視運動眼振検査前後の角膜網膜電位の変動について†

—第2報—

稲垣京子・八木聡明・山野辺滋晴
青木秀治・森園徹志・大場泉*

はじめに

眼振電計 (ENG) は、眼球と角膜と網膜の間に存在する電位差 (角膜網膜電位) を、増幅、記録するものである。角膜網膜電位はかなり安定した電位ではあるが、常に一定のものではない。角膜網膜電位に大きな変化を与える要因として、現在まで眼球そのものの病変の他に光の影響が知られている¹⁾。一方、我々は先に角膜網膜電位に影響を与える因子として、視運動眼振パターン検査 (OKP テスト) について報告した³⁾。すなわち、角膜網膜電位は、OKP 検査後に検査前の約 1.2 倍に増加すること、しかもこの増加は、とくに視刺激の速度が一定 (45°/sec 程度) 以上の状態が持続すると起こることから、OKP テスト後の角膜網膜電位の増加に網膜視が特に関与していると推測した。今回は、この角膜網膜電位の増加と網膜視の関係をより明確にするため、網膜視と中心窩視が比較的明確に区別できる視運動刺激条件下で角膜網膜電位の変化を検討した。

対象と方法

対象は、角膜網膜電位に直接影響を及ぼすと考えられる眼球そのものに病変がなく、また神経耳科学的検査に異常のない症例で、視刺激によって眼球運動が良好に誘発された健常者90名 (男性46人、女性44人) とした。

角膜網膜電位の変化は、視角 10° の指標を交互に固視することによる ENG の電位差として測定し、ペンの振れを mm で現わした。視運動刺激には、Ohm 型刺激装置 (半径 75 cm の円筒で白い背景に12本の黒線のあるもの) を用いた。刺激は等角速度とし、30°, 45°, 60°, 90°/sec の角速度で左回り、右回りそれぞれ75秒間行なった。被検者は円筒中央に座り、次の2つの方法で前方をみるよう指示された。第1は視刺激円筒が回転しても黒線を追従せず、円筒内側直前に置いた静止標的を注視しつづける状態 (図1A) であり、第2は通常の視運動眼振検査と同様、黒線を追従する状態である (図1B)。すなわち、前者の条件では網膜視となり、後者で

図1 2つの視運動刺激条件

Aは視刺激円筒が回転しても黒線を追従しないで前方の静止標的を注視しつづける状態、Bは黒線を追従する状態。

†Corneo-Retinal Potential Changes Caused by Optokinetic Stimulation —Second Report—

*Kyoko Inagaki, Toshiaki Yagi, Shigeharu Yamanobe, Hideharu Aoki, Tetsushi Morizono and Izumi Ohba

*日本医科大学耳鼻咽喉科学教室 (主任: 奥田 稔教授)

は低角速度刺激で中心窩視が主体をなしている状態である。ただし、この視運動条件、とくに図1Aの状態では被検者が回転感を強く感じるため、 $30^{\circ}\sim 90^{\circ}/\text{sec}$ までのすべての刺激を施行することが困難なことがあり、その場合は可能な範囲で刺激を行なった。

結 果

$30^{\circ}/\text{sec}$ の等角速度視運動刺激による OKN の ENG 記録の一例を図2に示した。A, Bはそれぞれ方法で述べた条件、すなわち、線条を追従せず、前方の一点を注視した場合(A)と線条を追従した場合(B)を示している。

Aでは、視刺激線条が動いていても眼振の出現していないことが明瞭に示されている。この状態で角膜網膜電位は、視刺激前には18 mm(方法で述べたごとく、記録紙上の振幅で示している)であるのに対し、視刺激後には24 mmと明らかな電位の増加が認められる。一方、Bの条件では、視刺激に応じて眼振が解発されているが、角膜網膜電位は視刺激前後とも18 mmで変化は認められない。

図3は同一被検者の、 $60^{\circ}/\text{sec}$ 等角速度視運動刺激による OKN の ENG 記録を示したものである。視刺激

前後の角膜網膜電位は $30^{\circ}/\text{sec}$ 刺激の時と異なり、Aの条件で刺激前18 mm, 刺激後24 mm, Bの条件で刺激前18 mm, 刺激後24 mmと、両者ともに明らかに視刺激後に電位が増加している。

$30^{\circ}\sim 90^{\circ}$ の各等角速度における視刺激前後の角膜網膜電位の変化を、その比率(視刺激後の角膜網膜電位/視刺激前の角膜網膜電位)で表わし、図4に示した。例えば、 $90^{\circ}/\text{sec}$ の等角速度刺激では、Aの刺激状態で視刺激前後の変化率の平均は1.12であり、Bの状態では変化率の平均は1.14である。この両者とも視刺激前に比して、明らかに(t-検定、 $P<0.01$)電位の増加が認められるが、AとBの条件間での変化率には統計学的な有意差は認められなかった。これは、 $60^{\circ}/\text{sec}$ および $45^{\circ}/\text{sec}$ の等角速度刺激でも同様で、視刺激前後の変化率は、Aの状態ではそれぞれ1.07と1.09、Bの状態ではそれぞれ1.11と1.11で視刺激後に明らかな電位の増加が認められるものの、AB条件間での変化率には差が認められなかった。

一方、 $30^{\circ}/\text{sec}$ の等角速度刺激では、視刺激前後の変化率はAの状態では1.05、Bの状態では1.01と、Aの条件で統計学的に有意の増加を示したが、Bの条件では増加は認められなかった。しかし、 $45^{\circ}/\text{sec}$ 以上の角速度刺激と異なり、AB条件の間では角膜網膜電位の変化に有意

図2 2つの視運動刺激法による角膜網膜電位の変化の1例。

$30^{\circ}/\text{sec}$ の刺激で静止標的を注視しつづけた状態(A)と線条を追従しつづけた状態(B)を示している。

Aの図の最上段は1秒の時標、2段目は眼球運動波形(時定数3)、3段目は速度波形(時定数0.03)、最下段は視標線条マークを示す。

図3 2つの視運動刺激法による角膜網膜電位の変化の1例。

$60^{\circ}/\text{sec}$ の刺激でAは静止標的を注視しつづけた状態、Bは線条を追従しつづけた状態。

図4 視運動刺激前後の角膜網膜電位の変化率

静止標的を注視しつづける状態(A)と線条を追従しつづける状態(B)での電位変化率(視刺激後の電位/刺激前の電位)の平均値(白棒)と標準偏差(バー)を示す。標準偏差上の印はA B両条件間の統計結果, 平均値の右肩の印は視刺激前後間の統計結果を示している。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, NS 有意差なし。

な差を認めた。すなわち, Aの条件における角膜網膜電位の増加は, Bの条件におけるそれより明らかに大であった。

考 察

角膜網膜電位はかなり安定しており, また, その変化が眼球の動いた角度に比例して増減することから, 現在最も実用的かつ簡単な眼球運動記録法として用いられている²⁾⁴⁾⁵⁾⁸⁾。しかし, この電位も常に一定のものではなく, これに変化をあたえる要因として, 以前から, 眼球の病変と光の影響が知られているが¹⁾, それに加え視運動眼振検査も角膜網膜電位に影響を与える要因であることを先に報告した³⁾。すなわち, 視運動眼振検査を行なうと角膜網膜電位の増加が見られたが, この電位の増加には視運動刺激として中心窩視より特に網膜視が関与していると推測した。

今回, 視運動刺激として純粋な網膜視の状態, すなわち, 視刺激円筒が回転しても線条を見ずに円筒前の静止標的を注視しつづける方法で角膜網膜電位の変化を観察し, 視刺激線条を追従する状態, すなわち, 低速度では中心窩視が主体である方法での電位変化と比較した。その結果, 網膜視の状態では視刺激として用いた $30^{\circ} \sim 90^{\circ} / \text{sec}$ の等角速度では, いずれの速度でも視刺激後に角膜網膜電位が増加し, 以前に推論した視運動刺激後の角

膜網膜電位の増加に網膜視が関与していることを裏づけた。一方, 中心窩視がその主体となる視運動刺激速度である $30^{\circ} / \text{sec}$ では, 刺激前後に角膜網膜電位が変わらず, $45^{\circ} / \text{sec}$ 以上の視運動刺激, すなわち網膜視が主体になっている状態で⁶⁾⁷⁾, 電位の増加が見られたことは, さらに先の結果を支持している。

ま と め

視運動刺激後の角膜網膜電位が増加する現象について, その機序を明らかにするため検討を行なった。我々は, 先にこの現象に主として網膜視が関与していると推測したが, 今回, 純粋な網膜視状態での視刺激を行ない, その際の角膜網膜電位の変化と通常の刺激状態(低速では中心窩視, 中～高速では網膜視が主体)での電位変化を比較検討した。その結果, 視運動眼振検査後の角膜網膜電位増加には網膜視が関与していると言う先の推測を支持する結果が得られた。

参 考 文 献

- 1) Baloh FE, Honrubia V: Electroneystagmography. In clinical neurophysiology of the vestibular system. pp 125, FD Davis co., Philadelphia, 1979
- 2) Coast AC: Electroneystagmograph. In physiological measures of the audio-vestibular system. Academic Press, pp 44, (edt, Bradford, L) New

York, 1975

- 3) 稲垣京子, 他: 視運動眼振検査前後の角膜網膜電位の変動について. *Equilibrium Res* 43: 19-23, 1984
- 4) Jongkees LB, Philipzoon AJ: Electronystagmography. *Acta Otolaryngol (Suppl)* 189: 7-11, 1964
- 5) 小松崎篤: ENG の原理とその臨床的意義. 臨床検査 21: 1415-1423, 1977
- 6) 仲野紘介, 他: 視運動性眼振における foveal pattern と retinal pattern. 耳鼻臨床 65: 1233-1242, 1972
- 7) Rademaker GG, Ter Braak JWG: On the central mechanism of some optic reactions. *Brain* 71: 48-76, 1948
- 8) 八木聰明: ENG について. 耳鼻臨床 29: 134-139, 1983

Abstract

In the previous report, we described the cause of the corneo-retinal potential increase after the optokinetic pattern test. We speculated that the rise of retinal activity in response to optokinetic stimulation leads to an increase of the potential. The present

study is intended to confirm this speculation.

Two optokinetic stimulus conditions were employed in this experiment. First, subjects fix their eyes on the stationary target during optokinetic stimulation without following black stripes. This induces mainly retinal stimulation (condition A). Next, subjects follow black moving stripes in the usual optokinetic test (condition B), which cause mainly foveal stimulation during low drum speed. Stimulus speeds of 30, 45, 60, and 90°/sec constant angular velocities were used.

The corneo-retinal potential increased in condition A after all four stimulus speeds. In condition B, however, the potential did not increase after 30°/sec constant angular velocity stimulation.

These data support the idea that the increase of corneoretinal potential after optokinetic stimulation is due to the rise of retinal cell activity.

(原稿到着: 昭和61年 6 月25日
別刷請求先: 稲垣京子
〒113 東京都文京区千駄木 1-1-5
日本医科大学耳鼻咽喉科学教室)