視運動眼振検査法に関する研究

ひ び たか や
日 比 孝 也*

目 次

I 緒 言	小括並びに考按
II 正常者の視運動眼振の計測	b) 垂直視運動眼振検査
一 視運動眼振検査 (計測法) の規準値の算出	① 総眼振数
1 被 験 者	② 眼振数 (10秒間毎)
2 検査方法	小括並びに考按
3 測定事項の計測方法	III 視運動眼振の自動処理
4 計測結果	1 装置および操作方法
A) 計測値の検定	2 自動処理装置の眼振計測方法
① 総眼振数の検定	3 自動処理装置の眼振表示方法と計測限界
② 左右差の検定	4 測定値の検討
③ 男女差の検定	小括並びに考按
B) 正常者の値	IV 臨床例の観察
a) 水平視運動眼振検査	代表例
① 総眼振数	① 眼振数異常の代表例
② 眼振数 (10秒間毎)	② 眼球速度異常の代表例
③ 眼振緩徐相速度 (10秒間毎の平均速度)	イ) 眼振緩徐相速度異常の代表例
④ 眼振急速相速度 (10秒間毎の平均速度)	ロ) 眼振急速相速度異常の代表例
⑤ 平均振巾 (10秒間毎の平均振巾)	③ 眼振振巾異常の代表例
⑥ 単位時間振巾和 (10秒間毎の振巾和)	④ 振巾ヒストグラム異常の代表例
⑦ 振巾ヒストグラム (10秒間毎)	⑤ 眼振振盪野異常の代表例
⑧ 眼振振盪野	小括並びに考按
	V 総 括
	VI 結 語
	VII 参考文献

I 緒 言

Bárány (1907, 1921) により臨床に導入せられた視運動眼振検査は Fox & Holmes (1926), Cords (1926), Ohm (1926, 1950, 1955), Mackensen (1954, 1959, 1960), Jung & Kornhuber (1964) により中枢神経の障害の診断, 視力検査, 半盲の検査に用いられてきた。

然し, 耳鼻咽喉科領域においては星野および南雲 (1923), 岩本 (1935), 水野 (1936) らの実験的並びに臨床的研究にかかわらず迷路眼振検査の如くには臨床で行われていなかった。このことは

A new method for examination of optokinetic nystagmus
Takaya Hibi

*岐阜大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任: 福田 精教授)

視運動眼振検査が末梢迷路障害の診断に有力ではないこと、眼振検査が、Bárány 以来迷路眼振検査にかたより過ぎたことによるものと思われる。

しかし、近時、我々耳鼻科医が迷路性めまいのみならず、頭部外傷によるめまい、脳循環障害によるめまいをも守備範囲に入れるに到り、また、福田 (1957)、時田 (1961) らにより眼振の生理が解明されるに伴い視運動眼振検査の重要性が再び認識されてきた。

福田 (1971) は「平衡機能検査」の冒頭に次の如く述べている。

“視性眼振はめまいおよび Ataxia の routine test として検査さるべきである。その理由は、optokinetic nystagmus の反射路は、単に optokinetic nystagmus を発来するのみならず同時に激しいめまいおよび Ataxia を正常人の誰にも惹起することを注目したい。しかし、このめまいおよび Ataxia は前庭迷路とは何の関係もない。よって一般の愁訴としてめまいおよび Ataxia が訴えられた場合、これを直ちに前庭迷路のみに結び、いわゆる Vestibular test に終始することなく、視性反射検査の見地に立って、めまいおよび Ataxia の他覚的所見を求むべきである。この視刺激を与えて実験的に惹起される視性のめまいおよび Ataxia は、視性眼反射路のどこかに恒常的病変があれば、この反射路の病状として、めまいおよび Ataxia を特発性に発来することは当然考えられる。よって検査にあたつては、従来の前庭機能検査におわることなく、さらに視性眼振の検査が routine に行われ、この反射路の何処かに存する病的所見を探すべきである。

従来前庭機能検査と呼ばれていたテストを平衡機能検査と呼ぶに到った原因はここにある。すなわち optokinetic reflex の検査を新らしく加えたからである。”

時田 (1968, 1969) は視運動眼振検査の意義として次の如く述べている。

第一の特徴は、視運動眼振検査は眼振の本来の働きを検査しうることである。眼振は眼前を相次いで移動する事物を固視するための平衡反射であるが、視運動眼振検査はこの眼振の生理機能を検査する点で実験的迷路眼振検査 (回転検査、温度検査) にはない意義がある。従って眼振検査において視運動性、迷路性両眼振の特質をよく理解し両者をあわせ検討すれば眼振異常をよりよく解釈することができる。

第二は、視運動眼振の観察により視運動眼振反射路およびそれに促進・抑制を与えている中枢神経系の機能を検査しうることである。視運動眼振は網膜→上丘 (外側膝状体→大脳視覚領→上丘) →網様体→眼筋核を介する反射であり、大脳、小脳、脳幹網様体がこの反射に促進・抑制を与えていると解されるが、視運動眼振検査によりこれらの部位の異常を検出することができる。

第三は、視性の平衡機能を検査しうることである。視運動眼振検査で動く対象物に対する眼の適応能力を検査することにより球技選手のすぐれた眼の機能、あるいは飲酒時の固視機能の破綻などをとらえることができる。

1970年日本平衡神経科学会の平衡機能検査の標準化に関する work shop においても視運動眼振検査が検討の対象として取りあげられている。

しかし、視運動眼振検査法、成績の判定規準、異常型の分類、成績の解釈、病巣診断の規準等が確立されたとはいいい難い。

視運動刺激装置として Ohm 型円筒、Jung 型装置が推奨されることが、刺激として次第に速度をます視運動刺激に対する反応を検査するため等加速度刺激のすぐれていること (平衡神経科学会、1970) が認められてきた。

また、正常値に関しては水越 (1961)、時田ら (1968, 1969) の報告、OKN 異常型の分類については水越 (1966)、時田 (1968, 1969) の報告を認めるが必ずしも完成したものとはいいい難い。

この点を明確にするため岐阜大耳鼻科では視運動眼振計測法(時田, 1972)を提唱しつつある。著者は視運動眼振計測法の基礎となる正常者の値の計測を行うとともに、この方法を容易に行うため作成した眼振自動処理装置に対しての検討を加えたのでこれを述べ、あわせてこの検査法の有用性を臨床的に検討した結果を述べる。

II 正常者の視運動眼振の計測

一視運動眼振検査(計測法)の規準値の算出—

1 被験者

水平、垂直視運動眼振検査の被験者は健康男子15名、女子15名である。男子の年齢は19才～46才、女子の年齢は19才～48才である。急速相速度計測の被験者はその内の男子10名、女子10名である。その年齢は男子28才～46才、女子22才～44才である。振巾ヒストグラム計測の被験者は男子10名、女子10名である。その年齢は男子28才～36才、女子22才～44才である。

2 検査方法

1) 刺激装置

視刺激荷重装置として水平眼振検査には回転大円筒を用いた(図1)。直径2m、高さ2m

の Ohm 型回転大円筒で内面に巾5cmの黒線が12本等間隔に付してある。被験者を円筒の中央に置いた椅子に坐らせ、円筒を右および左に回転し視刺激を与えた。頭部は支持台に固定した。なお、円筒右回転により発生する眼振を左向き眼振、円筒左回転により発生する眼振を右向き眼振と呼ぶ。

垂直眼振検査には Jung 型のスクリーン投影方式を用いた(図2)。巾90cm、半径95cm、周囲150°のスクリーンを使用した。投影装置は電動式でスクリーンに白色光を投影した。スリットは30°間隔に12本あり、スクリーンに巾3cmの白色光線を投影できる。スクリーンと被

図1 水平視運動眼振検査に用いた Ohm 型回転大円筒および眼振電計

図2 垂直視運動眼振検査に用いた Jung 型スクリーン投影装置

験者との距離は 95cm とした。スクリーンとの視角は 150° である。なお、上から下視刺激により発生した眼振を上向き眼振、下から上視刺激により発生した眼振を下向き眼振と呼ぶ。

calibration は被験者の正面前方 1 m にある水平および垂直の 2 個の点滅電球（距離は 17.4 cm）を注視することにより眼球偏倚角度 10° が眼振電図（ENG）記録上 1 cm になる様にした。

2) 視運動刺激

水平眼振検査には回転大円筒を用い 1 秒 2° 、90秒間の等加速度回転を行った。円筒は次第に早くなり最終円筒速度は $180^\circ/\text{sec}$ になる。

円筒速度が $180^\circ/\text{sec}$ に達した時、被験者に閉眼せしめ後眼振の発生を観察した。垂直眼振検査は Jung 型装置を用い 1 秒 1° 、90秒間の等加速度刺激で行った。最終線条速度は $90^\circ/\text{sec}$ になる。速度が $90^\circ/\text{sec}$ に達した時、被験者に閉眼せしめ後眼振の発生を観察した。なお、検査に際しては、被験者に眼前を横切る線条を 1 本 1 本数えてみるように指示した。

3) 記録方法

眼振の記録には 6 ch. 眼振電計を用いた（図 1）。検査に際しては第 1 ch. に水平眼運動（時定数 1.5）、第 2 ch. に水平眼運動（時定数 0.03）、第 3 ch. に垂直眼運動（時定数 1.5）、第 4 ch. に垂直眼運動（時定数 0.03）、第 5 ch. に円筒あるいは線条速度、第 6 ch. に線条が被験者の正面を横切る時のシグナルを記録した。なお、急速相速度計測の時は第 2 ch. の水平眼運動（時定数 0.03）記録の Gain を $1/4$ にして記録した。記録用紙速度は 1 秒 1 cm とした。電極は直径 10mm の皿状銀電極を使用した。水平誘導は電極を左右外眼角より 1 cm 外方に伴創膏にて固定した。垂直誘導は右側上眼窩と下眼窩に固定した。電極糊は日本光電製脳波用ペーストを用いた。記録に際しては右への眼運動、上方への眼運動がペンの上向きの振れとなり、左への眼運動、下方への眼運動がペンの下向きの振れとなるように設定した。DC 記録を

行う場合、電極は E.M.I. Rubber suction cup surface Electrode を用いた。

3 測定事項の計測方法

眼振電図の記録（図 3）より次の計測を行った。

① 総眼振数：90秒間の総眼振数を計測した。

② 眼振数（10秒間毎）：90秒間の ENG 記録を 10秒毎に 9 つに区分し各部分の眼振数を計測した。

③ 眼振緩徐相速度（10秒間毎の平均速度）：90秒間の ENG 記録を 9 つに区分し、各 10秒間における眼振緩徐相速度の平均を計測した。

④ 眼振急速相速度（10秒間毎の平均速度）：90秒間の ENG 記録を 9 つに区分し時定数 0.03 の記録より各 10秒間における急速相速度を計り平均をとった。

⑤ 平均振巾（10秒間毎の平均振巾）：90秒間の ENG 記録を 9 つに区分し各 10秒間の眼振振巾の平均を計測した。

⑥ 単位時間振巾和（10秒間毎の振巾和）：各 10秒間の眼振振巾の総和を計測した。

⑦ 振巾ヒストグラム（10秒間毎）：90秒間の ENG 記録を 9 つに区分し各 10秒間における振巾を $0\sim 10^\circ$ 、 $10^\circ\sim 20^\circ$ 、 $20^\circ\sim 30^\circ$ 、 30° 以上の 4 つに区分し、各部の % を計算しこれをヒストグラムで記載した。

⑧ 眼振振盪野：90秒間の ENG 記録（DC）において、各眼振の 1 つずつの緩徐相の中点を計り基線との距離を測定した。この場合常に基線に偏倚を生ずることが少なくないので記録終了時、基線が 5 mm 以上偏倚していないものを測定の対象とした。

4 計測結果

A) 計測値の検定

① 総眼振数の検定

② 左右差の検定

③ 男女差の検定 につき述べる。

① 総眼振数の検定

15名の被験者の中に正常被験者とはみなし得ない値を示した症例がないかを検定した。

図3 正常者の眼振電図記録（水平視運動刺激，2°/sec²，90秒，円筒右回転）

i) 男子の検定

男子の総眼振数の検定に Smirnof 棄却検定法を行った。検定値は男子15名（No.1～No.15）の右向き総眼振数および左向き総眼振数である。その計測値を No. 1 から No.15 まで、右向き総眼振数および左向き総眼振数の順に記載する。

No. 1	196, 195	No. 2	227, 226
No. 3	210, 192	No. 4	194, 205
No. 5	170, 174	No. 6	212, 225
No. 7	216, 202	No. 8	233, 220
No. 9	230, 247	No.10	216, 219
No.11	239, 220	No.12	225, 237
No.13	212, 214	No.14	244, 213
No.15	222, 243		

この値のうち棄却すべき異常値があるかどうか検定した。

標本平均 $\bar{x}$ ，標本分散 s^2 を算出し，最高値（または最低値）を x_N とした場合，

$$T_N^2 = \frac{(x_N - \bar{x})^2}{s^2}$$

5%の危険率に対して異常な T_N の値 即ち x_N を異常と判定させるような T_N の値と比較する。標本から計算した T_N の表の値より大きければ x_N を異常とみなし得る。

検定すべき最高値は 左向き総眼振数 247，最低値は右向き総眼振数 170 である。本検査例の $\bar{x}=215.9333$ ， $s^2=352.2622$ である。

最高値 $x_N=247$ の検定をすると

$$T_N^2 = \frac{(247 - 215.9333)^2}{352.2622} = 2.7398 \text{ である。}$$

$$\therefore T_N = 1.6552$$

T_N の表の数値と比較し $x_N=247$ は 5%の危険率で異常とみなされない。

最低値 $x_N=170$ も同様に検定した。 $T_N=2.4473$ で、 T_N の表の数値と比較し $x_N=170$ も 5%の危険率とすると異常とはみなされない。以上より計測した男子の総眼振数のうち棄

却すべき値はなかった.

ii) 女子の検定

女子 15 名 (No.1~No.15) の 総眼振数も同様に検定した. 検定の対象とした測定値は次の如くである.

No. 1	222, 212	No. 2	156, 153
No. 3	162, 144	No. 4	227, 210
No. 5	264, 247	No. 6	221, 248
No. 7	175, 222	No. 8	182, 229
No. 9	248, 262	No.10	222, 246
No.11	230, 244	No.12	203, 180
No.13	194, 200	No.14	162, 242
No.15	210, 197		

最高値は右向き総眼振数 264, 最低値は左向き総眼振数 144 である.

標本平均 $\bar{x}=210.4667$, 標本分散 $s^2=1118.8489$ である. 最高値 $x_N=264$ の検定をすると,

$$T_N^2 = \frac{(264 - 210.4667)^2}{1118.8489} = 2.5614$$

$$\therefore T_N = 1.6$$

最低値 $x_N=144$ の検定は

$$T_N^2 = \frac{(144 - 210.4667)^2}{1118.8489} = 3.9485$$

$$\therefore T_N = 1.9870 \text{ で}$$

いずれも 5% の危険率で異常とはみなされなかった. 従って女子の総眼振数のうち棄却すべき値はなかった.

② 左右差の検定

被験者 15 名の中に異常な左右差を示す症例があるか否かを総眼振数より検定した.

i) 男子の左右差の検定

左右差の検定は左向き総眼振数を右向き総眼振数で割った数値の内に, 異常値があるか否かを検定した. 検定の対象とした測定値は次の如くである.

No. 1	0.9949	No. 2	0.9956	No. 3	0.9143
No. 4	1.0567	No. 5	1.0235	No. 6	1.0613
No. 7	0.9352	No. 8	0.9442	No. 9	1.0739
No.10	1.0139	No.11	0.9205	No.12	1.0533
No.13	1.0094	No.14	0.8730	No.15	1.0946

標本平均 $\bar{x}=0.9976$, 標本分散 $s^2=0.0041$

検定すべき最高値 $x_N=1.0946$

$$T_N^2 = \frac{(1.0946 - 0.9976)^2}{0.0041} = 2.2927$$

$$\therefore T_N = 1.5141$$

最低値 $x_N=0.8730$

$$T_N^2 = \frac{(0.8730 - 0.9976)^2}{0.0041} = 3.7805$$

$$\therefore T_N = 1.9443 \text{ となり,}$$

最高値, 最低値ともに T_N の表と比較して 5% の危険率で異常とみなす値はなかった. 従って被験者とした 15 名の男子の中には同一母集団に属するものとは考え難い左右差を示した例はなかった.

ii) 女子の左右差の検定

女子の総眼振数で異常な左右差を示す例があるか否かを検定した時, 左向き総眼振数を右向き総眼振数で割った値で検定した場合, 検定値が大きくなり 5% の危険率で異常な左右差を示す例があった.

しかし逆に, 右向き総眼振数を左向き総眼振数で割った値で検定した場合では, 検定値に異常を示す例はなかった. その検定結果を述べる. 右向き総眼振数を左向き総眼振数で割った値は次の如くである.

No. 1	1.0472	No. 2	1.0196	No. 3	1.1250
No. 4	1.0810	No. 5	1.0688	No. 6	0.8911
No. 7	0.7883	No. 8	0.7948	No. 9	0.9466
No.10	0.9024	No.11	0.9426	No.12	1.1278
No.13	0.9700	No.14	0.6694	No.15	1.0660

この数値のうち異常値があるかどうか検定した. 標本平均 $\bar{x}=0.9627$, 標本分散 $s^2=0.2540$ 最高値 $x_N=1.1278$ の検定をすると

$$T_N^2 = \frac{(1.1278 - 0.9627)^2}{0.2540} = 0.1075$$

$$\therefore T_N = 0.3278$$

最低値 $x_N=0.6694$ を検定すると

$$T_N^2 = \frac{(0.6694 - 0.9627)^2}{0.2540} = 0.3386$$

$$\therefore T_N = 0.5818 \text{ となる.}$$

最高値，最低値ともに T_N の表と比較して 5 % の危険率において異常とみなす値はなかった．従って被験者とした15名の女子中には，同一母集団に属するものとは考え難い左右差を示した例はない．

③ 男女差の検定

男子と女子との値を1つのものとして取扱い，よいか否かの検定を行った．検定の対象とした値は前述の男子15名（No. 1～No.15）の総眼振数と女子15名（No. 1～No.15）の総眼振数である．

男子の総眼振数の標本平均 $\bar{x} = \frac{1}{N} (x_1 + x_2 + \cdots + x_N) = 215.9333$ ，標本変動 $Sx = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 = 10567.8670$ ，不偏分散 $Ux^2 = \frac{1}{N-1} S = 364.41$ である．

ついで同様に女子の総眼振数の標本平均 $\bar{y} = \frac{1}{N} (y_1 + y_2 + \cdots + y_N) = 210.4667$ ，標本変動 $Sy = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 = 33565.4670$ ，不偏分散 $Uy^2 = \frac{1}{N-1} S = 1157.43$ である．

男子の母標準偏差を σ_1 ，女子を σ_2 とし， $\sigma_1 = \sigma_2$ の検定をすると， $Fs = \frac{Uy^2}{Ux^2} = 3.1762$ ，危険率 5 % で求めた場合 $F_{29}^{29}(0.05) = 1.84$ であり， $Pr \{F > Fs\} < 5\%$ となり， $\sigma_1 \neq \sigma_2$ と判定された．即ち，本検査結果では，男子の測定値と女子の測定値では分散に 5 % の危険率で有意の差があり，両者を同一母集団に属するものとは認め難い結果であった．

男子の母平均を m_1 ，女子を m_2 とし， $m_1 = m_2$ を検定すると

$$\omega^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

N_1 : 男子の標本数 30, N_2 : 女子の標本数 30

$$\omega^2 = \frac{33565.47 + 10567.87}{30 + 30 - 2} = 760.9197$$

$$Fs = \frac{(\bar{x} - \bar{y})^2}{\omega^2 \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)} = \frac{(215.93 - 210.47)^2}{760.92 \times \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)} = 0.5877$$

危険率 5 % で求めた場合 $F_{29}^{29}(0.05) = 4.18$ であるから $Pr \{F > Fs\} > 5\%$ よって $m_1 = m_2$ と判定した．即ち男子の測定値と女子の測定値ではその平均値に 5 % の危険率で有意の差を認めなかった．以上より，本検査結果では男子と女子との総眼振数は母平均は 5 % の危険率で有意の差はなかったが，母標準偏差は 5 % の危険率で有意の差が認められたので，男子と女子との正常値算出は別々に行った．

B) 正常者の値

a) 水平視運動眼振検査

① 総眼振数 : $2^\circ/\text{sec}^2$ ，90 秒間の水平等加速度刺激による総眼振数につき述べる．

男子の右向き眼振の最高値は 244，最低値は 170，左向き眼振の最高値は 247，最低値は 174 であった．女子の右向き眼振の最高値は 264，最低値は 156，左向き眼振の最高値は 262，最低値は 144 であった．総眼振数における Smirnov の検定で右および左向き眼振には，異常な左右差を示す値がなかったので男子15名，女子15名，各30例として計測した．男子の総眼振数の平均値は215.93，女子は210.47であった．

総眼振数の信頼度 95 % の信頼限界 (confidence limits)，危険率 5 % の棄却限界 (rejection limits) を算出すると次の如くである．

男子の総眼振数の信頼限界は 215.93 ± 7.13 女子は 210.47 ± 12.70 であった．男子の棄却限界は 215.93 ± 39.67 ，女子は 210.47 ± 70.77 であった．

② 眼振数 (10秒間毎) :

イ) 男子の眼振数発来経過を示す．

眼振数発来経過の各区分における信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである (表1)．眼振数発来経過を図4で示す．

図4の縦軸は10秒間毎の眼振数を示す．横軸

表 1. 男子眼振数 (10秒間毎) の信頼限界, 棄却限界 (水平視運動刺激, $2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒)

時間経過 正常値	0-10"	10"-20"	20"-30"	30"-40"	40"-50"	50"-60"	60"-70"	70"-80"	80"-90"
平均値	4.6	13.77	22.4	28.3	30.8	31.5	30.0	29.03	22.53
信頼限界	± 0.8	± 1.3	± 1.6	± 1.35	± 1.17	± 1.42	± 1.82	± 1.99	± 1.73
上限	5.4	15.07	24	29.65	31.97	32.92	31.82	31.02	24.26
下限	3.8	12.47	20.8	26.95	29.63	30.08	28.18	27.04	20.8
棄却限界	± 4.48	± 7.28	± 8.9	± 7.53	± 6.51	± 7.93	± 10.16	± 11.12	± 9.65
上限	9.08	21.05	31.3	35.83	37.31	39.43	40.16	40.15	32.18
下限	0.12	6.49	13.5	20.77	24.29	23.57	19.84	17.91	12.88
線 条 数	4	11	17	23	31	37	43	51	57

図 4 水平視運動刺激 ($2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒) に対する正常者の値
男子の眼振数 (10秒間毎) の発来経過を示す。表 2. 女子眼振数 (10秒間毎) の信頼限界, 棄却限界 (水平視運動刺激, $2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒)

時間経過 正常値	0-10"	10"-20"	20"-30"	30"-40"	40"-50"	50"-60"	60"-70"	70"-80"	80"-90"
平均値	5.03	13.47	21.77	27.67	29.1	30.77	29.37	28.73	22.87
信頼限界	± 0.78	± 1.17	± 1.37	± 1.45	± 1.61	± 2.31	± 2.73	± 2.91	± 2.6
上限	5.81	14.64	23.14	29.12	30.71	33.08	32.1	31.64	25.47
下限	4.25	12.3	20.4	26.22	27.49	28.46	26.64	25.82	20.27
棄却限界	± 4.34	± 6.56	± 7.63	± 8.12	± 8.99	± 12.86	± 15.21	± 16.22	± 14.48
上限	9.37	20.03	29.4	35.79	38.09	43.63	44.58	44.95	37.35
下限	0.69	6.91	14.14	19.55	20.11	17.91	14.16	12.51	8.39
線 条 数	4	11	17	23	31	37	43	51	57

は眼振発来経過を示す。横軸の上段は0から90秒間の時間的経過を示す。中段は0から180°/secまでの円筒速度の経過を示し、下段は眼前を通過する線条数を示す。0から10秒迄の線条数は4本であり、円筒速度が早くなるにしたがい線条数は増加し最終の80から90秒間に眼前を通過する線条数は57本である。90秒間の総線条数は274本である。図中の実線は眼振数の信頼限界、破線は棄却限界を示す。

眼振数は円筒回転速度が60°/secになる迄直線的に増加する。60°～80°/secになると増加はやや緩やかになる。80°/secを越えると160°/sec迄ほぼ同数の眼振発来経過をとる。160°/secを越えると減少する。矢印の点（視運動刺激速度：60°/sec）は視運動刺激に対する眼の適応の限界（optokinetic adaptation limit）を示す。

ロ）女子の眼振数発来経過を述べる。

眼振数発来経過の各区分における信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである（表2）。女子の眼振数発来経過は男子と同様である。

③ 眼振緩徐相速度（10秒間毎の平均速度）：
イ）男子の緩徐相速度発来経過を示す。

男子の緩徐相速度発来経過の各区分における信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである（表3）。緩徐相速度発来経過を図5で示す。図5の縦軸は緩徐相速度を度数で示す。横軸は眼振発来経過を示す。横軸の上段は0から

90秒間の時間的経過を示す。下段は0から180°/sec迄の円筒回転速度を示す。緩徐相速度は円筒速度が60°/secになる迄直線的に早くなり60°/sec～80°/secでややゆるやかになる。80°/sec～160°/secではほぼ同様の発来経過をとり、160°/secを越えると緩徐相速度は減少する。矢印の点（視運動刺激速度：60°/sec）は視運動刺激に対する眼の適応の限界を示す。

ロ）女子の緩徐相速度発来経過を述べる。

緩徐相速度発来経過の各区分における信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである（表4）。女子の緩徐相速度の発来経過は男子と同様である。

④ 眼振急速相速度（10秒間毎の平均速度）：
イ）男子の急速相速度発来経過を示す。

男子の急速相速度の信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである（表5）。急速相速度発来経過を図6で示す。図6の縦軸は10秒間毎の急速相速度を度数で示す。横軸は眼振発来経過を示す。図中の実線は信頼限界、破線は棄却限界を示す。円筒回転開始より30秒間の間、急速相眼球速度は回転はじめより遅くなる。しかし、それ以後90秒迄の急速相速度は円筒速度が早くなってもほとんど変化がみられない。棄却限界の下限は59°以上である。

ロ）女子の急速相速度発来経過を述べる。

女子の急速相速度の信頼限界、棄却限界を表にすると次の如くである（表6）。男子の場合

表3. 男子眼振緩徐相速度（10秒間毎の平均速度）の信頼限界、棄却限界
（水平視運動刺激、2°/sec²、90秒）

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	18.83	36.94	57.59	69.54	75.22	74.99	75.03	72.23	65.27
信頼限界	±1.95	±2.95	±3.04	±4.52	±4.57	±5.65	±8.26	±8.58	±7.11
上限	20.78	39.89	60.63	74.06	79.79	80.64	83.29	80.81	72.38
下限	16.88	33.99	54.55	65.02	70.65	69.34	66.77	63.65	58.16
棄却限界	±10.88	±16.46	±16.97	±25.22	±25.47	±31.49	±45.99	±47.78	±39.58
上限	29.71	53.4	74.56	94.76	100.69	106.48	121.02	120.01	104.85
下限	7.95	20.48	40.62	44.32	49.75	43.5	29.04	24.45	25.69
円筒速度°/sec	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140	140-160	160-180

図 5 水平視運動刺激 ($2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒) に対する正常者の値
男子の眼振緩徐相速度 (10秒間毎の平均速度) の発来経過を示す。

表 4. 女子眼振緩徐相速度 (10秒間毎の平均速度) の信頼限界, 棄却限界
(水平視運動刺激, $2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒)

時間経過	0-10"	10"-20"	20"-30"	30"-40"	40"-50"	50"-60"	60"-70"	70"-80"	80"-90"
正常値									
平均値	15.87	33.85	50.73	58.60	63.04	62.77	62.41	59.43	55.81
信頼限界	± 1.74	± 3.32	± 4.66	± 6.15	± 7.06	± 7.48	± 8.23	± 8.75	± 8.7
上限	17.61	37.17	55.39	64.75	70.1	70.25	70.64	68.18	64.51
下限	14.13	30.53	46.07	52.45	55.98	55.29	54.18	50.68	47.11
棄却限界	± 9.69	± 18.51	± 25.98	± 34.26	± 39.32	± 41.66	± 45.84	± 48.76	± 48.48
上限	25.56	52.36	76.71	92.86	102.36	104.43	108.25	108.19	104.29
下限	6.18	15.34	24.75	24.34	23.72	21.11	16.57	10.67	7.33
円筒速度 $^{\circ}/\text{sec}$	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140	140-160	160-180

表 5. 男子眼振急速相速度 (10秒間毎の平均速度) の信頼限界, 棄却限界
(水平視運動刺激, $2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒)

時間経過	0-10"	10"-20"	20"-30"	30"-40"	40"-50"	50"-60"	60"-70"	70"-80"	80"-90"
正常値									
平均値	234.75	195.90	168.68	153.10	150	144.42	143.70	145.05	146.08
信頼限界	± 34.5	± 25.95	± 17.74	± 19.27	± 15.65	± 18.52	± 14	± 14.97	± 15.6
上限	269.25	221.85	186.42	172.37	165.65	162.94	157.70	160.02	161.68
下限	200.25	169.95	150.94	133.83	134.35	125.9	129.7	130.08	130.48
棄却限界	± 158.13	± 118.91	± 81.30	± 88.34	± 71.75	± 84.9	± 64.15	± 68.61	± 71.52
上限	392.88	314.81	249.98	241.44	221.75	229.32	207.85	213.66	217.6
下限	76.62	76.99	87.38	64.76	78.25	59.52	79.55	76.44	74.56

図 6 水平視運動刺激 ($2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒) に対する正常者の値
男子の眼振急速相速度 (10秒間毎の平均速度) の発来経過を示す。

表 6. 女子眼振急速相速度 (10秒間毎の平均速度) の信頼限界, 棄却限界
(水平視運動刺激, $2^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒)

時間経過	0-10"	10"-20"	20"-30"	30"-40"	40"-50"	50"-60"	60"-70"	70"-80"	80"-90"
正常値									
平均値	209.28	229.59	207.14	194.33	183.39	180.13	180.78	170.44	172.41
信頼限界	± 31.5	± 31.4	± 27.87	± 24.33	± 22.9	± 22.3	± 21.3	± 18.63	± 21.79
上限	240.78	260.99	235.01	218.66	206.29	202.43	202.08	189.07	194.2
下限	177.78	198.19	179.27	170	160.49	157.83	159.48	151.81	150.62
棄却限界	± 144.36	± 143.92	± 127.93	± 111.51	± 104.94	± 102.21	± 97.64	± 85.39	± 99.89
上限	353.64	373.51	334.87	305.84	288.33	282.34	278.42	255.83	272.3
下限	64.92	85.67	79.41	82.82	83.45	77.92	83.14	85.05	72.52

と同様、円筒回転開始より30秒間急速相速度は変化する。0～20秒の間は急速相速度は円筒回転が増すに従い早くなる。20～30秒間では遅くなる。以後90秒迄は円筒速度が早くなっても急速相速度はほとんど変化しない。棄却限界の下限は 64° 以上であった。

⑤ 平均振巾 (10秒間の平均振巾) :

イ) 男子の眼振振巾発来経過を示す。

男子の眼振振巾の発来経過の各区分における信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである (表 7)。振巾の発来経過を図 7 で示す。図 7 の縦軸は眼振振巾の大きさを度数で示した。横軸の上段は 0 から 90 秒間の時間経過を示し、下段は 0 から $180^{\circ}/\text{sec}$ までの円筒速度を

表 7. 男子平均振巾（10秒間毎の平均振巾）の信頼限界，棄却限界
（水平視運動刺激，2°/sec²，90秒）

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	27.32	23.39	20.13	18.64	18.36	17.49	17.66	17.69	17.25
信頼限界	±2.91	±2.52	±1.92	±1.65	±1.20	±1.6	±1.79	±1.93	±1.92
上限	30.23	25.91	22.05	20.29	19.56	19.13	19.45	19.62	19.17
下限	24.41	20.87	18.21	16.99	17.16	15.85	15.87	15.76	15.33
棄却限界	±16.23	±14.06	±10.70	±9.23	±6.7	±9.16	±9.99	±10.76	±10.69
上限	43.55	37.45	30.83	27.87	25.06	26.65	27.65	28.45	27.94
下限	11.09	9.33	9.43	9.41	11.66	8.33	7.67	6.93	6.56

図 7 水平視運動刺激（2°/sec²，90秒）に対する正常者の値
男子の平均振巾（10秒間毎の平均振巾）の発来経過を示す。

表 8. 女子平均振巾（10秒間毎の平均振巾）の信頼限界，棄却限界
（水平視運動刺激，2°/sec²，90秒）

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	21.12	21.88	19.34	17.53	17.23	16.26	16.42	15.88	15.73
信頼限界	±2.96	±2.6	±2.17	±2.14	±1.97	±2.04	±2.24	±3.03	±2.03
上限	24.08	24.48	21.51	19.67	19.2	18.3	18.66	18.91	17.76
下限	18.16	19.28	17.17	15.39	15.26	14.22	14.18	12.85	13.7
棄却限界	±16.48	±14.47	±12.12	±11.94	±11.46	±11.36	±12.5	±16.88	±11.32
上限	37.60	36.35	31.46	29.47	28.69	27.62	28.92	32.46	27.05
下限	4.64	7.41	7.22	5.59	5.77	4.9	3.92	-1.3	4.41

示す。図中の実線は信頼限界，破線は棄却限界を示す。眼振振巾は円筒回転開始後は大であるが，円筒速度が早くなるに従い振巾は小となる。

ロ) 女子の眼振振巾発来経過を述べる。
女子の眼振振巾の発来経過の各区分における信頼限界，棄却限界を表にすると次の如くであ

表9. 男子単位時間振巾和（10秒間毎の振巾和）の信頼限界，棄却限界
（水平視運動刺激，2°/sec²，90秒）

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	114.17	311	437.37	528.53	569.7	546.07	508.2	518.5	382.9
信頼限界	±8.9	±18.79	±28.41	±35.7	±36.97	±43.89	±64.21	±57.91	±43.43
上限	123.07	329.79	465.78	564.23	606.67	589.96	572.41	576.41	426.33
下限	105.27	292.21	408.96	492.83	532.73	502.18	443.99	460.59	339.47
棄却限界	±49.57	±104.65	±158.18	±198.82	±205.87	±244.4	±357.56	±322.46	±241.81
上限	163.74	415.65	595.55	727.35	775.57	790.47	865.76	840.96	624.71
下限	64.60	206.35	279.19	329.71	363.83	301.67	150.64	196.04	141.09

表10. 女子単位時間振巾和（10秒間毎の振巾和）の信頼限界，棄却限界
（水平視運動刺激，2°/sec²，90秒）

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	98.77	281.03	416.33	482.03	502.93	498.83	483.7	464.67	377.5
信頼限界	±13.35	±27.55	±41.55	±53.85	±59.33	±64.63	±71.29	±76.79	±61.29
上限	112.12	308.58	457.88	535.88	562.26	563.46	554.99	541.46	438.79
下限	85.42	253.48	374.78	428.18	443.6	434.2	412.41	387.88	316.21
棄却限界	±74.36	±153.39	±231.39	±299.82	±330.36	±359.86	±396.92	±427.55	±341.28
上限	173.13	434.42	647.72	781.85	833.29	858.69	880.62	892.22	718.78
下限	24.41	127.64	184.94	182.21	172.57	138.97	86.78	37.12	36.22

図8 水平視運動刺激（2°/sec²，90秒）に対する正常者の値
女子の単位時間振巾和（10秒間毎の振巾和）の発来経過を示す。

る(表8). 眼振振巾の発来経過は男子と同様である.

⑥ 単位時間振巾和(10秒間毎の振巾和):

イ) 男子の単位時間振巾和の発来経過を述べる.

信頼限界, 棄却限界を表にすると次の如くである(表9). 振巾和の信頼限界, 棄却限界の上下巾は大である.

ロ) 女子の単位時間振巾和の発来経過を示す.

振巾和の各区分における信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである(表10). 振巾和発来経過を図8で示す.

⑦ 振巾ヒストグラム(10秒間毎):

イ) 男子の眼振振巾発来経過をヒストグラムで示す(図9).

男子のはじめ10秒間の振巾ヒストグラムを%で表わすと振巾 0~10°, 26%, 10°~20°, 18%, 20°~30°, 28%, 30°以上 29%である. 検査終了前の80~90秒間では 0~10°, 24%, 10°~20°, 50%, 20°~30°, 21%, 30°以上 5%である. 振巾ヒストグラムの途中経過で0~10°の振巾は回転開始より終了まで振巾の20~26%をしめ大きな

変化はない. 10°~20°の振巾は回転はじめ10秒間は一番少なく18%であるが, 回転後30秒より増加し最終80~90秒では, 一番多くなり振巾の50%をしめる. 20°~30°の振巾は, はじめ10秒間は28%をしめ, 開始後10~30秒間に40~42%と増加するがそれ以後, 数が減少し80~90秒間では21%となった. 30°以上の振巾は回転開始後10秒の間は振巾のうち29%をしめ最も多い. しかし10秒以後は数は減少し回転途中の30~50秒の間では3~2%となり最も少なくなる. 最終80~90秒間では5%であった.

ロ) 女子の振巾発来経過をヒストグラムで述べる.

男子の発来経過とはほぼ同様の傾向を示している. 女子の振巾の回転はじめ10秒間の振巾ヒストグラムを%であらわすと振巾 0~10°, 34%, 10°~20°, 19%, 20°~30°, 33%, 30°以上は14%である. 回転終了前の80~90秒の間では0~10°, 34%, 10°~20°, 43%, 20°~30°, 17%, 30°以上は6%である. 振巾ヒストグラムの途中経過で0~10°の振巾は回転開始より終了まで19~34%をしめ大きな変化はない. 10°~20°の振巾は男子と同様30秒以後増加し80~90秒間では一番多

図9 水平視運動刺激(2°/sec², 90秒)に対する正常者の値
男子の眼振振巾ヒストグラム(10秒間毎)を示す.

く振巾の43%をしめる。30°以上の振巾は、はじめ10秒間は14%をしめるが40～60秒で最少となり3～2%となる。最終80～90秒では6%である。

⑧ 眼振振盪野：10名の観察より平均的な値だと考えられる成績を示した19才男子の代表例の振盪野を示す(図10)。縦軸はENG記録の基線よりの距離を度数で示し、横軸は眼振発来経過を示す。図10の上段は左向き眼振検査の振盪野を示す。0線より上方は緩徐相側、下方は急速相側である。下段は右向き眼振検査の振盪野を示す。0線より上方は急速相側、下方は緩徐相側である。刺激開始時1～2打の振盪野が緩徐相側にあるが、円筒速度が20°/sec～40°/secでは急速相側に移る。円筒速度が40°/secを越えると緩徐相側に移り、更に刺激が増し80°/secを越えると振盪野は中央付近となる。

小括並びに考察

① 刺激装置として水平視運動眼振検査に、Ohm型回転大円筒を用い、垂直視運動眼振検査に、Jung型のスクリーン投影方式を用いた

が、これはBárány型の刺激装置よりOhm型の刺激装置が優れているからである。即ち、Ohm型、Jung型においては被験者にたいして角速度が一定に保たれる。この為eye-speedの観察によい。視刺激に関与する視野が大きく刺激量がよく、眼振解発が良好である。(小池ら、1965)、(水越、1966)、(日本平衡神経科学会、1970)。

② 視運動眼振検査において眼に対する刺激は対象物の動く速度であるから、刺激は等速度刺激でもよい。等加速度刺激が視運動眼振に応用されるようになったのはAschan(1955)、福田・時田(1956、1957)からである。水越(1961)は、等速度刺激と等加速度刺激による視運動眼振の発来の比較を行い、等加速度刺激の方が、より活発な眼振解発をみると述べている。更に等加速度刺激を用いる利点は時田(1968)の述べる如く、徐々に速度を増す視運動刺激に対し発来する眼振を連続的に観察すれば、眼の動く事物に対する適応の状態をより把握できる点にある。

図10 水平視運動刺激(2°/sec², 90秒)に対する正常者の値男子の眼振振盪野の発来経過を示す。

③ 総眼振数の検定では Smirnoff の棄却検定により異常と判定し棄却すべき計測値はなかった。これは本検査方法がバラツキの少ない臨床検査法であることを示している。

④ 左右差に関しては、水越 (1961) および勝見 (1963) は左右別々に各パラメータの値を算出しているが、左右差があるということではなく、眼振方向優位性の資とした為である。

著者の行った計測においては円筒右回転に対する測定値、左回転に対する測定値において分散並びに平均値に差を認めなかった。

⑤ 総眼振数につき正常者の値は次の報告がある。時田 (1968, 1969) は視運動刺激 $1^\circ/\text{sec}^2$, 90秒間では、総眼振数は $150\sim 400$, $1^\circ/\text{sec}^2$, 180秒間では、 $400\sim 600$, $3^\circ/\text{sec}^2$, 60秒間では $120\sim 210$ としている。 $1.2^\circ/\text{sec}^2$, 100秒間の視刺激では水越 (1961) は $400.8\sim 181.4$, 勝見 (1963) は $300\sim 100$, DP% は 15%, 猪・水越 (1968) は $220\sim 160$, DP% は 10%, 石川 (1970) は $280\sim 100$, DP% は 15% としている。総眼振数のみの判定ではかくの如く同一条件でも各人の報告により可成りの差がみられる。視運動眼振検査の正常値の判定のむずかしさを示すものと思う。また、眼振数による異常判定の場合、総眼振数のみで異常判定するのではなく眼振発来経過を追って眼振数を計測する必要があることを示している。

⑥ 10秒間毎の眼振数の発来経過については水越 (1961) は $1.2^\circ/\text{sec}^2$, 100秒, 最終速度 $120^\circ/\text{sec}$ の刺激で単位時間別に 5% の危険率の棄却限界を求めている。即ち、上下限を図にかくと上限曲線は対数関数を示し、下限曲線はほぼ一次関数を示すと述べている。勝見 (1963) は、 $1.2^\circ/\text{sec}^2$ の加速度刺激では眼振頻度は加速度とほぼ平行して約 $60^\circ/\text{sec}$ までは、直線的に増加し、 $70^\circ\sim 80^\circ/\text{sec}$ で最高頻度に達し以後はほぼ同一の頻度を保ったのち若干減少の経過を示したと述べている。石川 (1970) は、眼振頻度の経過は約 $60^\circ/\text{sec}$ まで直線的に増加して $90^\circ/\text{sec}\sim 100^\circ/\text{sec}$ で最高頻度に達し以後は若干

減少したと述べている。

著者の計測にて眼振数発来経過をみると $60^\circ/\text{sec}$ まで直線的に増加し以後はややゆるやかな増加を示した。時田 (1960) はこれを眼の適応の限界と呼んでいる。

⑦ 眼振緩徐相速度に関して、時田 (1969) は次の如く述べている。 $1^\circ/\text{sec}^2$, 180秒間の視刺激を与えた時、円筒回転開始後約40秒迄は円筒速度とそれを追う eye-speed は一致し、固視は完全である。円筒速度が増すと eye-speed は円筒速度より遅れ対象物の固視が完全でなくなる。眼の動く事物を固視しうる最大の眼球速度を眼の動く事物に対する適応の限界 optokinetic adaptation limit と呼ぶ。この点迄は動く事物の像が網膜の一点 Fovea に固視されるので, foveal nystagmus (Jung, 1953), 固視完全型眼振 (時田, 1960) である。更に円筒速度が増すにつれ眼振頻度は増加するが、視刺激の速度より眼の偏倚速度がおくれるので外界の事物の像は網膜上を移動し retinal nystagmus (Jung, 1953), 固視不完全型眼振 (時田, 1960) である。

⑧ 眼の追従運動の限界に関しては次の報告がある。Grüttner (1939) は $60^\circ/\text{sec}$ とし、Jung (1953) は $90^\circ/\text{sec}$ 迄としているが、これは等速度刺激である。水越 (1961) は $30^\circ\sim 40^\circ/\text{sec}$ のドラム速度で既に緩徐相眼球速度の低減がみられたと述べている。勝見 (1963) は $1.2^\circ/\text{sec}^2$ の加速では $70^\circ\sim 80^\circ/\text{sec}$ にいたるまで加速度とほぼ一致して直線的な増加を示しており、以後は視性ドラムの回転速度と眼球速度との間にずれがあらわれ、眼球運動は加速度よりも増加はゆるやかになると述べている。Honrubia (1967, 1968) は猫の実験では眼振数、振巾、眼振緩徐相速度は、 $40^\circ\sim 50^\circ/\text{sec}$ 迄回転速度とともに増大し、ヒトでは線条に追従するのは $60^\circ/\text{sec}$ としている。石川 (1970) は回転速度 $30^\circ\sim 40^\circ/\text{sec}$ 迄はほぼ等しい速度で追従し、その後回転速度にややおくれるが $70^\circ\sim 80^\circ/\text{sec}$ まで直線的に上昇したと述べている。

吉田 (1971) は視運動眼振検査に用いられた線条の代りに、ひらがなおよび丸を投影する方法を用いている。これによると $1^\circ/\text{sec}^2$ で $180^\circ/\text{sec}$ まで加速を行った時、連続してひらがなを読む範囲は $60^\circ\sim 80^\circ/\text{sec}$ 迄で左右差はみられない。それ以後は、ひらがなを読むことはできるが連続してではなく、一つおきにあるいは二つおきに少しずつ飛ばして読む様になり、この際にも眼振の解発は活発で頻度は上昇を続けながら $90^\circ/\text{sec}$ が最高で次第に頻度は減少したと述べている。

鈴木 (1967) は、slow phase の上昇は視標に追従する能力をみることで OKP-test 上重要である。 $60^\circ\sim 80^\circ/\text{sec}$ 付近を最大値として直線的に上昇し、そのあとはほぼその値を保つのが正常であるとしている。上田 (1966) は、緩徐相速度はドラムの回転速度に一致して上昇した。この直線的関係の保持される範囲には個人差が認められ、16例中1例は $120^\circ/\text{sec}$ まで、残り15例は最大 $80^\circ/\text{sec}$ までであった。ドラム速度 $80^\circ/\text{sec}$ 以上では緩徐相速度はおくれ、またバラツキも大きくなったと述べている。

⑨ 眼の適応の限界 optokinetic adaptation limit (時田, 1960) に関し、猪・水越 (1968)、勝見 (1963)、石川 (1970) は緩徐相最大眼球速度 (MES) を検定し、MES に達した時点の視性ドラムの角速度を適応限界角速度 optokinetic adaptation limit と称している。その値は猪・水越は、 $110^\circ\sim 60^\circ/\text{sec}$, DP % 10 %, 勝見 $120^\circ\sim 60^\circ/\text{sec}$, DP % 15%, 石川は $120^\circ\sim 20^\circ/\text{sec}$, DP % 15% としている。

しかし時田 (1960, 1968, 1969) は眼が動く事物を固視し得る最大の眼球速度を眼の動く事物に対する適応の限界と呼び、この方が生理的意義が明確だとしている。

⑩ 眼振振巾に関しては、勝見 (1963)、石川 (1970) は総振巾について報告し、勝見は $4300^\circ\sim 700^\circ/\text{sec}$, DP % 30%, 石川は $6500^\circ\sim 2000^\circ/\text{sec}$, DP % 25% との結果を報告している。しかし両者ともに正常範囲が甚だ広く、計

測量が膨大で、測定に極めて多くの時間を要し、測定誤差を生じ易くなるので実用価値はほとんどないと述べている。

著者は、眼振振巾に関し10秒間の平均振巾と単位時間振巾和を計測し、時間的経過を追って計測したが、単位時間振巾和の信頼限界、棄却限界の上下巾は非常に大きく、パラメータとしては不適當である。振巾は平均振巾および振巾ヒストグラムで異常判定するのがよい。

⑪ 振巾ヒストグラムの発来経過を観察することにより波形異常をとらえ得る。すなわち、振巾の大きい眼振、振巾の小さい眼振の発来経過および階段状波と小振巾高頻度眼振を区別することができる。

⑫ 眼振急速相速度に関しては、Dohlman (1938) は急速相速度はほとんど一定で前庭刺激に左右されないと述べている。

小池 (1958) は、急速相速度は変化し急速相速度と緩徐相速度とは密接な関係にあり、緩徐相速度の増加とともに、急速相速度は増加すると述べている。

上田 (1966) は、それぞれの眼振急速相速度は緩徐相速度に依存せずほぼ一定のレベルを保持した。OKN と前庭性眼振の急速相速度の差は眼振の振巾と関係していると考えられると述べている。

著者は眼振急速相速度を時定数 0.03 秒の ENG 記録より測定した。眼振計の微分波形の振巾は眼球速度の増加に対して直線的でない。従って、この測定値は真の急速相速度とはズレがある。しかし、あえて時定数 0.03 秒より測定を行ったのは、患者の急速相速度の異常を摘発するのに微分波形より行うのが容易なので、この検査条件での正常値を算出し、一つの規準とした。この急速相速度算出値は眼振数の自動処理の際のスライスレベル決定の資料となった。すなわち男子急速相速度の下限は、 59° 以上、女子は 64° 以上である。この為、コンピュータの眼振数計測には急速相速度 $-1.2V$, 48° を越える場合に眼振数 1 個と算出する様に設定

した。

⑬ 振盪野に関しては P. Ohm (1936), Grüttner (1939), 麻生 (1953, 1956), 時田 (1961) がある。Grüttner によると視運動眼振の初発偏倚は緩徐相にも急速相にもみられ、いずれの場合にも急速相側に偏すとし、麻生 (1956) は、視運動眼振は 1) 急速相側でおこる, 2) 中央でおこる, 3) やや緩徐相側でおこるの3つのタイプがあるが、一番多いタイプは中央でおこるものである。しかし、前庭性眼振は急速相側でおこると述べている。

時田 (1961) はモルモットで実験した報告をしている。モルモットを回転大円筒の中央に置き $3^{\circ}/\text{sec}^2$, 60 秒視刺激を与えた時、眼振は初めは眼振急速相の側で起っているが、刺激が加重されると眼は次第に眼振緩徐相側に偏し、眼の立直り、すなわち急速相が発現し難く、遂には眼振が停止すると述べている。

b) 垂直視運動眼振検査

垂直視運動眼振検査は、眼振数のみ検討した。

① 総眼振数：

$1^{\circ}/\text{sec}^2$, 90 秒間の垂直等加速度刺激による総眼振数につき述べる。

上向き眼振検査の男子の最高値は 178, 最低値は 96, 平均 131.13, 女子の最高値は203, 最低値は 96 で平均 149.73 であった。下向き眼振検査の男子の最高値は 168, 最低値は 81, 平均

124.8 であった。女子の最高値は172, 最低値は 108, 平均139.2 であった。

計測値より信頼度95%の信頼限界および危険率 5 %の棄却限界を求めた。上向き眼振の男子の信頼限界は 131.13 ± 12.91 , 女子は 149.73 ± 19.48 , 男子の棄却限界は 131.13 ± 51.64 , 女子は 149.73 ± 77.93 であった。下向き眼振検査の男子の信頼限界は 124.8 ± 11.19 , 女子は 139.2 ± 12.9 , 男子の棄却限界は 124.8 ± 44.76 , 女子は 139.2 ± 51.61 であった。

②眼振数 (10秒間毎)：

水平視運動刺激検査の場合と同様、90秒間の ENG 記録を10秒毎に 9 つに区分し各部の眼振数を計測した。

イ) 男子上向き眼振数の発来経過を示す。

男子の上向き眼振数発来経過の各区分における信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである (表11)。その発来経過を図11で示す。図11の縦軸は10秒間毎の眼振数をとった。横軸の上段は 0~90秒間の時間的経過を示す。中段は 0~90°/sec までの線条速度を示す。下段は眼前を通過する線条数を示す。0~10 秒迄の線条数は 2 本であり、回転速度が早くなるにしたがい線条数が増加し、最終80~90秒間では28本であることを示す。90秒間の総線条数は 137本である。

図中の実線は信頼限界、破線は棄却限界を示す。眼振数は $20^{\circ}/\text{sec}$ になるまで直線的に増加

表11. 男子上向き眼振数 (10秒間毎) の信頼限界, 棄却限界 (垂直視運動刺激, $1^{\circ}/\text{sec}^2$, 90秒)

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	2.2	8.6	13.27	17.47	18.2	19.47	19.93	19.33	12
信頼限界	± 0.67	± 2.38	± 1.97	± 1.55	± 1.62	± 1.91	± 2.56	± 2.44	± 2.28
上限	2.87	10.98	15.24	19.02	20.24	21.38	22.49	21.77	14.28
下限	1.53	6.22	11.3	15.92	16.58	17.56	17.37	16.89	9.72
棄却限界	± 2.68	± 9.52	± 7.92	± 6.22	± 6.49	± 7.66	± 10.26	± 9.78	± 9.13
上限	4.88	18.12	21.19	23.69	24.69	27.13	30.19	29.11	21.13
下限	-0.48	-0.92	5.35	11.25	11.71	11.81	9.67	9.55	2.87
線条数	2	6	8	12	15	19	21	26	28

図11 垂直視運動刺激 (1°/sec², 90秒) に対する正常者の値
男子の上向き眼振数 (10秒間毎) の発来経過を示す。

する。20°/sec を越えると 40°/sec までゆるやかな直線となり 40°/sec~80°/sec ではほぼ同数の眼振発来経過をとる。80°/sec を越えると減少した。

- ロ) 女子上向き眼振数発来経過を述べる。
女子上向き眼振検査の信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである (表12)。眼振数は線条速度が 20°/sec になる迄直線的に増加し、20°/sec を越えると 30°/sec までゆるやかな直線となり30°/sec~80°/sec までほぼ同数の眼振発来経過をとり、80°/sec を越えると減少した。
ハ) 男子下向き眼振数発来経過を示す。
男子の下向き眼振数の信頼限界および棄却限

界を表にすると次の如くである (表13)。図12の実線は信頼限界、破線は棄却限界を示す。眼振数は線条速度が 40°/sec になる迄直線的に増加する。40°/sec を越えると 60°/sec までゆるやかな直線となり 60°/sec~80°/sec ではほぼ同数の眼振発来経過をとる。80°/sec を越えると減少した。

- ニ) 女子下向き眼振数発来経過を述べる。
女子下向き眼振数の信頼限界および棄却限界を表にすると次の如くである (表14)。眼振数は線条速度が 20°/sec になる迄直線的に増加し、20°/sec を越えると 50°/sec までゆるやかな直線となり、50°/sec~80°/sec までほぼ同数の眼

表12. 女子上向き眼振数 (10秒間毎) の信頼限界, 棄却限界 (垂直視運動刺激, 1°/sec², 90秒)

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	4.33	12.47	17	18.93	20.13	20.67	21.47	21	13.60
信頼限界	±2.25	±3.36	±3.76	±2.93	±2.62	±2.24	±2.66	±2.85	±3.43
上限	6.58	15.83	20.76	21.86	22.75	22.91	24.13	23.85	17.03
下限	2.08	9.11	13.24	16	17.51	18.43	18.81	18.15	10.17
棄却限界	±9.00	±13.44	±15.06	±11.73	±10.48	±8.96	±10.65	±11.41	±13.72
上限	13.33	25.91	32.06	30.66	30.61	29.63	32.12	32.44	27.32
下限	-4.67	-0.97	1.94	7.2	9.65	11.71	10.82	9.59	-0.12
線条数	2	6	8	12	15	19	21	26	28

表13. 男子下向き眼振数（10秒間毎）の信頼限界，棄却限界（垂直視運動刺激，1°/sec²，90秒）

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	2.07	7.33	11.27	15.13	17.07	19.67	19.27	19.73	13.27
信頼限界	±0.33	±1.26	±1.33	±1.63	±1.85	±1.79	±2.22	±3.33	±3.15
上限	2.4	8.59	12.6	16.76	18.92	21.46	21.49	23.06	16.42
下限	1.74	6.07	9.94	13.5	15.22	17.88	17.05	16.4	10.12
棄却限界	±1.32	±5.07	±5.32	±6.53	±7.41	±7.18	±8.88	±13.32	±12.62
上限	3.39	12.4	16.59	21.66	24.48	25.85	28.15	33.05	25.89
下限	0.75	2.26	5.95	8.6	9.66	12.49	10.39	6.41	0.65
線条数	2	6	8	12	15	19	21	26	28

図12 垂直視運動刺激（1°/sec²，90秒）に対する正常者の値
男子の下向き眼振数（10秒間毎）の発来経過を示す。

表14. 女子下向き眼振数（10秒間毎）の信頼限界，棄却限界（垂直視運動刺激，1°/sec²，90秒）

時間経過	0-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
正常値									
平均値	3.67	9.67	13.40	16.53	19.4	19.67	20.53	20.53	15.8
信頼限界	±1.70	±1.48	±2.32	±1.77	±2.24	±1.67	±2.38	±2.31	±3.14
上限	5.35	11.15	15.72	18.30	21.64	21.34	22.91	22.84	18.94
下限	1.97	8.19	11.08	14.76	17.16	18	18.15	18.22	12.66
棄却限界	±6.83	±5.95	±9.31	±7.09	±8.97	±6.68	±9.54	±9.24	±12.56
上限	10.50	15.62	22.71	23.62	28.37	26.35	30.07	29.77	28.36
下限	-3.16	3.72	4.09	9.44	10.43	12.99	10.99	11.29	3.24
線条数	2	6	8	12	15	19	21	26	28

振発来経過をとり、 $80^\circ/\text{sec}$ を越えると減少した。

小括並びに考按

① 垂直視運動眼振検査の正常値につき次の報告がある。時田 (1968, 1969) は視運動刺激 $1^\circ/\text{sec}^2$, 90秒間, 上向き眼振は 130~230, 下向き眼振は 130~250, $1^\circ/\text{sec}^2$, 180 秒間, 上向き眼振 300~450, 下向き眼振 200~450, $3^\circ/\text{sec}^2$, 60秒間, 上向き眼振 90~180, 下向き眼振 60~180としている。

石川 (1970) は $1.2^\circ/\text{sec}^2$, 100 秒間で 250~80, DP% 25% としている。

② Jung (1953) は白色光線の投影ドラムの方角を水平と垂直にかえて検査し、おのおの別個の診断的意義を認めている。

Smith (1962), Stiefel and Smith (1962) も水平・垂直方向の視運動眼振反応につき系統的な研究を行っている。Bárány 型ドラムで等速度視刺激を与え、上下両反応ともほぼ均等な解発を示したと報告した。

Jung (1953), Jung & Kornhuber (1964) は、垂直眼振の ENG 記録は定量的な測定は眼

瞼運動のため困難である。上向き眼振は下向き眼振に優るとしているが、それは生理的な違いによるものか、眼瞼運動によるものかまだ不明としている。

本橋 (1965) は水平視運動刺激用ドラムを使用し、頭位を左右側頭位に変化して垂直視運動眼振検査を行っている。これによると下向き眼振の解発が優位を示したと述べている。石川 (1970) は約 $20^\circ/\text{sec}$ より追従運動の遅延がみられ、緩徐相速度との不一致が生ずる。また上向き眼振、下向き眼振に対して、ほとんど相対的差がみられず、水平の左右差と同様、垂直の上下差を比較できるとしている。

調 (1968) は Bárány 型等速度回転円筒を使用し、垂直成分は水平成分と同様、解発は良好であるが、眼振数、総振巾ともに水平成分より解発は若干劣る。垂直成分の中では、下向き眼振より上向き眼振の方が、やや解発は良好があるが、バラツキは大きいとしている。

著者の計測では、上向き眼振打数は下向き眼振の値より棄却限界の上下巾が大であった。

III 視運動眼振の自動処理

1 装置および操作方法

眼振記録には三栄測器製眼振電計 (6ch.) を用いた。眼振処理には時田の指導にもとづき、日本光電で特別製作せしめた眼振自動処理装置を用いた。本器は、(i) AD 変換、演算部分、(ii) 記憶表示部分、(iii) モニター用ブラウン管 (日本光電製, VC-7A), (iv) X-Yレコーダ (渡辺測器製) よりなる (図13)。

記録・処理の対象にした眼振は視運動刺激 $2^\circ/\text{sec}^2$, 90 秒間により生ずる視運動眼振である。眼振電図記録において、水平眼振を第 1 ch. (TC. 1.5 秒), 第 2 ch. (TC. 0.03 秒) に、垂直眼振を第 3 ch. (TC. 1.5), 第 4 ch. (TC. 0.03) に、第 5 ch. に cylinder speed, 第 6 ch. に円筒線条シグナルを記録した。また、マーカーを用い刺激開始、終了をマークした。モニター

用ブラウン管にて ENG の第 1 ch. および第 2 ch. の波形を観察した。

眼振電計と眼振自動処理装置を on-line で連

図13 眼振自動処理装置

左よりX-Yレコーダ、記憶表示部分、AD変換演算部分、モニター用ブラウン管の順に配置してある。

図14 眼振自動処理装置配置図

結した(図14)。モニター用ブラウン管を利用し、処理装置への入力を調節した。すなわち入力は 10° の眼運動が1V、 $10^\circ/\text{sec}$ の眼球速度波形が0.25Vとなるようにした。

また、円筒右回転に対する眼振も、左回転に対する眼振もすべて緩徐相が+側に、急速相が-側にふれるように処理装置パネル上スイッチを切り替えて入力した。

更に、振巾計測の為に第1ch.の波形の基線をブラウン管上の計測用の第一基線にあわせた。眼振数および緩徐相眼球速度計測の為に、第2ch.の波形の基線をブラウン管上の計測用の第二基線にあわせた。

検査開始と同時に眼振電計のマーカーのスイッチを入れる。同時にコンピュータの計測がスタートする。

90秒間の連続的な眼振打数は眼振計測と同時に、処理装置のカウンターに示される。

すなわち、1打毎に眼振数を増し、90秒の記録終了時の総眼振数を示す(図15)。眼振打数の計測とともに10秒間毎の眼振数、10秒間毎の平均緩徐相速度、10秒間毎の平均振巾が計測され記憶される。90秒間の計測終了後、眼振数、緩徐相速度、振巾の切り換えスイッチとDisplayのボタンをおすことにより、各々の発来経過をブラウン管上にプロットとして表示できる(図15)。表示用ブラウン管にはブラウン管面の高さ10cmを眼振数63打とし、また、振巾 60° を10cmとして表示される。眼球速度のみはブラウン管面の高さ5cmを 120° として表示される。そしてこの値はread outのボタンをお

図15 眼振自動処理装置の記憶表示部分

カウンター表示は総眼振数(水平視運動刺激 $2^\circ/\text{sec}^2$, 90秒)を示し、ブラウン管表示は眼振数(10秒間毎)の発来経過を示す。

図16 X-Yレコーダ表示

眼振数(10秒間毎)の発来経過を示す。

すことにより、X-Yレコーダ上に置いた眼振数、緩徐相眼球速度、眼振振巾の信頼限界、棄却限界を印刷した図上に書き出すことができる(図16)。

2 眼振自動処理装置の眼振計測方法

モニター用ブラウン管上の波形より眼振数、緩徐相眼球速度、眼振振巾の計測方法を図示する(図17)。

モニター用ブラウン管を用いての較正により、自動処理装置は 10° の眼運動が1V(1cm)、 $10^\circ/\text{sec}$ の眼球運動が0.25V(0.25cm)として入力する。この二つの値を加算し、あるいはAD変換して眼振値が算出される。

i) 眼振数の計測方法

眼振数は時定数0.03秒の波形において急速相波形が基線にもどる時、スライスレベルを

図17 眼振自動処理装置の眼振計測方法

上方の波形は TC. 1.5, 下方の波形は TC. 0.03 で記録した. 眼振数の slice level は -1.2V, 眼振緩徐相速度は逐次比較方式, 眼振振巾は, 電圧加算方式で計測した.

-1.2V として count した. 1.2V は急速相眼球速度 48° に相当する.

ii) 緩徐相速度は眼振波形が -1.2V の slice level を横切った時点より 100 msec~200msec 後の緩徐相微分波形の基線よりの高さを逐次比較方式で計測した. その精度は緩徐相速度を 1° まで計測できる.

iii) 眼振振巾は時定数 1.5 秒の波形より電圧加算方式で計算する.

3 眼振自動処理装置の眼振表示方法と計測限界

次に記録終了後の表示ブラウン管に現われる

計測値の読み取り基準を述べるとともに, この装置で計測しうる値の限界を述べる.

i) 眼振数

総眼振数の表示は眼振記録中カウンターにアラビア数字にて行われる. 総眼振数の測定限界は90秒間 999 である.

10秒間毎の眼振数は表示ブラウン管上の高さ 10cm を 63打として表示される. 従ってその測定限界は63打である.

ii) 平均緩徐相眼球速度

平均眼球速度は表示ブラウン管上中央線を 0 線としブラウン管上の高さ 5 cm を 120° の速度として表示される. 測定限界は眼振 1 打120° である.

iii) 平均振巾

表示ブラウン管上の高さ 10cm を 60° の振巾として表示される. 測定限界は眼振 1 打 60° である.

眼振自動処理の方法と精度とをまとめ表に示した (表15).

4 測定値の検討

眼振自動処理による方法と用手法との比較を行った. 正常者 5 名10側の眼振をこの装置で計測した結果を用手法で算出した正常域と比較した. 眼振数, 平均緩徐相速度, 平均振巾とも正常域に入る (図18, 19, 20). 本装置が臨床的に

表15. 眼振自動処理の方法と精度

装置 測定		ENG	分析器 (モニターブラウン管)	測定限界	表 示	
					分析器 ブラウン管	X - Y レコーダ
90 秒 間	総 眼 振 数	TC 0.03 (速度波形) 10°/sec : 2.5mm	120°/sec : -3V (3cm) slice level -1.2V	999 (90秒間)	カウンタ数値	
	10秒間毎眼振数			63打 (10秒間)	ブ ラ ウ ン 管	正 常 者 の 信 頼 限 界 棄 却 限 界 を 記 入 し た 図 に 表 示
	平均眼振緩徐相 速 (10秒間)		120°/sec : +3V (3cm) 逐次比較方式 120°/128≒1°	120° (眼振 1 打)		
	平 均 振 巾 (10秒間)	TC 1.5 10° : 10mm	60° : ±3V (6cm) 電 圧 加 算 100m V : 1° 毎	60° (眼振 1 打)

図18 眼振自動処理法と用手法との比較

眼振数 (10秒間毎) はよく正常域に入っている。

図19 眼振自動処理法と用手法との比較

眼振緩徐相速度 (10秒間毎の平均速度) は正常域に入るがややバラツキがある。

図20 眼振自動処理法と用手法との比較

平均振巾（10秒間毎の平均振巾）はよく正常域に入っている。

使用可能であることを示している。

小括並びに考按

① 眼振数計測について

コンピュータ計測において波形がノイズであるか眼振であるかの区別が問題である。

ENG 記録より用手法で計測した場合は、急速相の波形の高さが3°以上のものを眼振とし計測した。コンピュータ計測の場合は、ブラウン管上の急速相の波形より slice level -1.2V にて計測した。-1.2V は眼球速度 48° に相当する。この値を slice level に用いた理由は前述の如く、眼振電図記録の急速相を用手法的に計測すると、正常者の急速相速度の棄却限界が男子 59.5°, 女子 64.9° 以上であることによる。59° は -1.4V に相当するのに -1.2V としたのは、目盛調整時の誤差をみたためである。slice level -1.2V とした場合に用手法とコンピュータ計測とがよく一致した。

② 緩徐相眼球速度について

本装置においては緩徐相速度を眼振緩徐相微分波形の高さより逐次比較方式により計測して

いる。すなわち急速相の微分波形において基線にもどる波が -1.2V の slice level を通過した時点より 100 msec ~ 200 msec 後の緩徐相微分波形の高さを計測している。

急速相微分波形が基線にもどる動きにおいて数学的微分が得られない為、直線ではなく弧状をえがいて緩徐相微分値に移行するので、slice level を切った点より 100 msec では、緩徐相波形の平坦部には到っていない。

また、緩徐相速度の測定点を slice level が切った時点より 200 msec とすると高頻度眼振 (5Hz 以上) では、緩徐相速度を測定しえない。そこで slice した点より 100 msec の時点では、緩徐相速度を示す波の高さが平坦部の約70%であったことより、この値を補正して高さの計測を行った (図17)。緩徐相速度は原波形より計測すべきと考えている。用手法との比較においてコンピュータ計測値は棄却限界には入るがバラツキがある。

③ 眼振振巾について

平均振巾は、TC. 1.5 の波形の高さを振巾と

して計測した。平均振巾は用手法とコンピュータ法との比較においてよく数値が一致した。

④ 眼振処理専用コンピュータの利点として次の項目がある。

i) ENG 記録と同時に、数、眼球速度、振巾等の計測、処理、表示ができる。

ii) グラフ表示で結果の判定、評価が客観的にできる。

iii) 用手計測では実施困難な分析ができる。

iv) 操作は極めて簡単である。

⑤ 眼振の自動処理については

i) 汎用のコンピュータを利用する方法 (Herberts et al, 1968), (Matz et al, 1970), (Tole and Young, 1971)

ii) 眼振専用コンピュータを製作して行う方法 (Johnson et al, 1967)

iii) 医用電子計算機を用いる方法 (Miyoshi et al, 1970)

iv) 電氣的回路を利用する方法 (Guedry et al, 1968), (Komatsuzaki et al, 1969)

が報告されている。

著者は岐大耳鼻科で提唱している視運動眼振検査法 (計測法) を行いうるプログラムをもつ眼振処理専用コンピュータを用いた。

専用コンピュータは大型コンピュータ、ミニコンピュータ使用に比べ、用途が限られる欠点はあるが、処理用プログラムを作る労力がなく使用が容易で、費用も少なくすむ利点がある。

今後、臨床検査において眼振電図記録と同時に処理し結果をうることを考えると専用コンピュータを使用することが最も実用的である。本装置には、眼球速度測定に欠点はあったが、臨床的に用いて甚だ有要であった。

今後、更にこのような装置を開発、完成さすべきと考えている。

IV 臨床例の観察

以上、視運動眼振のパラメータとして、眼振数、眼球速度 (緩徐相、急速相)、振巾、振盪野、ヒストグラムを取りあげその正常域を明らかにした。そして正常域を記入した図上に患者の眼振検査における計測値を記入し、成績を評価する方法 (計測法) を提唱した。次に、この検査法が臨床例の OKN 異常を検出するのに有要であることを代表例をあげて述べる (水平視運動眼振検査結果につき述べる)。

① 眼振数異常の代表例

i) Cerebellitis 例 (19才、男子) の眼振数発来経過を図示する (図21)。

図21がその右向き眼振数の発来経過である。回転ははじめより $20^\circ/\text{sec}$ まで眼振数は棄却限界内であるが、それ以後 $30^\circ/\text{sec} \sim 180^\circ/\text{sec}$ では棄却限界を下まわっている。総眼振数は右向き眼振64、左向き眼振65であった。これは低頻度眼振である。

ii) 黄斑部変性症例 (20才、女子) の眼振数発来経過を図示する (図22)。

図22の太い実線がその左向き眼振数の発来経過である。円筒回転開始より $100^\circ/\text{sec}$ まで棄却限界を越える打数がみられる。以後 $100^\circ/\text{sec} \sim 180^\circ/\text{sec}$ では棄却限界内に入っている。しかし、信頼限界より多い。総眼振数は右向き眼振301、左向き眼振328であった。これは低速部高頻度眼振である。

iii) 脳循環不全例 (18才、女子) の眼振数発来経過を図示する (図22)。

図22の細い実線がその左向き眼振数の発来経過である。回転開始より視刺激終了まで全経過にわたり棄却限界を越えている。右向き総眼振数343、左向き総眼振数339であった。これは全経過高頻度眼振である。

② 眼球速度異常の代表例

i) 眼振緩徐相速度異常の代表例

i) 脳循環不全例 (18才、女子) の眼球速度発来経過を図示する (図23)。

図23がその右向き眼振の眼球速度発来経過である。回転開始より全経過にわたり棄却限界を

図21 Cerebellitis 例 (19才, 男子) の眼振数発来経過を示す。

図22 上方の太い実線は黄斑部変性症例 (20才, 女子) の眼振数発来経過
下方の細い実線は脳循環不全例 (18才, 女子) の眼振数発来経過を示す。

図23 脳循環不全例（18才，女子）の眼振緩徐相速度発来経過を示す。

越えている。これは全経過高速度眼振である。

ii) 右内直筋麻痺例（20才，女子）の眼球速度発来経過を図示する（図24）。

左健側眼を遮眼し，右患側眼に視刺激を与えた時に発来した左健側眼の眼球速度である。図24がその左向き眼振の眼球速度発来経過である。回転ははじめより $20^\circ/\text{sec}$ まで棄却限界を越えている。 $40^\circ/\text{sec}$ までは棄却限界の上限である。 $40^\circ/\text{sec} \sim 80^\circ/\text{sec}$ では信頼限界内であるが，以後 $80^\circ/\text{sec} \sim 180^\circ/\text{sec}$ では棄却限界の下限にある。これは低速部高速度眼振である。

ロ) 眼振急速相速度異常の代表例

頭部外傷後遺症例（7才，男子）の急速相速度発来経過を図示する（図25）。

図25がその右向き眼振の眼振急速相速度の発来経過である。円筒回転開始より急速相速度はおそく棄却限界を下まわっている。これは低速度眼振である。

③ 眼振振巾異常の代表例

i) 左メニエール病（58才，男子，超音波手術後）の振巾の発来経過を図示する（図26）。

図26がその右向き眼振の振巾の発来経過である。棄却限界の下限あるいは一部で棄却限界を下まわっている。これは小振巾眼振である。

ii) 脳循環不全例（18才，女子）の眼振振巾発来経過を図示する（図27）。

図27がその右向き眼振の振巾発来経過である。振巾は回転開始より終了まで棄却限界内にあるが，振巾は円筒回転速度が増すに従い大きくなっている。回転はじめは棄却限界の下方であるが，回転終了近くでは棄却限界の上方となる。

④ 振巾ヒストグラム異常の代表例

黄斑部変性症例（20才，女子）の振巾ヒストグラムを図示する（図28）。

回転開始後0～20秒間ほとんど $0 \sim 10^\circ$ の振巾であり，20～70秒では $0 \sim 10^\circ$ の振巾は減少し， $10^\circ \sim 20^\circ$ の振巾が増加する。70～90秒まで $0 \sim 10^\circ$ と $10^\circ \sim 20^\circ$ の振巾が混在している。 20° 以上の振巾はみられなかった。

⑤ 振盪野異常の代表例

左視床腫瘍例（膠芽腫，30才，男子）の振盪野

図24 右内直筋麻痺例 (20才, 女子) の眼振緩徐相速度発来経過を示す.

図25 頭部外傷後遺症例 (7才, 男子) の眼振急速相速度発来経過を示す.

図26 左メニエール病 (58才, 男子, 超音波手術後) の眼振振巾発来経過を示す。

図27 脳循環不全例 (18才, 女子) の眼振振巾発来経過を示す。

図28 黄斑部変性症例 (20才, 女子) の振巾ヒストグラムを示す。

図29 左視床腫瘍例 (膠芽腫, 30才, 男子) の眼振振盪野を示す。

を図示する(図29)。図29の上段は、円筒右回転の時の振盪野を示し、下段は、円筒左回転の時の振盪野を示している。縦軸は中央からの偏倚角度を示し、横軸は眼振発来経過を示している。右回転、左回転とも初め振盪野は急速相側であるが、次第に眼振は緩徐相側で起り、中央には戻らない。

小括並びに考按

以上、視運動眼振計測法を用いて、めまい・平衡障害を訴える臨床例を検査した成績を述べた。この成績は我々の提唱する検査法が視運動眼振異常を客観的に、かつ、質的量的に把握するのに適していること、更にこの検査結果に基づいて視運動眼振異常の分類を行うに適していることを示していた。

次に従来視運動眼振検査法ならびに異常型の分類について検討するとともに、上記の検査結果に基づいた視運動眼振異常の分類を述べる。

視運動眼振は Bárány (1921) により臨床検査に導入され、その後 Fox ら (1926), Cords (1926), Ter Braak (1936), Kestenbaum (1930), Jung (1953) の基礎となるすぐれた業績が発表せられてきている。

しかし、現在用いられている電気眼振計の如く簡便で優れた眼振記録法のなかった時代においては臨床検査として有要な視運動眼振の質的量的な把握法、異常型の分類はそれ程進歩していない。

しかし、この時代にも Ohm は Hebel-Ny. Graphic を用いて眼振を記録し、眼振の定量的評価の指標とし眼振頻度と眼振振巾の積を眼振のエネルギーとして用い、各種疾患例の眼振検査を行っている (Ohm, 1955)。

電氣的記録を行いうるようになってからでも、最近にいたる迄は眼振の頻度の減少、左右差を問題にした報告が多い。Carmishael (1954) は眼振方向優位性を観察の指標とし、Enoksson (1956) は視運動刺激の回転速度と眼振頻度を指標としている。

Smith and Cogan (1960), Smith (1963) は positive optokinetic sign として眼振の対称的な反応のみをとりあげている。

眼振計を用いて視運動眼振の性質を詳細に検討したものとして Mackensen をあげることができるが、臨床例の視運動眼振検査との関係で視運動眼振検査の指標を記載したものとしては、Jung and Kornhuber (1964) の総説、Davidoff ら (1966) の報告がある。Jung and Kornhuber (1964) は視運動眼振異常として unilateral diminution, bilateral diminution, optokinetic disorganization, optokinetic inversion をあげている。

Davidoff ら (1966) は眼振の規則性、振巾、頻度、視刺激における線条頻度と眼振頻度との関係を指標としている。これらの報告においては眼振の規則性、眼振数、頻度、眼球速度、振巾が観察の指標にされているが、各々の報告をみると、眼振のパラメータにおいて、また量的評価の方法において、異常型の分類について現在の我々を満足させるものではない。この点、本邦において特色ある検査法が提唱されている。

水越 (1961, 1966), 小池 (1964), 勝見 (1963), 石川 (1970) が Jung 型装置を用い $1.2^\circ/\text{sec}^2$, 100 秒の等加速度刺激を行った時の総眼振数、最高頻度 (10 秒間)、最大眼球速度、適応限界速度、総振巾値の正常範囲を定め、病的所見として視性 DP, 両側抑制又は中絶、両側抑制+視性 DP, 錯倒、第2相亢進を分類している。しかし、等加速度刺激に対する視運動眼振の観察のすぐれていることを述べながら (水越1961, 勝見 1963), 眼振発来経過の正常値を明確にし、これを指標にしての異常型の分類が行われていない。また眼振記録を眼振波形の観察し難い 0.25cm/sec , 0.5cm/sec という遅い paper speed で行っているので眼振の波形をみることにできない欠点があると思う。

鈴木 (1961) は OKP test を提唱している。等加速度刺激に対する眼振を遅い paper speed

(0.1cm/sec) で記録し眼振発来の様相を pattern としてとらえる方法である。観察の指標として i) 緩徐相速度の上昇—OKP の「ドーム」の直線部分の長さおよび「ドーム」の高さ, ii) 眼振頻度—OKP「黒化度」, iii) 眼振の方向—急速眼球運動を示すスパイクの向きをあげている。また異常の型として i) OKP が左右ともほぼ正常範囲のパターンで左右差を示す場合, ii) 緩徐相速度の上昇が OKP の中央部で抑制される場合, iii) 緩徐相速度の上昇が全面的に抑制され, これにつれて眼振頻度の低下がある場合, iv) OKN の方向がわからなくなる場合をあげている。この方法は鈴木 (1970) 自身が記載している如く, 「簡便」の反面, 「主観的」にならざるを得ない欠点を有している。

また, 北原ら (1971) は, 等速度刺激を用い視点と各種頻度速度で移動する事象 (線条) をスーパー・インポーズすることにより視運動眼振における移動線条と視点との動的関係を検討している。パラメータとして i) 線条と視点との対応関係による波形分類, ii) 振盪野, iii) 緩徐相速度を用いている。判定規準として正常値と統計処理にて比較することおよび Foveal Retinal-Ratio, 視性 DP を用いている。異常型としては 1) Look Nystagmus と Stare Nystagmus の正常値との検定による異常判定, 2) Foveal catch disturbance および Foveal keep disturbance, 3) 錯倒解発抑制型をあげている。

当教室において, 眼振の生理の研究 (Fukuda, Hinoki, Tokita 1957) (時田, 1960, 1961) に立脚した視運動眼振検査法ならびに異常型の分類を報告している (時田 1968, 1969) (Tokita, Suzuki, Hibi 1971)。すなわち $1^{\circ}/\text{sec}^2 \sim 2^{\circ}/\text{sec}^2$

の等加速度刺激を用い, 視刺激速度 $90^{\circ}/\text{sec} \sim 180^{\circ}/\text{sec}$ にいたる刺激を与え刺激速度の増加に伴う眼振発来経過をみる方法である。異常型として, i) 不規則型, ii) hyponystagmus 型, iii) hypernystagmus 型, iv) inversion 型に分類している。

本論文で述べた方法は, この方法を更に発展せしめる意図で行われたものである。

すなわち本論文で述べた方法は parameter として眼振数, 緩徐相速度, 急速相速度, 振巾, 振盪野をとりあげ, その正常値を明確にしたので眼振異常をより客観的に数量的にとらえることができるにいたった。すなわち上記の観察例から視運動眼振異常の型として次の分類を行うことができる。

- a) 眼振数を parameter とした場合
 - i) 全経過低頻度型, ii) 全経過高頻度型,
 - iii) 低速部高頻度型, iv) 高速部低頻度型,
- b) 眼振緩徐相速度を parameter とした場合
 - i) 全経過低速型, ii) 全経過高速型, iii) 低速部高速型, iv) 高速部低速型
- c) 眼振急速相速度を parameter とした場合
 - 急速相速度低下型,
- d) 振巾を parameter とした場合
 - i) 小振巾型, ii) 振巾漸増型,
- e) 眼振振盪野を parameter とした場合
 - 振盪野偏倚型

視運動眼振異常の把握に各種の parameter を用い等加速度視運動刺激に対する眼振発来経過を観察することにより, 視運動眼振異常の型をよりよく把握しうる。このことは視運動眼振検査 (計測法) が臨床的に優れたものであることを示すものである。

V 総 括

近時, 視運動眼振検査の重要性が強く認識されてきているが, 前述の如く視運動眼振検査の刺激方法および刺激速度は種々であり, 視運動眼振検査のパラメータ, 判定規準, 異常型の分

類が確立するにいたっていない。そこで等加速度視刺激に対する視運動眼振の正常値, 分析法, 臨床例に適応しての有効性を検討して次の結果をえた。

1 視運動眼振の正常値について

正常者の等加速度刺激に対する眼振発来経過の信頼限界、棄却限界を算出し、図を作り患者の測定値を図上に記入し判定する方法を行った。

(1) 水平視運動刺激は Ohm 型円筒を用い $2^\circ/\text{sec}^2$ 、90 秒間の等加速度回転刺激で行った。垂直視運動刺激は Jung 型装置を用い $1^\circ/\text{sec}^2$ 、90 秒間の等加速度刺激で行った。

(2) 計測は90秒間の眼振発来経過を10秒毎に9つに区分して行った。視運動眼振検査のパラメータとして打数、眼球速度(緩徐相、急速相)、振巾、振盪野をとりあげた。

(3) 正常値の算出

正常値算出に先立ち ENG 記録より計測法にて得られた数値につき検定した。その結果

① 総眼振数において棄却すべき異常な値はなかった。

② 総眼振数の左右差の検定では、同一母集団に属するものとは考え難い左右差を示す値はなかった。

③ 本検査結果では、男女の総眼振数は母平均5%の危険率で有意の差はなかったが、母標準偏差は有意の差を認めた。

a) $2^\circ/\text{sec}^2$ 、90秒間の水平視運動眼振検査では

① 総眼振数

総眼振数の信頼限界は男子 215.93 ± 7.13 、女子 210.47 ± 12.70 であった。棄却限界は、男子 215.93 ± 39.67 、女子 210.47 ± 70.77 であった。

② 眼振数 (10秒間毎)

眼振数は円筒回転速度が $60^\circ/\text{sec}$ になるまで直線的に増加し $60^\circ/\text{sec} \sim 80^\circ/\text{sec}$ になるとやや緩やかになり、 $80^\circ/\text{sec}$ を越えると $160^\circ/\text{sec}$ まではほぼ同数の発来経過をとり、 $160^\circ/\text{sec}$ を越えると減少した。眼の適応の限界は視運動刺激速度 $60^\circ/\text{sec}$ であった。

③ 眼振緩徐相速度 (10秒間毎の平均速度)

眼振緩徐相速度は円筒回転速度が $60^\circ/\text{sec}$ になるまで直線的に増加し $60^\circ/\text{sec} \sim 80^\circ/\text{sec}$ になるとやや緩やかになり、 $80^\circ/\text{sec} \sim 160^\circ/\text{sec}$ では

ほぼ同様の発来経過をとり、 $160^\circ/\text{sec}$ を越えると減少した。眼の適応の限界は視運動刺激速度 $60^\circ/\text{sec}$ であった。

④ 眼振急速相速度 (10秒間毎の平均速度)

円筒回転開始より30秒間の間は急速相速度に変化はあるが、以後90秒まで変化しなかった。男子の棄却限界の下限は 59° 、女子は 64° であった。これはコンピュータの眼振数計測のスライスレベル決定の基準となった。

⑤ 平均振巾 (10秒間毎の平均振巾)

眼振振巾は円筒速度が早くなるに従い小となる。

⑥ 単位時間振巾和 (10秒間毎の振巾和)

信頼限界、棄却限界の数値が大きくパラメータとして不適当と思われる。

⑦ 振巾ヒストグラム (10秒間毎)

$0 \sim 10^\circ$ の振巾は回転開始より終了まで男20%、女35%をしめ大きな変化はない。 $10^\circ \sim 20^\circ$ の振巾は回転はじめ男女とも20%、終了前では男50%、女45%、 $20^\circ \sim 30^\circ$ の振巾は、はじめ男女とも30%、終了前は20%となった。 30° 以上の振巾ははじめ、男30%、女15%、終了前は男女とも5%となった。

⑧ 眼振振盪野

刺激開始時1～2打の振盪野が緩徐相側にあるが、円筒速度が $20^\circ/\text{sec} \sim 40^\circ/\text{sec}$ では急速相側に移る。円筒速度が $40^\circ/\text{sec}$ を越えると緩徐相側に移り、更に刺激が増し $80^\circ/\text{sec}$ を越えると振盪野は中央付近となった。

b) $1^\circ/\text{sec}^2$ 、90秒間の垂直視運動眼振検査では

① 総眼振数

上向き総眼振数の信頼限界は男子 131.13 ± 12.91 、女子 149.73 ± 19.48 であった。棄却限界は男子 131.13 ± 51.64 、女子 149.73 ± 77.93 であった。

下向き総眼振数の信頼限界は男子 124.8 ± 11.19 、女子 139.2 ± 12.9 であった。棄却限界は男子 124.8 ± 44.76 、女子 139.2 ± 51.61 であった。

② 眼振数 (10秒間毎)

i) 上向き眼振数は $20^{\circ}/\text{sec}$ まで直線的に増加し, $20^{\circ}/\text{sec}$ から $30^{\circ}/\text{sec}$ (女) $\sim 40^{\circ}/\text{sec}$ (男) までややゆるやかな直線となり, $30^{\circ}\sim 40^{\circ}/\text{sec}$ から $80^{\circ}/\text{sec}$ までほぼ同数の発来経過をとり $80^{\circ}/\text{sec}$ を越えると減少した.

ii) 下向き眼振数は $20^{\circ}/\text{sec}$ (女) $\sim 40^{\circ}/\text{sec}$ (男) まで直線的に増加し, $20^{\circ}\sim 40^{\circ}/\text{sec}$ から $50^{\circ}/\text{sec}$ (女) $\sim 60^{\circ}/\text{sec}$ (男) までややゆるやかな直線となり, $50^{\circ}\sim 60^{\circ}/\text{sec}$ から $80^{\circ}/\text{sec}$ までほぼ同数の発来経過をとり $80^{\circ}/\text{sec}$ を越えると減少した.

以上, 視運動眼振検査の計測法による正常値を記載した. この方法は 1. 正常域が明確なことで, 2. 検査結果が数値で正常域と比較するので判定が容易で客観的なことで, 3. 各種のパラメータを使用するので異常の性質が把握しやすいこと, ですぐれている. しかし, 計測が複雑である.

2 意図する眼振計測を行うプログラムを持つ眼振処理専用コンピュータを製作した.

この装置により 1) 眼振の記録と同時に眼振

の計測, 処理および眼振数のカウンター表示ができる. 2) 記録終了と同時に10秒間毎の眼振数, 平均緩徐相速度, 平均振巾を計算, 記憶できる. 3) その結果は直ちにブラウン管, X-Y レコーダ表示ができる.

3 この計測法を臨床例に用い視運動眼振異常を分類した.

a) 眼振数を parameter とした場合

i) 全経過低頻度型. ii) 全経過高頻度型.

iii) 低速部高頻度型. iv) 高速部低頻度型.

b) 眼振緩徐相速度を parameter とした場合

i) 全経過低速型. ii) 全経過高速型. iii) 低速部高速型. iv) 高速部低速型.

c) 眼振急速相速度を parameter とした場合 急速相速度低下型

d) 振巾を parameter とした場合

i) 小振巾型. ii) 振巾漸増型.

e) 眼振振盪野を parameter とした場合 振盪野偏倚型

視運動眼振異常の把握に各種の parameter を用い, 等加速度視運動刺激に対する眼振発来経過を観察することにより視運動眼振異常型をよりよく把握し得た.

VI 結 語

- 1 視運動眼振の検査法として計測法 (岐大方式) を述べ, その正常値を示した.
- 2 眼振処理専用コンピュータを開発し, その利点を述べた.
- 3 これらの方法, 装置を用い眼振の特徴を検討し視運動眼振異常の分類を述べた.

稿を終るにあたり, 終始暖かい御鞭撻と御校閲を賜った恩師福田精教授に心から深謝致しますとともに, 研究に際し絶えず御指導と御教示をいただいた時田喬助教授に深く御礼申し上げます. また終始御協力いただいた教職員各位に厚く感謝致します.

本論文の要旨は, 第239回, 第243回日耳鼻東海地方会, 第29回日本平衡神経科学会において発表した.

参 考 文 献

- 1) Aschan, G. and Bergstedt, M. : The Genesis of Secondary Nystagmus induced by Vestibular Stimuli. Acta Soc. Med. Upsal. 60 : 113-122, 1955.
- 2) Aso, J. : Analytic Observations on the Labyrinthine Nystagmus by Electronystagmography. The Relation of the Rotational Nystagmus with Vision. (1st report) Acta Med. et Biol. 1 : 295-304, 1953.
- 3) Aso, J. : Analytic Observations on the Labyrinthine Nystagmus by Electronystagmography. The Interplay of the Rotational Nystagmus

- and the Optokinetic Nystagmus. (2nd report) *Acta Med. et Biol.* **4** : 93-112, 1956.
- 4) Bárány, R. : Physiologie und Pathologie des Bogengang-apparates beim Menschen. Leipzig und Wien. Franz Deuticke. 1907.
 - 5) Bárány, R. : Weitere Untersuchung über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen. *Mshr. Ohr. hk. Berlin.* **41** : 477-526, 1907.
 - 6) Bárány, R. : Zur Klinik und Theorie des Eisenbahnnystagmus. *Arch. f. Augenheilk.* **88** : 139-142, 1921.
 - 7) Carmichael, E.A., Dix, M.R. and Hallpike, C.S. : Lesions of the Cerebral Hemispheres and their Effects upon Optokinetic and Caloric Nystagmus. *Brain.* **77** : 345-372, 1954.
 - 8) Cords, R. : Optisch-motorisches Feld und optischmotorische Bahn. Ein Beitrag zur Physiologie und Pathologie der Rindeninnervation der Augenmuskeln. *Arch. Ophth. Berlin.* **117** : 58-113, 1926.
 - 9) Cords, R. : Zur Theorie des optomotorischen Nystagmus. Eine Widerlegung Ohms. *Klinisch Monatsblätter für Augenheilkunde.* **77** : 781-787, 1926.
 - 10) Davidoff, R.A., Atkin, A., Anderson, P.J. and Bender, M.B. : Optokinetic Nystagmus and Cerebral Disease. Clinical and Pathological Study. *Arch. Neurol.* **14** : 73-81, 1966.
 - 11) Dohlman, G. : On the Mechanismus of Transformation into Nystagmus on Stimulation of the Semicircular Canals. *Acta Otolaryng.* **26** : 425-442, 1938.
 - 12) Enoksson, P. : Optokinetic Nystagmus in Brain Lesion. *Acta Ophthalm.* **34** : 163-184, 1956.
 - 13) Fox, J.C. and Holmes, G. : Optic Nystagmus and its Value in the Localisation of Cerebral Lesions. *Brain.* **49** : 333-371, 1926.
 - 14) 福田 精, 桧 学, 時田 喬 : 視刺激による迷路反射の喚起 一域値以下廻転理論批判一, *耳喉* **28** : 699-705, 1956.
 - 15) Fukuda, T., Hinoki, M. and Tokita, T. : Provocation of Labyrinthine Reflex by Visual Stimuli, Evaluation of the Theory of Subliminal Rotation. *Acta Otolaryng.* **48** : 425-432, 1957.
 - 16) 福田 精 : 運動と平衡の反射生理, *医学書院* 1957.
 - 17) 福田 精, 桧 学, 時田 喬, 倉田敏夫, 浅井俊三, 田中 透, 服部芳樹, 米倉英明, 北村 毅 : 視性眼振よりみた廻転性眼振の生理, *日耳鼻* **60** : 334, 1957.
 - 18) 福田 精 : 平衡機能検査, *耳鼻臨床* **64** : 89-106, 1971.
 - 19) Grüttner, R. : Experimentelle Untersuchungen über den optokinetischen Nystagmus. *Zeitschr. für Sinnesphysiol.* **68** : 1-48, 1939.
 - 20) Guedry, F.E. and Turnipseed, G.T. : Two Devices for Analysis of Nystagmus. *Ann. Otol. (St. Louis)* **77** : 1071-1085, 1968.
 - 21) 星野貞次, 南雲 覚治 : 視性眼球震盪ノ実験的研究, *北越医誌* **39** : 545-563, 1923.
 - 22) Honrubia, V., Scott, B.J. and Ward, P.H. : Experimental Studies on Optokinetic Nystagmus. I. Normal Cats. *Acta Otolaryng.* **64** : 388-402, 1967.
 - 23) Honrubia, V., Downey, W.L., Mitchell, D.P., B.A. and Ward, P.H. : Experimental Studies on Optokinetic Nystagmus. II. Normal Humans. *Acta Otolaryng.* **65** : 441-448, 1968.
 - 24) Herberts, G., Abrahamsson, S., Einarsson, S., Hofmann, H. and Linder, P. : Computer Analysis of Electronystagmographic Data. *Acta Otolaryng.* **65** : 200-208, 1968.
 - 25) 岩本茂樹 : 廻転性眼球震盪ノ研究, *長崎医誌* **13** : 1255-1280, 1935.
 - 26) 猪 初男, 水越鉄理 : 視性眼振の診断的意義, *日耳鼻* **71** : 633-634, 1968.
 - 27) 石川和光 : 水平・垂直性視機性眼振検査の臨床的研究, *日耳鼻* **73** : 1329-1349, 1970.
 - 28) Jung, R. and Kornhuber, H.H. : Results of Electronystagmography in Man : The Value of Optokinetic, Vestibular, and Spontaneous Nystagmus for Neurologic Diagnosis and Research. *The Oculomotor System.* Hoeber, New York. 428-482, 1964.

- 29) Jung, R. : Handbuch der Inneren Medizin 5/1 neurologie springer-verlag. 1325-1379, 1953.
- 30) Johnson, W.H., Smith, J.B. and Sullivan, J.A. : Assessment of Vestibular Sensitivity. Ann. Otol. 76 : 709-715, 1967.
- 31) 勝見 右 : 加速度刺激による視性眼振検査法, 新潟医学会雑誌 77 : 37-55, 1963.
- 32) Kestenbaum, A. : Zur Entwicklung der Augenbewegungen und des optokinetischen Nystagmus. Archiv für Ophthalm. 124 : 113-127, 1930.
- 33) Kitahara, M. and Futaki, T. : Visual Fixation Pattern in Optokinetic Nystagmus. Equilibrium Res suppl. 2 : 3-11, 1971.
- 34) Koike, Y. : An Observation on the Eye-speed of Nystagmus. Acta Otolaryng. 50 : 377-390, 1958.
- 35) 小池吉郎 : 眼振所見よりみた眩暈症, 第65回日耳鼻総会シンポジウム「めまい」報告別冊, 1964.
- 36) 小池吉郎, 水越鉄理 : 平衡機能検査法における視性眼振検査の占める役割, 耳喉 37 : 1151-1160, 1965.
- 37) Komatsuzaki, A., Harris, H.E., Alpert, J. and Cohen, B. : Horizontal Nystagmus of Rhesus Monkeys. Acta Otolaryng. 67 : 535-551, 1969.
- 38) Mackensen, G. : Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nystagmus. Individuell bedingte quantitative Unterschiede im Ablauf des optokinetischen Nystagmus. v. Graefes Archiv für Ophthalmologie. 155 : 284-313, 1954.
- 39) Mackensen, G. und Wiegmann, O. : Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nachnystagmus. Die Abhängigkeit des optokinetischen Nachnystagmus von der Drehrichtung und der Winkelgeschwindigkeit des Reizmusters. v. Graefes Archiv für Ophthalmologie. 160 : 497-509, 1959.
- 40) Mackensen, G. und Schumacher, J. : Die Geschwindigkeit der raschen Phase des optokinetischen Nystagmus. v. Graefes Archiv für Ophthalmologie. 162 : 400-415, 1960.
- 41) Mackensen, G. und Uber, J. : Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nystagmus. Das Verhalten des optokinetischen Nystagmus bei langer Reizdauer. v. Graefes Archiv für Ophthalmologie, 161 : 599-604, 1960.
- 42) Matz, G.J., Wolfe, J.W. and Brogen, F.A. : Computer Analysis and Clinical Evaluation of Postcaloric Nystagmus, Aerospace Medicine February. 172-174, 1970.
- 43) 水野三男 : 視性眼球震盪 = 関スル実験的研究, 第1編 (数量的観察) 十全会雑誌 41 : 1032-1066, 1936.
- 44) 水越鉄理 : 視性眼振の生理補遺, 日耳鼻 64 : 23-49, 1961. 視性眼振の生理補遺, 日耳鼻 64 : 207-240, 1961.
- 45) 水越鉄理 : ルーチンテストとしての平衡機能検査法の問題点, 実験的眼振検査(特に視性眼振検査)の意義について, 耳鼻臨床 59 : 増刊 2 : 361-366, 1966.
- 46) 本橋弘行 : 視性眼振検査の規準値に関する研究, 日耳鼻 68 : 732-742, 1965.
- 47) Miyoshi, T., Ohta, F., Nakano, K. and Hashiguchi, T. : Analysis of Optokinetic Nystagmus. Using Electronic Computer. 耳鼻臨床 63 : 89-101, 1970.
- 48) 日本平衡神経科学会 (第26回総会) : 平衡機能検査の標準化における試案, 1970.
- 49) 日本平衡神経科学会 (第26回) Workshop 平衡機能検査の標準化概要報告, Equilibrium Res. No. 27, 1970.
- 50) Ohm, J. : Neue Vorrichtungen zur Auslösung des optischen Drehnystagmus. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. 77 : 14-21, 1926.
- 51) Ohm, J. : Die objektive Prüfung der Blendung mit Hilfe des optokinetischen Nystagmus. v. Graefes Archiv für Ophthalmologie. 150 : 572-579, 1950.
- 52) Ohm, J. : Der Neurogene Nystagmus. Ein Treffpunkt für Augenärzte, Ohrenärzte und Nervenärzte. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1955.
- 53) Ohm, P. : Der optokinetische Nystagmus unter normalen Bedingungen. Diss. Kiel. (Bottrop)

1936.

- 54) 鈴木淳一：小池・水越両氏の論文「平衡機能検査法における視性眼振検査の占める役割」を読んで，耳喉 39 : 5-10, 1967.
- 55) 鈴木淳一，小松崎 篤，徳増厚二，坂田英治，五島一吉：視性運動性眼振の臨床的応用 —OKP テストについて—，日耳鼻 64 : 1422-1425, 1961.
- 56) 鈴木淳一：平衡神経の検査法 —その理論と実際—，金原出版 109-142, 1970.
- 57) Smith, J.L. : Vertical Optokinetic Nystagmus. Neurology. 12 : 48-52, 1962.
- 58) Smith, J.L. and Cogan, D.G. : Optokinetic nystagmus in Cerebral Disease. A report of 14 autopsied cases. Neurology. 10 : 127-137, 1960.
- 59) Smith, J.L. : Optokinetic Nystagmus. its Use in Topical Neuro-ophthalmologic Diagnosis. Charles C Thomas, Publisher. Springfield, Illinois, U.S.A. 1963.
- 60) Stiefel, W.J. and Smith, J.L. : Vertical Optokinetic Nystagmus. The normal response. Neurology. 12 : 245-249, 1962.
- 61) 調 重昭，徳永 修，安田宏一：垂直性視運動性眼振検査について —垂直および水平成分の対比—，耳鼻 14 : 167-173, 1968.
- 62) Ter Braak, J.W.G. : Untersuchungen ueber optokinetischen Nystagmus. Archives Neeland de physiol. de l'homme des anim. 21 : 309-376, 1936.
- 63) 時田 喬，山田行彦，浅井俊三，青木 茂，田中透，米倉英明，北村 毅，服部芳樹：人と兎における視機性眼振の観察 —中心窩性眼振と網膜性眼振—，耳鼻臨床 53 : 631-638, 1960.
- 64) 時田 喬：視器，迷路，自己受容器，意志運動の協働より見たニスタグムスの生理，耳鼻臨床 54 : 613-620, 1961. 視器，迷路，自己受容器，意志運動の協働より見たニスタグムスの生理（続），耳鼻臨床 54 : 687-694, 1961.
- 65) 時田 喬，渡辺忠彦，宮田英雄，加藤道雄，永田隆郎，島田六郎，田口拓雄，鈴木智雄，桜井道子，服部智美：視機性眼振異常の分類，耳鼻 14 : 補冊1 : 186-196, 1968.
- 66) 時田 喬：視機性眼振検査を如何に理解すべきか，耳鼻臨床 61 : 663-666, 1968.
- 67) 時田 喬，宮田英雄，藤垣 熙，永田隆郎，小林武，加藤祐峰，鈴木智雄，田口拓雄，島田六郎，日比孝也：視機性眼振異常とその解釈，耳鼻臨床 62 : 923-953, 1969.
- 68) Tokita, T., Suzuki, T. and Hibi, T. : Clinical Observations of Optokinetic Hypernystagmus. Equilibrium Res suppl. 2 : 79-89, 1971.
- 69) 時田 喬：眼振の生理と検査，日耳鼻 75 : 増刊4 : 56, 1972.
- 70) 高居敏雄，高橋昶正，土肥一郎：医学生物学のための推計学，東大出版会，1954.
- 71) Tole, J.R. and Young, L.R. : Mitnys. A. Hybrid Program for On-line Analysis of Nystagmus. Aerospace Medicine May. 508-511, 1971.
- 72) 上田良穂：自発眼球運動，視性運動性および前庭性眼振における眼球偏位速度とくに急速相速度に関する研究，日耳鼻 69 : 1512-1523, 1966.
- 73) 吉田昭男：視運動性眼振における意志の問題—ひらがなによる視運動性眼振検査—，日耳鼻 74 : 912-937, 1971.

（原稿到着：昭和47年11月29日急載）
 別刷請求先：日比孝也
 〒500 岐阜市司町40
 岐阜大学医学部耳鼻咽喉科