A STUDY OF THE VESTIBULAR NUCLEI

By

KENDO NOGUCHI

*From the Department of Oto-Rhino-Laryngology, Juntendo University.
School of Medicine. (Director: T. Ishikura, M.D.)*

To clarify the function of the vestibular nuclei an experimental study was made. Nystagmic responses of the cats were observed when the unilateral vestibular nuclei were stimulated electrically.

And then the point having responded to electrical stimulation was coagulated. Spontaneous and positioning nystagmus was observed. After the experiment, the animal was killed and its brain was removed in order to examine the coagulated point histologically.

The following results were obtained:

1) Relation between electrical stimulation to the vestibular nuclei and nystagmic responses:

When an optional point of the vestibular nucleus out of four vestibular nuclei (nucleus medialis, nucleus dorsalis, nucleus spinalis, nucleus lateralis.) was electrically stimulated, a type of nystagmic response was observed. On the other hand, when

a certain point of other vestibular nucleus was electrically stimulated, the same type of nystagmic response was noticed. For example, horizontal nystagmus was caused not only by stimulation to the nucleus dorsalis, but also by stimulation to the nucleus lateralis.

2) Positioning nystagmus:

Positioning nystagmus had latency period of 1 to 2sec., and continued a few seconds, and then disappeared.

Nystagmus caused by electrical stimulation had a tendency to be influenced by head positioning. Moreover, horizontal nystagmus was much influenced when the head was suddenly turned to the right side or left.

On the other hand, vertical nystagmus was also done when the head was turned around the sagittal plane.

前庭核に対する電気刺激的研究

(前庭核刺激と眼振について)

順天堂大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任: 石倉武雄教授)

大学院学生 野 口 憲 道
の ぐち けん どう

目 次

- I 緒 言
- II 実験動物及び実験方法
- III 実験成績
- IV 考按並びに総括
 - 1. 水平性眼振について
 - 2. 垂直性眼振について
 - 3. 廻旋性眼振について
 - 4. 斜性眼振について

5. 電気刺激時眼振と電気凝固後の自発眼振について

6. 頭位変換眼振について

V 結 語

I. 緒 言

前庭核と眼球振盪との関係について現在まで幾多の報告があるが、各報告者の説は種々まちまちで定説がなく、又その経路についても明確な回答が得られていない。なお多くの未解決の分野が残っている。

前庭核の機能に関する研究を振り返ると、主なものは、Marburg (1912), Leidler (1913, 1916), Gray (1926), Spiegel, Sato (1927), 高橋 (1931), 大和田 (1948), Cranmer (1951), 阿部 (1960), Bergmann, Lachmann, Monnier (1960), Carpenter, Alling, Bard (1960), Montandon (1964) 等の報告があるが、外側核を損傷した場合 Marburg, Leidler, Cranmer 等は水平性眼振、松下 (1938) は垂直性眼振、Spiegel Sato は垂直性眼振又は水平性眼振、Crosby (1953)* は垂直性眼振又は斜性眼振が発現すると述べ、Montandon は外側核は眼振発現に関与しないと論じた。又、眼振の方向について、Cranmer は外側核を刺激した場合には術側向水平性眼振、破壊した場合には健側向水平性眼振が発現すると報告し、それを両側の前庭核間の不均衡により説明しているが、Montandon は刺激でも破壊でも眼振の方向は変化せぬと述べている。内海は刺激の強さにより、Eye Deviation, Nystagmus, Tetanic eye-deviation が反応として現われると述べている。

以上の報告により、各前庭核と各種眼振との関係を追求する目的で、以下の実験を試みた。

II. 実験動物及び実験方法

実験材料には前庭系に機能障害のない 2～3kg 位の成熟猫を用いた。

1. 前庭核の刺激及び電気凝固

成熟猫をエーテルにて麻酔し、東大脳研式脳定位固定装置に腹位に固定し、頭頂部より後頭部にかけて正中線にメスを入れ、筋肉を左右に分け頭蓋骨を露出せしめ、左側の頭頂、後頭骨を開頭す。次に脳硬膜を開き、脳表より Magnus の脳定位座標図を指針とし前庭核の部に電極を挿入した。術側はすべて左側とした。

刺激方法は、日本光電製 MSE-Ⅲ型を用い、刺激電極は 0.5 又は 0.8mm 直径の同心双極電極を用い、刺激電圧は 2 ボルト、刺激は 3～7 サイクルの矩形波にて行なつた。

電気刺激により眼振の有無を肉眼的に観察し、刺激により確実な眼振が発現した時に、眼振性状を詳細に観察し、その後刺激電極に 30 ボルト 30 秒直流通電により、その部を電気凝固した。

このうちの数例において猫を固定装置に固定したまま、健側下位、術側下位、頭上位、尾上位の四方向に体位を変換せしめ、又それぞれの変換位より元の体位に復帰せしめて、頭位変換による眼振の変化、即ち頭位変換眼振を観察した。

2. 刺激部位の判定

刺激実験、電気凝固後、脳を摘出し、ミューラー氏液固定、ツエロイジン包埋、20 μ の完全連続切片を作成し、パールワイゲルト・カルミン染色を行い、又ある例では凍結切片を作成し、Klüver-Barrera 染色を行い、組織学的観察により解剖学的に電気凝固による損傷部位を決定した。病理所見は、組織融解像、小出血、gliosis、髄鞘線維の断裂像等がみられた。損傷部位判定に関しては、本学第二解剖学益田栄教授の御指導をいただき、又 Taber (1961)、児玉の図等を参考とした。前庭核は一般的な分類に従い、1) 内側核 (三角核、シュワルベ氏核) 2) 外側核 (ダイテルス氏核) 3) 背側核 (隅核、ベヒテレフ氏核) 4) 下行路核に分類した。

III. 実験成績

実験例は 28 例であるが、手術中死亡、眼振が不確実なもの等を除外し、詳細に観察することの出来た 16 例につき記述する。

No. 2, ♂ 3.0kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は両眼共大きさの等しい時計針方向の迴旋性眼振が発現した。

2. 電気凝固後の観察

電気凝固後は両眼とも自発眼振は観察されなかつた。

3. 組織学的観察 (図 1)

損傷部位は、舌下神経核の上部に相当する高さで、前庭神経下行路核の下部がほとんど損傷を受け、その他三叉神経脊髄路核、外側楔状核の内側部にも多少損傷が及んでいた。

No. 3, ♀ 1.8kg

この症例において、実験中室内の照明が明る過ぎると眼振が小さくなり、又は停止するという現象が起る事を知り、以後は眼振の観察に必要な程度の明るさに止めた。

1. 刺激実験

刺激時両眼共著明な水平性眼振を生じた。

2. 組織学的観察 (図 2)

損傷部位は、舌下神経核上部の高さで、前庭神経下行路核の外側部及び三叉神経脊髄路核のごくわずかの部を破壊していた。

No. 4, ♂ 3.0kg

1. 刺激実験

刺激時は健側向水平性眼振が出現した。

2. 電気凝固実験

上記健側向水平性眼振が出現した部を電気凝固すると、電気凝固中眼球が健側に変位していた。

3. 電気凝固後の観察

電気凝固後、眼振は観察されなかった。

4. 組織学的観察 (図3)

電気凝固による損傷は、舌下神経核の最上部の高さで、前庭神経下行路核の腹外側部に存在した。

No. 5, ♀ 3.0kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、健側向水平性眼振が発現した。

2. 電気凝固実験

電気凝固時、術側に眼球が変位していた。

3. 電気凝固後の観察

電気凝固後は健側向水平性自発眼振が観察された。この例は電気凝固後20時間生存させたが、この自発眼振に変化はみられなかった。

頭位変換眼振は、電気凝固後15分、12時間の2回観察した。術側下位への変換で、変換後約2秒で自発眼振の大きさが著明に増強され、約10秒後もとの眼振にもどる。術側下位よりの復歸時には、自発眼振に変化は認められなかった。健側下位への変換では、変換後約2秒で自発眼振は抑制され眼振の大きさが小さくなり、約10秒後もとの自発眼振となる。復歸時には自発眼振に変化は認められなかった。頭上位、尾上位への変換・復歸位にては、自発眼振に変化は認められなかった。なお頭位変換眼振の観察において、2回とも前記の現象が観察された。

4. 組織学的観察 (図4)

損傷部位は、顔面神経核の高さで、前庭神経下行路核の腹外側部、及び三叉神経脊髄路核を大きく損傷していた。

No. 6, ♀ 3.0kg

1. 刺激実験

刺激時は、両眼共術側向水平性眼振が発現したが、健側(右眼)の眼振の大きさが術側(左眼)の眼振より大きかった。

2. 電気凝固後の観察

電気凝固後の自発眼振は両眼共大きさの等しい術側向水平性眼振が発現している。

3. 組織学的観察 (図5)

損傷部位は、舌下神経核上部の高さに相当し、前庭神

経下行路核の最下部がほとんど損傷を受けている。

No. 7, ♀ 3.0kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、術側向水平性眼振が発現した。

2. 組織学的観察 (図6)

損傷部位は、三叉神経運動核の高さに相当し、前庭神経背側核の最上部の中央であつた。

No. 8, ♂ 2.0kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、術側向水平性眼振が発現した。

2. 組織学的観察 (図7)

損傷部位は、三叉神経運動核の高さに相当して、前庭神経背側核の最上部の外側であつた。

No. 9, ♂ 2.0kg

1. 刺激実験

刺激時は、健側向水平性眼振が発現した。

2. 電気凝固後の観察

電気凝固後、眼振の発現は認められなかった。

3. 組織学的観察 (図8)

損傷部位は、顔面神経膝状部の高さに相当して、前庭神経外側核の外側部及び三叉神経脊髄路核の一部であつた。

No. 11, ♂ 2.7kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、上向性垂直性眼振が発現した。

2. 組織学的観察 (図9)

損傷部位は、三叉神経運動核の高さに相当して、前庭神経背側核の外側の一部が少し損傷されていた。

No. 13, ♂ 2.3kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、上向性垂直性眼振が観察された。

2. 組織学的観察 (図10)

損傷部位は、顔面神経核の高さに相当して、前庭神経下行路核の上部の腹側部及び三叉神経脊髄路核の一部であつた。

No. 15, ♂ 2.2kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、両眼共上向性垂直性眼振が観察された。

2. 組織学的観察 (図11)

損傷部位は、顔面神経膝状部の高さに相当して、前庭神経内側核の腹側部が少しく損傷されていた。

No. 19, ♀ 3.1kg

1. 刺激実験

刺激時は両眼共健側向水平性眼振が発現した。その際、健側の眼振は術側の眼振より振幅がやや大であった。

2. 電気凝固実験

電気凝固時には眼振の発現及び眼球変位はみられなかった。

3. 電気凝固後の観察

電気凝固後に、自発眼振は発現しなかった。

頭位変換眼振は、術側下位への変換では眼振の発現はないが、復帰させると小さな健側向水平性眼振が発現する。健側下位への変換でも眼振は起らぬが、元の体位に復帰させると、約1秒の潜伏期の後に術側向水平性眼振が7～8回発現する。なお、開頭後で刺激実験前に頭位変換を行うも、術側下位、健側下位、頭上位、尾上位、及びそれぞれの復帰位にて、いずれも眼振の発現はなかった。

4. 組織学的観察 (図12)

損傷部位は、舌下神経核上部の高さに相当して、前庭神経下行路核の下部の背外側部であった。

No. 20, ♀ 2.6kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、両眼共振幅の等しい上向性垂直性眼振が観察された。

2. 電気凝固実験

電気凝固時には眼振及び眼球変位は発現しなかった。

3. 電気凝固後の観察

電気凝固後、自発眼振の発現は認められなかった。

頭位変換において、術側下位及びその復帰、健側下位及び復帰の各々において、眼振の発現はなかった。頭上位への変換にても眼振の発現はなかったが、頭上位より復帰させた時には、振幅の小さな上向性垂直性眼振が約1秒の潜伏期を以て3～4回発現した。尾上位への変換では、同様に約1秒の潜伏期の後振幅の小さい上向性垂直性眼振が3～4回発現し、尾上位よりの復帰位においては、比較的大きな上向性垂直性眼振が約1秒の潜伏期を以て3～4回発現した。

4. 組織学的所見 (図13)

損傷部位は、舌下神経核上部の高さに相当して、前庭神経下行路核の下部の背外側部に少しの損傷があった。

No. 24, ♀ 2.2kg

1. 刺激実験

刺激電極を挿入した丈で、術側向水平性眼振が観察さ

れた。刺激時の眼振は、術側斜上方に向う斜性眼振が発現した。

2. 電気凝固実験

電気凝固時は、両眼共術側向水平性眼振が観察された。

3. 電気凝固後の観察

電気凝固後は、上向性垂直性自発眼振が観察された。

頭位変換による眼振の観察を行つたが、術側下位への変換では自発眼振が消失し、術側下位からの復帰の場合には術側上向性の斜性眼振が発現した。健側下位への変換及び復帰においては術側向水平性眼振が観察された。

頭上位及びその復帰位においては自発眼振に変化なく、尾上位及びその復帰位では自発眼振が消失した。

4. 組織学的観察 (図14)

損傷部位は、外転神経核の高さに相当して、前庭神経外側核の背内側部を大きく損傷し、内側核の外側部にも損傷が及んでいた。

略語説明

Cl:	nucleus cuneatus lateralis
Cod:	nucleus cochlearis dorsalis
Fl:	fasciculus longitudinalis
Gcp:	griseum centralis pontis
Gp:	griseum pontis
Ic:	nucleus locus loeruleus
Oi:	nucleus orivalis inferior
Os:	nucleus olivaris superior
PmV:	nucleus paramedium reticularis
V-i:	nucleus tractus spinalis trigemini inferopolaris
V-me:	nuclens nervi trigemini mesencephalicus
V-mo:	nucleus nervi trigemini motorius
V-o:	nucleus tractus spinalis trigemini oralis
V-pv:	nucleus nervi trigemini sensibilis principulis subnucleus ventralis
VI:	nucleus nervi, abducentis
VII:	nucleus nervi facialis
VIII-l:	nucleus vestibularis lateralis
VIII-m:	nucleus vestibularis medialis
VIII-sp:	nucleus vestibularis spinalis
VIII-s:	nucleus vestibularis superior
X:	nucleus nervi vagi dorsalis motorius
XII:	nucleus nervi hypoglossi

図 1 No. 2

図 2 No. 3

図 3 No. 4

図 4 No. 5

図 5 No. 6

図 6 No. 7

図 7 No. 8

図 8 No. 9

図 9 No. 11

図 10 No. 13

図 11 No. 15

図 12 No. 19

図 13 No. 20

図 14 No. 24

図 15 No. 26

図 16 No. 28

No. 26 ♂ 2.8kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、術側向水平性眼振であった。

2. 電気凝固実験

電気凝固時は、同様の術側向水平性眼振が観察された。

3. 電気凝固後の観察

電気凝固後は、術側向水平性眼振が発現した。

頭位変換眼振は、術側下位への変換の際には、自発眼振の振幅が小さくなり遂に眼振が消失した。術側下位よりの復帰の際には自発眼振に変化はみられなかった。健側下位への変換では、自発眼振の振幅が増強され、元の位置への復帰の際には自発眼振に変化は認められなかった。頭上位、尾上位、それぞれの復帰の際には、自発眼振に変化は認められなかった。

4. 組織学的観察 (図 15)

損傷部位は、顔面神経核の高さに相当して、前庭神経外側核の背内側部及び内側核背外側部の一部であった。

No. 28, ♂ 2.7kg

1. 刺激実験

刺激時の眼振は、両眼共反時計方向の廻旋性眼振が観察されたが、眼振の大きさは術側に比し健側の方が大きかった。

2. 電気凝固実験

電気凝固時は、同様に健側の眼振の方が大きい反時計方向の廻旋性眼振が発現した。

3. 電気凝固後の観察

電気凝固後は、同様の反時計方向の廻旋性眼振で、

図 17 刺激時眼振，凝固後眼振，頭位変換眼振，組織学的所見の関係

猫 番 号	刺 激 時 眼 振	凝 固 後 自 発 眼 振	頭 位 変 換 眼 振								組 織 学 的 所 見			
			術側下位		健側下位		頭上位		尾上位		背側核	内側核	外側核	下行路核
			変換	復帰	変換	復帰	変換	復帰	変換	復帰				
5	←	←	増強	←	抑制	←	←	←	←	←				+
19	←	(-)	←	(-)	→	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)				+
20	↑	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	↑	↑	↑				+
24	↗	↑	抑制	↗	→	→	↑	↑	抑制	抑制		+	+	
26	→	→	抑制	→	増強	→	→	→	→	→		+	+	
28	↺	↺	←	↺	↑	↺	→	↺	←	↺		+		

図 18 前庭核と刺激時眼振との関係（略図）

健側の方が術側に比し大きさの大きい自発眼振が発現した。

電気凝固後 20 分に頭位変換眼振を観察した。術側下位への変換では健側向水平性眼振が 2～3 回発現し、その後はもとの自発眼振となり、元の体位に復帰した時には自発眼振に変化はなかった。健側下位に変換すると上向き垂直性眼振が 2～3 回認められ、その後は上述の廻旋性眼振となった。頭上位への変換では術側向水平性眼振が 2～3 回、尾上位への変換では健側向水平性眼振が 2～3 回観察され、各々の変換位より元の位置に復帰せしめた時には自発眼振に変化はなかった。

4. 組織学的観察（図 16）

損傷部位は、顔面神経膝状部の高さに相当し、前庭神経内側核を大きく損傷している。

以上の症例のうち代表的な 6 例を図 17 で示す。

各前庭核で刺激時に発現した眼振の略図を図 18 に示す。

IV. 考按並びに総括

前庭核と眼球振盪との関係を追求すべく古くから数多くの実験がなされているが未だ定説というものがない状態である。Leidler (1913, 1916) は、家兎の外側核から出る弓状線維の損傷で術側向水平性眼振、又損傷がそれより上部だと健側向水平性眼振、下行路核の損傷では廻旋性眼振を主とした混合性眼振を観察し、Spiegel, Sato (1927) は、犬の前庭核領域殊に外側核の上部及び背側核を損傷して、下向き垂直性眼振、健側向水平性眼振を観察した。高橋 (1931) は、家兎の背側核の損傷より水平性眼振、内側核及び外側核の損傷より水平性眼振を主とした混合性眼振の発現を発表し、松下 (1938) は、家兎の外側核及び内側核の損傷で下向き垂直性眼振、背側

核及び外側核附近の損傷により垂直性及び斜性眼振が発現することを報告している。大和田 (1949) は、猫の前庭核の損傷実験を行い、垂直性眼振は背側核に起因し、廻旋性眼振は内側核領域に関係があると述べている。Cranmer (1951) は、外側核と内側核の電気刺激で術側向水平性眼振、同部を大きく電気凝固により損傷すると健側向水平性眼振が発現するのを観察し、眼振の方向は両側の前庭核間の不均衡により起り、その不均衡の原因は刺激の強さのみでなく、破壊の程度、麻酔の深さ、疲労現象（刺激を反復すると眼振方向が逆転する場合あり）によると説明した。又、背側核の損傷で垂直性眼振、背側核と外側核との境界部の損傷で斜性眼振、小脳特に虫部の破壊で術側向水平性眼振を認めている。阿部 (1960) は、家兎の前庭核破壊実験を行い、水平性眼振は外側核、後縦束外側部、内側核外側部が関係深いと考え、後縦束の交叉性線維を重要視している。又垂直性眼振は背側核領域を含む I.A.K. (Innere Abteilung des Kleinhirnstiels) 附近の損傷により発現すると述べている。Carpenter 等 (1960) は、猫の下行路核の破壊で廻旋性眼振を主とした混合性眼振、下行路核及び外側核の破壊でも同様に廻旋性眼振を主とした混合性眼振を観察している。

他にも Marburg (1912), Crosby (1953), Bergmann 等 (1960), Montandon (1964) 等々数多くの研究がなされている。が、上述の如く各々の前庭核と眼振発現について画一性がない。前庭核と眼振発現につき現在の報告をまとめると図 19 となる。

次に前庭神経の主経路について考察してみる。後縦束の主成分が前庭神経の二次線維であり、大部分交叉して反対側の後縦束に入り、動眼、滑車等の動眼神経核に終るといのが定説となつているが異論をとる人もいる (図 20)。

図 19 各前庭核と発現した眼振との関係
(文献的統計)

	水平性	垂直性	廻旋性	斜 性
背 側 核	2	3	0	2
内 側 核	1	2	1	1
外 側 核	5	4	1	3
下 行 路 核	0	0	2	0
背側核・外側核	0	1	0	1
内側核・外側核	1	1	0	0
背側核・内側核	1	0	0	0

図 20 前庭神経の主経路 (小川教授による)

図 21 前庭神経核とその中心経路を示す略図
(小川教授による)

従来、上行性線維の起始核として前庭神経下行路核を除く他の前庭核が考えられていたが、最近では外側核よりの上行性線維を否定する考え方が強くなつてきた (Gray, 1926; Rasmussen, 1932; 小川, 1951; Montandon, 1964)。近年の米国での説を図 21 に示す。又下行路核からは下行性の線維のみが出るという説が多いが、小川 (1951), Carpenter (1960) 等は強く否定し、上行性の線維の存在を確信している。

前庭核の終止核として小脳の室頂核も言われ、又前庭神経諸核から小脳へ、小脳から外側核に入る線維が沢山存在する。

動眼、滑車、外転神経等眼球運動支配の諸筋は前庭系と密接な関係にあり眼振発現の重要な反射路となつてゐるが、動眼機構本来の目的のために高次中枢からの支配を受けている。Muskens (1934) は線状体、淡蒼球を高位の前庭中枢と考え、Spiegel 等 (1941)、Cranmer (1951) 等は小脳に、Cawthorne (1942) 等は側頭葉を高位中枢と考えている。一般に高位中枢は前庭系に抑制的に働くと考えられている。

他方、Lorente de Nó (1931, 1933, 1935) は、前庭系眼反応に対して前庭系以外の経路である脳幹網様体を通る経路があるという考察を導入した。Magoun (1950) は中脳網様体を刺激し、この部が生体の賦活系として作用する事を証明した。Montandon (1964) は、中脳眼振野を電気刺激し、1 側の中脳眼振野の刺激は、刺激側前庭眼振野の反応を抑制し非刺激側前庭眼振野の反応を増強すると述べている。以上の如く眼振発現に関しては、前庭系への色々な因子が介在する。

1. 水平性眼振について

刺激時水平性眼振を発現したものは、No. 3, No. 4, No. 5, No. 6, No. 7, No. 8, No. 9, No. 19, No. 26 の 9 例である。

水平性眼振に関しては Marburg (1912) が外側核の腹方下部の損傷で眼振発現を認め、Leidler (1913) は、顔面神経膝状部の高さに相当して外側核を損傷すると術側向水平性眼振が生じ、損傷部位がそれより上部だと健側向水平性眼振が生じると述べている。小川 (1951) は、一側の後縦束が動眼神経核と前庭神経核の間の高さでこわされると術側向水平性眼振、前庭神経の末梢部の破壊で健側向水平性眼振が起り、二次線維は大部分交叉性であると述べている。Spiegel, Sato (1927) は、犬の前庭神経核領域特に外側核及び背側核の領域を損傷し、下向性垂直性眼振及び健側向水平性眼振の発現を報告している。高橋 (1931) は、背側核が水平性眼振に関与し、又外側核及び内側核の一部の損傷で水平性眼振を主とした混合性眼振を家兎にて認めている。Cranmer (1951) は、猿を用いて実験を行い、外側核電気刺激により術側向水平性眼振、同部の電気凝固により健側向水平性眼振となり、眼振方向が逆転するのを認めた。又内側核の刺激でも健側向水平性眼振を認めている。阿部 (1960) は、家兎において、外側核、下行路核、内側核、後縦束

外側部等の破壊により水平性眼振の発現を認めたが、その損傷の程度から水平性眼振の発現には外側核及び後縦束外側部が最も関係ある部と推定した。そして後縦束の交叉性線維が重要な役割を演じていると述べている。

Montandon (1964) は、背側核と内側核の一部の電気刺激で術側向水平性眼振を、電気凝固で水平性眼振を主体とし、垂直性眼振を含んだ混合性眼振を認め、刺激と凝固で眼振方向は変化しないと述べている。眼振方向の不変という点で Cranmer (1951) の説と対立している。

水平性眼振は文献の上では外側核に由来する旨の報告が多い。

私の実験では、下行路核下部の刺激により水平性眼振の発現したのが、No. 3, No. 4, No. 6, No. 19, 下行路核上部では No. 5, である。No. 9 は外側核の外側部と三叉神経脊髄路核の一部に損傷があり、外側核外側部の刺激により水平性眼振が発現したと思われる。No. 26, は外側核の内側部及び内側核の外側部の一部に損傷がある。No. 7, No. 8, は背側核の最上部の刺激により水平性眼振が発現している。このように各々の前庭神経核から水平性眼振は発現し、一つのきまつた核にのみ関連があるとは言えない。

眼振の方向について、No. 6, No. 7, No. 8, No. 26 は術側向、No. 4, No. 5, No. 9, No. 19 は健側向である。小川によると術側向は核及び二次線維、健側向は末梢の損傷より起るが、私の実験ではこの区別はつけ難い。Leidler は損傷部位の高さを問題としているが、No. 9 と No. 26 は大体同じ高さでも眼振方向は逆であり、No. 3, No. 4, No. 6, No. 19 は下行路核の最下部の高さでも両方向への眼振が発現しているので、彼の仮説のみでは説明されない。

左右の眼振の大きさの異同について現在まで文献的記載はないように思われる。私の実験では、No. 6, No. 19, No. 28 (反時計針方向廻旋性眼振例) の 3 例において、健側眼が術側眼より眼振の振幅が大きい事が観察された。何に起因するか連断は禁物だが、二次線維の配分の不平等、網様体あるいは自律神経系等からの抑制または促進的影響等が考えられる。が、ただ単に事実を述べる丈に止めておく。

2. 垂直性眼振について

刺激の際に垂直性眼振が認められたものは No. 11, No. 13, No. 15, No. 20 の 4 例である。

Marburg (1912) は、外側核腹尾部の損傷で水平性眼振を観察し、外転神経核の高さにおける損傷により垂直

性眼振が発現すると述べ、松下(1938)は、外側核及び内側核の損傷で下行性垂直性眼振を観察し、大和田(1948)は、垂直性眼振は背側核領域が関係し、その小脳側と延髄側とは損傷による眼振の方向が逆であると述べ、垂直性眼振の上下2方向の由来についても背側核の支配によると推論した。大谷等(1951)は家兎のI.A.K. 附近の破壊により垂直性眼振を認め、小川(1951)は家兎では特に垂直性眼振が発現しやすいと述べている。Cranmer(1951)は、猿の背側核を電気凝固し垂直性眼振を認め、Crosby(1953)は外側核及び背側核の上部の刺激で垂直性又は斜性眼振を観察し、阿部(1960)は垂直性眼振の解発部位は背側核を含むI.A.K. 口部、聴神経侵入部より前庭神経侵入部に至る内側核であると述べている。文献的考察では前庭神経核の上部、即ち背側核及び外側核と内側核の上部にその起因を認めるものが多い。

私の実験では垂直性眼振はいずれも上向性だった。No. 11, No. 13, No. 15 は顔面神経核より上部の高さに相当して核の損傷があり、一般には、4つの前庭核を1つと考えた場合その上部の刺激によつて垂直性眼振が発現する傾向があると言える。しかし他方には同様の部分に損傷の認められたNo. 7, No. 8, No. 9, No. 26等は垂直性以外の眼振が発現し、又No. 20は下行路核の尾部即ち舌下神経核上部の高さで垂直性眼振が認められたので、必ずしも部位的関係によるものとは断定されない。

水平性眼振の場合と同様、各々の前庭核のうち特異な核からのみ垂直性眼振が発現するという現象は認められなかった。

3. 廻旋性眼振について

廻旋性眼振を示したものは、No. 2, No. 28の2例である。

Leidler(1916)は家兎において下行路核損傷により廻旋性眼振を主とした混合性の眼振を認め、高橋(1931)は家兎の外側核及び内側核の損傷より、水平性眼振を主とし廻旋性眼振を含む混合性眼振を、又内側核及び背側核の損傷より廻旋性眼振を観察した。大和田(1948)は廻旋性眼振は内側核領域が関係し、非術側へ向う眼振を発現すると述べている。阿部(1960)は外側核及び内側核外側部、下行路核の損傷により廻旋性眼振を認め、Carpenter等(1960)は猫の下行路核、下行路核及び外側核の破壊より廻旋性眼振を認めている。

私の実験ではNo. 2は下行路核の下部の刺激より時計針方向廻旋性眼振、No. 28は内側核の刺激により反

時計針方向廻旋性眼振が発現した。

4. 斜性眼振について

No. 24は、刺激時、電気凝固時、電気凝固後の自発眼振が異つた。

電極を挿入したのみで術側向水平性眼振が発現し、刺激によつてその水平性眼振が上方に引張られたかの如く術側上向性斜性眼振が発現し、電気凝固の際は術側向水平性眼振、更に電気凝固後は上向性垂直性となつた。組織学的検索の結果、外側核に大きく又内側核の外側部にも少しく損傷が認められた。これを推測するに、電極を挿入したごく小さな部は水平性眼振を発現する分野であり、刺激によりその影響が周囲の垂直性眼振を呈する分野に及んで水平性眼振+垂直性眼振となり、丁度ベクトルのような関係で斜性眼振が発現した。電気凝固時には水平性眼振の誘発が強調され、電気凝固後は水平性眼振を呈する分野からの影響が脱落してその結果垂直性眼振が発現したと考えられる。

斜性眼振についての文献的記述は少い。松下(1938)が家兎の背側核及び外側核附近の損傷で斜性眼振の発現を報告し、Cranmer(1951)は背側核と外側核の境界部、Crosby(1953)は背側核及び外側核の損傷で斜性眼振を観察し、阿部(1960)は外側核及び内側核外側部を斜性眼振の解発部位と考えている。

私の実験でもCranmerの如く2つの核にまたがった部より発現している。水平性眼振及び垂直性眼振の発現に関する責任分野を組織学的所見に基づいて、水平性眼振は外側核に、垂直性眼振は内側核によると推論することも出来るが、他方内側核を刺激したNo. 15では垂直性眼振、No. 28では廻旋性眼振が観察され、外側核と内側核の両核を刺激したNo. 26では水平性眼振が発現している。

以上、前庭核刺激により発現した眼振の関係を図22に示す

最後に、前庭核と眼振との関係において、muskens

図 22 前庭核刺激と眼振との関係

	水平性	垂直性	廻旋性	斜性
背側核	2	1		
内側核		1	1	
外側核	1			
下行路核	5	2	1	
内側核・外側核	1			1

(1934)の完全に分業が行なわれているとした説, Cranmer (1951)の外側核内側核から水平性眼振, 背側核から垂直性眼振, 背側核と外側核の境界部から斜性眼振が発現するというような, 絶対的な分業説は賛成しかねる。私の実験成績及び先人の実験的統計から考察すると, それぞれの核からいづれも各種の眼振が発現している。例えば, 内側核が水平性眼振のみに関係するのではなく, 内側核のうちにも, 各種眼振に関係する分野が混在する。即ち各々の前庭核が種々の眼振を発現する分野を持ち, その分野は各前庭核の内に混在するものと考えられる。更に, 小脳の核, 他の高位中枢, 網様体等が眼振発現に関連して複雑な様相を呈するに違いない。

一般には, 下行路核からの上行性線維の存在を否定する考え方が強いが, 私は小川 (1951), Carpenter (1960)の述べるように, 上行性線維の存在を確信する。何故ならば, 下行路核の刺激により, 種々の眼振が発現し, これは上行性線維なしには考えられない。

5. 電気刺激時眼振と電気凝固後自発眼振について
刺激時と凝固後の眼振方向について, Cranmer (1951)は, 右外側核を電気刺激し右方向水平性眼振の発現を認め, 電気凝固後は左方向水平性眼振となり, 眼振方向の逆転を報告し, それを両側の前庭核間の平衡の不均衡により説明している。Montandon (1964)は, 前庭核の刺激及び凝固について眼振方向の変化はなく, 方向は一定であると述べ, 高位中枢(間脳眼振野)の影響を強く考えている。

私の実験では, No. 5, No. 6, No. 26, No. 28では刺激時と凝固後とで眼振方向に変化なく, No. 2, No. 4, No. 9, No. 19, No. 20では刺激時に眼振著明なるにも拘らず焼灼後眼振は発現しない。Cranmer (1951)の言う如く, 刺激の強弱, 破壊の程度, 麻酔の深さ, 疲労現象等の影響も考えられる。No. 24では, 電極挿入時は水平性眼振, 刺激時は斜性眼振, 凝固後は上向性垂直性眼振が認められた。

両前庭核間の平衡失調のみで説明されるなら刺激時及び焼灼後眼振とは眼振方向の変化がみられなければならない。しかしながら実験成績の示す如く必ずしも眼振方向の変化がみられないのは単に両側の前庭核間の均衡の不一致のみで眼振方向が決定されるのではなく, 他の要素の影響をも考えざるを得ない。これに関し, Lerente de Nó (1931, 1933, 1935)は網様体が眼振機構に重要な役割を果すと述べ, Montandon (1964)は, 前庭核が眼振機構の全部を代表するものでなく, すべて

の動眼神経核と前庭核との複合体によつて機能が達成し, 中脳眼振野がこの系に促進又は抑制的に関与すると考えている。

6. 頭位変換眼振について

猫を台に固定したまま, 術側下位, 健側下位, 頭上位, 尾上位, それぞれの体位を元の位置にもどす復帰位の8方向に90度頭位を変換せしめ, 眼振の観察を行った。

観察は, No. 5, No. 19, No. 20, No. 24, No. 26, No. 28の6例について行つた(図17参照)。

健, 術側への変換について: No. 5は術側下位にて自発眼振の振幅が大きくなり, 健側下位への変換では振幅が小さくなる。No. 19は, 術側への変換で水平性眼振が誘発され, 健側下位では眼振方向が逆転し, No. 24は, 術側下位で自発眼振が消失し, その復帰位では斜性眼振が誘発され, 健側下位では垂直性自発眼振が術側向水平性眼振となる。No. 26では, 術側下位への変換で眼振の振幅が小さくなり, 健側下位では逆に振幅が大きくなる。

No. 28は術側下位で廻旋性自発眼振が健側向水平性眼振となり, 健側下位で上向性垂直性眼振となる。

頭上位, 尾上位への変換: No. 20で頭上位よりの復帰位にて上向性垂直性眼振が誘発され, 尾上位では変換時復帰時に同様の上向性垂直性眼振が発現するが復帰の際の眼振の振幅の方が大きい。No. 24では, 尾上位及びその復帰位で自発眼振が抑制される。No. 28は, 頭上位で術側向水平性眼振, 尾上位で健側向水平性眼振が誘発される。

以上の誘発された眼振は, すべて誘発されるまでの潜伏期は1~2秒, 眼振誘発の持続時間は2~5秒, 眼振数は3~10回である。

Cohen等(1964)は前半規管又は後半規管からの神経の電気刺激で垂直性眼振を, 外側半規管からの神経の刺激で水平性眼振を, また1側の前半規管及び後半規管からの神経の同時刺激で廻旋性眼振の発現を観察した。私の実験成績では, 電気刺激時又は電気凝固後の眼振が水平性眼振の場合は健術側方向へ変換で, 垂直性眼振の場合は頭上位尾上位方向への変換で, 眼振の性状が特に変化する傾向がある。この事実, 健術側方向への頭位変換では主として外側半規管が, 頭上位尾上位方向への変換では主として前及び後半規管が刺激され, 頭位変換による刺激の影響と前庭核の障害部位との関係から, 各種の眼振が発現すると推論される。廻旋性眼振が

発現した No. 28 において頭位変換により各種眼振の発現した事実は、電気凝固による障害と頭位変換による影響が複雑なためと考える。

又、刺激時又は凝固後眼振の急速相方向への頭位変換で眼振が抑制されて振幅が小さくなり、緩徐相方向への変換で眼振が増強され振幅が大となる傾向が認められた。

V. 結 語

1. 前庭核の各部を電気刺激した際各種眼振が発現することを認めた。その際刺激部位を電気凝固した後、組織学的に検査して刺激部位を判定し、これと眼振の性状との関係を考察した。

下行路核、外側核、内側核、背側核の夫々について、いずれも水平性又は垂直性眼振の発現を認め、内側核、下行路核の刺激より廻旋性眼振、外側核及び内側核の一部の刺激より斜性及び水平性眼振を認めた。

以上の事より、前庭核と眼振との関係について、各前庭核の内に各種眼振に関係する分野が混在する事を推論した。

2. 刺激部位を、30 ボルト 30 秒直流通電で電気凝固させ、その後自発眼振を観察した。刺激時と凝固後とで眼振に変化のないものが 4 例、凝固後自発眼振が発現しないものが 5 例、眼振に変化のあつたもの 1 例を認めた。

3. 電気凝固後 6 例において頭位の変換を行い眼振を観察した。電気凝固後自発眼振の発現した 4 例において、自発眼振が水平性のもの 2 例では健、術側位方向の変換で、垂直性及び廻旋性のもの各 1 例では健、術側・頭上位、尾上位方向への変換で眼振の性状が変化した。電気凝固後自発眼振のない 2 例については、刺激時の眼振が水平性のものは健、術側方向への変換で、垂直性のものでは頭上位・尾上位方向の変換で眼振の性状が変化した。この際発現する頭位変換眼振は、潜伏期が 1～2 秒、持続時間が数秒の一過性のものである事を知つた。

参 考 文 献

1) 阿部矯一：前庭核破壊による眼振の観察，日耳鼻，63；434，1960。 2) *Buchman, A.R.*: The course of the secondary vestibular fibers in the cat. *Journ. Comp. neurol.* 67, 183, 1937. 3) *Bergmann, F.; Lachmann, J.; Monnier, M.*: Central nystagmus and its relation to the mechanism of vestibular Nystagmus. *Confin. neurol.* 20, 214, 1960. 4)

Bergmann, F.; Lachmann, J.; Monnier, M.; Krieppl, P.: Central nystagmus III. Functional correlation of mesodiencephalic nystagmogenic center. *Am. J. physiol.* 197, 328, 1958. 5) *Crosby, E.C.*: Nystagmus as sign of central nervous system involvement. *Ann. Oto-Rhino-Laryng.* 62, 1117, 1953. 6) *Carpenter, M.B.; Alling, F.A.; Bard, D.S.*: Lesions of the descending vestibular nucleus in the Cat. *Journ. Comp. Neurol.* 114, 39, 1960. 7) *Cawthorne, T.E.; Fitzgerald, G.; Hallpike, C.S.*: Studies in human vestibular function. a) Observation on the directional preponderance "Nystagmusbereitschaft" of caloric nystagmus resulting from cerebral lesion. *Brain* 65, 115, 1942. 8) *Cawthorne, T.E.; Fitzgerald, G.; Hallpike, C.S.*: Studies in human vestibular function. b) Observation on the directional preponderance of caloric nystagmus "Nystagmusbereitschaft" resulting from unilateral labyrinthectomy. *Brain*, 65, 138 1942. 9) *Crenner, R.*: Nystagmus related to lesions of the central vestibular apparatus and the cerebellum. *Ann. Oto-Rhino-Laryng.* 60, 186, 1951. 10) *Cohen, B.; Suzuki, J.; Bender, M.B.*: Eye Movements from semicircular canal nerve stimulation in the cat. *Ann. Oto-Rhino-Laryng.* 73, 153, 1964. 11) *Dusser de Barenne*: Über vestibular Augenreflex V. Vestibuläre Untersuchungen nach Ausschaltung einer Grosshirnhemisphäre Untersuchungen nach Ausschaltung einer Grosshirnhemisphäre beim Kaninchen. *Graef's Arch. f. Ophthalm.* 111, 374, 1923. 12) *Gernhardt, B.E., Thulin, C.A.*: Vestibular connections of the brainstem *Am. J. physiol.* 171, 121, 1952. 13) *Gray, L.P.*: Some experimental evidence on the connection of the vestibular mechanism in the cat. *Journ. Comp. neurol.* 41, 319, 1929. 14) *Ingvar, S.*: Zur Phylo-und Ontogenese des Kleinhirns. *Folia Neuro-Biol.* 20, 1918. 15) 児玉作左衛門，小川鼎三：人体解剖図譜，中枢神経系 5，金原出版，1956. 16) *Lorente de Nó, R.*: Augenmuskelreflexe beim Kamuchen und ihre Grundlagen. *Ergebn. Physiol., Biol. Chem. Exp. Pharmacol.* 32, 73, 1931. 17) *Lorente de Nó, R.*: Observations on nystagmus. *Acta. Oto-laryn.* 21, 416, 1935. 18)

- Lorente de Nó, R.*: Vestibulo-ocular reflex arc. Arch. Neurol. & Psychiat. 30, 246, 1933. 19)
- Leidler, R.*: Experimentelle Untersuchungen des Endigungsgebiet des Nervus vestibularis. Monatsch. f. Ohrenh. 47, 389, 1913. 20) *Leidler, R.*: Experimentelle Untersuchungen über das Endigungsgebiet des Nervus vestibularis. 2. Mitteilung. Neur. Inst. Univ. Wien, 21, 151, 1916. 21) *Marburg, O.*: Zur Lokalisation des Nystagmus. Neur. Zbl. 31, 1366, 1912. 22) 松下英志: 前庭神経核(殊に「ダイテルス」氏核及び三角核)損傷により惹引される眼球振盪, 眼変位及び体平衡障碍に就て, 長崎医誌, 16, 770, 1938. 23) *Magoun, H.W.*: Caudal and cephalic influences of the brain stem reticular formation. Physiol. Rev. 30, 459, 1950. 24) *Montandon, P.*: Functional correlations between the diencephalic nystagmogenic area (DNA) and the vestibular nystagmogenic area (VNA). Acta Oto-Laryng. suppl. 186, 1964. 25) *Muskens, L.J.J.*: Das supravestibuläre System. Amsterdam 1934. 26) 大和田健次郎: 垂直性眼球振盪に就ての実験的研究, 耳喉, 21, 288, 1948. 27) 大谷克己: 家兎中枢神経系の傷害と眼振, 日新医学, 38, 690, 1951. 28) 小川鼎三: 脳の解剖学, 南山堂, 1951. 29) *Pompeiano, O.; Brodal, A.*: Spino-Vestibular fibers in the cat. An experimental study. Journ. Comp. Neurol. 108, 353, 1957. 30) *Pompeiano, O.; Walberg, F.*: Descending connections to the vestibular nuclei, An experimental study in the cat. Journ. Comp. Neurol. 108, 465, 1957. 31) *Pompeiano, O.; Brodal, A.*: The origin of vestibulo-spinal fibers in the cat. Arch. Ital. Biol. 95, 166, 1957. 32) *Rasmussen, A.R.*: Secondary vestibular tract in the cat. Journ. Comp. Neurol. 54, 143, 1932. 33) *Spiegel, E.A.*: Über den Erregungsstand der medullären Zentren nach doppelseitigen Labyrinthhausschaltung. Pflüg. Arch. ges. Physiol. 215, 106, 1927. 34) *Spiegel, E.A.; Aronson, L.*: The interaction of cortical and labyrinthine impulse to ocular muscle movement. Am. J. physiol. 109, 693, 1934. 35) *Spiegel, E.A.; Scala N.P.*: Vertical nystagmus following lesion of the cerebellar vermis. Arch. Ophthalmol. 26, 661, 1941. 36) *Taber, E.*: The cytoarchitecture of the brainstem of the cat. 1. Brainstem nuclei of cat. Journ. Comp. Neurol. 116, 27, 1961. 37) *Teng, O.; Shanzer, S.*: Oculomotor pathways determined by electrolytic lesion brain stem. Am. J. Physiol. 187, 636, 1956. 38) *Utsumi, S.; Shindo, H.; Yamanaka, Y.*: Electromyographical Analysis of the nystagmus, 奈良医誌, 12, 1090, 1961. 39) 高橋寛之助: 前庭神経中枢核と迷走神経背核との結合について, 耳臨, 26, 125, 1931. 40) 竹林弘: 眼振発現機構並びに治療に対する上丘の意義, 脳と神経, 13(10), 825, 1951. 41) *Walzl, E.M.*: Projection of vestibular nerve to cerebral cortex of cat. Am. J. Physiol. 159, 595, 1949. 42) *Wagman, I.H.*: Motor effects of stimulation of cerebrum and brainstem via chronically implanted electrodes. Trans. Am. Neurol. Ass. 160, 162, 1957.
-
- 稿を終るに当り, 御指導ならびに御校閲を賜った恩師石倉武雄教授に深甚なる謝意を表わすとともに, 組織解剖学的検索に関し懇篤な御指導を賜った当大学第二解剖学益田栄教授, 石井朗夫学士はじめ教室員各位, 終始御指導御協力いただいた当教室河村正三助教授, 住田邦夫学士ならびに教室員各位に衷心より感謝いたします
- (本論文の要旨は, 日本耳鼻咽喉科学会関東地方会第408会例会において発表した).
-
- (原稿到着=昭和39.12.17日—急載)

付図 1 No. 24 (外旋神経核の高さ)

付図 2 No. 26 (顔面神経核の高さ)

付図 3 No. 28 (顔面神経核の高さ)

付図 4 No. 28 の損傷部位の強拡大 (×4)

1: 損傷部位 2: 前庭神経内側核 3: 前庭神経外側核 4: 外旋神経核 5: 顔面神経核