研 究

Neck-torsion nystagmus 発現における頸部と
四肢の深部受容器の協応

—正常ウサギの脳波と頸筋, 四肢筋のEMGを指標とする分析—

伊藤 信輔 ・ 桧 学

Role of the Proprioceptors of the Four Limbs in Production
of Neck-Torsion Nystagmus in Rabbits, with Reference to
ENG, EMG and EEG Findings

Shinsuke Ito and Manabi Hinoki

(Kyoto University)

In rabbits, the appearance of neck-torsion nystagmus varies in relation to the position of the four limbs. In order to obtain further evidence of the neural mechanism for this phenomenon, such was analyzed using the ENG, EMG's from the muscles of the neck and four limbs and the EEG's from the hippocampus and neocortex. The results obtained were as follows: (1) Rabbits were suspended in the air in a cloth with their four limbs not touching the ground (original posture). The EMG's from the deep neck muscles (particularly those of the side of the upper eye) and the arousal state in the EEG's in the original posture were activated when the hindlimbs were supported by a horizontal bar and then the head was twisted. Thus, the appearance of neck-torsion nystagmus increased. Conversely, the above mentioned EMG's and the arousal state in the EEG's decreased when the hindlimbs were pulled downward and then the head was twisted. Thus, the appearance of neck-torsion nystagmus decreased. (2) In the case of support and/or pull of the forelimbs, no significant alteration in the ENG, EMG's from the neck muscles and the arousal state in the EEG's was found when the neck was twisted. These findings indicate that in rabbits, the proprioceptors of the hindlimbs play a major role in enhancing and/or suppressing neck-torsion nystagmus, in close collaboration with the proprioceptors of the neck region.

は じ め に

眼球の運動が姿勢や身体の運動と密接に相関して身体の平衡維持に関与する事実はこれまでも報告が少くない(福田 1957 a, 1957 b)²⁾³⁾. 従来, 頸部深部受容器起源の眼球運動についての報告, とくに頸捻転で誘発される眼球運動についてのそれは, Barany 以来少くないが, それを姿勢

との関係で論じたものは予想外に少ない。我々は先ず頸捻転による眼振誘発について新しい方法を考案し、次いでこの方法を用い、頸捻転による眼振が肢位により有意の影響を受けることを明らかにした(伊藤・松 1980)¹²⁾。

すなわちこの方法では、ウサギの躯幹を布片で固定して吊下げ、四肢を空中に自由にした姿勢(対照姿勢)で頸部を長軸を軸とし、時計回りに 90° 捻転し、この頭位を保持して眼振の誘発を観察する。この際眼振は恒常的に誘発されるが、誘発される眼振は捻転方向に速期を有する眼振である。また、上述の姿勢で誘発される眼振を対照とすると、両側後肢に丸い水平の棒をあてがい体重を支える姿勢では、対照姿勢での眼振が増強され、両側後肢を下方に牽引、伸張させる姿勢では、この眼振が抑制される(図1)。これに対し、前肢を支持あるいは牽引、伸張した場合には、頸捻転で誘発される眼振には明らかな変動が見られない。従って、この種眼振の発現に対し、四肢、とくに後肢深部受容器の活動性の変化は有意の影響を与えるものと考えてよい。

さて我々は、頸捻転で誘発される眼振の成因を耳石器の協応のもとに成立する頸部深部受容器活動性の変化によるものと考察し、その発現に脳、とくに脳幹網様体の活動性亢進が密接な相関を有することを、同時記録した脳波所見を参照して結論した(伊藤・松 1981)¹³⁾。

頸部深部受容器の活動性の変化が脳幹眼運動系の活動性の変化をもたらし、これにもとづいて眼反射に変化がおることについては、松及びその協同研究者の一連の報告がある。例えば松らは、深層項筋の活動性の適度の亢進は視機性眼振の解発を促進し、その活動性の過剰な亢進や低下はこの種眼振の解発の抑制をもたらすことを明らかにしている(Hinoki and Terayama 1966, Hinoki et al. 1975)⁹⁾¹¹⁾。また、松及び協同研究者は、この筋の筋放電に左右差をもたらすような操作(procaine 局注、電気刺激、高張食塩水の反復局注後 isoproterenol 局注)は、正常ウサギでかなりの頻度に眼振を誘発しうることを明らかにしている(松 1974)¹⁰⁾。

以上の報告を参照すると、我々が報告した頸捻転頭位で誘発される眼振の肢位による変動の機序は、それぞれの姿勢における四肢筋よりの求心性インパルスが直接、または深層項筋を介して眼運

図1 正常ウサギの躯幹を四肢を空中に自由に吊下げ、 90° 時計回りに頸捻転を行って、この頭位を保持すると、上段の如く恒常的に眼振が誘発される。両側後肢を支持した姿勢ではこの眼振が活発化し(中段)、両側後肢を下方に牽引した姿勢では抑制される。前肢の同様な操作では眼振の変動がみられない。

動系に影響し、それに由来して眼振の増強又は抑制がおこるものと推察される。この考えの妥当性を明らかにするため、今回の報告では、以下述べる実験が行われた。

得られた成績を述べ、それについての私見を述べる。

実験方法

(1) 用いた動物：

正常黒目成熟ウサギ5羽を実験に供した。これらの動物では実験に先立ち、鼓膜に異常なく、迷路刺激に正常な反応を示し、上記の四肢を自由にした頸捻転頭位で、眼振が良好に解発されることを確かめている。

(2) 眼球運動、筋電図、脳波の記録：

眼球運動の記録は、電極を右上眼瞼鼻側寄りと右下眼瞼耳側寄りの皮膚に置き、単眼誘導で行った。原波型の時定数は1.5秒とし、速度波型のそれは0.03秒とした。そして、上眼瞼向きの眼球運動は記録紙上でペンの上方への振れとして記録されるようにした。

筋電図を四肢より誘導する場合、直径6mmの表面電極を1cmの間隔で前肢の上腕三頭筋(伸筋)、上腕二頭及び上腕筋(屈筋)、後肢の腓腹筋(伸筋)、前脛骨筋(屈筋)上に置いた。

また、大後頭直筋(深層項筋)より筋放電を記録する場合は、同心型針電極を当該筋に刺入し、記録した。

脳波の記録は、次のようにして行った。すなわち、ワニスで先端0.5mmを除き絶縁した直径0.25mmのステンレススチール製電極を、Sawyerらの脳図譜に従って(Sawyer et al. 1954)¹⁰⁾、左前知覚運動皮質(A:5.0, L:2.0, H:+10.0)と左背側海馬(P:5.0, L:4.5, H:+6.0)に定位装置を用いて挿入した。挿入した電極は歯科用セメントで頭蓋骨に固定し、2週間以上の時日を経て実験に供している。なおこの際、接地用電極を耳介において単極誘導で行った。時定数は0.03秒である。

(3) 眼球運動、筋電図、脳波が観察された姿勢：

①対照姿勢：躯幹を布片で固定して空中に吊下げる。四肢は布片にあげた穴を通して空中に

自由にしてある。

②前肢支持姿勢：①に記載したように布片で固定して吊下げ、かつ両側前肢に丸い水平な棒をあてがい、体重を支えるようにしてある。

③前肢牽引姿勢：躯幹を布片で固定して吊下げ、両側前肢を下方に牽引、伸張する。牽引は約3秒かかって4kgに達する程度の力を加えて行っている。

④後肢支持姿勢：躯幹を布片で固定して吊下げ、かつ両側後肢に丸い水平な棒をあてがい体重を支えるようにしてある。

⑤後肢牽引姿勢：躯幹を布片で固定して吊下げ、両側後肢を下方に牽引、伸張する。牽引は約3秒かかって4kgに達する程度の力を加えて行っている。

以上の各姿勢でENGとEMGを同時に、あるいはENGとEEGを同時に記録した。先ず、それぞれの姿勢で、正常頭位で10~20秒間の記録を行う。次いで約1.5秒で時計まわりの方向に90°頸部を捻転し、この頭位を維持して35~50秒間記録を行った。

各姿勢での頸捻転による眼振は、対照姿勢でのそれと比較したが、この際、次の配慮を行っている。すなわち、先の論文に述べたように(伊藤・桧 1980)¹²⁾、頸捻転頭位で誘発される眼振は、短時間の休止でその操作を繰り返すと疲労現象がみられる。従って、この現象を姿勢の変化による眼振の変動から可及的に除外する為、ある姿勢での眼振が対照姿勢のそれより増強することが予想される場合、例えば、四肢を支持する姿勢での記録は、対照姿勢での記録の後20秒の休止をおいて行った。これに対し、ある姿勢の眼振が対照姿勢のそれより抑制される可能性のある場合、例えば、四肢を牽引、伸張させる姿勢での眼振記録は、牽引姿勢での観察

を先行させ、20秒間の休止をおいて対照姿勢でのそれを記録した。

なお、各1羽の被験動物で、ある姿勢での頸捻転による眼振と対照姿勢でのその比較は数回繰り返し行うが、このうち最も明瞭な差異を示したものについて記載を行っている。因みに、上記の操作を一定回数繰り返すと、眼振発現に適度の疲労現象がおこる。この時点では、姿勢の変化による眼振の増強、あるいは抑制の現象が一層明らかとなる為、多くはこのような時期に得られた結果を採用している。

また、肢位の変化が脳活動性に及ぼす影響を比較する場合にも次のような配慮を行っている。すなわち、肢を牽引する実験では、脳活動性の低下が予測される。従ってこのような場合、対照姿勢での脳波は高い覚醒反応を示す時

期のものを選び、これが四肢の牽引でどの様に变化するかを調べている。それとは反対に、肢を支持する実験では、脳活動性の亢進が予測されるので、対照姿勢での脳波は低い覚醒水準を示す時期のものが選ばれている。前肢と後肢の同じ操作による脳波の変化を比較するには、操作による慣れ（脳活動性の低下）を可及的に除外する為、次の配慮を行った。すなわち、四肢の牽引を行う場合には、覚醒を低下させる影響がより大きいと予想される後肢の牽引を先ず行い、次いで前肢のそれを行い、成績を比較した。これに対し、四肢の支持を行う場合には、覚醒の度を高める作用がより小さいと予想される前肢の支持を先ず行い、次いで後肢の支持に移った。

実 験 成 績

(1) 両側前肢を支持した姿勢における前肢伸筋活動性と頸捻転による眼振の相関：

図2上段には対照姿勢でのENGと両側前肢伸筋EMGが示され、下段には両側前肢で体重を支えた姿勢でのそれらが示されている。図示するように、対照姿勢では、両側前肢伸筋には明らかな筋放電は記録されず、頸捻転に際しても有意の変化は認め難い。これに対し、両側前肢で体重を支えた姿勢では、両側前肢伸筋に明瞭な筋放電が記録される。但し、この筋放電は頸捻転によって有意の増強を示さず、時間の経過とともにやや減弱する傾向がある。頸捻転で誘発される眼振は、両者間に明らかな差は認め難い。

(2) 両側前肢を牽引、伸張させた姿勢における前肢伸筋及び屈筋活動性と頸捻転による眼振の相関：

図3上段には両側前肢を牽引、伸張させた姿勢でのENGと右側の前肢伸筋及び屈筋のEMGが示され、下段には対照姿勢でのそれらが示されている。上段の図に示されたように、前肢を牽引、伸張させた際には、伸筋、屈筋ともに

一過性の筋放電がみられるが、後者の筋の放電がより明白である。しかし、時間を経ると両筋は放電を失い、対照姿勢のそれとほぼ同じ状態となる。この状況下の頸捻転による眼振は、下段に示した対照姿勢でのそれに相似している。

(3) 両側後肢を支持した姿勢における後肢伸筋活動性と頸捻転による眼振の相関：

図4上段には対照姿勢でのENGと左右後肢伸筋EMGが示され、下段には両側後肢を支持した際のそれらが示されている。図示するように、対照姿勢では、頸捻転前に左右のEMGに軽度の筋放電が記録されている。頸捻転に際して、右側伸筋のEMGに一過性の放電の増強がみられるが、時間の経過とともに次第に減弱している。

これに対し、下段の図に示した両側後肢を支持した姿勢では、左右伸筋に強い筋放電が記録されている。この筋放電は、頸捻転に際して右側の筋では放電の増大を示す。左側の伸筋には右側伸筋にみられるような所見はない。

2つの姿勢における頸捻転による眼振を比較すると、後肢を支持した姿勢（下段）での眼振

図2 上段の対照姿勢では、両側前肢伸筋に頸捻転前及び頸捻転中、何れにも明らかな筋放電はみられない。下段の両側前肢を支持した姿勢では、両側伸筋に筋放電がみられるが、これに頸捻転を加えても放電の有意の増大はない。また、上記の2つの姿勢での眼振の発現には有意差はない。R. EYE : 右眼球運動, R., L. Ext : 右, 左前肢伸筋筋電図。

図3 前肢を牽引した際、一過性の筋放電が前肢の屈筋、伸筋に現われる(上段)。上記の筋放電消失後に頸捻転を行った際のEMG記録には、両筋の放電は明白でなく、下段の対照のそれと比べ明らかな違いはない。また、両者の姿勢での眼振発現に差はない。R. EYE : 右眼球運動, R. Ext : 右前肢伸筋筋電図, R. Flex : 右前肢屈筋筋電図。

はより活発である。

(4) 両側後肢を牽引、伸張させた姿勢における後肢の伸筋と屈筋の活動性と頸捻転による眼振の相関：

図5 上段には両側後肢を牽引、伸張させた姿勢でのENGと右側の後肢伸筋と屈筋のEMGが示され、下段には対照姿勢でのそれらが示されている。図示したように、後肢を牽引した際

図4 上段の対照姿勢では、頸捻転前の両側後肢伸筋に軽度の筋放電がみられる。頸捻転を加えると、一過性に右側伸筋に放電が増強する。下段の後肢を支持した姿勢では、両側後肢伸筋筋放電は増強する。頸捻転を加えると、右側伸筋の放電が増強する。下段の姿勢での眼振は対照姿勢に比べ活発化している。R. EYE：右眼球運動，R, L. Ext：右，左後肢伸筋筋電図。

図5 上段の両側後肢を牽引した姿勢では、一過性に伸筋、屈筋に放電が出現し、後者に強い。しかし、この放電は時間の経過とともに減弱する。この際頸捻転を加えても、明瞭な筋放電は伸筋、屈筋にみられない。下段の対照姿勢では、頸捻転前に伸筋に軽度の筋放電を認め、頸捻転を加えると、この筋に放電の増大が現われる。眼振は上段の牽引姿勢で明らかに抑制されている。R. EYE：右眼球運動，R. Ext：右後肢伸筋筋電図，R. Flex：右後肢屈筋筋電図。

には、伸筋、屈筋ともに一過性筋放電が記録されており、屈筋のそれは伸筋に比して大である。しかし、時間の経過とともにこの筋放電は減弱する。頸捻転をこの条件下に加えても上記の筋放電に有意の変化はない。因みに、対照姿勢ではこのウサギの伸筋に弱い持続的な筋放電が記録されており、これに頸捻転を加えると右側伸筋に一過性の増強がみられている。

2つの姿勢における頸捻転による眼振を比較すると、後肢を牽引した姿勢では対照姿勢に比べ眼振の抑制が明瞭である。

小 括

①ウサギの前肢に丸い棒をあてがい支持する場合は、対照姿勢の場合に比べ、前肢伸筋の活動性亢進がおこる。しかし、この条件下に頸部を長軸を軸とし時計回りに90°捻転しても、左右の前肢伸筋活動性にほとんど変化なく、左右差もみられない。また、前肢を下方に牽引する場合、前肢の屈筋、伸筋に一過性の放電が短時間出現する。この条件下に上記の方法で頸捻転を行っても、両筋には筋放電は現われない。前肢を支持しても、牽引しても頸捻転でおこる眼振は対照姿勢でのそれと有意差はない。

②ウサギの後肢を支持する場合は、対照姿勢の場合に比べ、後肢伸筋は活動性を増強する。この条件下に上記の方法で頸捻転を行うと、右側の後肢伸筋の活動性が増大する。対照姿勢の場合でも、上記の方法で頸捻転を行うと右側の後肢伸筋に筋放電をみるが、後肢支持姿勢の場合のような活動性増大はない。頸捻転でおこる眼振は対照姿勢に比べ有意に大である。ウサギ後肢を牽引する際には、後肢の屈筋、伸筋に一過性の筋放電の増大がみられるが早期に消失する。この際、頸捻転を上記の方法で行っても後肢伸筋に活動性亢進はおこらない。因みに、対照姿勢の場合、このウサギでは頸捻転に際して右側伸筋の活動性亢進が軽度ではあるが出現している。前者の姿勢では頸捻転による眼振は対照姿勢でのそれに比べ減弱している。

以上の一連の成績より、後肢支持姿勢の場合

は、頸捻転に際して片側（この場合は右側）後肢伸筋の活動性が増大し、両側後肢伸筋間の活動性の差を増強する。これに対し、後肢牽引の姿勢では、頸捻転に際して後肢伸筋の活動性は亢進しない。対照姿勢で頸捻転に際しておこる片側（右側）伸筋活動性亢進の度合は、後肢支持姿勢、後肢牽引姿勢でのその中間に位置する。そして頸捻転による眼振の誘発も、後肢支持姿勢、対照姿勢、後肢牽引姿勢の順に減少する。

（5）両側前肢を支持した姿勢における頸捻転による眼振と深層項筋活動性の相関：

図6上段には対照姿勢での頸捻転時のENGと左右深層項筋EMGが示され、下段には両側前肢を支持した姿勢での頸捻転時のそれらが示されている。図示するように、何れの姿勢でも頸捻転によって右側の深層項筋の筋放電は増大し、左右項筋筋放電に差が現われる。この際2つの姿勢でのEMG記録を比較すると、両者間に明瞭な差はない。

また、頸捻転による眼振にも両者間に有意差は認め難い。

（6）両側前肢を牽引、伸張させた姿勢における頸捻転による眼振と深層項筋活動性の相関：

図7上段には両側前肢を牽引、伸張させた姿勢での頸捻転時のENGと左右深層項筋EMGが示され、下段には対照姿勢での頸捻転時のそれらが示されている。図示するように、2つの姿勢では頸捻転により何れも右側深層項筋に筋放電の増大がみられるが、両者間にその差は明らかでない。

また、両者の姿勢で誘発される眼振にも明らかな相違はみられない。

（7）両側後肢を支持した姿勢における頸捻転による眼振と深層項筋活動性の相関：

図8上段には対照姿勢での頸捻転時のENGと左右深層項筋EMGが示され、下段には両側後肢を支持した姿勢での頸捻転時のそれらが示されている。何れの姿勢でも頸捻転で右側項筋

図6 頸捻転を行うと、上段の対照姿勢では右側の深層項筋に筋放電の増強がおこり、眼振の誘発がみられる。同じようなことが、下段の前肢支持姿勢での頸捻転でもおこる。両姿勢間の頸筋筋放電と眼振に明らかな差異はない。R. EYE: 右眼球運動, R., L. NECK: 右, 左大後頭直筋筋電図。

図7 頸捻転を行うと、前肢牽引姿勢（上段）、対照姿勢（下段）何れにも右側深層項筋の放電の増加をみる。但し、両者の放電に有意差はない。また、頸捻転で誘発される眼振にも差を認め難い。R. EYE: 右眼球運動, R., L. NECK: 右, 左大後頭直筋筋電図。

図8 対照姿勢，後肢を支持した姿勢，何れの場合にも頸捻転により右側深層項筋の活動性増大がみられる．特に後者の姿勢においてそれが明瞭におこっている．また，頸捻転で誘発される眼振も後者においてその発現がより活発である．R. EYE：右眼球運動，R, L. NECK：右，左大後頭直筋筋電図．

図9 上段の両側後肢を牽引した姿勢では，下段の対照姿勢に比べ，右深層項筋の筋放電が抑制されている．眼振はこれと平行して抑制されている．R. EYE：右眼球運動，R, L. NECK：右，左大後頭直筋筋電図．

の放電の増大がみられる。この際、後肢を支持した姿勢では対照姿勢に比べ頸捻転による右側項筋の筋放電がより強く増強され、かくして左右項筋活動性の差がより増大している。

また、これと平行して頸捻転による眼振の出現も後者の姿勢でより活発である。

(8) 両側後肢を牽引、伸張させた姿勢における頸捻転による眼振と深層項筋活動性の相関：

図9上段には両側後肢を牽引、伸張させた姿勢での頸捻転時のENGと左右深層項筋EMGが示され、下段には対照姿勢での頸捻転時のそれらが示されている。何れの場合でも頸捻転により右側項筋に放電の増加がみられる。但し、後肢を牽引した姿勢での頸捻転による右深層項筋の筋放電は、対照姿勢でのそれと比較すると、その放電の度合いが弱く、かくして両側項筋間の放電の左右差は対照姿勢の場合にくらべ小である。

また、両姿勢での眼振を比べると、牽引姿勢では眼振の出現が著しく抑制されている。

小 括

①ウサギの前肢を支持した姿勢では、上述の要領で時計回りに頸捻転を行うと、上位になった眼の側の深層項筋の活動性が増大し、左右項筋活動性の差がみられるようになる。しかし、同様なことは対照姿勢で頸捻転を行ってもおこり、両姿勢での項筋活動性に有意差はない。この2つの姿勢での頸捻転による眼振の発現にも差はない。この動物の前肢を牽引した条件で頸捻転を行う場合にも、上位になった眼の側の深層項筋の活動性が亢進し、左右項筋間に活動性の差がみられる。この状況は対照姿勢で頸捻転を行った際におこる深層項筋活動性と有意差はない。また、頸捻転で誘発される眼振にも両姿勢間に差がない。

②ウサギ後肢を支持する姿勢では、上記の要領で頸捻転を行うと、上位になった眼の側の深層項筋活動性が増大し、両側深層項筋間の活動性の差は増強する。その度合いは、対照姿勢での

それを上回っている。また、前者の姿勢での頸捻転による眼振は対照姿勢でのそれを上回って活発である。ウサギ後肢を牽引した姿勢で頸捻転を行うと、上位になった眼の側の深層項筋の活動性増大がおこり、両側深層項筋間の活動性の差がみられる。しかし、対照姿勢での頸捻転のそれに比べると、その度合いは小であり、かつ両側深層項筋間の活動性の差も小となる。前者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不活発である。

(9) 両側後肢を牽引、伸張させた姿勢と両側前肢を牽引、伸張させた姿勢での脳波の変動：

図10上段には両側後肢を牽引した際のEEGが示されている。図中のアンダーラインを施した部分がそれに相当する。牽引を加える前の状態、すなわち対照姿勢では、EEGはかなり高い覚醒水準を示しているが、後肢を牽引している時期では次第に覚醒の度が低下する。そして牽引を中止すると、再びEEGは高い覚醒水準にかえっている。すなわち、牽引時には、皮質脳波には高振幅波が現われ、海馬脳波には4~7/secの同期波(θ 波)の減少が著しい。

これに対し、下段には両側前肢を牽引した際のEEGが示されている。アンダーラインが施してある部分がそれに相当する。この場合には、皮質脳波、海馬脳波には後肢牽引の場合にみられたような脳波の著明な変化は認められない。

(10) 両側前肢を支持した姿勢と両側後肢を支持した姿勢における脳波の変動：

図11上段には前肢を支持した際のEEGが示されている。アンダーラインを施した部分がそれに該当する。下段には後肢を支持した際のそれが示されている。いずれの場合にも、操作を加える前の脳波(対照姿勢での脳波)は、かなり低い覚醒水準を示している。両側前肢を支持する場合、脳波には一時期、覚醒反応(皮質での低振幅波、海馬での同期波)が現われるが、その影響は短時間で消失し、皮質には高振幅波

図10 両側後肢を牽引すると（上段），皮質脳波には高振幅波が現われ，海馬脳波には同期波の減少がみられる．すなわち脳の活動性の低下がみられる．前肢の牽引の場合には（下段），上記の様な明らかな影響が脳波上にみられない．アンダーラインは牽引操作の時間を示す．
L. Fr：左前知覚運動皮質脳波，L. H：左背側海馬脳波．

図11 両側前肢を支持した場合は（上段），その直後に一過性に弱い覚醒反応が現われるが持続しない．これに対し，両側後肢を支持した場合は（下段），持続的な明瞭な脳波の覚醒反応が引き起こされている．アンダーラインは支持操作の時間を示す．L. Fr：左前知覚運動皮質脳波，L. H：左背側海馬脳波．

が，海馬には脱同期波が出現するようになる。

これに対し，両側後肢の支持に際しては，脳波には持続的な覚醒反応（上述）がもたらされている。

（11）両側前肢を支持した姿勢における頸捻転による眼振と脳活動性の相関：

図12上段には対照姿勢でのENGとEEGが示され，下段には両側前肢を支持した姿勢でのそれらが示されている．いずれの場合にも，頸捻転に際して脳波は覚醒反応を示しているが，時間の経過とともにその度合を低下する．この際，このウサギでは，両側前肢を支持した姿勢では脳波の覚醒の低下が対照姿勢に比べやや大である．頸捻転による眼振には両者の姿勢で明

らかな差をみていない。

（12）両側前肢を牽引，伸張させた姿勢における頸捻転による眼振と脳活動性の相関：

図13上段には両側前肢を牽引，伸張させた姿勢でのENGとEEGが示され，下段には対照姿勢でのそれらが示されている．頸捻転により脳波の覚醒反応が何れの姿勢でももたらされているが，頸捻転後時間を経るとその度合が低下している．この際，低下の度合は前肢を牽引した姿勢でやや大きい．頸捻転による眼振の発現は両者の姿勢で明らかな差はない。

（13）両側後肢を支持した姿勢における頸捻転による眼振と脳活動性の相関：

図14上段には対照姿勢でのENGとEEGが

図12 上段の対照姿勢と下段の両側前肢を支持した姿勢との間に、頸捻転前の脳波に差がない。また、頸捻転による覚醒反応の出現にも明らかな差はない。頸捻転による眼振には両者の姿勢の間に有意の差はない。また、何れの姿勢でも頸捻転後時間を経ると脳活動性の低下がみられているが、前肢支持の姿勢でややその度が高い。R. EYE : 右眼球運動, L. Fr : 左前知覚運動皮質脳波, L. H : 左背側海馬脳波。

図13 前肢を牽引しても対照姿勢とほぼ同様な脳波を示している。頸捻転を加えると両姿勢での脳波はともに覚醒の度を上昇する。この際、両側前肢を牽引した姿勢では対照姿勢に比べ覚醒反応の低下がやや早期に現われているが、頸捻転による眼振には有意の差はない。R. EYE : 右眼球運動, L. Fr : 左前知覚運動皮質脳波, L. H : 左背側海馬脳波。

図14 後肢支持姿勢では対照姿勢に比べ、脳の活動性亢進がみられる。何れの姿勢でも頸捻転で脳活動性の亢進（脳波覚醒反応の出現）がみられるが、両側後肢を支持した姿勢では、対照姿勢に比べ、覚醒反応の維持が有意に良好である。頸捻転による眼振も前者において活発である。R. EYE：右眼球運動，L. Fr：左前知覚運動皮質脳波，L. H：左背側海馬脳波。

図15 後肢を牽引すると脳活動性の低下がもたらされている。頸捻転を行うと、何れの姿勢でも脳波に覚醒反応が出現する。但し、後肢牽引姿勢での脳波覚醒反応の維持は、対照姿勢でのそれと比べて不良である。頸捻転による眼振も前者の姿勢で減弱している。R. EYE：右眼球運動。L. Fr：左前知覚運動皮質脳波，L. H：左背側海馬脳波。

示され、下段には両側後肢を支持した姿勢でのそれらが示されている。後肢を支持した姿勢では対照姿勢に比べ、脳波覚醒の度が高い。後肢を支持した姿勢では、頸捻転を加えると覚醒の度が増大し、この状況が持続する。これに対し、対照姿勢では頸捻転でもたらされた脳波の覚醒水準の維持が後肢支持姿勢でのそれと比べ不良である。頸捻転による眼振の解発も、後肢支持姿勢でより活発である。

(14) 両側後肢を牽引、伸張させた姿勢における頸捻転による眼振と脳活動性の相関：

図15上段には両側後肢を牽引、伸張させた姿勢でのENGとEEGが示され、下段には対照姿勢にもどした際のそれらが示されている。両側後肢を牽引した姿勢では脳活動性の低下がみられる。頸捻転によって一過性に脳波の覚醒の度が高まるが、短時間で低い覚醒水準となる。頸捻転による眼振はENG上に記録されていない。対照姿勢では頸捻転前の脳波の覚醒の度が高い。また、頸捻転による覚醒反応の度はより明瞭であり、かつその状況がかなり良好に維持されている。頸捻転による眼振の解発は、後肢牽引姿勢では減弱している。

小 括

①ウサギ後肢を牽引した場合、脳波の覚醒の度が低下し、脳活動性の低下が示唆される。前肢に同じ操作を加えても、脳波上に脳活動性の

低下を示唆する所見は認め難い。

②ウサギ後肢を支持する場合、脳波の覚醒反応が明瞭に出現してその状態が持続する。前肢の支持では一過性に脳波の覚醒反応をみるが、その状況が持続しない。

③ウサギ後肢を牽引した姿勢で頸捻転を加えると、一過性に脳波の覚醒反応が現われ、脳活動性亢進を示唆するが、短時間で消失し、かなり低い活動水準の脳波にかえる。これに対し、前肢を牽引した姿勢で頸捻転を加えると、一過性に覚醒反応が明瞭となる。この覚醒の水準は時間の経過とともに低下するが、その度合は後肢の牽引の場合より小さい。前者の姿勢での頸捻転による眼振は対照姿勢に比べて抑制されており、後者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。

④ウサギ後肢を支持した姿勢で頸捻転を加えると、脳波の覚醒反応はさらに明瞭となり、この状況が長時間持続する。これに対し、前肢支持の場合、頸捻転により一過性に脳波の覚醒反応がみられるが、時間の経過とともにその活動水準が低下する。その状況は対照姿勢でのそれに相似する。後肢支持姿勢での頸捻転による眼振の誘発は対照姿勢でのそれを有意に上回り、前肢支持姿勢での眼振の誘発は対照姿勢でのそれと有意差がない。

考

(1) 頸捻転で誘発される眼振と頸部深部受容器活動性の相関：

私達は先に述べた一連の報告で、頸捻転で誘発される眼振の発現機序に、頸部深部受容器と耳石は重要な責任器官であり、とくに、前者は後者の支援を受けてこの種眼振発現の「引き金」的役割を果たすものであろうと報告した(伊藤・松 1980, 伊藤・松 1981)¹²⁾¹³⁾。今回の私達の実験成績では、深層項筋活動性の左右差が明白である場合(例えば、後肢支持姿勢での頸捻転時)には眼振の発現が活発となり、その左右差

按

が減少する場合(例えば、後肢牽引姿勢での頸捻転時)には眼振の解発は抑制されることが明らかとなった。従って、頸捻転で誘発される眼振は、頸部深部受容器活動性亢進又は低下ばかりでなく、その活動性の左右差の大小によりその解発が左右されると考えてよい。もちろん、この種眼振の解発に関連する頸部深部受容器が、頸筋由来のものか、あるいは関節包、靱帯由来のものかについてはなお問題がある。というのは、前田は頸部から解発される眼球運動(偏倚)は、関節包、靱帯の深部受容器の関

与が深いことをあげているからである(前田 1974)¹⁷⁾。これに対し、桧及びその協同研究者のヒト及びウサギを用いた一連の研究では、深層項筋、脳鎖乳突筋深部受容器は頸部から解発される眼振、又は異常眼球運動に重要な関連を有するものと述べている(桧・黒沢 1964, 福井 1971, 石田 1972)⁷⁾⁴⁾¹⁴⁾。今回の私達の成績は、桧らの成績とより深く関連するものと考えたい。以上の状況を総合すると、頸筋、とくに深層項筋深部受容器をもふくめて、頸部深部受容器活動性の左右差の増加が、頸捻転による眼振解発に重要な「引き金」的役割を果たすと解してよさそう。

そして、今回得られた成績より、眼球偏倚は筋放電の大なる深層項筋側に向い、頸部深部受容器の活動性の *laterality* と眼球偏倚の方向との間に規則正しい相関のあることが明らかにされた。このことは、後述する前田 (1974)¹⁷⁾ の電気生理学的研究成果とも合致し、注目される所見である。

さて、上述したように、これまでの報告でも頸捻転による眼振の発現が頸部深部受容器起源のものであることについては多くの支持がある。しかし、その多くの報告では、頸部の後根線維が C_1-C_4 の高さで切断されており、表在受容器からのインパルスも同時に遮断されている (Magnus 1924, Bos 1962)¹⁵⁾¹¹⁾。そして、私達の只今行っている実験から、頸捻転でおこる眼振がウサギの全身の皮膚よりの求心性インパルスで有意の影響を受けることが明らかにされつつある。従って、従来行われた実験成績のみで、頸部深部受容器が頸捻転による眼振誘発に全面的な責任器官であるとの断定にはなお問題点を残している。もちろん、今回の私達の実験によってもこの問題が解決されてはいない。しかし、より自然な条件下に実験が行われ、その結果、この種眼振の解発に、深層項筋深部受容器をもふくめた頸部深部受容器活動性の左右差が重要な役割を演ずること、並びに、この際の眼振緩徐相の形成と深層項筋活動性の間に規

則的な関連(上述)を認め得たことは、この方向の研究に新しい資料を加えたものとして注目したい。

(2) 四肢筋活動性と頸筋活動性の相関よりみた頸捻転で誘発される眼振:

先に述べた一連の実験で、四肢筋、とくに後肢伸筋の活動性の変化は、頸捻転で誘発される深層項筋活動性に影響し、頸捻転による眼振の誘発を左右するものと考え案した(伊藤・桧 1980, 伊藤・桧 1981)¹²⁾¹³⁾。

それでは、そのより詳細な機序がどのようなものであるかを、今回の実験で得た成績を再度申し述べながら説明を加えてみたい。まず、頸捻転による眼振に明瞭に影響を与える後肢に関して申し述べてみたい。後肢を支持する姿勢では、対照姿勢の場合と比べ、明瞭に後肢伸筋に筋放電の増大をみる。しかし、この条件のみでは眼振は誘発されない。この条件下に頸捻転を加えると、頸側の後肢伸筋には筋放電の増大がおこり、左右後肢伸筋活動性の差が現われる。また、この際、頸捻転で上面になった眼の側の深層項筋(従って、頸側の後肢伸筋と同側の深層項筋)にも筋放電が増大し、左右項筋間に活動性の差が現われる。さて、対照姿勢の場合でも、頸捻転で相似した現象が後肢伸筋と深層項筋に出現する。しかし、その度合は前者の姿勢の場合のように強くない。そして、後肢支持姿勢では、対照姿勢に比べ、頸捻転で誘発される眼振は有意に振幅、頻度が大きい。この事実より、次の2つのことが考えられる。その1つは、頸捻転でおこる頸側の後肢伸筋の活動性亢進(従って、左右後肢伸筋活動性の左右差)が主因となり、その状況が眼運動中枢に伝えられ、眼振誘発を結果するとの考え方である。他は、頸側後肢伸筋に現われる筋活動の亢進が同側深層項筋活動性を有意に助長し、かくして左右項筋活動性の差が増大する。この状況が眼運動中枢に伝えられ、眼振が活発化されるとの考え方である。これまでの自験では、片側後肢伸筋活動性を亢進させるような操作(例えば、片側

後肢支持姿勢)のみでは眼振は誘発されない(伊藤・松 1980)¹²⁾。このことより考えると、頸捻転に由来する眼振発現の主因は、やはり深層項筋をもふくめた頸部軟部支持組織深部受容器の活動性の左右差であると考えられるべきであろう。そして、頸側後肢伸筋活動性の亢進は、頸部深部受容器活動性の左右差を増大するとく作用し、かくして頸捻転による眼振の増強がおこるというのがその内容であろう。因みに、頸捻転でおこる頸側後肢伸筋活動性亢進は緊張性頸反射によるものと考えられる(Magnus 1924)¹⁵⁾。そして、後肢支持姿勢での頸捻転の場合は、対照姿勢でのそれに比べ、より明瞭にその反射が後肢伸筋に現われることは重要で、後述する前肢支持姿勢でのそれとは著しく相違していることをこの際注目しておく必要がある。

さて、後肢を牽引すると、一過性に屈伸両筋の放電が出現する。しかし、この放電は短時間で消失する。この時期に頸捻転を行っても頸側後肢伸筋に筋放電は出現しない。このことは、後肢牽引により、その部の伸筋の活動性は低下しており、従って、頸捻転を行っても、後肢伸筋にみるべき筋放電の出現はないと考えられる。また、この様な後肢伸筋活動性の低下は、深層項筋活動性の低下をもたらしており、この条件下に頸捻転が行われるので、片側深層項筋(上述)の活動性亢進は充分におこらず、かくして左右項筋活動性の差は対照姿勢に比べ減少する。このことが、対照姿勢での頸捻転に比べ眼振の出現がさらに減少する理由であろう。なお、ここで後肢を牽引する場合、後肢伸筋の活動性低下がおこる機序について触れておく必要がある。Ganong (1976)⁵⁾によると、ある筋に附着する腱が強く伸展されると、Golgi 腱受容器からの Ib 線維の活動性が高まる。Ib 線維は脊髄の抑制性介在ニューロンに終止するが、このニューロンは Ib 線維が起源する腱が附着する筋を支配する運動ニューロンに抑制的に作用する。かくして、ある筋の腱が強く伸張され

ると、却ってその筋が弛緩する。私達の実験では、後肢は強く牽引されているので、この際上述の後肢伸筋活動性は低下している可能性は充分にある。そして、この条件下では、頸捻転が行われても後肢伸筋には活動性亢進は現われ難い。

次に前肢の支持又は牽引の場合の成績について説明してみよう。前肢を支持する姿勢では、対照姿勢に比べ両側前肢伸筋の活動性は亢進する(筋放電増大)。しかし、この条件下に頸捻転を行っても、頸側前肢伸筋に明瞭な筋放電の増大はみられない。また、この際それと同側(右側)の深層項筋活動性は、対照姿勢でのそれに比べ、有意の差はない。

すなわち、前肢を支持する姿勢では、緊張性頸反射に由来すると考えられる前肢伸筋活動性亢進の像が認められ難い。また、これに対応して、深層項筋活動性にも亢進像がない。これが、前肢支持姿勢の場合、頸捻転を行って得られる眼振が対照姿勢でのそれと相似する理由であろう。前肢を牽引する場合、屈伸両筋に一過性の筋放電が現われるが、早期に消褪する。この時期に頸捻転を行っても、前肢伸筋筋放電の出現は明瞭でない。また、頸捻転でおこる深層項筋活動性の左右差は対照姿勢でのそれにほぼ相似する。かくして、この際誘発される眼振は両姿勢間で有意差がない。

何故に前肢、後肢の伸筋の活動性に対して頸捻転の影響がこの様に相違するものであろうか? この理由は目下のところ不明という他ない。しかし、次の報告はこの問題と関連して注目される。安原(1973)²²⁾はウサギの脳幹網様体を電気刺激する場合、前肢、後肢の筋放電型は大略次の3つの型に分けられるという。すなわち、tonic, phasic, tonic-phasic である。そして、前肢筋は tonic, phasic の何れの放電型をも示し得るが、後肢筋には tonic な放電は出現しない。また、平沢(1948)⁶⁾によると、前肢筋は錘体路支配を受けるが、後肢筋にはその支配はない。この成績はそれぞれの筋からの

求心活動にも差があることを暗示している。このような事情が重なって、頸捻転による前肢、後肢伸筋活動性に差がもたらされ、この差が深層項筋をもふくめた頸部軟部支持組織深部受容器活動性に反映し、上記の現象が生じたものと推定される。

以上を要するに、今回の実験条件で観察する限り、後肢伸筋活動性は頸反射を媒介として頸部深部受容器活動性と密接に相互に影響し、頸捻転による眼振の解発に関与するが、前肢伸筋活動性は上記のような密接な相互関係を頸部深部受容器との間に認め難い。かくして、前肢伸筋の活動状況は、この際発現される眼振に有意の影響を行使し難いと理解される。

従来、眼球運動、特に眼振は姿勢との関連のもとに考察されるべきことを福田及びその協同研究者は指摘し、迷路性眼振、視運動性眼振に関してはかなりの報告がある(福田 1957 a, 1957 b)²⁾³⁾。しかし、頸部深部受容器起源の眼振を指標としてこの問題を明らかにしたものは殆どなく、この点で今回の成績は注目されてよい。

(3) 脳の活動性(脳波覚醒反応)との相関からみた頸捻転でおこる眼振:

後肢を支持棒で支持する場合、脳波には明瞭な覚醒反応が現われる。前肢に同じ操作を加える場合、一過性に脳波覚醒反応の度が高まるが、次第にその度合が低下する(図11参照)。

また、後肢に牽引を加える場合は、脳の覚醒の度の低下がおこるが、前肢の場合には明瞭な変化を脳波に認めない(図12参照)。すなわち、頸捻転に先んじて既に後肢支持又は牽引と前肢のそれらとでは脳活動性に与える影響が異っている。

このような条件下に頸捻転が行われる場合、両者間に成績の相違がみられることが予測されたが、実験成績もその予測の妥当性を実証した。すなわち、後肢支持の場合に頸捻転が行われると、脳波の覚醒の度合が更に増大する。そしてこの状態がかなり長時間に亘って持続す

る。この際、頸捻転による眼振の出現は対照姿勢でのそれに比べ有意に活発である(図14参照)。これに対し、後肢を牽引した姿勢では脳の活動性の低下がみられる。この条件下に頸捻転を行うと一過性に脳波に覚醒反応があらわれるが早期に消失し、頸捻転前の覚醒の度の低い脳波にかえる。この際、眼振の解発は抑制される(図15参照)。

さて、前肢を支持した姿勢で頸捻転を行う場合、一過性に脳波の覚醒の度が上昇するが、早期にこの状態を失い、頸捻転前の脳波の状態にかえる。その状況は対照姿勢で行った頸捻転時の脳波の変化と相似する(図12参照)。また、前肢を牽引する姿勢で頸捻転を行う場合、一過性に脳波に覚醒反応が出現するが早期に消失し、頸捻転前の覚醒度の低い脳波にかえる(図13参照)。その状況は対照姿勢で頸捻転を行った際の脳波の変化に相似する。すなわち、前肢を支持又は牽引する姿勢で頸捻転を行うと、何れも一過性に脳活動性が亢進するが、早期にその状態が消失し、頸捻転前のそれにかえる。そしてその状況は対照姿勢で行った頸捻転時の脳波の推移に相似する。この際誘発される眼振についても、対照姿勢と前肢に操作を加えた姿勢の間に有意差はない。

以上の一連の成績より考えると、頸捻転でおこる脳の覚醒の度合と眼振の出現の間には密接な正相関の存することが判る。既に多くの研究により肯定されているように、脳の覚醒の度合は眼振の発現、特にその速期の解発と重要な関係がある(Teng et al. 1958)²⁰⁾。

また Magoun 以来、脳の覚醒反応に脳幹網様体上行性賦活系が重要な関係のあることはよく知られている(Moruzzi, Magoun 1949)¹⁶⁾、以上の既知の事実より考えると、上述の眼振と脳波の相関は納得が行く。

さて、前項で述べたように、後肢を支持又は牽引する場合、前者では頸捻転に際して頸側の後肢伸筋の活動性亢進が明瞭におこり、これに対応して同側の深層項筋放電の増大がみられ

る。後肢牽引の場合には、頸捻転を行っても頸側後肢伸筋に活動性亢進の像はなく、また深層項筋活動性は対照姿勢のそれに比べむしろ抑制を受けている。このような事実を併せ考えると、上記の脳波の変化は頸捻転でおこった後肢伸筋及び深層項筋活動性の変化と因果関係的に対応するものと考えられる。既に、項筋活動性の変化が脳波に対して有意の影響を与えることは松らも明らかにしている（松・沢田・近藤 1967, 石田 1972）⁹⁾¹⁴⁾。また、頸部深部受容器からの求心性インパルスが *spinoreticular tract* を介して脳幹網様体に終止することも明らかにされているので、今回の実験で得られた脳波と眼振の相関を、後肢伸筋と深層項筋をふくめた頸部軟部支持組織深部受容器との関連で考察することは妥当と考える。

（4）頸捻転で誘発される眼振の機序：耳石器との関連において

以上の一連の項目で、頸捻転で誘発される眼振の背景に頸部深部受容器の不均衡な活動性亢進が存すること、またそれに由来して脳幹網様体上行性賦活系の活動性亢進が重要なかわり合いを有することを述べた。そして、覚醒反応に関与する網様体は眼振速期の形成にも重要な役割を有する脳であることは周知の通りである。このことを念頭において、前項では頸捻転でおこる眼振の機序を考察した。しかし、ここで眼振緩徐相の形成に関連して上述の深層項筋の態度に触れておく必要がある。

前田 (1974)¹⁷⁾ によると、頸捻転が行われる場合、伸展側の深部受容器からのインパルスは、脳幹で交叉して対側の前庭神経核に伝えられる。次いで、伸展側の外転神経核に達し、その核の運動ニューロンには *excitatory* の、また非伸展側のそれには *inhibitory* の影響を与えるという。かくして、頸捻転に際しては伸展側に向う眼球偏倚が出現するという。今回の私達の成績では、片側（今回の実験条件では右側）深層項筋には頸捻転で明らかに筋放電が増大し、その部の深部受容器の活動性亢進を示唆

する所見を示す。そして、筋放電を増大した側の項筋側へ眼球偏倚がおこっている。この際、眼振緩徐相の成立に深層項筋の深部受容器が主役を演ずるのか、それとも関節包、靱帯のそれが主役を演ずるのかはなお検討の余地があるとしても、今回得た成績は前田の報告と矛盾するものではない。

さて、前田は頸捻転でおこる眼球偏倚に関連する神経要素として前庭神経核を重視している（前田 1974）¹⁷⁾。頸部深部受容器からの求心性インパルスを伝えるのは *spinoreticular tract* と考えてよいが、この神経路は脳幹網様体に終止するばかりでなく、前庭神経核とも連絡する（寺田 1960）²¹⁾。従って、頸捻転に際して前庭神経核に刺激が及んでも差し支えない。そして、それが前田の言うように眼球偏倚の原因となりうることは十分に考えてよい（前田 1974）¹⁷⁾。但し、前田の報告では頸捻転による眼球偏倚の機序については述べられているが、眼振速期についての記述はない。上述したように、今回の実験では眼振の発現状況と脳波の覚醒の度の間にはかなり高い正相関がみられている。従って、頸捻転に際して頸部深部受容器からは2種のインパルスが眼運動系に伝えられている可能性がある。1つは前庭神経核に伝えられる偏倚に関連するインパルスであり、他の1つは脳幹網様体に伝えられ、速期に関連するインパルスである。さて、高木 (1953)¹⁹⁾ が指摘しているように、この際の眼球偏倚は緊張性頸反射に属するものである。従って、深部受容器からの *tonic* なインパルスがこれに関係をもつ。そして、眼振速期が成立するには頸部深部受容器より *phasic* なインパルスがおこる必要がある。後者のインパルスについては高木も指摘しているように、Magnusらの頸反射に関する研究では記述のない性格のものである。そして、もし深部受容器よりの求心路が *spinoreticular tract* のみであるとする、この神経路は上記の2種のインパルスをそれぞれ前庭神経核と脳幹網様体に伝えるという極めて注目すべき結論

図16 頭部を正頭位に保ち、躯幹を反時計回りに90°回転して頸部を捻転すると、右側深層項筋の筋放電は増大し、左側のそれは減少して左右差が生ずる。この際、右眼は下眼瞼方向に偏倚するが、眼振は解発されていない。次に、頭部と躯幹の相対的位置は変化させることなく頭部を90°時計回りに回転してこの姿勢を保持すると、深層項筋の筋放電の左右差は増大し、眼球は偏倚の増大に続いて明瞭な眼振を示している。R. EYE: 右眼球運動, R. NECK: 右大後頭直筋筋電図, L. NECK: 左大後頭直筋筋電図。

に達する。しかし、この考えの当否に関しては今後のより詳細な検討をまつ他はない。

それでは、只今までに得られた眼振に関する成績を頸部深部受容器の活動性のみから説明し尽くしうるものであろうか？

冒頭で述べたように、私達が今回行っている条件では、頸捻転で誘発される眼振には耳石も関与するものと考えざるを得ない。次の事実はこの考えの根拠となる。すなわち、私達が先の論文で述べたように、頭部を正常位において固定し（前傾45°）、躯幹を反時計回りに90°以上回転し、四肢と腹部上位の姿勢をとらせると、右眼には下眼瞼向きの偏倚が先ずおこり、次いで上眼瞼向きに速期が出現する（伊藤・松1981）¹³⁾。この際、このウサギは正常頭位をとっているため、この眼振発現の責任器官は耳石でなく、頸部深部受容器と考えてよい。この際出現する眼振はその打数は少なく、振幅は小である。これに対し、私達が今回の実験で採用している頸捻転では、躯幹が正常位に固定され、その長軸を軸として頸部が時計回りに90°捻転されている。この際、頸部には前者の姿勢の場合とほぼ等しい量の、また同じ方向への捻転が加えられているはずである。しかし前者と異なるのは、後者では耳石器が作動していることである。さて、後者の姿勢では頸捻転による眼振

の発現はより活発である。このことは、後者の姿勢で解発される頸捻転による眼振には頸部深部受容器のみでなく、耳石器の関与があることを明示している。

さて、我々の実験で頸捻転を行う場合、頸部深部受容器と耳石器が互いに協応し、眼振発現を促進することを上述した。また、頸捻転による眼振の解発は、片側（この場合は右側）深層項筋活動性が亢進し、両側深層項筋活動性の差が増大することが重要な因子であることを指摘した。この事実を参照すると、頸捻転でおこる耳石器の活動は、片側（右側）深層項筋活動性を増大することにより、眼振発現に関与するものと推定される。この考えを明らかにするには、上記の2つの姿勢（頭部正常位・頸捻転の姿勢と躯幹正常位・頸捻転の姿勢）での深層項筋活動性と眼振解発の状況を比較検討すればよい。図16にはその成績を示してある。後者の姿勢では、右側深層項筋の活動性の増大はより大であり、かつ眼振の解発は初めて明瞭となる。このことは、上述した私達の考え、すなわち頸捻転による耳石器の活動性の変化は、深層項筋活動性を片側性に増大し、両側深部受容器間の活動性の差を増強することによって眼振解発に促進的に作用するとの考えを支持している。

ま と め

正常ウサギの頸捻転頭位で誘発される眼振が肢位によって変動する機序を、四肢筋 EMG, 深層項筋 EMG, EEG, ENG を用いて調べた。

(1) 躯幹を布片で固定して吊下げ、四肢を空中に自由にした姿勢を対照姿勢とすると、両側後肢を支持した姿勢では、後肢伸筋の筋放電が増大し、脳活動性(脳波覚醒反応)は高まる。この条件下に時計回り方向に頸捻転を行うと、頸側の後肢伸筋とその同側の深層項筋の筋放電はさらに増大し、脳活動性が増強する。この際、眼振は活発に出現する。

(2) 両側後肢を牽引した姿勢では、後肢伸筋の筋放電は抑制され、脳活動性は低下する。この条件下に頸捻転を行うと、頸側後肢伸筋には明瞭な筋放電を認めず、またそれと同側の深層項筋の筋放電もその増加の度が弱く、脳活動性も低下する。この際、眼振の解発は抑制される。

(3) 前肢を支持あるいは牽引した姿勢での頸捻転時の前肢伸筋、及び深層項筋の筋放電、並びに脳波の変化は、対照姿勢で同じ操作を行った成績と有意の差がない。また頸捻転で解発される眼振にも、両者間に有意差をみない。

以上の成績より、後肢伸筋に分布する固有受容器からの impulse の増大あるいは減少は、主として深層項筋活動性に影響し、それを介して脳活動性に影響を及ぼす。かくして頸捻転による眼振の発現には有意の変動がおこると述べた。

参 考 文 献

- 1) Bos, J. H.: On vestibular nystagmus without causative endolymph displacement. *Akad. Profeschrift (University of Amsterdam)*: 41~47, 1962.
- 2) 福田精: 運動と平衡の反射生理. 医学書院, 東京: 199~211, 1957 a.
- 3) 福田精: 運動と平衡の反射生理. 医学書院, 東京: 58~71, 1957 b.
- 4) 福井堅二: 頸部深部受容器と眼運動系の連繋に関する実験的研究. *日耳鼻* 74: 626~661, 1971.
- 5) Ganong, W. F.: Review of medical physiology. 4th ed. Lange, California: 76~77, 1969.
- 6) 平沢興: 医学綜報. 第2巻, 創元社. 1948. cit. by 四宮真男: 嗅覚の電気生理学的研究. *日耳鼻* 82: 52~67, 1979.
- 7) 松 学, 黒沢 更: 頸筋, 項筋より誘発される眩暈. *耳鼻臨床* 57: 10~20, 1964.
- 8) Hinoki, M. and Terayama, K.: Studies on optic head nystagmus from the standpoint of body equilibrium, Relationship of optic head nystagmus to optic eye nystagmus in the course of optic training. *Acta otolaryng.* 62: 8~18, 1966.
- 9) 松 学, 沢田克郎, 近藤正彦: 頸性めまい発現に関する実験的研究—項筋プロカイン注射のウサギ大脳皮質脳波と視性眼振に及ぼす影響—. *耳鼻臨床* 60 (増1): 27~37, 1967.
- 10) 松 学: 深部受容器(頸部, 腰部)と関連した平衡に関する反射—頭, 頸部外傷によるめまい例を中心とする分析—. *神経進歩* 18: 749~759, 1974.
- 11) Hinoki, M., Hine, S., Okada, S., Ishida, Y., Koike, S. and Shizuku, S.: Optic organ and cervical proprioceptors in maintenance of body equilibrium. *Acta otolaryng. suppl.* 330: 169~184, 1975.
- 12) 伊藤信輔, 松 学: 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. *耳鼻臨床* 73: 1321~1341, 1980.
- 13) 伊藤信輔, 松 学: 頸捻転頭位で誘発される正常ウサギの眼球運動: その成因に関する研究補遺. *耳鼻臨床* 74: 89~99, 1981.
- 14) 石田美夫: Cervico-muscular vertigo 成立機転に関する実験的研究; 打ち打ち損傷例のめまい, 平衡失調成立機序解明への一つの approach. *日*

耳鼻 75:1422~1455, 1972.

- 15) Magnus, R. : Körperstellung. Springer, Berlin, 1924.
- 16) Moruzzi, G. and Magoun, H.W. : Brain stem reticular formation and activation of the EEG. EEG Clin. Neurophysiol. 1: 455~473, 1949.
- 17) 前田稔: The cervico-ocular-reflex のニューロン機構. 神経進歩 18: 710~720, 1974.
- 18) Sawyer, C.H., Everett, J.W. and Green, J.D. : The rabbit diencephalon in stereotaxic coordinates. J. Comp. Neurol. 101: 801~824, 1954.
- 19) 高木健太郎: 圧反射と迷路性機能. 脳神経領域 6: 179~191, 1953.

- 20) Teng, P., Shanzer, S. and Bender, M. B. : Effects of brainstem lesions on optokinetic nystagmus in monkeys. Neurology (Minneapolis) 8: 22~26, 1958.
- 21) 寺田俊一: 脊髄よりの知覚伝導路と網様体の関係に関する実験的形態学的研究. 千葉医誌 36: 1065~1077, 1960.
- 22) 安原基弘: 向代謝改善剤の中樞作用機序に関する電気生理学的研究. 耳鼻臨床 70(増3): 1343~1353, 1977.

原稿到着: 昭和56年5月20日

別刷請求先: 伊藤信輔

〒606 京都市左京区聖護院川原町
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室