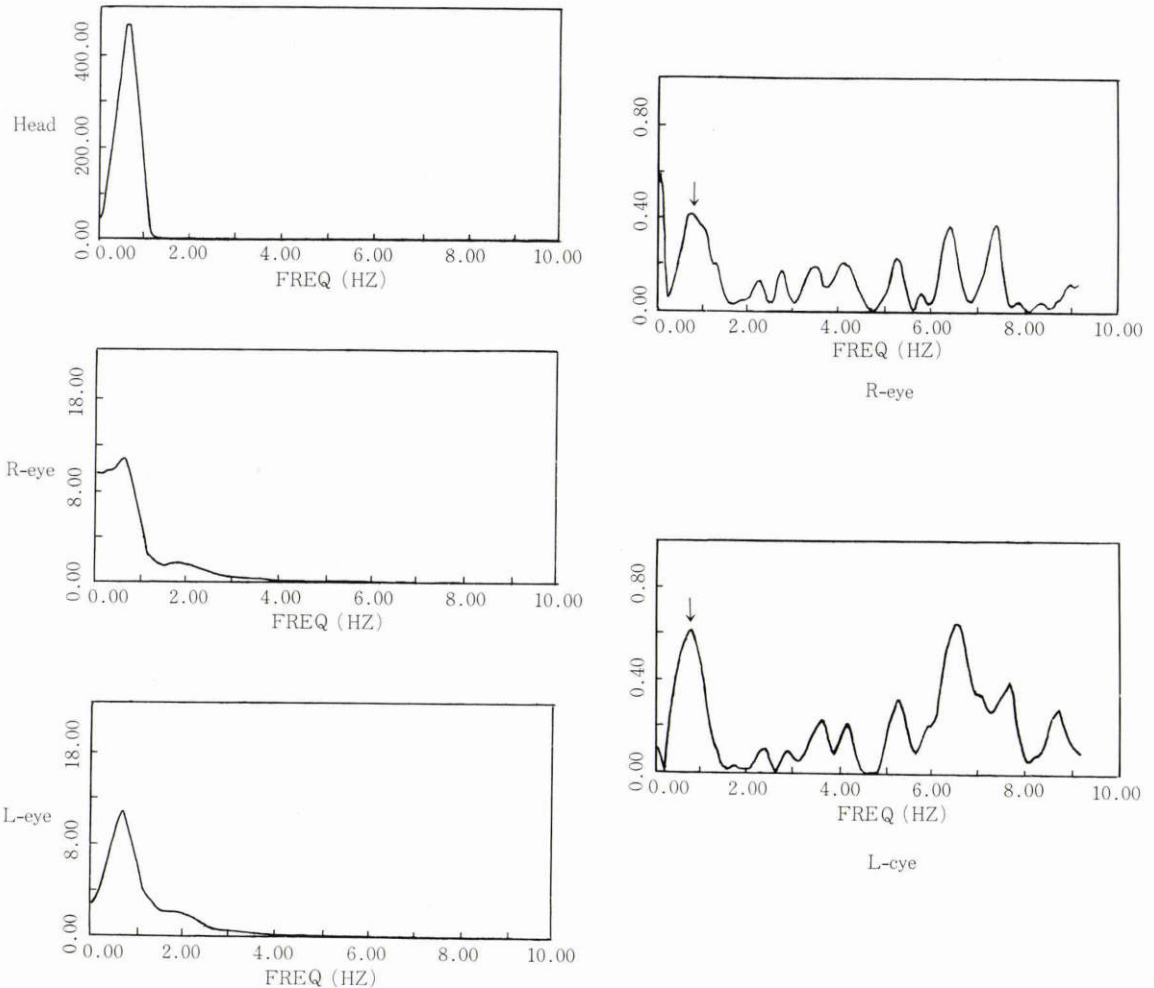


Fig. 8 A stronger correlation of coherency is observed between head and dominant left eye than with the right eye in response to the input signal of frequency. (arrows)

一方この点を静的状況下でみられる頭位の異常の程度と比較すると興味深い。何故なら、症例(I.T.)の方が両眼視下での頭位異常の程度が強く、眼と頭の協調運動の良否が、この頭位に反映されていると推察されるからである。

両眼視の状態と眼と頭の協調のそれを比較することにも興味のある点である。視標追視の周期が早くなると協調に著しい乱れを生じた症例(I.T.)の方が、周辺融

像も証明されず、両眼視は不良であった。したがって、両眼視の状態も眼と頭の協調に影響を与える要因の一つとして考慮される必要があると思われる。

2 症例とも視標点滅周期の遅い0.3Hzのコヒーレンスでは、入力信号の周波数成分に対しては両眼で差がみられなかった。一方、視標の点滅刺激が早くなると、初めて入力信号に対応する眼と頭の信号出力の周波数成分の相関の程度に差が生じ、優位眼と頭の協調

が非優位眼とその関係よりも優位を示した。この原因の一つは、本来、眼位に異常があるために、左右それぞれの眼を介する前庭—動眼反射の周波数応答に僅かな違いがあり、頭部運動の速度が早くなると両眼のその違いが、一層、顕性化して優位眼との協調の方が優位となったためと考えられる。もう一つには、水平方向成分の眼位ずれがなくとも運動速度が早くなると眼位に動揺が生じ、優位眼を介して固視の安定が維持されるためとも推測される。いずれにしても、中枢における視覚系と、前庭系の協調にもともと障害があるために運動負荷が大きくなると、左右の眼と頭の協調運動に違いが出現したと思われる。

優位眼を介する周波数応答優位の現象からは、両眼視下の頭位が優位眼に影響するという2症例の特徴的な頭位の本態を直接には証明することはできなかったが、時系列波形の所見と周波数解析の結果を総合すると、眼の頭の協調の良否が頭位に反映されていると推察される。しかも、優位眼との関連が非常に強ければ、頭位は優位眼にかなりの程度に影響されるといえる。ただし、頭位の発現パターンの特徴については今回の解結果だけでは不十分であり、今後の検討課題と

したい。

松尾信彦主任教授の御指導と御校閲に感謝を申し上げます。武縄佳代子視能訓練士、光岡建之文部技官の御協力に感謝いたします。

文 献

- 1) 大月 洋, 岡山英樹, 渡辺好政他: 3次元頭位計測システムによる頭部運動解析. 眼臨 81: 1141—1147, 1987.
- 2) 田淵昭雄: 眼—頭位協調運動—斜視, 外眼筋麻痺を中心にして—. 眼臨 81: 918—925, 1987.
- 3) Doden W: Die Untersuchung Schielender, Beihefte der Klinischen Monatsblätter für Augenheilkunde Heft 38: 69—115, 1961.
- 4) 大月 洋, 岡山英樹, 小西玄人他: 先天性斜視症候群の斜頸位に対する Half Torsional Kestenbaum 手術. 日眼 92: 477—483, 1988.
- 5) 岡山英樹: 眼振の病態生理の研究. 第1報. 頭位の3次元計測法の開発. 日眼 90: 1634—1639, 1986.
- 6) Leigh RJ, Zee DS: Eye-head coordination. In: Leigh RJ, Zee DS (eds), The Neurology of Eye Movement. FD Davis Company, 109—124, 1985.
- 7) Bizzi E: The coordination of eye-head movements. Sci Am 231: 100—106, 1974.