

## 主論文要旨

論文提出者氏名：四戸 達也

専攻分野：耳鼻咽喉科学

指導教授：肥塚 泉

主論文の題目：

平面スクリーンを用いた視覚刺激が前庭動眼反射に及ぼす影響

共著者：

宮本 康裕、望月 文博、荒井 光太郎、笹野 恭之、大原 章裕、  
稲垣 太朗、鈴木 香、三上 公志、肥塚 泉

緒言

逆転プリズムやレンズを用いて視覚入力を変化させた状態で、ある一定時間前庭刺激を加えると、前庭動眼反射 (vestibulo-ocular reflex: VOR) の利得が変化することが知られている。この現象は VOR の適応現象と呼ばれ、その発現には前庭神経核や前庭小脳などで構成される速度蓄積機構 (velocity storage mechanism: VSM) が強く関与している。VOR の適応現象を検討する際は、白黒ストライプやランダムドットを、被験者眼前に設置した円形スクリーンに投射して行うことが一般的である。今回、我々は、視覚刺激の動きのモダリティーの違いが、VOR の適応現象に及ぼす影響について従来の円形スクリーンに代わって、平面スクリーンを用いて検討した。

## 対象・方法

これまでに神経耳科学的な症状を呈したことがない、22歳～38歳（平均 25.7 歳）の健常成人 22 名を対象とした。実験に先立ち、すべての被験者には実験内容について十分に説明を行い、文書による承諾を得た上で実験に参加していただいた。本研究は聖マリアンナ医科大学倫理規定審査委員会の承認を得て行われた（承認番号 1147 号）。

被験者を回転椅子（KN-VAR1000、永島医科器械社製）に座らせた後、シートベルトで体幹を回転椅子に固定した。外側半規管の平面が地表と水平になるように頭部を垂直位置から約 30 度前傾させ、回転椅子のヘッドレストおよび顎あてで、頭部が動かないように固定した。回転刺激様式は振子様刺激（周波数：0.16 Hz および 0.32 Hz、最大角速度 60 度/秒）とした。眼前 30 cm の位置に設置した平面スクリーンに上下左右にそれぞれ視覚 10 度の位置を示す赤色のドットを投影し、これを注視させて較正を行った。次に完全暗所開眼下で回転刺激を加えて、VOR の“刺激前利得”を測定した。その後、回転椅子内に設置した平面スクリーンに白黒ストライプを投影し、回転椅子の 2 倍の速度で同方向に動かす-1 刺激（11 名）または、回転椅子と反対方向に白黒ストライプを動かす×2 刺激（11 名）の 2 つの条件下で、回転刺激（周波数:0.16Hz、最大角速度:60 度/秒、20 分間）を連続して加えた。それぞれの刺激終了直後、最小限度の明度のもとで再度較正を行った後、完全暗所開眼下に回転刺激を行い刺激前と同様の条件で測定し、VOR の“刺激後利得”を測定した。

眼球運動の記録には赤外線眼球運動記録装置（2D VOG-Video-Oculography、version 3.2、SensoMotoric Instruments）を用いた。水平眼球運動について解析を行った、眼球および椅子の速度波形に対して、高速フーリエ変換（fast Fourier transform: FFT）により周波数を特定し、眼球運動波形の絶対値と椅子の速度波形の絶対値の比より VOR の利得を求めた。なお、FFT はハニング窓により切り出され

たデータに対して行われ、切り出し窓長 512 点、窓のシフト幅 30 点 (0.5 秒) とした。これらの解析にはオリジナルコンピューターソフト (FNG-1004S、第一医科器械社製) を用いた。検定には、Wilcoxon の符号順位検定を用いた。P<0.05 を有意差ありとした。

## 結果

直線方向の視覚刺激を回転方向と同方向に 20 分間加えた際 (-1 刺激)、VOR の利得は、0.16 Hz では平均値が 0.56 から 0.47 と刺激前後で、有意な差を認めなかった (p=0.56)。0.32 Hz でも平均値は 0.48 から 0.42 と、刺激前後で、有意な差を認めなかった (p=0.10)。

直線方向の視覚刺激を回転方向と逆方向に 20 分間加えた際 (×2 刺激)、VOR の利得は、0.16 Hz では平均値が 0.52 から 0.52 と刺激前後で、有意な差を認めなかった (p=0.93)。0.32 Hz おいても平均値は 0.45 から 0.43 と、刺激前後で、有意な差を認めなかった (p=0.42)。

## 考察

円形スクリーンに投射された移動する白黒ストライプあるいはランダムドットを見ると被験者は、視覚刺激の回転方向と反対方向に、自分が回っているような視覚誘導性回転運動感覚 (circularvection: CV) を知覚する。一方、直線的な方向に動く視覚刺激を見ると、視覚刺激の方向と反対方向に、自分が移動しているような視覚誘導性直線運動感覚 (linearvection: LV) を知覚する。つまり、視覚刺激を与えるにあたって、指標のパターンは同一であっても、その動きが回転する場合と直線的に動く場合とでは、脳内では異なるモダリティーの刺激として処理されている可能性が示唆されている。

円形スクリーンを用いた視覚刺激が VOR に及ぼす影響について、肥塚らは周波数 0.16 Hz、最大角速度 60 度/秒、×2 刺激 (60 分間) で検討を加え、VOR の利得が増加したと報告している。

今回、我々は平面スクリーンに白黒ストライプを投射して視覚前庭矛盾刺激を与えながら回転刺激を 20 分間与えて、VOR の利得に及ぼす影響について検討を加えた。その結果、 $-1$  刺激と  $\times 2$  刺激の、いずれにおいても適応現象による VOR の利得の可塑的变化を認めなかった。

平面スクリーンに投影されたストライプは直線刺激として認識された結果、回転刺激が適刺激である半規管間動眼反射に対しては非合目的刺激となるため、可塑的变化が生じなかったと考えられる。

#### 結語

直線視覚刺激による視覚前庭矛盾刺激を加え、VOR の適応現象について検討を加えた。回転椅子によって付加される刺激は回転刺激であるのに対し、今回用いた視覚刺激は直線刺激となるため、非合目的な感覚情報として処理された結果、可塑的变化を生じなかったと考えられる。