

Title	直線加速度刺激による耳石系 : 眼反射の実験的研究
Author(s)	長谷川, 進
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/29373
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	長谷川 進 はせがわ すずむ
学位の種類	医学博士
学位記番号	第 973 号
学位授与の日付	昭和 41 年 4 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	直線加速度刺激による耳石系 —眼反射の実験的研究—
論文審査委員	(主査) 教授 吉井直三郎 (副査) 教授 岩間 吉也 教授 水川 孝

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

耳石系由来の反射は位置反射と直線運動反射に分類されているが、後者の詳細に関してはいまだ不明の点が多くある。すなわち耳石系のうち *utricle* は直線運動刺激により各種の反射を生じる事が知られているが、*sacculus* については平衡機能の有無すらが問題とされており直線運動時の *sacculus* の機能に関して十分な知見は得られていない。また耳石系の反応様式に関しても *macula* に垂直および平行の加速度がそれぞれ最大の刺激であるとする二説があり定説を見ていない。そこで著者は耳石系反射のうち最も正確な観察および記録を行ないうる耳石系一眼反射をとりあげて、正常および迷路破壊を行なった動物群に直線加速度刺激を負荷し眼球運動を記録した。とくに従来十分な実験の行なわれていない頭尾軸および背腹軸方向の直線運動刺激を行ない、側頭軸方向運動時の記録と併せて三次元の環境内での眼反射の様式の解明を試み、直線加速度に対する *utricle* および *sacculus* の果たす役割について考察を行なった。

〔実験方法〕

- (1) 実験動物は鼓膜および迷路機能正常の成熟家兎を用い、眼球運動の記録を電気記録装置 (ENG) および眼球運動二重写真撮影により行なった。
- (2) 水平面内直線運動刺激には Parallel-swing を用い、側頭軸および頭尾軸方向に運動を行なわせた。また背腹軸方向刺激のために電動式連続昇降装置を作製し、上下運動を行なわせた。移動平板には加速度計を接続し、歪測定器を用いて眼球運動波形と加速度波形の同時記録を行なった。
- (3) 負荷直線加速度は側頭軸および頭尾軸方向の最大加速度 217.8 cm/sec^2 、周期 2.5 秒、背腹軸方向は最大加速度 $G \pm 225.0 \text{ cm/sec}^2$ 、周期 2.0 秒を用いた。
- (4) 正常動物に対し双眼ルーペ下に経外耳道迷路破壊手術を行ない、両側全迷路破壊、一側全迷

路破壊，両側 *sacculus* 破壊の三群の動物に対して，正常動物同様上記三種類の加速度を負荷し反応を検討した。

〔実験成績〕

(1) 眼球運動様式と ENG 波形の関係は，眼球運動装置により水平・垂直・回転様眼球運動を行なわせると，それぞれ水平・垂直・水平垂直両誘導上に運動に対応した波形が記録される。

(2) 眼球運動方向記録のため，両側眼球の水平および垂直誘導をとり ENG 記録を行なうと，側頭軸，背腹軸方向刺戟時は主として垂直誘導に眼球偏位を認め，頭尾軸刺戟では両誘導共に眼球偏位が記録された。頭尾軸刺戟時は ENG と共に眼球運動二重撮影が有用であった。

(3) 正常家兎群の眼球運動様式を ENG 両眼垂直誘導同時記録および写真撮影により記録すると，

(イ) 側頭軸方向直線運動では両眼異相性垂直性眼球偏位

(ロ) 頭尾軸方向直線運動では両眼同相性車軸回転様眼球運動

(ハ) 背腹軸方向直線運動では両眼同相性垂直性眼球偏位がそれぞれ記録された。

(4) 三種類の直線運動刺戟に対し，加速度波形と眼球運動波形は位相の一致を示し，両眼球の偏位方向は動物の体移動方向と逆方向に向う。

(5) 全迷路破壊手術を行なった家兎群では

(イ) 両側全迷路破壊群は三種類の加速度に対して，規則的な眼球偏位を示さない。

(ロ) 一側全迷路破壊群は，両眼共に正常群と同様の眼球偏位が記録される。

(6) 両側 *sacculus* 破壊家兎群では

(イ) 側頭軸方向直線運動では正常様式の眼球偏位を示す。

(ロ) 頭尾軸方向直線運動では振巾は減少するが，正常様式の眼球偏位が記録される。

(ハ) 背腹軸方向直線運動では眼球運動の消失ないし不規則化が見られ，正常様式の反応は出現しない。

〔総括〕

(1) 直線運動時の眼球偏位は，水平成分以外の方向に出現する。したがって直線加速度刺戟による眼球運動記録には ENG 垂直誘導が有用である。

(2) 三種類の加速度により生じる眼球偏位は，位置反射と同様，眼球を体移動方向と逆方向に保持する方向に偏位を生じ，耳石系一眼反射の平衡維持に対する特徴と考えられる。また眼球は刺戟条件内では加速度に一致した位相の偏位を生じる。

(3) 一側耳石系のみにより，両眼は三種類の加速度に対して正常様式の眼球偏位を行ない得る。

(4) 両側 *sacculus* 破壊動物の側頭軸および背腹軸加速度刺戟に対する反応から，*sacculus* の平衡機能が肯定される。

(5) 頭尾軸加速度刺戟に対する正常動物の反応，および三種類の加速度に対する両側 *sacculus* 破壊動物の反応に対し，*macula* に垂直の加速度が最大の刺戟とする説では説明不可能であり，感覚毛に対する耳石膜の“ずれ”が最大の刺戟となる。すなわち側頭軸加速度では *utricle* 頭尾軸加速度では *utricle* と *sacculus* 背腹軸加速度では *sacculus* がそれぞれ刺戟に対応して耳石系一眼反射

を生じている。

論文の審査結果の要旨

耳石系由来の反射のうち、直線運動反射に関してはいまだ不明の点が多く、特に *sacculus* の平衡機能の有無、および耳石系の刺激に対する反応様式については定説を見ていない。この実験は正常および迷路破壊を行なった家兎に直線加速度を負荷して、耳石系一眼反射を記録し上記の問題に対する研究を行なったものである。正常動物に¹⁾側頭軸、²⁾頭尾軸、³⁾背腹軸方向の加速度を負荷すると、それぞれ¹⁾両眼異相性垂直性、²⁾両眼同相性車軸回転、³⁾両眼同相性垂直性の眼球偏位を生じ、眼球は刺激前の位置を保つ様に偏位する。偏位は純水平成分以外の方向に出現し、また眼球偏位波形と加速度波形は同位相である。両側全迷路破壊を行なった動物では、刺激により眼球運動を生じないが、一側全迷路破壊動物では正常様式の眼球偏位を生じる。両側 *sacculus* 破壊動物では側頭軸および頭尾軸刺激の際は正常の反応を示すが、背腹軸刺激では反応の消失が見られる。したがって耳石系は直線運動時に眼球を体移動の逆方向に向わせ、一側耳石系が両眼支配である事が認められた。また *sacculus* が平衡機能に関与し、一般に直線運動の際、耳石膜の *macula* に対する“ずれ”が最大の刺激となり、側頭軸運動では *utricle* 頭尾軸運動では *utricle* と *sacculus* 背腹軸運動では *sacculus* がそれぞれ刺激されて、耳石系一眼反射を生じる事を立証した。この研究は従来行なわれなかった精細な記録観察により、眼球に現われる迷路の直線運動反射を明らかにして、迷路生理に寄与するものである。