新井 基洋

Bernard Cohen*

北里大学医学部

耳鼻咽喉科学教室

*Department of Neurology

Mount Sinai School

of Medicine

視運動性眼振 (OKN), 視運動性後眼振 (OKAN) における体位の影響

視運動性眼振 (OKN), 視運動性後眼振 (OKAN) における体位の影響, とくに体傾斜時の cross-coupling の有無について検討した。対象は健常な男性11名, 女性4名, 合計15名で, 年齢は28~51歳 (平均年齢 35.7 ± 7.7 歳) であった。検査には特別に製作した Jung 型視運動性眼振誘発装置を使用した。高さ120インチ, 半径60インチの半円筒のスクリーンに視角 10° 毎, 幅3.3インチ (視角 2.9°) の光線条を投影し, 35° /秒, 45秒間の等角速度水平視運動刺激方法を行った。眼振は CCD カメラにて右一眼を記録した。左 OKN 刺激後, 暗所開眼で30秒間の OKAN 記録を行い, 右についても同様に検査を実施した。検査は垂直位, 左右 30° , 60° , 90° の7つの体位を用いて施行した。水平視運動性眼振 (以下 HOKN) の検査ではすべての傾斜体位で明らかな垂直成分を確認できた。体と眼のずれを現す Re-Body の値は体の傾斜角度を 30° , 60° , 90° に増やしていく 7.4° , 11.5° , 13.6° と増加し, 体傾斜のヒト OKN は cross-coupling を認めた。水平視運動性後眼振 (以下 HOKAN) の持続時間は前記7つの体位どの体位でも差は認められなかった。

HOKAN の第1打目の緩徐相速度は, 垂直位と 60° 傾斜体位の間に5%の危険率で有意差があり, 30° と 60° , 90° の間にもそれぞれ1%, 5%の危険率で有意差があった。VOKAN の第1打目の緩徐相速度は 30° , 60° , 90° の3つの傾斜体位の間に有意差は認められなかった。つまり, OKAN では, 体傾斜の角度を増やしていくと HOKAN の持続時間, 第1打目の緩徐相速度はともに減少するが, VOKAN の出現率, 第1打目の緩徐相速度はともに変化は認めなかった。よってヒト OKAN では cross-coupling は認められなかった。

キーワード: 水平, 垂直視運動性眼振, 水平, 垂直視運動性後眼振, 体傾斜, cross-coupling

はじめに

ヒトの視運動性眼振 (OKN) は, 臨床における前庭機能検査として, とくに中枢疾患の補助診断の1つとして利用されている¹⁾。同じく視運動性後眼振 (OKAN) も, 臨床における中枢疾患の補助診断の1つとして利用されている²⁾が, その正常値および臨床的診断意義は OKN に比して明らかではない³⁾。そこで, 我々は水平性視運動性後眼振の第I相 (以下 HOKAN-I 相) の持続時間の正常値を求めるため健常者147名を対象とした報告³⁾⁴⁾を行い, 次いでこの健常者147名と疾患例55症例の OKAN の結果を比較検討した⁵⁾。しかし, その結論はいまだ補助診断の領域にとどまっている。これは健常なヒト HOKAN-I 相が低反応より過大反応までの様々な結果

を認めることがその大きな要因である³⁾⁵⁾。

ところで, サルでは極めて良好な OKAN が観察されるのに対して, ヒトでは OKAN 発現に必要な OKN 刺激量, OKAN 持続時間, 減衰様式などの面でサルより遙かに劣っているとすでに報告されている⁶⁾。サルでは体軸に垂直な回転軸をもつ OKAN の時定数が, 坐位から側臥位にすると長くなることを Matsuo と Cohen⁷⁾ が指摘し, 垂直性視運動性後眼振 (以下 VOKAN) には耳石器が関与していることを示唆した。その後 Raphant と Cohen⁸⁾ は, 坐位の左右方向の視運動性後眼振に, 側臥位では, 垂直成分が, 背臥位では回旋成分が混在することを見だし, これを“cross-coupling”と名付けた。この現象には重力がかかわっていて, 坐位で純粋に左右方向

図1 左30°傾斜の左右 OKN, OKAN の記録の1例
被検者は40歳女性, 左 OKN, OKAN 中は VOKN, VOKAN を認めた. 左右の HOKAN-I 相を30秒間認めた. 矢印左は light off, すなわち OKAN-I 相の開始で, 矢印右は H, VOKAN-I 相の終点を示す.

である OKAN は, 側臥位や背臥位では耳石の働きで解発が抑制され, それに代わって垂直成分や回旋成分の出現の可能性を示唆した. ヒトの報告は, Gizzi, Raphan, Cohen⁹⁾ が頭部のみを45°傾斜させた OKN について cross-coupling を認めたと報告した. しかし, この研究では頭部固定が不十分な状態であること, 頭部のみの傾斜であること, 加えてヒトの OKAN は反応そのものが乏しく cross-coupling の存在を確認するに至っていない⁹⁾. そこで, 本研究では, 健常者を対象とし, ヒトの体傾斜での OKN, OKAN について cross-coupling の存在の有無について検討を行った.

対 象

マウントサイナイ病院の21Fの研究職員で耳鳴り, 難聴, めまいの既往がなく, 病院の健康診断で異常を認めない者を対象とした. なお, フレンツェル眼鏡を用いた暗所遮眼で自発眼振のあるもの, 頭振り眼振検査で眼振を認めるものを除外した. 男性11名, 女性4名, 合計15名, 年齢は28-51歳(平均年齢 35.7 ± 7.7 歳)であった.

方 法

1. 検査方法

検査には特別に製作した Jung 型視運動性眼振誘発装置(通称 10 Foot dome)を使用した. 高さ120インチ, 半径60インチの半円筒のスクリーン(左右視角120°, 上下

視角120°)に視角10°毎, 幅3.3インチ(視角2.9°)の光線条を投影し, 35°/秒, 45秒間の等角速度水平視運動刺激を行った. 眼振は CCD カメラ (ISCAN 社製) にて右一眼を記録した. 左視運動性眼振検査後, 暗所開眼で30秒間の視運動性後眼振記録を行い, 終了後, 右についても同様に検査を実施した(ここでの視運動眼振刺激は緩徐相でその刺激方向を規定する research term を用いているため clinical term とは逆になる.).

また検査中は, 被検者の開眼の様子と眼位を CCD カメラのモニターで観察し, 覚醒状態を保つように注意した.

検査は垂直位, 左30°, 60°, 90°, 右30°, 60°, 90°の7つの体位を乱数表を用いて at random に施行した. 図1は40歳女性(S.W)の左30°傾斜体位における左 OKN, OKAN とそれに続く右 OKN, OKAN を示す. 図2は30歳男性(F.C)の右90°傾斜体位における左 OKN, OKAN とそれに続く右 OKN, OKAN を示す. OKN, OKAN の記録および解析は DAOS というソフトを用いてコンピュータ (Gate way 社製) で行った.

2. 検討項目

1) OKN

(1) 水平視運動性眼振(以下 HOKN)の平均緩徐相速度, 利得

左右 HOKN 平均緩徐相速度とその利得を垂直位, 左右30°, 60°, 90°傾斜の7つの体位で求めた.

図2 右90°の傾斜の左右 OKN, OKAN の記録の1例
被検者は30歳男性, 左右の OKN 中は VOKN を認めた. 右の H, VOKAN-I 相は10.4秒間認めた.

図3 第1～4象限の意味と Re-Body, Re-Gravity の解釈について
例として左60°体傾斜左視運動刺激を示してある. 第1象限は右体傾斜左視運動刺激を意味し, 第2象限は左体傾斜左視運動刺激, 第3象限は右体傾斜右視運動刺激, 第4象限は左体傾斜右視運動刺激を表している.

(2) 垂直視運動性眼振 (以下 VOKN) の平均緩徐相速度, 眼の動きが体に対してずれる角度 (=Re-Body とした.)

前記7つの体位の平均緩徐相速度を求め, 1) の

HOKN を X 軸とし, 2) の VOKN を Y 軸として眼振ベクトル $V_n (Y_n, X_n)$ を求めた. 15人の7つの体位におけるベクトルの平均値 $V_{mean} (Y_{mean}, X_{mean})$ を求めた. これから眼の動きが体に対してずれる角度 (Re-

図4 7つの体位別の15例左右 OKN 平均緩徐相速度結果

左上は垂直位，右上に30°，左下に60°，右下に90°傾斜の結果を示す。HOKN の平均緩徐相速度を Xmean とし，VOKN の平均緩徐相速度を Ymean として眼振ベクトルを求めた。15人の7つの体位におけるベクトルの平均値を小さな四角 (□) で示した。

Body), $\theta = \tan^{-1}(Y_{\text{mean}}/X_{\text{mean}})$ を求めた (図3 参照)。

(3) Re-Gravity

Re-Body の値を実際の体傾斜角度より引いた値が重力と眼振ベクトルとのずれで，これを Re-Gravity とした。図3では体傾斜角度60°を例としている。この場合の Re-Body の値は $(60 - \theta)^\circ$ となる。

2) OKAN

(1) 水平視運動性眼振 (以下 HOKAN) の持続時間
15人の HOKAN の持続時間を先に述べた7つの体位で検討した。さらに，15人の被検者について左右別 HOKAN の持続時間の変化につき検討した。

(2) HOKAN の第1打目の緩徐相速度

HOKAN は減衰するため第1打目の緩徐相速度を指標とし，各体位で検討した。

(3) 垂直視運動性後眼振 (以下 VOKAN) の出現率，第1打目の緩徐相速度

VOKAN も同様に第1打目の緩徐相速度を指標とし，各体位で比較検討した。またその出現率を検討した。

(4) Re-Body

各体位で $\theta = \tan^{-1}(Y_{\text{mean}}/X_{\text{mean}})$ の値を比較検討した。

結 果

1. OKN

1) HOKN の平均緩徐相速度，利得

15例の左右 OKN 平均緩徐相速度結果を垂直位，左右30°，60°，90°傾斜の7つの体位別に図4に示した。図4の見方は図3を参照されたい。第1象限は右体傾斜左視運動刺激を意味し，第2象限は左体傾斜左視運動刺激，第3象限は右体傾斜右視運動刺激，第4象限は左体傾斜右視運動刺激を示している。HOKN の平均緩徐相速度を X 軸とし VOKN の平均緩徐相速度を Y 軸として各々の眼振ベクトルを求めた。15人の7つの体位におけるベ

図5 垂直位, 30°, 60°, 90°傾斜とその Re-body の角度。

横軸に4つの体位, 縦軸に Re-body の角度を示す。垂直位における Re-body の角度は $0.9 \pm 2.4^\circ$, 30°傾斜体位は $7.4 \pm 1.7^\circ$, 60°傾斜体位は $11.5 \pm 10.3^\circ$, 90°傾斜体位は $13.6 \pm 12.6^\circ$ であった。

クトルの平均値を小さな四角 (□) で示した。

垂直位における左右の OKN 平均緩徐相速度は対応のない t 検定 (スチューデント t 検定) で有意差 ($p < 0.05$) はなかった。左右平均の OKN 平均緩徐相速度は $26.2 \pm 5.2^\circ/\text{s}$ であり, その利得は 0.7 ± 0.1 であった。30°傾斜体位の第1～4象限における OKN 平均緩徐相速度は均一で ($p > 0.05$), OKN 平均緩徐相速度は $25.6 \pm 6.2^\circ/\text{s}$, 利得は 0.7 ± 0.2 であった。60°傾斜体位の第1～4象限における OKN 平均緩徐相速度は均一で ($p > 0.05$), OKN 平均緩徐相速度は $24.4 \pm 7.4^\circ/\text{s}$, 利得は 0.7 ± 0.2 であった。90°傾斜体位の第1～4象限における OKN 平均緩徐相速度は均一で ($p > 0.05$), OKN 平均緩徐相速度は $24.2 \pm 7.7^\circ/\text{s}$, 利得は 0.7 ± 0.2 であった。

以上, 垂直位, 左右30°, 60°, 90°傾斜の7つの体位すべてにおいて OKN 平均緩徐相速度は均一であり ($p > 0.05$), 傾斜角度が増しても指標は十分追跡できた。

2) VOKN の平均緩徐相速度, Re-Body

垂直位で, 2例のわずかな垂直成分を第4象限で認めた。垂直位における Re-Body の角度は $0.9 \pm 2.4^\circ$ であった。30°傾斜体位の第1～4象限における Re-Body の角度は均一で ($p > 0.05$), 平均角度は $7.4 \pm 1.7^\circ$ であった。60°傾斜体位の第1～4象限における Re-Body の角度

は不均一で ($p < 0.05$), 第2象限と第3象限, 第3象限と第4象限の間に5%の危険率で有意差を認めた。つまり第3象限 (右体傾斜右視運動刺激) は第2, 4象限より垂直成分が出現し難かった。60°傾斜体位の Re-Body の平均値は $11.5 \pm 10.3^\circ$ であった。90°傾斜体位の第1～4象限における Re-Body の角度は不均一で ($p < 0.05$), 第2象限と第4象限の間に5%の危険率で有意差を認めた。90°の Re-Body の平均値は $13.6 \pm 12.6^\circ$ であった。以上の結果を横軸に4つの体位, 縦軸に Re-Body の角度をプロットしたものが図5である。

3) Re-Gravity

30°傾斜体位の第1～4象限における Re-Gravity の角度は検定にてその分散は均一で ($p > 0.05$), その平均は $22.6 \pm 7.2^\circ$ であった。60°傾斜体位の第1～4象限における Re-Gravity の角度は不均一で ($p < 0.05$) 第2と第3象限, 第3と第4象限の間に5%の危険率で有意差を認めた。Re-Gravity 平均は $48.5 \pm 10.3^\circ$ であった。90°傾斜体位の第1～4象限における Re-Gravity の角度は不均一で ($p < 0.05$) 第2と第4象限, 第3と第4象限の間に5%の危険率で有意差を認めた。Re-Gravity 平均は $76.4 \pm 12.6^\circ$ であった。

2. OKAN

図6 垂直位, 30°, 60°, 90°傾斜の4体位別, 15人の左右を併せた HOKAN の持続時間の度数分布。横軸は持続時間, 縦軸は度数を示した。

1) HOKAN の持続時間

15人の左右を合わせた HOKAN の持続時間を垂直位, 30°, 60°, 90°傾斜の4体位別に度数分布(図6)で示した。横軸は持続時間, 縦軸は度数を示した。垂直位は左右視運動刺激のみのため全部で30度数, 傾斜の3体位については左右視運動刺激に加えて, 左右への傾斜があるため各体位で60度数になる。すべての体位の度数分布で正規分布曲線をとらず, その度数は0-5, 25-30秒が多いことがわかる。左右を合わせた HOKAN の持続時間は垂直位と60°, 垂直位と90°傾斜体位の間にそれぞれ1%, 5%の危険率で有意差があり, 30°と90°傾斜体位の間にも5%の危険率で有意差があった。同様に15人の左右別持続時間も正規分布曲線をとらないため, OKAN の2群の比較にはマン・ホイットニー検定を用いて検討した。左右 HOKAN の持続時間は7つのどの体位でも左右差は認められなかった。また左右を合わせた HOKAN の持続時間で左右傾斜体位別でその持続時間を比較してもすべての角度に差は認められなかった。左右30°, 60°, 90°傾斜体位における左右を合わせた HOKAN の持続時間を比較してもすべての角度で差は認められなかった。

2) HOKAN の第1打目の緩徐相速度

HOKAN は減衰するため第1打目の緩徐相速度を指標とした。持続時間同様に正規分布曲線をとらないため, 2群の比較にはマン・ホイットニー検定を用いて検討した。結果は垂直位と60°傾斜体位の間に5%の危険率で有意差があり, 30°と60°傾斜体位の間に1%, 30°と90°傾斜体位の間に5%の危険率で有意差が認められた。

3) VOKAN の出現率, 第1打目の緩徐相速度 VOKAN も同様に第1打目の緩徐相速度を指標とした。30°傾斜での垂直成分の出現率は14/60, 60°傾斜では19/60, 90°傾斜では15/58であった。このうち, HOKAN の出現なく垂直成分のみを認めたものは30°傾斜では1例, 60°で4例, 90°で4例であった。3つの体位の第1打目の緩徐相速度の比較にはマン・ホイットニー検定を用いて検討した。結果は3つの体位の間に有意差は認められなかった。

4) Re-Body

$\theta = \tan^{-1}(V/H)$ について検討したが, 3つの体位の間に有意差は認められなかった。

図7 HOKAN-I 相持続時間の度数分布

縦軸に一侧 OKAN の例数, 横軸に OKAN-I 相持続時間を示す. この度数分布曲線は180秒で指数関数的に減少する分布で $1/e$ は14秒であり $92 \times e^{-x/14}$ の式に相関係数 0.976 で近似している.

考 察

1. OKN について

ヒト OKN の cross-coupling の存在は Gizzi, Raphant, Cohen が頭部のみを45°傾斜させた体位で報告している⁹⁾. この研究では6人の健常者を用いて約18°の Re-Body の値を得たと報告している. しかし, この研究では頭部固定が不十分な状態であること, 頭部のみ傾斜であることが問題点として残り, 今回の特別な Jung 型視運動性眼振誘発装置 (通称 10 Foot dome) と頭頸部の固定および体全体が傾斜できる検査の椅子の製作に至った.

本研究結果は HOKN の検査において, 垂直位では2症例にわずかな VOKN を認めるという例外を認めたが, 30°, 60°, 90°傾斜体位ではすべての体位で明らかな VOKN を確認できた. そして, 体の傾斜角度を30°, 60°, 90°に増やしていくと HOKN の利得は体位によって変化は認められなかったが, 体と眼のずれを現す Re-Body の値は7.4°, 11.5°, 13.6°と増加が認められた. よって, Gizzi ら⁹⁾の頭部のみを45°傾斜させた体位での研究と同様の結論である体幹長軸を回転軸として生じる水平方向の OKN の回転軸は地球の重力加速度の方向と一致する傾向を認めた.

サルではヒトと違い, 極めて良好な OKAN が観察され, 坐位の左右方向の視運動性後眼振に, 側臥位では垂直成分が認められ, いわゆる “cross-coupling” が認めら

れる⁸⁾のだが, その明瞭な垂直成分が OKN 中は認められない. この現象を Dai¹⁰⁾ は, OKN 中に垂直要素がでることは不利益であるから速度蓄積機構の direct-pathway が抑制していると考えしている. OKN の解発機構には direct-pathway と indirect-pathway の2つの経路がある¹¹⁾¹²⁾. OKN を等角速度刺激で解発すると, まず眼振緩徐相速度 (SPV) は急速に立ち上がる. これは direct-pathway の関与した反応であり, 主に眼球運動成分の smooth pursuit system の働きと考えられている. 従って, この反応には視覚皮質や小脳片葉が関与していることが推測される. 一方, SPV の急速増加に引き続き, SPV の安定した速度を維持するために indirect-pathway が働いており, また HOKN-I 相の発現にも関与していると考えられている¹¹⁾¹²⁾. この indirect-pathway とは, 前庭系と共通の velocity storage integrator を介する眼球機構と考えられている. 視蓋前域の視索核は velocity storage (indirect-pathway) を駆動する主要路と考えられている¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾. 体傾斜をさせたサルを用いた動物実験において視蓋前域を刺激中にのみ垂直成分を認めたこと¹⁴⁾から OKN 中の垂直要素を direct-pathway が抑制していると考えしている¹⁰⁾. ところで, ヒトはサルと違い OKN で垂直成分が出現しやすい. これは本来の視運動刺激のストライプの流れとはずれて見え, 一種の optogravic illusion である. ヒトには重力というものがすでにセットされているために VOKN がでてくる, 方向を検知しているために出現すると我々は考えている. 是非, この考察の正誤について今後の無重力下での肥塚らの研究結果を待ちたい¹⁵⁾.

2. OKAN について

サルではヒトと違い, 極めて良好な HOKAN が観察され, 坐位の左右方向の OKAN に, 側臥位では VOKAN が認められる⁴⁾. しかし, ヒト HOKAN はサルに比べてその反応が遙かに劣っていることは周知の事実である⁶⁾. そこで本研究の垂直位, 左右を合わせた30°, 60°, 90°傾斜の4体位における HOKAN の持続時間を示した図6を見ると, すべての体位の度数分布で正規分布曲線をとらず, その度数は0-5秒が最も多く, 短時間に消失, または全く出現しないものが多いことがわかる.

我々は, 以前, 年齢20~78歳までの日本人男女147名の健常者を対象に HOKAN-I 相の持続時間について報告した³⁾⁴⁾. この147名, 294側の OKAN-I 相の持続時間頻度分布 (図7) では10秒未満を低反応とし, 294サンプルの OKAN-I 相の10パーセンタイル値である60秒以上を過大反応とし, 中反応の I 相の持続時間を10秒以上60秒未満とし, 健常人の HOKAN-I 相は低反応より過大反応まで広く分布することを示し, そしてその中でも I 相

持続時間10秒以下が最も多く、全体の46.9%に認められた³⁾⁴⁾。本研究の4体位におけるHOKANの持続時間の度数分布も同様に指数関数的に減少する傾向を認めた。そして、その持続時間は5秒以下の短時間にその度数が多く認められた。以上より、HOKANは刺激条件、体位および人種にかかわらずI相の持続時間10秒以下が多く認められ、I相の持続時間が長くなればなるほどその頻度は減少する傾向が認められた。

よってヒトではサルと違い、HOKANの反応が様々である上にその持続時間が短いため、必然的にHOKANに伴うVOKANの出現頻度も低いと考えられる。本研究でもVOKANの出現率は約25%にとどまっている。ヒトとサルのOKANは水平のみならず垂直成分においてもその反応の大きな差が認められた。

以上より、ヒトではindirect-pathwayはもとより、OKN中の垂直要素を抑制しているdirect-pathwayもサルよりも劣っていることが認められた。あらためてヒトとサルのOKN, OKAN発現の違いを考えさせられた。これは、ヒトとサルの生活環境の近い、例えば2本足で歩くヒトと時に4本足で歩くサルの歩行の違いなども関係があるのではないだろうか。

ま と め

ヒトの体傾斜でのOKN, OKANについて特別に製作したJung型視運動性眼振誘発装置(通称10 Foot dome)と検査用椅子を用いてcross-couplingの存在の有無について検討を行った。

1. ヒトの体傾斜のOKNの結果

HOKNの検査において、垂直位では2症例にわずかなVOKNを認めるという例外を認めたものの、その後、30°、60°、90°傾斜のすべての体位で明らかなVOKNを確認できた。体の傾斜角度が30°、60°、90°の時の体と眼のずれを現すRe-Bodyの値は7.4°、11.5°、13.6°と増加が認められた。よって、体傾斜のOKNはcross-couplingを認めた。

2. ヒトの体傾斜のOKANの結果

HOKANは体傾斜角度の増加につれて、その持続時間、第1打目の緩徐相速度ともに減少を認めた。VOKANは体傾斜角度が増加しても、その出現率、第1打目の緩徐相速度ともに変化が認められなかった。VOKANの出現率は約25%であり、ヒトOKANではcross-couplingは認めなかった。

参 考 文 献

- 1) 水越鉄理: 視運動性眼振検査. 平衡機能検査の実際. 原田康夫, 他 編, 南山堂: 219-228頁, 1992.

- 2) 坂田英治: 視運動性後眼振検査. 平衡機能検査の実際. 原田康夫, 他 編, 南山堂: 228-238頁, 1992.
- 3) 新井基洋: 視運動性後眼振(OKAN)の臨床的研究-健康者における型分類と性別, 年齢別検討-. 日耳鼻 98: 770-780, 1995.
- 4) 徳増厚二, 新井基洋: 正常者に見られた水平性視運動性後眼振の種類とその名称(試案). Equilibrium Research 55: 378-379, 1996.
- 5) Arai M, Tokumasu K, Okamoto M, Naganuma H, Hosino I: Optokinetic Afternystagmus in the Human. A Comparative Study between Normals and Patients with Peripheral Vestibular and Central Disorders. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 524: 27-32, 1996.
- 6) Robinson DA: Control of eye movements. in the nervous system. Hand book of physiology vol. II part 2. Williams & Wilkins, Baltimore: 1275-1326, 1981.
- 7) Matsuo V, Cohen B: Effect of static head position on the duration of vertical optokinetic after nystagmus (OKAN) in monkeys. Neurosci Abstr 7: 39, 1981.
- 8) Raphan T, Cohen B: Organizational principles of velocity storage in three dimensions. Annals of the New York Academy of Science 545: 74-92, 1988.
- 9) Gizzi M, Raphan T, Cohen B: Orientation of human optokinetic nystagmus to gravity: a model-based approach. Exp Brain Res 99: 347-360, 1994.
- 10) Dai, M, Raphan T, Cohen: Spatial Orientation of the Vestibular System Dependence of Optokinetic After-Nystagmus on Gravity. J Neurophysiology 66: 1422-1439, 1991.
- 11) Cohen B, Matuso V, Raphan T: Quantitative analysis of the velocity characteristics of optokinetic nystagmus and after nystagmus. J Physiol 270: 321-344, 1977.
- 12) Raphan T, Cohen B: Velocity storage and ocular response to multidimensional vestibular stimuli. Adaptive mechanism in gaze control, ed. by Berthoz A, Melvill Jones G. Elsevier: pp 123-143, 1985.
- 13) 加藤 功: 視運動性眼振の皮質下経路について. Equilibrium Research 57: 243-253, 1998.
- 14) Schiff P, Cohen B, Raphan T: Nystagmus induced by stimulation of the nucleus of the optic tract in the monkey. Exp Brain Res 70: 1-14, 1988.
- 15) 肥塚 泉, 五十嵐 真: 無重力と前庭関係の研究 -ニューロラブ計画を中心として-JOHNS 14: 817-821, 1998.

稿を終えるにあたり、ご校閲を頂きました Mount Sinai 医学部生理学科助教授 Mingjai Dai 先生、種々のご協力を頂い

た Brooklyn 大学情報科学科教授 Theodore Raphan 先生,
Mount Sinai 医学部 Jun Maruta 氏および医学部職員各位に
心から深謝致します。

本論文の要旨は XIXth Meeting of the Barany Society
(sydney, 1996), 第55回日本平衡神経科学会 (京都, 1996) で

発表した。

(1998年 7月17日受稿 1998年11月12日受理)

別刷請求先: 〒231 横浜市中区根岸町2-85

横浜赤十字病院耳鼻咽喉科 新井基洋

Effect of Body Positions in Human Optokinetic Nystagmus and Optokinetic After-Nystagmus

Motohiro Arai, M.D. and Bernard Cohen, M.D.*

Department of Otolaryngology, Kitasato University School of Medicine, Kanagawa

*Department of Neurology, Mount Sinai School of Medicine, New York

We determined whether whole body tilt would shift the axis of optokinetic nystagmus (OKN) and optokinetic-after nystagmus (OKAN) induced by full-field rotation at 35°/sec. Fifteen normal people were positioned upright or tilted 30°, 60° or 90° to both sides. Stripes of 5° were projected on a 10-foot dome around the subject's yaw axis. Each trial lasted 45sec. The lights were then extinguished, and the subject remained in darkness for 30sec. while after-nystagmus (OKAN) was recorded. Horizontal and vertical eye movements were recorded by video-oculography at 60Hz. Eye position and velocity data were stored on optic disk cartridge by use of the data acquisition system.

A. OKAN: For the subject in the upright position, the OKN velocity vector was aligned with both gravity and the subject's yaw axis with two minor exceptions. When the subject was tilted, a vertical OKN component (VOKN) appeared in a majority of subjects. For all 15 subjects, the mean angle of the OKN velocity vector regravity (Vectorg) was $22.6 \pm 7.2^\circ$ at 30° tilted position. The Vectorg were $48.5 \pm 10.3^\circ$ at 60° tilted position, and $76.4 \pm 12.6^\circ$ at 90° tilted position. This represented shifts of the OKN velocity vector from the body axis of 7.4°, 11.5° and 13.6°, respectively. The horizontal OKN (HOKN) gain remained unchanged in different positions.

B. OKAN: The duration of HOKAN and initial slow phase velocity (SPV) of HOKAN decreased as the body position increased from upright to 30°, 60° and 90° tilted position, respectively. The incidence and initial SPV of VOKAN and Re-Body did not change as the body position increased from upright to 30°, 60° and 90° tilted position, respectively. Thus, VOKN was observed during HOKN as subjects were tilted and tended to vector to gravity, but VOKAN was not always observed during horizontal OKAN when subjects were tilted.

Key words: HOKN, VOKN, HOKAN, VOKAN, whole body tilt.