研 究

姿勢と眼振：正常ウサギの頸捻転で誘発
される眼振を指標とする観察

伊藤 信輔 ・ 松 学

Posture and Nystagmus : with Reference to Nystagmic
Responses due to Torsion of the Neck in Rabbits with
Various Postures

Shinsuke Ito, and Manabi Hinoki

(Kyoto University)

1) We devised a new method to provoke nystagmic responses of cervical origin in which a rabbit's trunk is hung and fixed with cloth while the head and four limbs are unrestrained. The head of the animal is then rotated around its longitudinal axis at the rate of 90 degrees either to the right or to the left. The nystagmic responses provoked in this way are recorded at the maximum point of torsion of the neck using ENG. We found that the appearance of nystagmic responses of cervical origin was more marked in the neck torsion test referred herein than in those reported by Philipszoon. The nystagmic responses thus provoked were oblique and directed to the same side as that of the torsion of the neck.

2) We made a series of experiments in which nystagmic responses of cervical origin were tested in the method described in (1) with the following postures: i) a posture of standing with the four limbs on a horizontal platform, ii) a posture of standing with the four limbs on a platform inclined forwards, iii) a posture of standing with the hindlimbs on a horizontal bar, iv) a posture of standing with the forelimbs on a horizontal bar, v) a posture in which the trunk and four limbs are fixed to a cage, while the head is unrestrained, vi) a posture, in which the hindlimbs are pulled and stretched downwards, and vii) a posture in which the forelimbs are pulled and stretched downwards. From a series of experiments we found that the appearance of nystagmic responses of cervical origin was the most marked in the postures described in ii) and iii), whereas nystagmic responses were fewer in the posture described in vi). The nystagmic responses induced in the postures described in i), iv) and vii) were similar to that induced in the posture described in (1). In the posture described in v), most animals showed deviation of the eyes with some exceptions in which a weak and short-lasting nystagmic response was observed. Taking into account the hitherto reported results and our animal experiments which were recently performed, we concluded:

(a) The method referred to herein is useful in producing nystagmic responses of cervical origin.

(b) The proprioceptors of the hindlimbs, which are involved in the maintenance of the standing posture, play a major role in the promotion of nystagmic responses of cervical origin. In contrast, no significant role has been found in the proprioceptors of the forelimbs.

(c) The proprioceptors of the hindlimbs exert an inhibitory action on the development of nystagmic responses of cervical origin when the flexors and extensors of the hindlimbs are simultaneously stretched. In contrast, in the case of stretching both kinds of muscles of the forelimbs no significant effects have been found with regard to the appearance of the above-mentioned nystagmic responses.

(d) The results obtained in the present experiments indicate that the physiological meaning of nystagmic responses should be interpreted in relation to the bodily reflexes which appear simultaneously with the nystagmus.

は じ め に

眼反射、とくに眼振が姿勢の変化により影響をうけることは古くから知られている。福田ら(1957a)⁸⁾は、視運動性眼振が各種の姿勢、例えば、野球選手の中腰の姿勢や力士の仕切りの姿勢で大打性となり、且つ、主観的には眼前を横切る視性円筒の縦の線条が明視し易くなることを述べ、眼振を姿勢との相関で把握し、身体平衡の立場から、その現象を理解する必要があることを指摘している。前庭迷路起源の回転後眼振が、頭位(右又は左回転頭位)で有意の影響をうける研究も、同じ様な発想から出発している(福田1957b)⁹⁾。

一般的に言って、眼振の平衡生理は、視器、迷路と深部受容器の相互の関係において考察すべきものであり、その一つの方法として、眼振と姿勢の相関の研究がある。ところで、深部受容器起源の眼振と姿勢との関係の研究は、視器、迷路とのそれに比べて系統的ではない。この論文では前者の問題を取り扱うが、それに先立って、これまでに報告されているこの分野の研究を紹介したい。

イヌ、ウサギ、モルモットなどの実験動物の頸部を屈曲あるいは捻転した時、眼球が反対方向に持続性に偏倚することは古くより知られており、代償性眼偏倚と呼ばれている。Bárány (1907)¹⁾は、イヌ及びウサギの頭部を空間の一定位置に固定し、(従って、耳石半規管系に刺激を加えることはない) 躯幹と頭部の相対的位置を変化させる場合、眼球偏倚がおこることを見出し、且つこの現象が頸部の深在性知覚の興奮に由来するものと考案した。そして、Magnus (1927)¹⁷⁾は、モルモットの頸部脊髄後根の刺激でこの現象が出現することを実証した。星野、皆川 (1930)¹³⁾は、両側迷路破壊ウサギにもこの現象が見られることを明らかにし、さらに、胸部、腹部、腰部において躯幹を屈曲する場合にも、相似する現象が出現することを見出している。また、躯幹を腹位に固定して後肢を屈伸させる時にも、相似の眼偏倚がおこることを発見しているが、躯幹の屈曲または捻転の場合に比して、その出現率は低く、著明ではないと言っている。前肢を屈伸する場合にも、この眼球偏倚は出現する。しかし、後肢の屈伸の場合よりも更にその出現頻度は低い。Philipszoon (1962)²²⁾は、正常ウサギ、両側迷路破壊ウサギの頭部を空間の一定位置に固定し、躯幹を長軸のまわりに、左及び右に交互に繰り返し捻転する実験を行っているが、捻転の度の小さい時は、眼偏倚がENG上に波状のスムーズな曲線として描き出される。この際、捻転の度が増大すると、眼偏倚がその予想されるピークに近づく箇所で、偏倚とは反対方向の速い眼球運動がおこり、眼振様運動となるという。彼はそれを *Neck torsion nystagmus* の名で呼んでいる。

このように、頸の捻転で眼球偏倚、あるいは眼振が誘発されることが既に報告され、それが頸部深部受容器起源のものであることについても、これまでに実証がある。例えば、Bos (1962)⁴⁾は、

C₁—C₄の高さで脊髄後索が切断されると、少数例（8羽中1羽）において、頸捻転による眼振、又は眼偏倚が抑制され、C₁で脊髄全切断すると、全くこの種眼振の出現が抑制されることを見出している。

しかし、頸捻転による眼振または眼反射が、姿勢、とくに肢位によりどのような変化をとげるかについての研究は系統的ではない。先に述べた星野、皆川（1932）¹⁹⁾は、後肢または前肢の屈伸で、頸捻転により生ずる眼球偏倚と相似する現象を既に見出しているが、後肢または前肢の位置の変化と頸捻転による眼振との相関を述べている訳ではない。

一方、これまでの研究が述べているのは、頸捻転による眼偏倚が主体であり、眼振についての記述は少い。これは、頸捻転により、眼振を恒常的に出現し得る方法の開発が、未だ充分でなかったことに由るものと考えたい。

我々は、以下述べる方法を考案して、この問題を解決し、さらに進んで、この種眼振が肢位によりどのような変化をうけるかを明らかにして、頸部深部受容器と耳石器の協応により解発される眼振と、姿勢の相関を解明した。以下その成績を述べ、私見を加えてみたい。

実験方法

鼓膜所見正常な健康黒目成熟家兎（体重 3kg 前後）10羽を実験に供した。眼球運動の記録は無麻酔下に行い、AC記録で、原波型は時定数 1.5秒、微分波型 0.03秒とし、単眼誘導を行った。この際、左右それぞれ上眼瞼鼻側寄りと、下眼瞼耳側寄りの皮膚に、クリップ状の電極を置き、上眼瞼向きの眼球運動が、原波型の記録紙上に、上方への振れとして記録されるようにした。電極の位置を以上のように定めたのは、上述した条件で誘発される眼振が最も忠実に記録されることが、予備実験で確かめられたからである。

頸性眼振は、身体長軸を軸とし、右または左に 90°頸部を捻転して誘発しており、この眼振を、以下に列記する10の姿勢で観察した。

①図1の姿勢：頭部は自由にするが、躯幹、四肢は固定器（箱）で固定し、さらに固定を確実にするため、固定器と、躯幹、四肢の隙間にガーゼを詰めた。この際、四肢は屈曲位にあり、躯幹に密着し、その運動は妨げられている。

②図2の姿勢：厚手の布片で躯幹を空中に吊下げる姿勢をとらせる。この際、布片には穴をあけ、四肢はその穴を通して、空中に自由にされている。また頭部は空中に自由である。

③図3の姿勢：四肢を水平な台の上に起立させ

る。この際、前肢は手掌で、後肢は足底で台の上に接触し、腹部と台の上との接触はない。

④図4の姿勢：前方に台を約 20°傾斜し、その上に、四肢で立たせる。

⑤図5の姿勢：前肢は空中に自由にし、両側後肢に、水平な丸い棒をあてがい、体重の約 3分の1を支えるようにした姿勢である。棒は、上皿秤に取り付け、それにかかる体重が読みとれる。

⑥図6の姿勢：片側の後肢に上述の支持棒をあてがい、体重の約 6分の1を支えるようにし、対側後肢と、両側前肢は、空中に自由にした姿勢である。

⑦図7の姿勢：両側前肢に支持棒をあてがい、体重の約 6分の1を支え、両側後肢を空中に自由にした姿勢である。

⑧図8の姿勢：図2の姿勢をとらせるが、両側後肢を牽引し、伸展させる。

⑨図9の姿勢：図2の姿勢をとらせ、両側前肢を下方に牽引し、伸展させる。

⑩図10の姿勢：図2の姿勢をとらせ、片側後肢を牽引し、伸展する。

なお、この他に片側前肢の支持と牽引があるが、後述するように、両側前肢の操作で、眼振に変化を生じなかったので、今回の実験では、

図1 図に示したような固定器中に、ウサギの躯幹と四肢を固定し、頭部を自由にした条件下に、頸部を長軸の周りに 90° 捻転した状況を示している。この姿勢を図1の姿勢とよぶ。

図4. 20° 前傾した右上に、四肢で立たせた姿勢。この姿勢を図4の姿勢とよぶ。

図2. この図には、躯幹を布片で吊下げ、頭部と四肢を空中に自由にした姿勢で頸捻転を行っている状況が示されている。この姿勢を対照姿勢とよび、その際出現する眼振が、他の姿勢でのそれと比較される。

図5. 前肢を自由にし、両側後肢に水平な棒をあてがい、体重を支えるようにした姿勢。この姿勢を図5の姿勢とよぶ。

図3. 四肢で、水平な台上に立たせる姿勢。この姿勢を図3の姿勢とよぶ。

図6. 前肢を自由にし、片側後肢で体重を支えるようにした姿勢。この姿勢を図6の姿勢とよぶ。

図7. 両側前肢で体重を支えるようにした姿勢。この姿勢を図7の姿勢とよぶ。

図9. 両側前肢を牽引、伸展させた姿勢。この姿勢を図5の姿勢とよぶ。

図8. 両側後肢を牽引、伸展させた姿勢。この姿勢を図8の姿勢とよぶ。

図10. 片側後肢を牽引、伸展させた姿勢。この姿勢を図10の姿勢とよぶ。

これらの姿勢での検査は行わなかった。

さて、以上の姿勢のうち、①及び②の姿勢での観察は、10羽のウサギ全てで行った。しかし、他の姿勢をとらせる場合は、頸を捻転すると暴れ易く、記録が困難なウサギがあり、温和しいものを3羽選んで実験対照とした。なお、この実験では、②の姿勢を対照姿勢とし、この姿勢での頸部捻転操作と、他の一定の姿勢(上述)での同じ操作を、交互に14回以上繰り返す。それぞれの姿勢でおこる眼振を対照姿勢でのそれと比較し、肢位による影響を究明した。予備実験の結果、頸ねんてんによる眼振は、数分の休みをおいて、捻転操作を行う時は、同じ姿勢であっても振幅、頻度は、不規則な変動を示し、姿勢の変化との相関をみることは難しいが、20秒以内の休止期において頸捻転を繰り返す場合は、その振幅、頻度は、漸減する傾向がある。

従って、対照姿勢での頸捻転による眼振と、ある特定姿勢でのそれに有意の差があるか否かを比較するには、次の方法を用いている。A. 対照姿勢での眼振と、台あるいは支持棒で体重を支える姿勢でのそれを比較する場合には、対照姿勢での観察を先行させ、B. 対照姿勢での眼振と、肢を牽引伸展した姿勢でのそれを比較する場合には、後者の姿勢での観察を先行させる。各々の姿勢での頸ねんてんは、眼振が減衰して肉眼的に認められなくなるまで維持するが、5分以上眼振が持続する場合は、5分で捻転を中止して、他の姿勢に変え、20秒の休止期において、捻転を行った。全経過を通じ、70%以上の比較回数で、眼振発現に差をみる場合、両姿勢間の眼振発現に有意差があるものとみなした。なお、眼振の振幅、頻度は、頸捻転直後から30秒間の右眼の記録を比較した。

以上の実験は、全て明所で行った。但し、視覚の介在が以上の成績にどのように影響するかを知るためには、明所と暗所で、②の姿勢における頸捻転による眼振の比較を行った。この時は、明所での検査を先行させ、上記の要領で比較した。

なお、頸捻転は用で行い、特別な器機は用いなかった。この際、図1のように、手の親指を頸捻転と反対側の耳の付根と眼の間におき、他の指を対側の下顎において、軽く頭部を把持し、検者の肘を台上におき、それを支えにして捻転を行った。この様な操作を行ったのは、頸

捻転以外の因子の介入を極力避けるためである。そしてこの方法では、眼振が、捻転中、規則正しく誘発されるので、実験の目的に沿った方法と考えている。

また、眼球運動中の所見を述べるに際し、捻転運動中のENGには、しばしば、眼球運動を必ずしも反映しない基線の大きな振れが、アーチファクトとして混入した為、捻転運動中の記録と、偏位した基線が旧に復するまでの1—2秒間の記録は考察の対象とは出来ず、肉眼での観察を基にした。

実験成績

①図1の姿勢での頸捻転による眼振の観察：このような条件下で頸を捻転すると、捻転運動中には、捻転方向への眼振が誘発される。これに対し、捻転位に頭部を維持すると、図11に示すように、捻転と反対方向に眼球は偏倚して静止し、その後、眼振はみられない。但し、動物によっては、数個の眼振をみることがあるが、再現性に乏しい。しかも、この眼振の発現は、固定器と躯幹の隙間のガーゼを増やすことで抑制できた。

②図2の姿勢での頸捻転による眼振の観察：この条件下で頸を捻転すると、捻転運動中に捻転方向への眼振がみられることは、図1の姿勢の場合と同様である。しかし、捻転運動を完了して、捻転位を維持しても、眼球は偏倚した位置に静止することはなく、偏倚について、反対方向への速い眼球運動がおこる。すなわち眼振が出現する。この姿勢での眼振は、被験動物（10羽）すべてにみられた。また、頸捻転を左右いずれの方向に行ってもこの型の眼振の誘発をみた。眼振は、短いもので70秒、長いものでは5分以上にわたって持続した。眼振の方向は図11に示してあるが、回旋性の成分は、ウサギの頸を無理なく長軸のまわりに捻転した際におこる軽度の背屈に由来するものと考えられる。何故なら、背屈の度を強めると、この成分は増

大し、背屈を妨げるように捻転すると、この成分は消失するからである。

さて、図12に、左への頸捻転で誘発された眼振の記録の1例を示してあるが、捻転で上位になる右眼の眼振の振幅は、下位になる左眼のそれより大きい。このように、左右の眼の眼振の振幅が異なる現象は、ウサギの場合、アルコール頭位眼振、ベヒテレフ眼振、片側迷路破壊後の頭位眼振などでも、一般にみられる現象である。

この眼振は、次第に減衰して消失するが、その時点での眼球の位置は、捻転位になった直後の偏倚した位置と、肉眼的には同じと思われる。

③図3の姿勢での頸捻転による眼振の観察：この姿勢と対照姿勢（図2）での、それぞれの頸捻転による眼振を図13に示してある。すなわち、上段には対照姿勢での眼振が示され、下段には図3の姿勢でのそれが示されている。振幅頻度に有意の変動はない。なお、以上の所見は被験動物3羽全てにみられた。

④図4の姿勢での頸捻転による眼振の観察：図14の上段には対照姿勢での頸捻転時のENG記録が、下段には図4の姿勢でのそれが示されている。図示するように、眼振の振幅、頻度は対姿勢照に比して、明らかに増大している。こ

図11 ウサギの頸部を長軸の周りに 90°捻転し、その位置を保たせると、先ず、捻転と反対側への眼球偏倚がおこる。この際、固定器で躯幹、四肢を固定した際には、眼球偏倚のみで経過することが多い。これに対し、四肢を自由にした際には、眼球偏倚につづいて、元の位置に復帰しようとする早い運動を示す、すなわち眼振が誘発される。回旋性の成分は、頭部背屈を増大すると増強し、背屈を妨げるよう操作すると減少する。

図12. ウサギの頸部を左下に捻転した際誘発される眼振を示してある。単眼誘導で、右眼、左眼ともに上眼瞼向きの眼球運動が、記録紙上では、上方への振れとして描記されている。頸捻転で上位になる右眼の眼振の振幅は、左眼（下位眼）のそれに比し、大である。

図13. 上段には対照姿勢での頸捻転による眼振が、下段には図3の姿勢でのそれが示されている。両条件下の眼振の振幅、打数に有意差はない。

図14. 図4の姿勢の観察では、対照姿勢の場合に比し、振幅、頻度が増大する。

図15 図5の姿勢での頸捻転による眼振は、対照姿勢でのそれに比し、振幅、頻度が増大する。

図16 図6の姿勢での頸捻転による眼振は、対照姿勢でのそれと有意差はない。

図17. 図7の姿勢での頸捻転による眼振は、対照姿勢でのそれに比べ、有意の変動を示さない。

図18. 上段に図8の姿勢での頸捻転による眼振を。下段に、対照姿勢にもどした際のそれを示してある。図8の姿勢では、眼振の解発が抑制されている。

図19. 図9の姿勢と、対照姿勢での頸捻転による眼振の比較を示す。両者に有意の差はない。

図20. 図10の姿勢での頸捻転による眼振と、対照姿勢でのそれとの間には、有意の変動はない。

図21. 対照姿勢での頸捻転を，明所と暗所で交互に，20秒の休みをおいて繰り返し，それぞれの眼振を比較したものを示す．頸捻転の繰り返しにより，明所では眼振が解発され難くなるが，暗所では，この時もお，眼振は明瞭である．

のような変動は，上述した頸捻転の繰り返しと平行して，明瞭となる．なお，以上の所見は被験動物3羽に共通していた．

⑤図5の姿勢での頸捻転による眼振の観察：図15の上段には対照姿勢での頸捻転時のENG記録を，下段に図5の姿勢でのそれを示してある．眼振の振幅，頻度は，対照姿勢に比して増大する．これと相似する所見が，3羽のウサギ全例に認められた．

⑥図6の姿勢での頸捻転による眼振の観察：図16に示すように，この条件下での頸捻転による眼振は，対照姿勢のそれに比して，有意の変動を示さなかった．この所見は，被験動物3羽すべてに相似した．

⑦図7の姿勢での頸捻転による眼振の観察：この条件下の観察では，図17に示すように，対照姿勢の眼振の発現にくらべて，有意の変動を示さなかった．被験動物3羽に，相似の成績が得られた．

⑧図8の姿勢での頸捻転による眼振の観察：

図18の上段には，この条件下でのENG記録が示されている．下段には，後肢の牽引を中止し，対照姿勢にかえした際のENG記録を示してある．図示するように，後肢の牽引を中止すると，眼振の解発が良好となっている．これと相似する所見が，被験動物3羽すべてに認められた．

⑨図9の姿勢での頸捻転による眼振の観察：図19に示すように，この条件下での頸捻転時のENGの所見と，対照姿勢でのそれを比較したが，両者に有意の変化を認めなかった．この所見と相似する成績が，被験動物3羽すべてに認められた．

⑩図10の姿勢での頸捻転による眼振の観察：図20に示すように，対照姿勢でのENG所見と，この姿勢でのそれとの間に有意差をみなかった．これと相似する成績が，被験動物3羽すべてに認められた．

⑪明所と暗所の頸捻転による眼振の比較：図21の上段には，明所と暗所での第1回目の頸捻

転によるENGの比較が示され、中段には、第3回目のそれが、下段には、第6回目のそれが示されている。図示する如く、頸捻転の繰り返しが少ない時期では、明所、暗所での眼振は解発が良好である。しかし、短時間の休止期(20秒)

において頸捻転を繰り返すと、第6回目の比較では、明所での眼振は、殆ど解発されなくなるのに対し、暗所では、なお、眼振の解発をみている。

考

(1)頸捻転による眼球運動、とくに眼振誘発法；従来の方法との対比：

Bárány (1907)¹⁾以来の研究者の頸捻転による眼球運動の誘発方法では、頭部を固定し躯幹を水平面上で時計回り方向、又は反時計回り方向に捻転するか、あるいは長軸のまわりに躯幹を捻転して眼球運動を誘発している。すなわち、これらの方法に共通していることは、頭部を固定しているので末梢迷路は以上の操作で直接的刺激が加えられていない事である。これに対し、今回私達が提案している方法は、躯幹を布片で空中に吊下げ、頭部、四肢を自由にした姿勢で、頭部を躯幹(長軸)の周りで右又は左に捻転し、眼球運動を誘発している。従って、これまでの方法と基本的に異なるのは、頸性因子に前庭迷路、とくに耳石器を積極的に参加させていることであろう。

さて、Bárány 以来の研究者の多くは、上述した頭部固定の条件下で、頭部と躯幹の位置変化を起させる場合に生ずる眼球運動は眼球の偏倚であり、眼振を記載するものは少い。Philipszoon (1962)²²⁾は、頭部を固定し、躯幹を長軸の周りに右又は左に交互に捻転しておくる眼球運動を述べている。彼の報告では、その捻転の度合いが小さい場合は眼球偏倚であるが、捻転の度が強くなると、眼振を生じるという。そしてこの現象は末梢前庭迷路を両側破壊したウサギでも成立すると述べている。この方法では眼振を惹起し得る事が記述されているが、躯幹と共に四肢が固定されているので、私達がこの報告で問題としている四肢深部受容器からの求心性インパルスが、頸捻転で生ずる眼振に及ぼす影響を検討する場合、不備な点がある。上述

按

したように、従来の方法では、頸捻転で生ずる眼反射に末梢前庭迷路の直接的関与は無視してよいが、私達の方法では、末梢前庭迷路、特に耳石器を積極的に関与させ、頸性因子(主として頸部深部受容器)と耳石器の協応により誘発される眼反射(眼振)を観察している。そしてさらに進んで眼反射誘発におけるこの両者の機能的協応が、四肢の深部受容器の関与でどのような影響を受けるかを眼振の変動を指標として観察し、これを身体平衡機能の立場から考察しようとしている。

私達の頸捻転による眼振誘発率は高く、かつ、再現性に富み、又、四肢の位置を各種に変化して、それへの影響を観察し得る点においては、従来の方法に比し、有利な点を備え、上述の私達の研究目的には好都合のものと考えている。

(2) 我々の頸捻転法で誘発される眼振の機序：

1) 頸性因子の関与について：従来の報告やこれまでに知られている中枢神経系の線維連絡を参照し、私達の方法で誘発される眼振に関する頸性因子について述べてみたい。

星野、皆川 (1932)¹³⁾によると、 C_1-C_2 で脊髄後根を両側切断すると、頭部に対する躯幹の屈曲の度合いが小さい場合($40^\circ-60^\circ$)は、頸捻転による眼球偏倚は消失するが、さらに屈曲の度合いを増大すると、眼球偏倚は正常ウサギと同じ様に出現すると述べている。しかし、それに加えるに、第6又は第7頸椎の高さで脊髄を横断すると、躯幹の屈曲を増大しても、眼球偏倚は認められない。従って、この操作で誘発される眼球偏倚は、頸部深部受容器起源のものであり、かつその性格よりみてこの眼反射は、Magnus

(1924)¹⁷⁾らの言う緊張性頸性眼反射に属するものと考案している。また、この眼反射発現に関与する神経要素としては、頸部深部受容器（頸筋、筋鞘、関節包、靱帯などに分布）→脊髄後根→後索→Burdach核→脊髄前庭路→Deiters核→MLF→眼球運動核→眼反射（眼球偏倚）を考慮している。そして、小脳を除去した動物や両側前庭迷路を破壊したウサギでも、この眼反射は成立することを記載している。Biemond (1940)²⁾もこの問題について研究し、その眼振発現に関与する神経要素として次の考えを述べている。すなわち、C₁—C₄までの脊髄後根より、後索、Burdach核、Monakow核を経て inferior vestibular nucleus に達した求心性インパルスは、MLFを介して眼球運動核に伝えられ、この眼反射がおこるとしている。Bos (1962)⁴⁾は、これまでの報告を参照し、さらに実験を進めて、次の諸点を明らかにしている。

(1)両側末梢前庭迷路破壊ウサギでも頸捻転による眼球運動（眼球偏倚及び眼振）は起る。

(2)C₁の高さで脊髄後索を切断すると、8羽のウサギ中1羽において上記の眼反射を起し難くなったが、他の7羽では後索切断の影響を受けなかった。しかし、C₁の高さで脊髄を横断すると、頸捻転による眼球運動は、全く起らなかった。

以上の成績よりすると、頸部深部受容器よりの眼球運動核に伝えられる求心性インパルスは、後索ではなく、更に深部に存する求心路を介するものと考えられる。そのような求心路として、私達は Spinoreticular tract を考えたい。この神経路は脊髄前索又は側索を介して上行し、延髄、橋など中脳に終止する (Brodal 1957³⁾, Nauta, Kuypers 1950²⁰⁾ Bowsher 1965⁵⁾)。また、その途中で Deiters 核とも連絡する (寺田1960²⁷⁾, Niimi et al 1968²¹⁾)。因みに、前庭迷路起源の眼振発現には、前庭神経核の中でも内側核が重要な役割を果たすというが (Monnier 1970)¹⁸⁾, Deiters 核特にその中に

含まれる Large cell は、樹状突起をもって内側核と連絡するといわれている (Cajal 1909)⁶⁾。従って頸部深部受容器起源のインパルスは、Deiters 核を介して内側核に影響し、眼振発現に関連してもよいこととなる。

さて、上述の Spinoreticular tract の終止は、脳幹各部の網様体の中では、外側部である。そして外側部 (receptive field) は、内側部 (effective field) と密に連絡することが知られ、橋のレベルでは、後者は PPRF (Paramedian Zone of the Pontine Reticular Formation) にあたる。この部位が水平性眼振速期形成と重要な関係をもつことはよく知られている (Teng, Schanzer, Bender 1958)²⁶⁾。

さて、小脳は深部受容器の中核として古くより重視されている脳である。また、頸部深部受容器は、Cuneocerebellar tract を介して小脳虫部と連絡し、小脳虫部は、前庭神経核や脳幹網様体とも連絡が密である。従って、この脳は頸捻転による眼反射成立にも一定の役割を果たすものと考えられるが、星野ら (1932)¹³⁾のウサギの実験では、この脳を除去しても、頸捻転による眼球偏倚は起るという。従って、小脳は、この眼反射発現の Primary neural element ではない。しかし、上述の線維連絡からみても、この眼反射と無縁のものとは考え難く、将来のより詳細な検討が待たれる。

さて、頸捻転でおこる眼反射の頸部における受容器としては、何を考えるべきであろうか。上述したように、星野ら (1932)¹³⁾は、頸筋、筋鞘、関節包、靱帯に分布している深部受容器をそれとみなしている。Bos (1962)⁴⁾は atlanto-axial joint に分布する深部受容器を重視している。前田 (1974)¹⁹⁾は、除脳ネコを対象とし、電気生理学的方法を用いて、この問題を研究しているが、彼の見解では、この receptor は頸椎関節包及び靱帯などに分布する深部受容器であり、その一部に頸筋に分布するものと考えている。福井 (1971)¹¹⁾は、頸筋(深層項筋)へのプロカイン注射でひきおこされる眼振を報

告し、桧, 黒沢 (1964) は、ヒトで深層項筋及び胸鎖乳突筋へのプロカイン注射でおこる頭部と眼球運動の協応の変化を観察し、深層項筋及び胸鎖乳突筋に分布する深部受容器 (筋紡錘) もまた、頸部深部受容器由来の眼反射に関与し得ることを明らかにしている。因みに、前田 (1974) ¹⁹⁾ の考えによると、頸部捻転による伸展側の深部受容性インパルスは、脳幹で交叉した後、対側の前庭神経核に入り、次いで伸展側の外転神経核運動ニューロンには **excitatory** の、非伸展側のそれには **inhibitory** の影響を与えるという。かくして伸展側に向う眼球偏倚が生ずると説明している。前田はさらに、以下述べる **Fredrickson** ら (1966) ¹⁰⁾ の報告を引用し、自説の根拠の一つとしている。すなわち、**Fredrickson** らは、ネコの頭部を固定した条件で前庭神経核ニューロンの記録を行っているが、躯幹の屈曲に応じて対照的応答を示す2種のニューロンの存在を明かにしている。その一つは、記録側と同側に躯幹が屈曲されると、その活動性が亢進するニューロンと、反対側に屈曲されるとその活動性が抑制されるニューロンである。この2種のニューロンの存在により、頸部に対する躯幹の位置変化で代償性眼偏倚がおこる可能性があるが、**Fredrickson** らは述べている。しかし、前田、**Fredrickson** らの説明の中では、眼振については触れられておらず、どのようにして眼球偏倚より眼振が生ずるかの機序は未解決である。この意味で、頸部深部受容器より求心性インパルスが、前庭神経核のみでなく、脳幹網様体にも伝えられる機序、すなわち、**Spiroreticular tract** を介し、橋網様体に達する機序は注目されてよい。

さて、高木 (1953) ²⁴⁾ は、星野らの方法とはほぼ同じ方法でウサギの頸捻転を行い、眼球偏倚を観察しているが、そのうちある一群のウサギは、捻転の度合を強める場合、眼振を生じたと述べている。そして、このことに関して次の考えを述べている。すなわち、この際の眼球偏倚は、緊張性頸性眼反射に属し、従って頸部深部

受容器からの **tonic** なインパルスにより成立している。しかし、眼振が成立する場合は、頸部深部受容器より動的反射 (**phasic reflex**) が、起り得る必要がある。これは従来の **Magnus** らの考えをこえるもので、極めて重要な問題と考えられるべきであるとの内容を述べている。

何れにしても、頸捻転でおこる眼球偏倚または眼振が、頸部深部受容器起源のものであるとする考えには多くの支持がある。私達の実験方法では、頸捻転は同時に、頭部の空間における位置変化をひきおこし、頸性因子と耳石性因子の協応のもとに眼振が成立している。しかし、以上の成績より案ずると、私達の方法で誘発される眼振にも、頸部深部受容器由来のインパルスは主要な因子として作用しているものと考えるべきであろう。

以上の考えを更に確かなものとするには、頸捻転に際して、椎骨動脈がどのような態度を示し、この眼振解発に関与するのか、その可能性について触れておく必要があろう。以下、これまでの報告を参照しながら、この問題について私見を述べてみたい。

de Kleyn (1933) ¹⁶⁾ は、人屍を用い、頸部を捻転し、椎骨動脈径を測定する実験を行っているが、その結果、捻転で反対側の動脈の狭窄のおこることを見出している。**Tatlow** (1957) ²⁵⁾ は **cervical osteophyte** のある症例では、頸捻転で椎骨動脈が圧迫されることを挙げ、その後の追試者もこの事実を確認している。また、**Schneider** (1959) ²³⁾ は、頸椎の脱臼により椎骨動脈が偏位した骨により圧迫される可能性を述べている。このうち、**Tatlow** や **Schneider** らの所見は、病的頸椎を有するものには起り得ても、正常頸椎を有するものでは起り得ない。従って、今回の我々のウサギの成績を論ずるにあたっても、その可能性は考慮に入れなくても良いと思う。**de Kleyn** の述べた椎骨動脈狭窄との関連で眼振を考えるものに対しては、**Philipszoon** (1962) ²²⁾ の反論がある。すなわ

ち、もしヒトやウサギで頸捻転でおこる眼振が、この操作による椎骨動脈の狭窄や循環不全によるものとするなら、彼の実験方法より考えその blood supply をうける内耳動脈には、瞬間的な血管の収縮や拡張がおこり、それが眼振の成因をなすと考えねばならない。しかし、その可能性はあり得ず、また両側内耳破壊ウサギでも頸捻転による眼反射は起るので、ますます椎骨動脈由来のものではあり得ないと述べている。私達の実験では、頸部の捻転を Philipszoon のそれに比べ、比較的長時間行っているので、de Kleyn の考えを完全に否定し去る訳にはいかない。しかし、以上の成績やこれまでの報告より考えると、その機序を椎骨動脈起源のものとするよりは、頸部深部受容器活動性亢進に由来すると考える方が、はるかに説明に便である。

(2) 耳石器の関与について

従来の方と異なり、我々の方法では頸性因子（主として頸部深部受容器）の他に、頭位の変化にもとづく前庭迷路とくに耳石器の関与がある。前田（1974）¹⁹⁾、Fredrickson（1966）¹⁰⁾らの見解では、緊張性頸性眼反射の主要な神経要素の一つとして、前庭神経核が在る。もちろんこれまでの報告にみるように、頸捻転による眼反射は、末梢前庭迷路を欠く動物にも認められる。この意味では、この種眼振の主たる責任器官は頸部深部受容器と考えてよいが、前庭迷路と頸部深部受容器とは、生理学的な相関がある。従って、我々の方法で得られる眼振は、頸部深部受容器と前庭迷路、とくに耳石器の協応のもとに成立しているものとする方が妥当であり、その積分中枢の一つは前庭神経核であろう。

さて、我々の経験では、ウサギの両側鼓室にキシロカインを注入し、急激にその活動性を廃絶させる場合は、頸捻転を行っても、眼振をみなくなる。この事実のみより考えると、前庭迷路、とくに耳石器からの求心性インパルスが、この種眼振の発現に主体的役割を果たすとの考察

が導かれるが、この考えは次の事実を考えると問題がある。すなわち、前庭迷路は交叉性に頸筋に tonic なインパルスを送り、この筋の抗重力的活動性の支えとなっている（内海1957）²⁸⁾。従って、両側の前庭迷路の急激な廃絶は、頸部深部受容器活動性を著しく低下させ、この条件下に頸捻転を行っても眼振をおこすに足る十分な求心性インパルスを欠如すると考えるべきであろう。Dichgans, Bizziら（1973）⁷⁾は、サルを用いて eye-head coordination の実験を行い、その両側前庭迷路を破壊すると、術後初期には頭部運動に際して、代償性眼偏倚がおこり難いが、術後時間を経ると、次第に頭部運動に際してその出現が明瞭となると述べている。そしてその機序の一つは頸性因子（頸部深部受容器）の増強にあるという。このような報告を参照すると、我々のウサギの実験で、両側鼓室にキシロカインを注入し、その活動性を急激に喪失させる場合、頸捻転で眼振が誘発され難くなるとしても、この眼振発現の主たる責任器官を耳石と考えることは早計と思う。この問題の解決は、両側迷路破壊動物で術後時日を経た条件下に頸捻転による眼振の出現の有無を観察することにあると考えるが、以上の一連の報告よりみて、この種眼振発現の主たる責任器官はやはり、頸部深部受容器であり、それと協応し、その作用を促進することに、耳石器官の役割があるものと想定される。

(3) 肢位と頸捻転による眼振の相関：

1) 固定器で躯幹、四肢を固定した姿勢と、躯幹を空中に布片で吊下げ四肢を自由にした姿勢での頸捻転による眼反射の比較：

固定器で四肢を躯幹とともに固定し、ガーゼでその間隙を埋めた姿勢での頸捻転による眼反射は、主として眼球偏倚であるが、場合によっては、再現性の低い眼振を示すことがある。これに対し、後者の姿勢では、再現性の高い明瞭な眼振が解発される。

さて、目下行っている実験よりすると、空中に躯幹を吊下げた姿勢では、表面誘導のEMG

で見る限り、明瞭な筋放電を認めない。但し、内眼的観察では、動物の四肢は重力にゆだねられたまま緊張を失っているのではなく、四肢の伸展を示す姿勢が得られている。一方、固定器の中での後肢伸筋のEMG記録では、明瞭な筋放電をみている。この状況から考えると、躯幹四肢を固定した場合の頸捻転による眼振は、空中に躯幹を吊した際のそれに比べ更に明瞭であるはずである。しかし、事実はそうでなく、後者においてのみ眼振が明瞭である。何故にそのような所見が得られるのか、目下の段階では、その詳細は判らない。しかし、次の報告は、この問題を考える際、参考になる。すなわち、高木(1953)²⁴⁾によると、皮膚圧受容器への刺激は眼振の速期発現を抑制するという。そして、目下進行中の我々のウサギでの実験でも、ある特定部位の皮膚への圧刺激は、頸捻転による眼振に抑制的に作用する傾向を示している。

これらの事実を参照すると、上述の二つの姿勢での頸捻転による眼振発現の差は、皮膚圧反射の介入の有無を考慮に入れて説明可能なものと考えられ、今後の重要な研究課題と考えている。

2) 躯幹を布片で固定し、空中に頭部と四肢を自由にした姿勢と、躯幹を布片で固定し、四肢に支持台又は支持棒をあてがい、体重を支えるようにした姿勢での頸捻転による眼振の比較：

躯幹を布片で固定し、四肢で平坦な台上に立たせた姿勢と、躯幹を布片で固定し、四肢を空中に自由にした姿勢とでは、四肢の抗重力筋の活動性は異なる筈である。只今進行中の実験を参照すると、前者の条件では、前後肢伸筋の筋放電がみられる。従って、両者の姿勢でおこる頸捻転であこる眼振には有意差が生じ、前者の条件下のそれは増強されると予想された。しかし、事実は予想に反し、両姿勢での眼振解発に有意差はなかった。この事実の説明を決定的に行える段階にはないが、台上に立たせた場合、四肢深部受容器の活動性の増大がおこり、中枢側

ではこれに応じて、その活動性は増強するとしても、眼振を有意に増強する程の増大を示すものではないと理解すれば、一応の説明が可能となる。さて、以上の考えを更に明かにする為には、台を傾け、前後肢深部受容器に加えられる影響を変化させ、その際頸捻転による眼振が有意に変動するか否かを明らかにすると良い。このために台を前傾し、その条件下に頸捻転を行い、誘発される眼振が、対照姿勢でのそれとどのように異なるかを調べてみた。台を前傾(20°)すると、躯幹のその方向への移動がおこるが、その移動より立直り、もとの姿勢に復するように肢位の変化がおこる。只今行っている四肢伸筋のEMG記録の一端を紹介すると、この様な条件下では、平坦な台上にある場合のそれに比して明らかに筋放電の増大がみられる。この際には、それに応ずる中枢系の活動性亢進が準備されていると考えられ、かくして頸捻転で誘発される眼反射(眼振)に有意の増大がみられるものと解される。それでは、前肢深部受容器と下肢深部受容器の活動性亢進中、何れが頸捻転による眼振発現に有意の役割を果たすものであろうか。この問題を明かにする一つの方法として、私達は以下のような工夫を行った。すなわち、丸い支持棒を前肢(両側又は片側)及び後肢(両側又は片側)にあてがい、それぞれの肢が体重を支え、その抗重力筋(伸筋)が活動するような状況下においた場合、頸捻転による眼振がどのように変動するかを明らかにした。その結果は、上述した様に、後肢を支持棒で支持し、体重をこの肢にかけける様にした場合に、対照姿勢での眼振に比べ、有意の増大がみられた。そして、前肢で体重を支える様にした場合には、対照姿勢での眼振に比べ、有意の変化はなかった。私達の自験によると、この際、前肢後肢伸筋は何れも放電している。特に、後肢での筋放電の増大は著しい。この様な事実より考えると、頸捻転による眼振解発に有力な影響を与えるのは、後肢深部受容器であり、かつ後肢伸筋がその活動性を亢進するような条件下に、

後肢深部受容器から上行する求心性インパルスが、それに主要な関連をもつという結論となる。なお、片側後肢で体重を支える様に棒をあてがった場合、その伸筋の活動性亢進はみられるが、眼振の発現には対照姿勢でのそれと有意差はない。このことは、この際上行する深部受容器性インパルスがなお充分ではなく、かくして対照姿勢での眼振との間に有意差を示し難かったと解釈し得る。只今行っている四肢のEMG検査やEEG記録からもこの考えは支持される。それでは、何故に前肢と後肢の深部受容器が頸捻転による眼振発現に際して、以上のような差を産むのであろうか。安原(1973)²⁹⁾は、脳幹網様体の刺激で出現する筋放電を3つの型、すなわち, *tonic type*, *phasic type*, *tonic-phasic type* に分けている。*tonic type* は錐体路の活動と関連し、*phasic type* は錐体外路の活動と関連するという。また平沢(1948)¹⁵⁾によると、ウサギの錐体路は前肢筋のみを支配すると報告している。このように、前肢と後肢の運動支配は異り、筋活動には相異がある。このことより、前肢と後肢に分布する深部受容器の活動性には相違があり、これが上述の成績の差をもたらしたものとも考えられる。もちろん、後肢伸筋深部受容器活動亢進が、以上の眼振増大の最有力の因子であるのか、それともこの伸筋の活動性が高まるような条件下での他の深部受容器、例えば、関節包、靱帯に分布するそれがより有力な因子となるのか、この実験のみからは判定できない。しかし、以上の事実はこれまでの報告にない新しい事実であり、眼振を姿勢と関連させて観察することの重要性を示唆するものとして貴重と考える。

3) 四肢伸筋を活動させる状況においた姿勢と、四肢を牽引、伸張した姿勢での頸捻転による眼振の比較:

星野、皆川(1932)¹³⁾の報告では、ウサギの前肢又は後肢を牽引、伸張すると、それに伴って眼振の偏倚がおこり、その性格は、頸捻転のそれに相似するという。そして、この際、後肢

の牽引、伸張は前肢のそれに比べ、眼球偏倚をおこす頻度は大であるという。私達のウサギの実験では、前、後肢のそれぞれの牽引、伸張のみでは、眼振はおこらない。また、後肢の牽引伸張は、眼振に抑制的に作用するが、前肢のそれでは、この種眼振の発現に有意の影響を与えない。ここでも、前肢と後肢の深部受容器性インパルスの眼運動中枢への影響力に、かなりの相違のあることが示唆されている。さて、それでは四肢特に後肢で体重を支え、この部の伸筋活動性が高まった状況下の頸捻転による眼振の発現と、四肢特に後肢を牽引、伸張した場合の眼振の発現状況が、対照的変動を示す事をどのように説明すべきであろうか。一般的に言って、抗重力筋(伸筋)の活動性亢進が、脳の *alertness* を高めることはよく知られている。今後の実験では、この条件は、四肢特に後肢伸筋を活動させる操作に相当しており、同時に観察した脳波に明瞭な覚醒反応がもたらされていることを明らかにしつつある。そして、四肢の牽引伸張の場合、特に後肢のその場合は、後肢筋(伸筋、屈筋)の活動状況が、後肢で体重を支える場合のそれと異なるのみでなく、これに匹敵する脳の *alertness* でも異なり、この際には、その低下を来している。その理由の説明は、只今までの成績でのみでは困難であるが、次の事実は参考となる。すなわち、ある筋の腱が強く伸張されると、Golgi 腱受容器からの Ib 線維の活動性が亢進する。Ib 線維は、脊髄で抑制性介在ニューロンに終止するが、後者のニューロンは、Ib 線維が起源する筋を支配する運動ニューロンを抑制する。かくして、ある筋の腱が強く伸張されると、却って、その筋の弛緩がおこる(Ganong 1967)¹²⁾。私達のウサギの実験では、後肢を軽く牽引、伸張しても、頸捻転による眼振には有意の影響はない。しかし、強く牽引、伸張すると、上記の眼振に有意の抑制がおこる。またこの際、脳波の覚醒反応は有意に低下している。この現象の説明は、上述の機序の関与を考えてよいか否かには研究の余地は

あるが、可能性のある機序の一つと考え、私見を述べる。

要するに、四肢とくに後肢伸筋の活動亢進がおこる様な条件下では、後肢深部受容性インパルスは、頸部深部受容器と耳石器の協応に促進的に作用し、頸捻転による眼振の出現を増強する。これに対し、四肢とくに後肢を牽引、伸張した条件下での後肢深部受容性インパルスは、頸部深部受容器と耳石器の協応に抑制的に作用し、頸捻転による眼振を抑制すると考えるのが我々の立場である。そして、これまでの生理学的報告、中枢神経系の線維連絡よりみて、その際の主要な中枢責任分野として、脳幹網様体と前庭神経核を考慮すべきであるとするのが、只今までの考えである。

4) 明所と暗所での頸捻転による眼振の推移に関して：末梢迷路性眼振との対比において：

末梢迷路に反復して刺激が加わると、この平衡器由来の眼振は次第に減弱する（response decline 現象）。これと類似する現象が頸捻転で誘発される眼振にもあてはまる。このような成績より考えると、末梢前庭迷路起源の眼振と、頸部深部受容器起源のその間には、かなりの性格の相似性があるものとも考えられる。また、両者の相似性は、次の成績からもうかがえ

る。すなわち、最近注目され、その機序の解明が急がれている温度眼振の Visual Suppression 現象は、今回我々の行っている頸捻転による眼振の態度にも原則的にあてはまる。すなわち、図21に示した様に、暗所で成立している頸捻転による眼振は、明所では抑制され、減弱するか又は認め難くなる事実と相応する。迷路性眼振の Visual Suppression 現象には、小脳片葉が主要な役割を有することが報告されている。迷路性眼振と頸捻転による眼振の上述の性格の相似性より考えると、頸捻転による眼振の発現に小脳は、やはり一定の影響をもつと考えるべきではなかろうか。先に紹介したように、星野、皆川（1932）¹³⁾は、小脳を除去したウサギも正常ウサギと同様に、頸捻転で眼球偏倚をひきおこし得るとし、この眼反射に小脳は無関係のものと記述している。私達は先の項目で、中枢神経系の線維連絡の点より考え、頸捻転で誘発される眼反射（特に眼振）には、何らかの方法で、小脳の関与があるものと推察した。上述したように、Visual Suppression が、頸捻転により誘発される眼振にもみられるとするなら、小脳は、この様な仕方で、頸部深部受容器起源の眼反射に関連をもつものとも考えられ、将来のより系統的な研究がまたれる。

ま と め

(1)布片で躯幹を吊下げ、頭部と四肢を空中に自由にした姿勢で、頭部を身体長軸の周りに 90° 右または左に捻転する眼振誘発法を考案した。この方法では、従来の頭部を固定し、躯幹を頭部に対し水平面上で、clockwise 又は anticlockwise に回転する方法や、躯幹を長軸の周りに捻転する方法に比べ、眼振の誘発は有意に明瞭で、かつ再現性が高い。この眼振の緩徐相は、代償性眼偏倚と同じ方向で、急速相はこれより立直る運動である。

(2)上述の姿勢を対照姿勢とし、その際の頸捻転による眼振と、①四肢を平坦な台上に起立させる姿勢、②前傾した台上に起立させる姿勢、③丸い水平な棒を前肢又は後肢にあてがい、それぞれの肢で体重を支えるようにする姿勢、④固定器で躯幹、四肢を固定した姿勢のそれぞれの姿勢で、頸捻転により誘発される眼振を比較した。その結果、1) 前傾した台上での起立姿勢、及び、後肢で体重を支える姿勢での頸捻転による眼振は、対照姿勢でのそれに比べ、明らかに増強したが、平坦な台上に起立した姿勢や、前肢で体重を支える姿勢では、有意の変動を示さなかった。2) 固定器で躯幹、四肢を固定した姿勢での頸捻転は、通常、代償性眼偏倚をひきおこすのみで、眼振が誘発されることがあっても、眼振数は少く、再現性は乏しい。

(3)後肢を牽引，伸張させる姿勢での頸捻転による眼振は，対照姿勢でのそれに比べ，明らかに抑制された．これに対し，前肢を牽引，伸張させる姿勢での頸捻転による眼振は，対照姿勢でのそれに比べ，有意の変化を示さなかった．

(4)明所と暗所のそれぞれで，対照姿勢での眼振誘発法を，交互に短時間の休止期をおいて繰り返し，眼振の推移を観察した．その結果，何れの場合にも，眼振解発が抑制され，response decline 現象がおこった．しかし，明所で観察する場合，それがより著しかった．

これまでの報告，中枢神経系の線維連絡，我々の現在行っている上述の各姿勢での，四肢筋電図脳波の所見を参考にし，以上の成績より次の考えを述べた．

a，頸捻転による眼振は，四肢とくに後肢深部受容器活動性の変化により有意の影響を受ける．従って，眼振の平衡生理の分析は，姿勢との関連において行うべきとする考えは合理性がある．

b．我々の頸捻転法により誘発される眼振の性格の中には，これまでに報告されている末梢迷路性眼振の性格（RD現象，Visual Suppression 現象など）と相似するものがあることを知った．

参 考 文 献

- 1) Bárány, R.: Augenbewegungen durch Thoraxbewegungen ausgelöst. Zbl. Physiol. 20 : 298, 1907.
- 2) Biemond, A. : Further observations about the cervical form of position nystagmus and its anatomical base. Pro. Kon. Ned. Akad. Wet. 43 : 901, 1940.
- 3) Brodal, A. : The reticular formation of brain stem. Edinburgh, Oliver and Boyd, P. 1 ~ 87, 1957.
- 4) Bos, J.H. : On vestibular nystagmus without causative endolymph displacement. Akad. Probeschrift (University of Amsterdam), Cloeck En Moedigh. N. V. Amsterdam : 41, 1962.
- 5) Bowsher, D. : The anatomophysiological basis of somatosensory discrimination. Rev. of Neurobiol. 8 : 35, 1965.
- 6) Cajal, S. R. : Histologie du Système Nerveux de l' Homme et des Vertébrés. Maloine, Paris, 1909. Cit. by Niimi, K. 1973, personal communication.
- 7) Dichgans, J., Bizzi, E., Morasso, P. and Tagliasco, V. : Mechanism underlying recovery of eye-head coordination following bilateral labyrinthectomy in monkeys. Exp. Brain Res. 18 : 548, 1973.
- 8) 福田精 : 運動と平衡の反射生理，医学書院，東京 ; 199, 1957. a
- 9) 福田精 : " ; 58, 1957. b
- 10) Fredrickson, J. M., Schwarz, D., Kornhuber, H.H. : Convergence and interaction of vestibular and deep somatic afferents upon neurons in the vestibular nuclei of the cat. Acta Otolaryngol. 61 : 168, 1966.
- 11) 福井堅二 : 頸部深部受容器と眼運動系の連繫に関する実験的研究. 日耳鼻 74 : 626, 1971.
- 12) Ganong, W.F. : Review of medical physiology. 3rd ed. Lange California 1976.
- 13) 星野貞次，皆川広文 : マグヌス氏等の所謂「緊張性頸性眼反射」に対する実験的批判. 耳鼻臨床 26 : 387, 1932.
- 14) 松学，黒沢吏 : 頸筋，項筋より誘発される眩暈. 耳鼻臨床 57 : 10, 1964.
- 15) 平沢興 : 医学綜報，第2巻，創元社，1948 : Cit. by 四宮貞男 : 嗅覚の電気生理学的研究. 日耳鼻 82 : 52, 1979.
- 16) Kleyn, A. de : Über verschiedene Formen von Meniere's Syndrome. Deutsche Zeitschrift Nervenhe. 132 : 157, 1933.
- 17) Magnus, R. : Körperstellung, Springer, Berlin, 1924.
- 18) Monnier, M. : Function of the nervous system, vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 1970.
- 19) 前田稔 : The cervico-ocular-reflex のニューロン機構. 神経研究の進歩 18 : 710, 1974.

- 20) Nauta, W. J. H. and Kuypers, H. G. J. M.: Some ascending pathways in the brain stem reticular formation, Int. Symposium, Reticular formation of the brain (Henry Ford Hosp.) Little Brown and Co., Boston : p. 3 ~31, 1958.
- 21) Niimi, K., Fujita, S., Abe, K. and Kawamura, S.: An experimental anatomical study on the spinothalamic tract in the cat. Okajima, Fol. Anat. Jap. 44 : 225, 1968
- 22) Philipszoon, A. J.: Compensatory eye movements and nystagmus provoked by stimulation of the vestibular organ and the cervical nerve roots. Pract. Oto-Rhino-Laryng. (Basel) 24 : 193, 1962.
- 23) Schneider, R. C. and Crosby, E. C.: Vascular insufficiency of brain stem and spinal cord in spinal trauma. Neurology 9 : 643, 1959.
- 24) 高木健太郎：圧反射と迷路機能. 脳神経領域 6 : 179, 1953.
- 25) Tissington-Tatlow, W. J. and Bommer, H. G.: Syndrome of vertebral artery compression, Neurology 7 : 331, 1957.
- 26) Teng, P., Schanzer, S. and Bender, M. B.: Effects of brain stem lesions on optokinetic nystagmus in monkeys. Neurology (Minneapolis) 8 : 22, 1958.
- 27) 寺田俊一：脊髄よりの知覚伝導路と網様体に関する実験形態学的研究. 千葉医誌 30 : 1065, 1960
- 28) 内海貞夫：筋電図からみた迷路性筋反応. 耳鼻臨床 50 : 583, 1957.
- 29) 安原基弘：向代謝改善剤の中枢機序に関する電気生理学的研究. 耳鼻臨床 70 : 1343, 1973.

原稿到着：昭和55年3月18日

別刷請求先：伊藤信輔

〒606 京都市左京区聖護院川原町53
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室