ランダム視標による視運動性眼振

— 線条刺激との比較を中心に —

渡辺 行雄・大村 明彦・伊東 宗治・水越 鉄理

Optokinetic Nystagmus by Random Dot Pattern

Yukio Watanabe, Akihiko Ohmura, Muneharu Ito
and Kanemasa Mizukoshi

(Tayama Medical and Pharmaceutical University)

To investigate the influence of stimulation to the retina in optokinetic nystagmus (OKN), we tested optokinetic stimulation by numerous random dots pattern projected on a half hemispherical screen. As the random dot pattern is very bright in the whole visual field, the peripheral retina of the test subject is stimulated more strongly than that by stripe pattern which is generally used in clinical routine.

The constant acceleration optokinetic stimulations by the random dot pattern and the stripe pattern were given to 30 normal subjects and the results were compared. The responses of OKN were analyzed by a small computer PDP11/34.

In the OKN elicited by the random dot pattern (dot pattern OKN), the number of nystagmus was significantly more, the duration was shorter and amplitude was smaller than those in the OKN elicited by the stripe pattern (stripe pattern OKN). This tendency was especially significant in stimulating velocity less than 70 deg/sec and considered to be the characteristic of retinal OKN.

The slow and fast phase amplitudes of the dot pattern OKN increased with the increase of stimulating velocity, i.e., slow phase velocity of OKN. On the other hand, in the stripe pattern OKN the amplitude of nystagmus was almost constant, and duration and the number of nystagmus was corresponded to those of stripes passing through the center of the stimulating visual field.

These results indicate that the stripe pattern OKN reflects a saccadic eye movement when looking at the next stripe close to the center of visual field. However, the dot pattern OKN is a reflex eye movement for recovery of eye deviation by slow phase of nystagmus as vestibular nystagmus.

Key words: optokinetic nystagmus, OKN, stare nystagmus, look nystagmus

はじめに

視運動性眼振検査 (optokinetic nystagmus :
以下 OKN) は一般の神経学的検査で摘発でき

ない脳幹、小脳の機能異常を検出する検査として重要な役割を果たしている。この検査は等間隔に配置された線条を視標とするのが標準的で

あるが、この刺激様式での OKN は被検者が眼前を次々に捕捉する視標が明確で、正常被検者ではほぼ眼前を通過する線条に一致した眼振が発現することが知られている^{1)~3)}。これに対し、多数の大小不同の小円をランダムに配置したよ

うな捕捉すべき視標位置が明確でない刺激（以下ランダム刺激とする）による OKN は Cheng, Outerbrige, 浜田など動物実験や臨床知見で 2, 3 の報告がみられるが^{4)~6)}、必ずしもその反応態度、とくに線条刺激との差異は明確でない。今回、私達はランダム刺激による OKN を正常被検者に施行し、視標の違いが OKN 解発に与える影響について検討したので報告する。

方 法

図 1 に示したような半径 75 cm の半円形スクリーンに、線条刺激は 30° 間隔で視角 2° の線条、ランダム刺激は図 2 に示したような直径 5~20 mm の小円を視野全体に投影して視刺激とした。視運動刺激は等加速度刺激とし、加速度 $1^\circ/\text{sec}^2$ で、100秒間 $100^\circ/\text{sec}$ まで加速した。

図 1 視刺激スクリーン

線条、ランダム刺激を同一スクリーンで切り替えて実施する。

図 2 ランダム刺激

大小不同の小円がランダムに配置されている。

図 3 線条刺激 OKN の ENG 記録

なお、線条刺激では眼前の線条を数えるように見るように、ランダム刺激では眼前のパターンを次々に数えるように見るように指示し、線条刺激右向き回転、左向き回転、ランダム刺激右向き回転、左向き回転の順で検査を行った。

眼運動は DC 増幅の ENG で記録し、高域遮断周波数 25 Hz のフィルタを使用した。眼運動は ENG で記録すると同時に小型コンピュータ PDP11/34 でサンプリング (サンプリング周波数 100 Hz) を行い、眼振数、緩徐相、急速相の速度と振幅、眼振持続時間、線条刺激における線条と眼振との数的対応を分析した^{3), 7)~9)}。

分析結果

30例の正常人 (年齢19~34) に両刺激による OKN 検査を施行し、定性的、定量的に刺激の違いが OKN に与える影響について検討した。なお、各パラメータの統計的処理にあたっては左右別反応の平均値をその被検者の反応値とした。

図3は線条刺激、図4はランダム刺激による正常反応の ENG 記録の例である。線条刺激では、ほぼ一定の振幅の眼振が眼前を通過する視標の数に一致して律動的に発現している。これに対して、ランダム刺激では刺激開始直後は眼位、眼振振幅が不安定であるが、視標速度が増加するにしたがって緩徐相、急速相の振幅が増大する。緩徐相速度は両刺激とも刺激速度に従

って増加していた。

以下に各パラメータの特徴を述べる。

1) 眼振振幅

a) 線条刺激の急速相振幅

図5は図3に示した線条刺激 OKN の緩徐相振幅 (上段) と急速相振幅 (下段) の経時的变化を示したものである。なお、等加速度刺激であるからパラメータの経時的变化は視標速度の増加に対する変化と同じ意味で、以下視標速度で表わすことにする。線条刺激の急速相振幅は全視標速度にわたって最大値がほぼ一定である

図5 線条刺激 OKN の眼振振幅 (図3の記録)

上段: 緩徐相振幅, 下段: 急速相振幅

低視標速度では大振幅と小振幅の眼振に2分され、視標速度が高速となるにつれ広範囲な分布を示した。

図4 ランダム刺激 OKN の ENG 記録

が、この他に振幅の小さい眼振が極めて広い範囲に分布していた。また、緩徐相と急速相の大きな差はみられなかった。図6は急速相振幅のヒストグラムを示したもので、上段は反応全体、中段は視標速度 50°/sec まで、下段は 50~100°/sec の分布状況を示した。50°/sec 以下の視標速度では最大振幅値付近の眼振と、小振幅を示す眼振とに二分されたが、高視標速度では全体に一樣な分布を示した。図7は視標速度 30°/sec 付近で解発されている眼振の原波形を

図6 線条刺激 OKN の急速相振幅ヒストグラム
(図3, 5の記録)

上段: 全体, 中段: 視標速度 50°/sec 未満
下段: 50°/sec 以上
低視標速度で2峰性分布を示した。

示したもので、大振幅の眼振緩徐相に小振幅の眼振が混入していたり、急速相が分割された波形が発現していることを示した。振幅のヒストグラムからは視標速度が低速の場合には緩徐相に小振幅の眼振が多く、高速になるにつれ急速相が分割された波形が増大するものと考えられた。

OKN の急速相振幅は視標を捕捉する注視運動を反映しており、線条間隔 (30度) にほぼ一致することが予想された。しかし、図5に示したように、的確な視標捕捉がなされていると考えられた最大値付近の眼振群でも、急速相振幅は線条間隔の 2/3~1/2 程度であった。これは、被検者が自覚的には視標を捕捉したように感じても正確に視標が中心窩で捕捉されてい

図7 線条刺激 30°/sec 付近の原波形
種々の振幅の眼振が発現していることを示した。(図中の較正は 10°, 1秒)

図8 ランダム刺激の眼振振幅 (図4の記録)
上段: 緩徐相振幅, 下段: 急速相振幅
双方とも視標速度に従って増加することを示した。

い, いわゆる retinal slip が生じているためと考えられた. この記録の視標速度と急速相振幅の相関性を検討したが $r=0.16$ と相関性は低かった.

b) ランダム刺激の急速相振幅

図8に同じ被検者のランダム OKN の緩徐相(上段), 急速相振幅(下段)を示した. ランダム刺激では線条刺激と異なり, 眼振振幅は視標速度に従って増加した. この例の視標速度と急速相振幅の間には $r=0.71$ と線条刺激に比較し

図9 ランダム刺激の急速相振幅ヒストグラム
(図4, 8の記録)

上段: 全体, 中段: 視標速度 50°/sec 未満
下段: 50°/sec 以上

て高い相関性が確認された. 図9はこの記録の急速相振幅のヒストグラムを示したもので, 全体の分布状況(上段)は線条刺激に比較して分布範囲が狭いことを示した. また, 低速刺激(中段), 高速刺激時(下段)の分布状態は, 振幅が視標速度にしたがって増加する傾向を反映していた.

図10は正常被検者30名の急速相振幅を経時的に示したもので, 刺激開始後10秒間ごとの平均値と標準偏差を表示した. 線条刺激では 50°/sec 以上の視標速度で微減傾向がみられたが, 全体的にはほぼ一定の傾向を示した. 一方ランダム刺激では先に示した例のように, 視標速度に比例して急速相振幅が増加することが確認された. 視標速度と急速相振幅の相関係数を各被検者で検討した結果では, 線条刺激では $r=0.12$ (30名の平均値), ランダム刺激では $r=0.56$ (同) とランダム刺激における視標速度と急速相振幅の相関関係が線条に比較して高いことが確認された. ランダム刺激では視標を捕捉する位置が不定となるので急速相振幅のバラツキが大きくなることが予想されたが, 両刺激の標準偏差には大きな差がみられず, 一定の反応態度で眼振が発現していることが確認された.

図10 正常被検者の急速相振幅の推移 (N=30)
刺激開始から10秒間ごとの眼振数の平均値を表示
線条刺激の振幅がほぼ一定の傾向を示したの
に, ランダム刺激では指標速度の増加に伴って増
加していた.

反応全体の眼振振幅を両反応で比較すると、ランダム刺激が有意の差で低値を示した。また、経時的に振幅の差を比較すると、 $70^\circ/\text{sec}$ 以下では平均値の有意差がみられたが、それ以上では差がなかった。

c) 緩徐相振幅

線条刺激、ランダム刺激とも緩徐相振幅は急速相振幅と同様の結果を示した。なお、緩徐相と急速相の振幅の相関性を検討した結果、両者の相関性が確認されたが相関係数は高値ではなかった（平均値0.45）。これは、さきの眼振波形で示したように、緩徐相、急速相に関して種々の波形の眼振が発現しているためと考えられた。

2) 眼振数

図11は両刺激の刺激開始後10秒間ごとの眼振数の平均値を表示したものである。線条刺激では視標速度 $90^\circ/\text{sec}$ まで直線的に眼振数が増加し、それ以後減少した。なお、線条刺激では眼振数は眼前を通過する線条数とほぼ一致するか、若干多数であることを示した²⁾³⁾。ランダム刺激では視標速度 $50^\circ/\text{sec}$ まで急速に眼振数が増加し、その後増加率が鈍化して $70^\circ/\text{sec}$ ではほぼ一定となり、 $90^\circ/\text{sec}$ 以降は線条刺激と同様に減少した。総眼振数は表1に示したようにランダム刺激が線条刺激よりも多数であった。また、

図11 眼振数の経時的変化 (N=30)
刺激開始から10秒間ごとの平均値を表示
ランダム刺激では線条刺激よりも多数の眼振が発現されていた。

経時的に検討すると視標速度 $70^\circ/\text{sec}$ までは両者の有意差がみられたが、それ以上では差がなかった。

3) 眼振持続時間

緩徐相の始点から急速相の終点までの時間を眼振持続時間として計測した。なお、眼振持続時間は緩徐相持続時間と急速相持続時間とに分けられ、OKN における追従眼運動など緩徐相に関する事項を論ずる場合は、厳密には緩徐相持続時間を眼振持続時間と別個に取り扱うべきであるが、実際に計測された眼振持続時間と緩徐相持続時間の間にはほぼ1:1に近い相関関係が認められたので本論文では緩徐相に関する事項も眼振持続時間で述べることにした。なお、眼振持続時間はOKNのように連続的に眼振が発現する場合、眼振数と同じ意味を持ち、眼振数がある区間の状態を表示するのに対して持続時間は眼振1振盪ずつについて評価できるので速度、振幅など他のパラメータと比較する場合に有用である。

図12に示したように、線条刺激の眼振持続時間は視標速度の増加に反比例して減少し、視標線条が眼前を通過する時間の間隔にはほぼ一致していた。一方、ランダム刺激では視標速度 $10^\circ/\text{sec}$ 以下では持続時間の長い眼振が発現していたがバラツキが大きく、 $20^\circ/\text{sec}$ 以上ではほぼ一定の傾向を示した。 $60^\circ/\text{sec}$ 以下の視標速度では持続時間の平均値が両刺激間で有意差を示したが、それ以上では差がみられなかった。

4) 緩徐相速度

図13に正常被検者の緩徐相速度の経時的変化

表1 線条OKNとランダムOKNの正常被検者の分析値（各被検者の反応全体の平均値：N=30）

	線 条 刺 激	ランダム刺激
眼振数*	160 ± 41.2	216 ± 77.0
最大緩徐相速度	$62.1 \pm 27.0^\circ/\text{sec}$	$60.5 \pm 28.8^\circ/\text{sec}$
平均振幅*	$13.3 \pm 6.0^\circ$	$10.0 \pm 5.8^\circ$

(* : $p < 0.05$)

(10秒毎の平均値)を示した。緩徐相速度は両刺激とも差がなく、線条刺激速度の増加にしたがって増加していた。しかし、視標速度と眼振緩徐相速度は両刺激とも視標速度の低速な部分から一致せず、OKN 緩徐相速度はある区間の平均値でみた場合、1点のみを固視する smooth pursuit と異なり低速度のうちから視標運動を完全には追従できないことを示した²⁾。

5) 急速相速度

図12 眼振持続時間の経時的変化 (N=30)
刺激開始から10秒間ごとの平均値を表示
線条刺激では眼前を通過する線条間隔に一致していた。

図13 眼振緩徐相速度の経時的変化 (N=30)
刺激開始から10秒間ごとの平均値を表示
両刺激間で差はなく、視標速度に比例して増加しているが低速のうちから視標速度と完全には一致していない。

急速相速度について検討したが、線条刺激とランダム刺激の間で差はみられなかった。

6) 緩徐相速度と急速相速度の相関性

図14は図3に示した例の緩徐速度と急速相速度の相関性を示したもので、線条刺激（上段）では両者の相関性はみられなかったがランダム刺激（下段）では緩徐相速度と急速相速度の明確な相関性が認められた。30名の相関係数の平均は線条刺激では $\gamma=0.12$ 、ランダム刺激では $\gamma=0.53$ とランダム刺激における両者の相関性が高い結果を示した。

7) 自覚的な回転感

OKN 検査では視標の回転にともなって被検者が回転感覚を訴えることが多い。線条刺激とランダム刺激の回転感覚を比較すると大多数の正常被検者でランダム刺激の回転感覚が強いと訴えていた。また、臨床症例では線条刺激 OKN は可能であるが、ランダム刺激では回転

図14 緩徐相速度と急速相速度との相関性
上段：線条刺激 ($\gamma=0.14$),
下段：ランダム刺激 ($\gamma=0.62$)

感、嘔気・嘔吐のために検査を中断する症例も経験している。

以上の結果について線条刺激とランダム刺激との差異を表1, 2にまとめた。さらに、刺激後の視運動性後眼振 (optokinetic after-nystagmus, 以下 OKAN) もランダム刺激で延長しているが、この点は次の機会に述べる予定である。

考 察

現在施行されている標準的な OKN 刺激には等間隔に配置された線条視標が使用されており、これまでの OKN に関する諸家の報告もこの刺激法による反応を主体としたものであった。線条刺激による OKN は捕捉する視標が明確であり視刺激と眼振との対応を見る場合には適した方法であるが、生物が日常的に受けている全視野的な視刺激とは異なっている。今回、私達は視野全体が刺激されるように多数の小円を無作意に配置したランダムパターンによる OKN を試み線条刺激との差異を検討した。

今回の分析で両刺激の反応態度で差のみられた第1点は眼振振幅である。線条刺激では大振幅の眼振が多数発現する中に小振幅の眼振が混入し、分布範囲が広がった。眼振振幅の平均値は視標速度が高速度になるにつれ減少傾向は示すが、全体としては視標速度との相関性に乏しい反応態度を示した。一方、ランダム刺激では最初小振幅の眼振が発現しているが視標速度の増加につれて振幅が増大し、視標速度と眼振振

幅の間に明確な相関関係が認められた。また、これは急速相速度にも影響を与え、緩徐相速度と急速相速度の相関性が確認できた。

第2点は眼振数、眼振持続時間の差で、線条刺激では眼前を通過する線条にはほぼ一致した間隔、数の眼振が解発されていたのに対し、ランダム刺激では短い間隔の眼振が多数解発する傾向がみられ、これはとくに低視標速度で著明であった。なお、これらの両刺激の差異は視標速度が低～中速では明確であるが、60～70°/sec以上の視標速度では差が明らかでなかった。これらの諸点を中心に線条刺激、ランダム刺激における OKN の特徴について考察を加えてみた。

1) 線条刺激 OKN の解発について

線条刺激 OKN については諸家の報告があり、とくに近年では視標に対する眼運動の対応を中心に検討が行われている^{1)~3)10)}。しかし、これらの多くは緩徐相速度の視標に対する追従性为中心で、個々の眼振の振幅については、Honrubia (1968)¹¹⁾、仲野 (1973)¹²⁾ がいわゆる look nystagmus と stare nystagmus との関係において述べており、日比 (1973)¹³⁾ が経時的変化について触れているが詳細な検討は少ない。これは、OKN の眼振振幅を ENG の波形から用手的に計測するために手数を必要とすること、正常被検者においてもバラツキが大きく、明確な経時的変化が評価しにくい点にも原因があると考えられる。私達は線条刺激とランダム刺激で最も異なる反応態度を示したパラメータが眼振振幅であることから、急速相振幅の経時的変化、ヒストグラム、さらに視標速度との相関など多面的に検討を加えた。

OKN の急速相振幅は視標を捕捉する衝動性眼運動で、急速相振幅の最大値付近の値は視標捕捉が的確に行われた場合の衝動性眼運動振幅を示していると考えられる。しかし私達の分析結果では、この値はおおむね線条間隔の60%以下であり、的確に視標が捕捉されたと考えられた眼振でも正確に中心窩で視標を捕捉しているとは言い難い結果であった。これは、自覚的に

表2 線条 OKN とランダム刺激 OKN の特徴

	線 条 刺 激	ランダム刺激
眼振振幅	視標速度に対し一定	視標速度に比例して増加
眼振数	線条数に一致	多数解発
眼振持続時間	線条の間隔に一致	短時間
緩徐相速度	視標速度に対し一定の比率	同左
緩徐相速度と急速相速度	相関せず	相関性あり
回転感覚	あり	あり(線条より強)

は視標を捕捉しているが実際には中心窩からのずれ (retinal slip) が生じているためと考えられる。この点は、視標速度が低速度のうちから眼振緩徐相速度が視標速度に一致しないことから明らかである。しかし、緩徐相速度は視標速度に対し完全には一致しないがほぼ一定の比率に保たれていることを示し²⁾、視標捕捉のための衝動性眼運動で retinal slip が生じて視標に対する追従性眼運動を大きく障害しないものと考えられた。

線条刺激の特徴は日常生活の視刺激と比較して周辺視野への刺激が抑制され、中心窩への刺激が優位となっている点である。したがって、線条刺激 OKN の緩徐相は、一様な背景の中での運動視標を注視する視標追跡検査の追従性眼運動に類似している。視標追跡検査の眼運動振幅は視標運動により決定されるが、OKN の振幅は次々に発現する急速相により決定される。私達の分析結果では、線条刺激の眼振振幅は広範囲に分布してはいるが、視標速度に影響されずほぼ一定に推移していた。また、眼振数は、小振幅の眼振による若干の乱れはあるが全体としては眼前を通過する線条に一致していた。これらは、線条刺激 OKN が視標線条の間隔によって規定されることを示す結果であった。線条刺激 OKN の急速相は現在追従中の視標にたいする retinal slip と向視標運動性に視野正面に接近する隣接視標の双方がトリガとなって発現し、次に捕捉する視標が明確であることから定点間の注視運動である衝動性眼運動¹⁴⁾と考えてよいであろう。一般に眼振急速相は眼球偏位を補正する立ち直り反射的な eye centering system¹⁵⁾ によると考えられているが、線条刺激 OKN の急速相は立ち直り反射と言うより、より積極的な視標捕捉のための衝動性眼運動の要素が強いものと考えられた。

線条刺激 OKN の急速相振幅が分布範囲の広いパラメータであり、その原因として緩徐相の途中に見られる小振幅の眼振と急速相が分割される場合があることを述べた。仲野¹¹⁾¹²⁾らは大

小の振幅が混在する原因をいわゆる look nystagmus と stare nystagmus に関連づけて考察しているが、私達は追従眼運動、および衝動性眼運動中に生じた saccade と関連あると提唱したい。緩徐相の途中でみられる小眼振は追従眼運動に生じた saccade と考えることができる。一方、急速相が分割される現象は、線条刺激 OKN の急速相が衝動性眼運動としての要素が強いことと関連して衝動性眼運動中に生じた corrective saccade と考えたい。急速相振幅のバラツキの状況をみると低視標速度では大振幅の眼振に小振幅眼振が混入する例が多いが、高視標速度ではバラツキが広い範囲に及んでいる。緩徐相、急速相における saccade は各視標速度において発生するが、比較的低速の視標では追従眼運動の saccade が発生し易く、高速になるにつれ種々の振幅の corrective saccade の比率が増加するものと考えられた。この点については、視標速度が高速になるにつれ retinal slip が増大し周辺視野の刺激が低速刺激時よりも強くなることも関係あるであろう。

2) ランダム刺激 OKN の解発について

ランダム刺激は特徴のない不同の小円が一面に配置された視標を使用した。被検者は中心窩と周辺視野の全体にわたる刺激を受け、周辺視野の受ける刺激は線条に比較して非常に強い。これまでの OKN における中心窩と周辺視野の機能を検討する方法は、正面固視¹¹⁾や中心暗点により中心窩刺激を抑制する方法⁴⁾⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾が主体であった。また、Hood (1967)¹⁸⁾は視野全体を暗くすることで中心窩の機能を抑制した眼振を検討しているが、ランダム刺激はこれと逆に周辺視野を中心窩に対して相対的に強く刺激することで両者の関与を検討する方法である。しかも視標に特徴がないので、視標捕捉に被検者の意志が介在しにくい反射的な視運動性眼振を検討できる。

当初、このような刺激に対する OKN は反応態度が不定となり、同一被検者の反応および被検者間で各パラメータの分布範囲が広範囲にわ

たることが予想された。しかし、実際の分析結果では安定した反応態度を示し、正常被検者の眼振振幅、速度などの標準偏差も線条刺激と比較して特に大きくなる傾向はみられなかった。これは、捕捉すべき視標に特徴がなくても全視野を刺激された場合に一定の反応態度で眼振が解発する機構が存在することを示唆するものと考えられた。

ランダム刺激による OKN の特徴は、1) 低視標速度において小振幅の眼振が多数解発している、2) 視標速度の増加にともなって眼振数の増加率が減少して緩徐相、急速相の振幅が増加し、この影響で急速相速度も視標速度に相関している点に集約される。とくに、後者はランダム OKN の急速相が衝動性眼運動の要素が強い線条刺激とは異なって、緩徐相による眼球偏位を Bender (1955) が提唱した eye centering system で補正する反射的な特徴が強い眼振反応であることを示していた。線条刺激 OKN が「衝動性眼運動により規定された眼振反応」であるのに対し、ランダム OKN は「眼球偏位に対する反射的な眼振反応」と言うことができる。

諸家の報告¹²⁾¹⁶⁾では、OKN において小振幅の眼振が多数解発するのは周辺視野眼振の特徴と考えられ、中心暗点症例や人工的に中心暗点を設定した正常被検者でこの傾向が顕著に認められている。したがって、周辺視野が強力に刺激されるランダム刺激では周辺視野眼振の特徴をもった小振幅、高頻度の眼振が発現する点は容易に理解できる。

しかし、中心窩視力を抑制した状態での周辺視野眼振では視標速度の増加による眼振振幅の増加は報告されていない。この点 Honrubia (1968)¹¹⁾は正常被検者に中心窩刺激が主体となる look test と周辺視野刺激が主体となる stare test を施行し、stare test でランダム刺激のように視標速度の増加にしたがって眼振振幅が増加することを報告している。Honrubia の stare test は刺激野の中心に視線を固定した状態で視運動刺激を施行している。この刺激法は、

stare test とは言うものの、厳密な意味では中心窩も刺激を受けた状態で相対的に周辺視野に強い刺激が与えられており、私達のランダム刺激に類似した刺激形態と考えてよいであろう。したがって、視標速度の増加に伴って眼振振幅が増大するのは中心窩と周辺視野の双方が刺激され、しかも周辺視野刺激が相対的に強力な刺激を受けた場合に特徴的な反応態度と言うことができる。

OKN 緩徐相について Cohen, et al (1977)¹⁹⁾は「direct pathway」と「indirect pathway」の2要素があり、前者は視標への追従眼運動に直接関与し、後者は視刺激の継続より徐々に増強されて、velocity storage mechanism により OKAN の発現に関与し、一方で視標追従を補助することを述べている。また、この論文中で定速刺激 OKN の緩徐相速度が刺激開始後、一定の遅れで上昇し、indirect pathway の機能を示す OKAN はこれにともなって増強するが、緩徐相速度が視標速度に近づくにつれ鈍化し、一定の飽和点に達することが述べられている。これらの点は retinal slip の存在が indirect pathway の増強に関与していることを示唆する所見と考えられ、周辺視野が強く刺激された OKN で OKAN 解発が良好である事実ともよく符合している。

ランダム OKN においては視標の特性から周辺視野が強く刺激され、さらに等加速度刺激のため視標速度と緩徐相速度が一致せず、つねに retinal slip が存在するために視標速度の増加により周辺視野刺激がさらに増強されると考えられ、このため、indirect pathway は刺激速度の上昇に従って常に増強され飽和点に達しにくいと推察される。また、indirect pathway は velocity storage mechanism と関連して前庭神経核への関与が考えられており¹⁴⁾、この点が刺激速度にしたがって眼振振幅が増大し、また、眼振急速相が反射的な要素の強い傾向を示す原因と考察された。ランダム刺激では線条刺激より回転感が強いのも、この様な点に関係すると

考えられる。

線条刺激とランダム刺激の反応態度の差は視標速度 70°/sec 程度までが著明で、それ以上では差が顕著でなくなることを示したが、これは線条刺激でも視標速度が高速になるにしたがって retinal slip が増大して周辺視野への刺激が強力となるための現象と考えられた。

結 論

1. 視運動性眼振の解発態度は線条刺激とランダム刺激の視標形態によって異なることを示した。この違いは視標速度に対する緩徐相、急速相振幅、急速相速度の相関性、眼振数の差によって確認された。
2. 線条刺激による視運動性眼振は、視標捕捉の衝動性眼運動が眼振解発を制御しているが、ランダム刺激では主として緩徐相による眼球偏位に対する立ち直り反射的な eye centering system の制御を受けると考えられた。
3. 線条刺激とランダム刺激での OKN の差異は周辺視野への刺激の強さの差に起因し、Cohen の提唱した OKN 緩徐相に対する indirect pathway の機能に関連したものと考察された。

文 献

- 1) 仲野紘介, 二木 隆, 北原正章: 視運動性眼振における FOVEAL-PATTERN と RETINAL-PATTERN. 耳鼻臨床 **65**: 1233~1242, 1972.
- 2) Watanabe Y, Ohashi N, Ohmura A, et al: Gain of slow phase velocity of optokinetic nystagmus. Auris-Nasus-Larynx (Tokyo) **13**: s63~s68, 1986.
- 3) 水越鉄理: めまい・平衡障害の診断と治療. 現代医療社, 東京, 1988.
- 4) Cheng JS and Outerbridge JS: Computer generated optokinetic display. Medical and Biological Engineering **12**: July; 489~492, 1974.
- 5) Cheng M and Outerbridge JS: Optokinetic nystagmus during selective retinal stimulation. Exp Brain Res **23**: 129~139, 1975.
- 6) 浜田 隆: 視運動性眼振における急速相の優位性. Equilibrium Res **39**: 2; 218~223, 1980.

- 7) 渡辺行雄: ENG 検査の自動分析システム. 耳鼻 **82**: 1553~1577, 1979.
- 8) 渡辺行雄: ENG 検査へのコンピュータの導入. 「めまい—臨床の基本」(鈴木淳一, 時田 喬編) 155~176頁, 現代医療社, 東京, 1983.
- 9) 渡辺行雄, 大橋直樹, 今村純一, 他: 平衡機能検査の分析・刺激制御のためのコンピュータシステム. 医療情報学 **6**: 391~401, 1986.
- 10) 菱田 登: 小脳障害例の視運動性眼振異常. 耳鼻臨床 **77**: 312~339, 1984.
- 11) Honrubia V, Downey WL, Mitchell DP, et al: Experimental studies on optokinetic nystagmus. Acta Otolaryngol **65**: 441~448, 1968.
- 12) 仲野紘介, 二木 隆, 北原正章: 視運動性眼振の振盪野並びに眼振振幅知見補遺. 耳鼻臨床 **66**: 923~930, 1973.
- 13) 日比孝也: 視運動性眼振検査法に関する研究. 耳鼻臨床 **66**: 113~150, 1973.
- 14) Buttner U and Buttner-Ennever JA: Present concepts of oculomotor organization. (ed. by Buttner-Ennever JA), pp 3~32, Neuroanatomy of the oculomotor system, Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford, 1988.
- 15) Bender MB: The eye centering system. AMA Arch Neurol Psychiat **73**: 685~699, 1955.
- 16) Miyoshi T: Foveal and peripheral nystagmus. Proceedings of Fifth Extraordinary Meeting of Barany Society. 171~174, 1975.
- 17) 白戸 勝: 視運動性眼振の発現機序. 耳鼻臨床 **75**: 73~93, 1982.
- 18) Hood JD: Observations upon the neurological mechanism of optokinetic nystagmus with special reference to the contribution of peripheral vision. Acta otolarungol **63**: 208~215, 1967.
- 19) Cohen B, Matsuo V and Raphanm T: Quantitative analysis of the velocity characteristics of optokinetic nystagmus. J Physiol **270**: 321~344, 1977.

(別刷請求先: 渡辺行雄
〒930-01 富山市杉谷2630
富山医科薬科大学医学部耳鼻咽喉科学教室)