- 6) 鯨原 勇, 他: めまい感からみたカロリックニスタグムスの特徴, 耳鼻14(補1), 168-173, 1968.
- 7) 瀬川幸公: 電気眼振図による温度性眼振の特徴: 耳鼻臨54: 638-661, 1961.
- 8) McClure, J, A.: Value of rotational test in the diagnosis of vestibular disease. Ann. Otol, 82: 532-537, 1973.
- 9) Torok, N.: Significans of the frequency in caloric nystagmus. Acta Otolaryng. 36: 38-50, 1948.
- 10) 大久保仁: 前庭性眼反射をこう考える。現代医療, 4: 847-852, 1972.
- 11) 時田 喬: 眼振の生理と検査. 日耳鼻, 75(11):1309-1328, 1972.
- 12) Mendel L.: Vestibular recruitment in Meniere's disease. Acta Otolaryng. 72: 155-164, 1971.
- 13) 大谷 務: 前庭反応の判定基準, 日耳鼻, 65: 525-543, 1962.

減衰振子様回転検査における眼振リズムの検討 —脳腫瘍術前後の眼振リズムの比較を中心に—*

神 崎 仁, 坂 上 千代子, 高 橋 正 紘**

Greiner, Conraux ら⁶⁾によって発展させられた減衰振子様回転検査(damped pendular rotation test, DPRTと略す)についてはフランス, ベルギーで主に報告がなされており, 本邦では著者ら^{12~14)}, 野村ら¹⁵⁾によって追試がなされているにすぎない。著者らは DPRT の定性所見(あるいは質的所見)につき検討を加えてきたが, その所見は中枢性障害との関連において重要であることを認めた。しかし, 定性所見, この中でも特に眼振リズムについては検査条件, 患者の状態(alertness)など種々考慮すべき点が多く, これらの所見と中枢性障害との関連については未だ充分に検討されていない。特に同一症例について術前, 術後の眼振リズムを検討した報告はみあたらない。

生理学的には前庭性眼振のリズムに関連して前庭神経核¹⁾, 脳幹網様体²⁾, 外転神経核³⁾での unit の規則的な活動が認められている。DPRT における眼振リズムは前庭眼運動系を経たものであり, その異常(Dysrhythmia, DR と略す)はこの系のどこかの障害であることが予想される。この報告では DPRT における眼振リズムを主に脳腫瘍の術前後の所見を比較したが正常者及び末梢性, その他の中枢性平衡障害例についても検討した。また検査中の alertness との関係についても検討した。

I. 検査方法: 詳細については既に報告してある^{12~15)}。DPRT は各種の平衡機能検査のうちのひとつに過ぎない

が, 他の検査法の詳細については述べない。患者は2日前よりすべての内服薬を休薬している。検査は坐位で暗所開眼(暗室の中で回転椅子の周囲は黒いカーテンで囲まれ, 更に患者は遮眼された状態にある)で行なう。回転開始と同時に暗算負荷(例えば100より7を次々と引く)を始め, 回転停止まで行なう。

II. 検査対象: 対照群 A (健康者, 耳疾患, めまいの既往のないもの) 56人, 対象群 B (SM 使用中の症例で平衡機能検査で異常を認めなかったもの) 25人, メニエール病45例, 突発性難聴36例, SM 中毒11例, 前庭神経炎3例, 良性発作性頭位眼振1例, 小脳障害7例(変性2例, 腫瘍5例), 聴神経腫瘍(術前11例, 術后19例), 小脳橋角部腫瘍(術前3例, 術后3例), 大脳障害(術前7例, 術后4例), 脳幹腫瘍4例, 小脳脳幹変性7例, 脳血管障害6例, その他の中枢性障害5例, 計223例が対象である。中枢性障害例は術前後の所見を比較するため脳腫瘍例を対象とした。各症例は対照群も含めて, 49歳以下と50歳以上とに分けて検討した。

III. Dysrhythmia の判定基準: 定性的に眼振が規則的に出現しない状態(厳密には急速相のリズムが不規則になる), 或は振幅の著しく異なる眼振が出現する場合を DR とする(図1のE)。定量的に検討するひとつの試みとして各回転別の眼振間隔をとると, 正常人ではある時間間隔を中心に集まっているが, この間隔がばらつく場合が DR である(図2)。

IV. 成績

A. 対照群について 対照群A: (健康者) 49歳以下の33人中 DR は3人にみられたが, その内訳は11歳, 25歳, 41歳の各1人, やや DR を示したものは2人(40歳, 46

*Nystagmic rhythm in damped pendular rotation test —In relation to pre- and postoperative nystagmic rhythm in brain tumors—

**Jin Kanzaki, M.D. et al.

慶応大学医学部耳鼻咽喉科学教室(主任: 鈴木安恒 教授)

図1 代表的眼振リズム

A: 健康者, B: 微小波形 (petite écriture)
C: salves, D: 反応高度低下, E: 不規則な
眼振リズム (dysrhythmic)

歳)であった。対象群B: 硫酸SM使用中の患者で定期的平衡機能検査を施行している患者の中、立ち直り反射、偏倚、眼振、温度検査で異常を認めなかったもの25

図2 各回転別の眼振間隔ヒストグラム

横軸: 眼振間隔(秒), 縦軸: 眼振数, ○-○健康者, ●-●後頭蓋窩腫瘍, ×-×脳幹部腫瘍, 健康者に比して後頭蓋窩腫瘍, 脳幹部腫瘍では眼振間隔のバラツキが多い。脳幹部腫瘍では域値も上昇し第8回転ですでに眼振がみられない。

人を対照群Bとした。これらの中DRは49歳以下で16人中2人, 50歳以上で9人中3人, ややDRは16人中2人であった。(表1)

微小波形(振幅 3° 以下, 3° /秒以上の眼振が規則的に出現するもの, petite écriture (PEと略す) 図1のB))は49歳以下で16人中2人, 50歳以上で9人中2人であった(表1)。対照群Aでは49歳以下のDRの頻度は10%, 50歳以上では26%となり, ややDRを含めても50歳以上に頻度が高く, 眼振リズムが年齢的因子の影響を受けていることを示している。対照群BでもDRの頻度は49歳

表1 control群及び末梢迷路性疾患における年齢と眼振リズムの関係。
control A・B群の説明については本文参照

	under 49 yrs.				total	over 50 yrs.				total
	regular	slightly dysrhythmic	dysrhythmic	P.E.		regular	slightly dysrhythmic	dysrhythmic	P.E.	
control A	28	2	3	0	33	11	0	6	6	23
control B	10	2	2	2	16	4	0	3	2	9
total	38	4	5	2	49	15	0	9	8	32
	under 49 yrs.				total	over 50 yrs.				total
	regular	slightly dysrhythmic	dysrhythmic	P.E.		regular	slightly dysrhythmic	dysrhythmic	P.E.	
Ménière	23	0	3	2	28	9	3	4	1	17
sudden deafness	16	0	3	2	21	10	0	5	0	15
others	6	0	0	2	8	6	0	0	1	7
total	45	0	6	6	57	25	3	9	2	39

図3 右聴神経腫瘍

A: 術前, B~E: 術後所見, B. 術後1週, C: 術後3週, D. 術後7週, E. 術後4ヵ月。術後の眼振リズムは著しく不規則

図4 右小脳半球腫瘍

A: 術前, 眼振頻度多く眼振リズムはやや不規則, B: 術後, ほぼ規則的な眼振リズムを示す。

以下と50歳以上とではA群と同様であった。

B. 中枢性平衡障害例

1) 聴神経腫瘍例における眼振リズムの経時的観察 聴神経腫瘍(AT)の術前例11例, 術後例19例について49歳以下と50歳以上とに分けてDRとの関係を検討した結果, 49歳以下では術前には7例中2例にDRがみられたに過ぎないが後頭下法で手術された後は8例中7例がDRを示した。DRを示さなかった1例は部分摘出の行なわれた例で術後2年を経た例であった。これに対して経迷路法の7例ではDRは認められず, ややDRを示したものが2例みられた。これらの所見の一部は他の所見(立ち直り反射, 自発眼振, OKN)と共に報告した¹⁴⁾。術

前にDRを示した例は年令に拘らず大きな腫瘍でいづれも後頭下法で手術された。DRと他の所見の関係については別に報告する予定である。図3は35歳の右ATの例で術前(図のA)右向きの眼振はやや頻度が少いが眼振は規則的である。しかし, 後頭下法で手術された後はDRが著明で, 術後7週でやや改善されるがDRは残存している。このようにAT例の術前術後の経時的所見からDRは小脳橋角部での手術操作に伴う脳に対する侵襲と考えられる。DPRTがDRを示した際にはOKP, ETTも異常を示し中枢性障害の存在を示唆している。

2) 脳幹部腫瘍 49歳以下の4例中2例にDRが認められ, 2例は無反応であった。(図1のD) 外転神経麻痺を伴い橋部腫瘍の疑われた例では, 症状, 所見の軽快から炎症性の疾患と診断されたが, 眼振反応は無反応の状態から次第に解発されるようになった。

3) 小脳障害例 小脳変性2例では眼振リズムは規則的であった。一方, 小脳右半球腫瘍の術前例ではDRがみられたが, 術後は改善され眼振リズムは規則的になっている。(図4) しかし, 術後例の多くは脳幹に対する腫瘍や, 手術操作の影響も加っていると考えねばならないので, 所見の解釈は慎重にする必要がある。腫瘍摘出后

の4例中2例はPE, 1例はややDR, 他の1例は患側の高度な反応低下を示した。後の2例については脳幹への影響を示していると思われる。

4) 大脳障害例 DR及びややDRは, それぞれ9例中3例にみられている。しかし, 個々の症例については, 術前術後とも眼振リズムの規則的な例(頭頂葉腫瘍)や, 術前DRが認められ術後眼振リズムが規則的になった例(図5)もある。大部分は頭頂葉, 側頭葉腫瘍であったが腫瘍の範囲, 脳圧亢進の影響, また術後例では周囲脳組織に対する影響や二次的循環障害なども考慮する必要がある。

DRを示した3例中2例および無反応に近い高度の反

図5 左頭頂葉腫瘍

A: 術前, 眼振りリズムは不規則, B: 術後, 術前に比し眼振りリズムは規則的になっている。

応低下は術後照射例であった。照射例でも術前は比較的规则的な眼振りリズムを示した例が照射後 DR を示した例も認められている。

5) その他の中枢性平衡障害例 病変の範囲が限局していない例としては, 小脳, 脳幹変性や血管障害例があり, 何れも DR が認められるが, 後者は50歳以上の症例に多かった。先天性眼振では DR が認められた。

C. 末梢性平衡障害例

メニエール病 (メ病) 45例, 突発性難聴 (突難) 36例その他の末梢性疾患19例について検討した。(表1) メ病では49歳以下の28例中 DR (+) 3例(11.0%), PE 2例, 50歳以上の17例中 DR (+) 4例, DR (±) 3例, PE 1例がみられた。

突難では49歳以下の21例中 3例(14.2%), 50歳以上の15例中 5例 (33.3%) に DR (+) であった。49歳以下の3例中 1例, 50歳以上の5例中 1例に糖尿病が, 2例に脳卒中の既往があった。その他の末梢性疾患 (前庭神経炎, 良性発作性頭位眩暈, SM 中毒など) では, 集計したものには DR は1例もなかったが最近前庭神経炎の1例 (49歳以下) で DR を認め, 病的 habituation も示した例を経験した。

D. 検査中の alertness と眼振りリズムの関係

対照群 9例, 末梢性疾患 (メ病, 突難など) 23例, 中枢性平衡障害例および疑い例16例につき, PRT 施行中暗算負荷を行なった場合と行なわない場合に, 眼振りリズムにどのような差がみられるかについて検討した。検査は1回目を暗算負荷で行ない, 2回目を負荷なしで行なった。暗算は実際には回転の開始と同時に100よりひとけたの数を順々に引算させ回転停止迄行なわせた。末梢性疾患では約半数が暗算負荷なしで振幅の縮小を示すが, 負荷で規則的眼振を示し, 負荷なしで DR (+) を示したものは49歳以下では16例中 1例, DR (±) 1例であった。中枢性疾患では, 暗算負荷で DR (+) のものが多く, 負荷なしでも同様である。一方 PE を示した例が負荷なしで DR, 特に salves を示したり, 病的 habituation を示

す例がみられた。DR を示す例が負荷なしで病的 habituation を示した例もあり, 暗算負荷なしで病的 habituation を示した例は, 中枢性障害および, その疑い16例中 3例にみとめられた。3例の内訳は, AT の後頭蓋窩進展例 (35歳) 橋部腫瘍 (19歳), VBI (椎骨脳底動脈循環不全症) (52歳) であった。対照群は例数が少ないので, 明らかな傾向がみられていない。

V 考察: 中枢性平衡障害にみられる DPRT の所見としては眼振反応の量的変化と質的变化とがある。前者については脳幹障害例にみられる反応の低下や PE にみられる眼振頻度の増加があげられるが, 後者の所見としては, salves (図1のC) を含めて dysrhythmia (DR) がある。DR については脳幹および中脳網様体の障害であり, 急速相が障害されるために起こると考えられている²⁾⁵⁾。しかし, DR に関する詳細な分析に乏しい上, その機構に関しても最近の前庭一眼運動系に関する解剖学的, 生理学的研究に基いて考案が必要と考える。また, 脳腫瘍の術前後の比較から眼振りリズムについて論じたものはみあたらない。

a) 健康者について: Van de Calseyde らは10~50歳の正常人では80~90%に規則的な眼振波形が得られる。10歳以下, 50歳以上になると規則性はやや減じてくるが中枢性波形とは全く異なる程度のものであると述べている¹⁰⁾。著者らの統計では10~49歳の対照群では DR (+), DR (±) を合わせると32例中 5例 (15.2%) に DR がみられており, 上述の結果と一致致している。しかし, 中枢性波形との程度の差については明らかにし得なかった。50歳以上では DR (+), DR (±) を合わせて23例中 6例 (26.1%) であるが, その上に49歳以下にみられなかった PE が同数26.1%にみられている。

50歳以上で DR, PE の頻度が増加する点については老化現象を示すものとして脳循環の年令的傾向と対比して考えると興味深い。血清コレステロールは, 40~50歳台に増加を示すとされている。また血清中性脂肪の増加 (100mg/dl 以上) のは脳血流量, 脳酸素消費量の減少を示す。subclinical な動脈硬化による老化現象によって50歳以上の人の脳血流量, 脳酸素消費量は, 25歳の人の約80%に減少するといわれている¹¹⁾。

この研究の対照群の DPRT における眼振りリズムの変化はこの様な subclinical な変化と類似の傾向を示している。

b) 中枢性平衡障害の部位との関係:

聴神経腫瘍 (AT) の術前術後の DPRT の経時的観察から小脳橋角部の手術操作が DPRT 所見, 特に眼振りリズムにおよぼす影響をうかがう事が出来た。この事は DPRT が中枢性平衡障害の経過の指標となり得る事を示した。

術後の眼振リズムの異常は手術侵襲の脳に対する影響の結果であり、逆に、術前に DR を示す例では脳幹を圧迫する腫瘍の存在を示唆する。

小脳腫瘍（全例小脳半球腫瘍）では腫瘍の圧迫や脳圧亢進による脳幹への影響などを考慮する必要がある。臨床例では脳幹への影響がなく小脳と眼振リズムの関係を推察するのに適当な症例が少ない。しかし、術前脳圧亢進もあったが DR を示した小脳半球腫瘍の術後に DR が消失した例や、術後例で患側の反応低下を示すものの、健側の眼振リズムは規則的な例を経験したこと、また小脳変性の症例で DR がみられなかったことから小脳は DPRT の眼振リズムには恐らく関与しないものと推察した。

これに対し脳幹の腫瘍、炎症例では高度な反応低下が主であり、循環障害では反応低下を示すものから DR の種々な程度のものでみられた。

大脳腫瘍（大部分が頭頂葉、側頭葉腫瘍）では腫瘍の周囲組織に対する影響や脳圧亢進による脳幹への影響を考慮しなければならない。術前 DR を認めた例が術後に DR が消失した例、術前術後とも DR を認めない例、術前術後とも DR が不変な例など、種々の所見がみられた。しかし DR の改善例、DR を術後にも認めない例のあることから、DR は二次的な変化であり、術後になお DR の認められる例については脳幹への影響（循環障害による）が不可逆性の変化を生じさせたためと考えている。野村ら¹⁶⁾は DPRT で DR を示したメニエール病に対し Arslan 手術、Portmann 手術を行ない、術直後には DR が消失するが暫くすると再び DR を生じる例を報告している。この症例では内耳に対する操作が眼振リズムの改善にある役割を演じたと考えられるがそのメカニズムは不明である。またその後迷路破壊術を受けているが術後再び DR を示していることから DR そのものは内耳以外の部位に恐らく関係していると考えられる。このことは従って DR が脳幹障害によると考える著者らの見解と矛盾するものではない。

中枢性平衡障害例の検討から DR は主に脳幹障害によるものと考えられるが、その機構に関しては最近の解剖学的知見⁷⁾⁹⁾、生理学的知見¹¹⁾³¹⁾⁴⁾⁸⁾より次のように考えられる。

動物実験では前庭性眼振の発現の際、前庭神経核⁹⁾、脳幹網様体³⁾、外転神経核⁹⁾での unit 放電はリズムカルであり、これは拮抗する運動核で交互に IPSP、EPSP がリズムカルに起っていることによる。従って、前庭眼運動系の複雑な Network のどこかに障害が起れば、このリズムカルなインパルスの発現は障害されるであろう。この様な機構に加えて Cohen らの研究によると、橋部網様体傍正中帯 (PPRF) が adduction 及び水平眼運動

の中核と考えられているので、眼振リズムの生成にも重要な役割を演じていると考えられる¹⁾。Conraux ら²⁾が DR は急速相の障害と考えていることもこれらの生理学的知見にたてば当然と言えよう。更に上位（中脳、視床および膝状体を中心とした）眼運動系が眼振リズムに関与しているかについては明らかでない。

検査中の alertness と眼振検査所見との関係については caloric test や OKN 検査についてもいわれることであるが、暗算負荷は振幅縮小、頻度の増加や病的 habituation の出現を少なくしているようである。換言すれば、暗算負荷の場合の方が病的 habituation や DR の検出率を低くしているが alertness がより一定に保たれるので眼振リズムに関しては一定の傾向が得られていると思われる。

このように DPRT における眼振のリズムは一定の検査条件（暗所開眼、暗算負荷）のもとで、さらに年令を考慮すれば脳幹に対する直接、間接の影響を示すものとして中枢性平衡障害の診断上重要な所見と考えられる。

本論文の要旨は第32回日本平衡神経科学会（1973年12月3～5日）で口演した。

参 考 文 献

- 1) Cohen, B., et al.: Characteristics of pontine pathways for conjugate gaze. Trans. Amer. Neurol. Assoc. 92:219-220, 1967.
- 2) Conraux, C.: Symposium sur l'examen de la fonction d'équilibration. Les nouvelles méthodes d'enregistrement en vestibulométrie. J. frans. O.R.L. 16: 465-473, 1967.
- 3) Duensing, F., et al.: Die locker gekoppelten Neurone der Formatio reticularis des Rhombencephalons beim vestibulären Nystagmus. Arch. Psychiat. Nervenkr. 196:402-420, 1957.
- 4) Duensing, F., et al.: Die Aktivität einzelnen Neurone im Bereich der Vestibulariskerne bei Horizontalbeschleunigungen unter besonderer Berücksichtigung des vestibulären Nystagmus. Arch-Psychiat. Nervenkr. 198:225-252, 1958.
- 5) Greiner, G. F., et al.: Les rythmes et la fonction vestibulaire. Colloque sur les rythmes. Lyon 1967. Les rythmes. p.133-140. Edit. Simep. Lyon, 1968.
- 6) Greiner, G. F., et al.: Vestibulométrie clinique. Edit. Doin., Paris, 1969.
- 7) Ladpli, R., et al.: Experimental studies of commissural and reticular formation projections from the vestibular nuclei in the cat. Brain Res. 8:65-96, 1968.
- 8) Maeda, M., et al.: Rhythmic activities of second

- dary vestibular efferent fibers recorded within the abducens nucleus during vestibular nystagmus. Brain Res. 34:361-365, 1971.
- 9) Tarlov, E.: Organization of vestibulo-oculomotor projections in the cat. Brain Res. 20:159-179, 1970.
- 10) Van de Calseyde, P., et al.: L'ENG dans l'épreuve rotatoire sinusoidale amortie. Acta oto-rhino-laryng. Belg., 23:1-335, 1969.
- 11) 相沢豊三, 脳と老化, 日老医, 9:85-88, 1972.
- 12) 神崎 仁, 他; 減衰振子様回転検査法における病的 Habituation. その 1, 診断的意義について. 耳喉 44:535-544, 1972.
- 13) 神崎仁, 他; 中枢障害例における減衰振子様回転検査所見. 耳展 15:765-770, 1972.
- 14) 神崎仁, 他; 経迷路法と後頭下法による聴神経腫瘍の術後の平衡機能検査所見の比較. Equilibrium Res, 32:95-97, 1973.
- 15) 野村公寿, 他; 減衰振子様回転検査法について装置および正常人における反応. 耳喉 44:455-464, 1973.
- 16) 野村公寿, 他; 減衰振子様回転検査により長期間観察したメニエール病の一考案. 第32回日本平衡神経科学会総会.

Crista の 形 態 に つ い て*

原 田 康 夫**

緒 言

平衡器としての前庭器は、聴覚器よりも発生的に古い位置にあり、極めて下等な動物にも存在し、重力、直線加速、回転の受容器の役割を果たしている。このうち三半規管の外側半規管と垂直半規管ではその形態に差があり、垂直半規管の形態は動物により著しく異なっている。この形態の違いは、その動物の運動能にも関係があるように思われるので、今回は、ヒト、サル、ネコ、モルモット、マウス、コウモリ、ウサギ、トビ、ハト、ニワトリ、カエル、イモリ等について特に垂直半規管膨大部稜の形態を走査電顕で観察したので報告する。

実験方法

ヒトの前庭器は剖検時得られた側頭骨から、その他上記の動物の前庭器は断頭後出来るだけ早く、2%グルタルアルデヒドで固定し、本固定液内、または1M・Millonig Buffer 内で前庭器を摘出し、更に1%Osmium で1時間固定後、アルコール系列で脱水した。アルコール脱水後イソアミールに移し、田中式臨界点乾燥器を用いて乾燥した。次いで、carbon と金の二重蒸着を行ないJSM, U3 型走査電顕にて観察した。

観察結果

i) 鳥類垂直半規管膨大部稜の形態

鳥類のうち、トビ、ハト、ニワトリについて垂直半規

管 crista を観察した。トビ(図1, 2), ハトの crista 中央側腹部に eminentia cruciata が方向舵の様に突出し、丁度十字架のようにみえる。この様な形態から, eminentia cruciata と名付けられたものと思われるが, ハト, ニワトリ(図3)にも同様 eminentia が認められる。この eminentia の中央部には感覚毛の存在しない部が存在し(図2), この zone を境として crista 感覚上皮は対称的に二分されている。またクブラもこの eminentia を境として二分されている。従って, subcupular space も二分されているものと思われる。しかし, この二分されているクブラは走査電顕による観察では, 乾燥時収縮するので, 二分されているようにみえるが, 内リンパ流動の際に, この左右に二分されたクブラが, それぞれ, 偏位の角度が異なるものか否かはよくわからない。鳥類の運動能にはなんらかの意義を有するものの如く思われた。

ii) 山形の eminentia を有する動物

哺乳類のネコ、マウスでは、垂直半規管の eminentia はマウスの図4にみられる如く、前半規管の中央に山形の突出がみられ、この eminentia の上には感覚毛がみられない(図4)、鳥類と同様にこの eminentia を境として、感覚上皮は二分され、対称的に感覚毛が存在する。

この eminentia の形態はネコ(図5)もマウスも同様の形態をしており、両棲類のカエルにも小さい eminentia が認められる。しかし、カエルではこの eminentia の上にも感覚毛が存在した。

空を飛ぶ哺乳類のコウモリ(図6), にも, マウスと同様の eminentia が存在し, 鳥類のような crista の側腹

*The shape of the vertical canal crista in various animals.

**Y. Harada

広島大学医学部耳鼻咽喉科学教室(主任:黒住静之教授)