末梢性頭位性めまい症の病態と病巣

一條 宏明・佐々木美佳・阿部 聡子
一戸 学・細川 雅史・新川 秀一

Pathophysiology of Peripheral Positional Vertigo

Hiroaki Ichijo, Mika Sasaki, Satoko Abe, Manabu Ichinohe,
Masafumi Hosokawa and Hideichi Shinkawa
(Hirosaki University)

Using infrared CCD camera and electronystagmography, we analyzed positional nystagmus in 33 patients with peripheral positional vertigo.

1) Patients were classified into three categories: (a) lateral type: horizontal nystagmus occurs in lateral position ; (b) sagittal type: rotatory nystagmus occurs in head-hanging position (so-called benign paroxysmal positional vertigo) ; and (c) mixed type.

2) Vertigo and nystagmus began with a few seconds latency after the head was tilted, briefly increased to a maximum, and then gradually decreased.

3) In all types, the number of female patients was greater than that of male patients.

4) In the lateral type, the mean period from the onset to the disappearance of vertigo was about 3 weeks. However, in those with the sagittal type or mixed type it was much longer.

5) The intensity of positional nystagmus was influenced by the direction of gravity in all types.

The free-floating particles theory seems to be able to explain the latency of the nystagmus, the gradual decrease in its intensity, and recurrence of the vertigo. Lateral type lesions are thought to be in the lateral semicircular canal, and sagittal type lesions perhaps in the posterior semicircular canal ; mixed type lesions are thought to be in both.

Key words: infrared CCD camera, electronystagmography, positional nystagmus, benign paroxysmal positional vertigo, free-floating particles theory

はじめに

前庭は重力を感知する機能を持つが、日常生活における運動ではその存在が意識されることはない。しかしなんらかの一側性内耳障害が生じた時、頭位の変化が引き起こす前庭入力のアンバランスのため、めまい感や眼振(いわゆる頭位眼振や頭位変換眼振)を引き起こす場合が

ある。良性発作性頭位眩暈症(benign paroxysmal positional vertigo 以下BPPVと略記する)はその代表疾患であり比較的よく遭遇するが、その特異な眼振所見は不可解な点が多く、責任病巣、病態生理ともに確定的なものはない。またBPPVとは所見の異なる頭位性めまい症も存在する。今回我々は末梢前庭障害による頭

位性めまい症の眼振を ENG (電気眼振計, electrostagnography) および赤外線 CCD カメラを用いて記録, 分析したので, 若干の考察とともに報告する.

対象および方法

対象症例は次の条件を満たした33例である.

1) あるひとつ以上の頭位においてめまいが誘発される.

2) そのめまい頭位において眼振が出現する.

3) しかし座位における頸部捻転では, めまい, 眼振ともに出現しない.

4) 経過は比較的良好で数週から数カ月, 長くとも1年以内にはめまい・眼振ともに消失する.

5) 中枢神経障害なし(神経症状はなく, MRI や CT にても頭蓋内病変を認めない).

年齢は18歳から77歳までで平均53.5歳であった.

水平成分の強い頭位眼振は ENG によって記録し, 回旋成分の強い頭位変換眼振は赤外線 CCD カメラを通じて VTR に記録し分析した. ENG は日本電気三菱製 1B21 および RION 社製 NY-13 を用い, 赤外線 CCD カメラは第一医科製 EM-102BW, モニターテレビおよびビデオは SONY 製 KV-16VX8 を用いた.

結 果

1. 分 類

症例によって眼振所見はさまざまであったが, 眼振の誘発される頭位によって大きく3つのタイプに分類可能であった. すなわち側臥位で水平成分の強い眼振が誘発される側臥位型(いわゆる方向交代性頭位眼振)と, 一般に BPPV と呼ばれ回旋成分の強い頭位変換眼振が出現する頭位変換型, さらに方向交代性頭位眼振と頭位変換眼振の混在する混合型も認められた(図1). 側臥位型が14例, 頭位変換型が17例, 混合型が2例であった.

側臥位型14例のうち方向交代性下向性頭位眼振を示したものが10例, 方向交代性上向性頭位眼振を示したものが2例, 方向交代性下向性が

ら方向交代性上向性に変化した例が1例, 逆に方向交代性上向性から方向交代性下向性に変化した例が1例であった. 経過観察とともに混合型2例は頭位変換型に移行した.

2. 性 別

33例中25例が女性で, 側臥位型, 頭位変換型, 混合型のいずれにおいても女性に多い傾向にあった(図2).

3. 誘 因

頭部外傷が誘因と考えられた症例が頭位変換型に4例, 手術後の長期臥床が誘因と考えられた症例が側臥位型, 頭位変換型に1例ずつ, 子供をあやして5, 6回回転した直後からめまいが生じた症例が側臥位型に1例, 特に誘因のないものが26例であった. 誘因のない症例のうち起床直後から発作性にめまいが生じたものが15

(a) 側臥位型

(b) 頭位変換型

(c) 混合型

図1 分類

- (a) 側臥位型(いわゆる方向交代性頭位眼振),
- (b) 回旋成分の強い頭位変換眼振が出現する頭位変換型,
- (c) 方向交代性頭位眼振と頭位変換眼振の混在する混合型.

例あった。

4. 頭位眼振の持続期間

めまいの発症から頭位眼振が消失するまでの期間は、側臥位型では平均22日と短かったが、

図2 性別

33例中25例が女性で、側臥位型、頭位変換型、混合型のいずれにおいても女性に多い傾向にあった。

図3 頭位眼振の持続期間

めまいの発症から症状および頭位眼振が消失するまでの期間は、側臥位型では平均22日と短かったが、頭位変換型は平均102日と長く、T検定において有意差が認められた ($p < 0.01$)。

頭位変換型は平均102日と長く、T検定において有意差が認められた ($p < 0.01$) (図3)。混合型は平均95日であったが症例数が少なかったのでT検定は行わなかった。なお当科での経過観察中に再発した例が3例あったが、この場合は初回の頭位眼振の持続期間を計算した。

5. 側臥位型の頭位眼振

頭位、すなわち内耳へ加わる重力の方向によって眼振の強さに差がある例が多かった。図4は方向交代性下向性頭位眼振を記録したENGであるが、明らかに右下頭位の方が左下頭位よりも緩徐相速度、振幅ともに大きい。また自覚的なめまい感も右下頭位の方が強かった。このようにENGにおいて頭位眼振の最大緩徐相速度に左右差が認められた症例が12例(86%)、左

図4 側臥位型(方向交代性下向性頭位眼振)のENG

明らかに右下頭位の方が左下頭位よりも緩徐相速度、振幅ともに大きい。

右差が無かった症例はわずか 2 例(14%)であった(図 5)。

さらに側臥位型の頭位眼振の特徴として減衰傾向が小さいことがあげられる。すなわち頭位変換型のような10数秒で消失する一過性のものではなく、30秒以上持続する傾向があった(図 4)。この頭位眼振の持続時間を計測したところ、平均で90.6秒であった。ただし計測した頭位眼振は初診時のもので左右差のある場合は最大緩徐相速度の大きな方とした。

また側臥位型は、頭位変換型に比べ、訴えるめまい感が軽度の症例が多かった。

6. 頭位変換型の眼振

矢状面での頭位変換眼振検査(Stenger 法)において、1～2秒の潜時を有し、短時間(10数秒)で減衰するという特徴は従来の報告と同様であったが、頭位変換型においても重力方向によって眼振所見に差があった。すなわち図 6 に

示すごとく、懸垂頭位の方が座位よりも眼振頻度が大きな例が12例(70%)、逆に座位の方が大きな例が 3 例(18%)、差がなかった例が 2 例(12%)であった。

VTR をもとに懸垂頭位での眼振持続時間を測定したところ平均18.1秒であった。

座位から懸垂頭位左 45° 捻転、あるいは懸垂頭位右 45° 捻転に変化させる Dix-Hallpike 法においては、ある一定の法則が見いだされた。すなわち、懸垂頭位正面における眼振方向(時計回りであれば左、反時計回りであれば右)に 45° 傾けた場合、眼振、めまいともに強く、反対方向への 45° 捻転では眼振が出現しない場合が多かった。この法則に合致した例が16例(94%)あり、残りの 1 例は両側の捻転において眼振が誘発された。

7. 回転検査

頭位眼振の出現している時期に、等角加速度

図 5 側臥位型の頭位眼振の左右差

ENG において頭位眼振の最大緩徐相速度に左右差が認められた症例が12例(86%)、左右差が無かった症例はわずか 2 例(14%)であった。

図 6 頭位変換型の眼振の差

懸垂頭位の方が座位よりも眼振頻度が大きな例が12例(70%)、逆に座位の方が大きな例が 3 例(18%)、差がなかった例が 2 例(12%)であった。

を用いた台形方式回転検査¹⁾を行った。側臥位型の7例に行ったが、最大緩徐相速度において眼振左右差を認めたのは1例のみであった。また前庭動眼反射の利得 (VOR gain=眼振最大緩徐相速度/頭部の最大角速度) は全例正常範囲内であった。

8. 温度刺激検査

20°C, 50 ml 注入による温度刺激検査で眼振持続時間の有意な左右差が認められたのは、外傷性の2例のみであった。

9. 聴力検査

33例中聴力正常であったものが25例、頭部外傷が誘因であった2例に一側性感音難聴を認めた。6例は老人性難聴であった。

10. 再 発

問診上過去に同様の頭位性めまい発作を1回以上経験した例が5例あり、また当科での経過観察中に一度軽快し再度めまいを起こした例が3例、合計8例に再発が認められたがそれらのうち1例が混合型、他はすべて側臥位型であった。

考 察

1. 眼振の観察・記録

眼振を直接検者の肉眼で見るということは最も重要な姿勢であるが、従来のフレンツェル眼鏡では暗所開眼の状態ではないため視性抑制が生じ、またレンズの反射などもあり細かい回旋成分は見逃される可能性が高い。水平成分の強い自発眼振や頭位眼振を観察、記録するためにはENGは非常に有用であるが、回旋成分が記録できないという致命的な欠点を有する。今回我々が用いた赤外線 CCD カメラは暗所開眼の状態にでき、眼球がモニターテレビに大きく映し出されるため ENG では捉えにくい微細な眼振も観察可能で、また VTR に忠実に記録できるという最大の利点を持ち、従来のフレンツェル眼鏡よりもはるかに優れている。純回旋性眼振でも、VTR から持続時間や頻度は計測でき、定量的解析も可能である。ただし回旋成分の振幅の測定には特殊な装置が必要²⁾で、一般には

普及しておらず今後の課題と言えよう。

2. 性 差

33例中25例(75.8%)が女性であり明らかな性差が認められた。過去にも Baloh ら³⁾が240例中148例(61.7%)、Silverstein ら⁴⁾が58例中51例(87.9%)、また小名ら⁵⁾も40例中24例(60%)が女性であったとの報告があり、性差がはっきりしている。後述する耳石浮遊説が原因と仮定した場合、カルシウムの代謝機構などが関係している可能性があり興味深い。

3. 眼振の共通点、相違点

末梢性の頭位性めまい症は、眼振の誘発される頭位によって大きく3つのタイプに分類可能であった。すなわち側臥位で水平成分の強い眼振が誘発される側臥位型(いわゆる方向交代性頭位眼振)と、一般に BPPV と呼ばれ回旋成分の強い頭位変換眼振が出現する頭位変換型、さらにこれらの眼振が共に出現する混合型も少数であるが認められた。これらの眼振には共通する点が見いだせる。それらを列挙すると、

1) 数秒以内の潜時を有する。

2) 短時間で眼振頻度・振幅がピークに達し、その後しだいに減衰する。

3) 重力方向により方向が逆転する。

4) 重力方向により眼振の強さに差がある。

5) 繰り返し同じ頭位をとると疲労性が認められる。

6) めまい感と眼振の出現がよく一致する。

このように多くの共通点を有する。したがって障害部位は異なっている、かなり類似した病態であることが推測できる。

ENG による側臥位型の頭位眼振の解析の結果、左下頭位と右下頭位で眼振振幅に差のある例が80%以上に認められた。また頭位変換型における眼振も頭位によって差が認められ、懸垂頭位の方が座位よりも高頻度の眼振が出現し、自覚的にもめまいが強い症例が70%をしめた。このような頭位による眼振の強さの差は、半規管由来の眼振であると仮定した場合、Ewald の法則で説明可能である(図7)。すなわち方向

交代性頭位眼振が一側の外側半規管のクプラ由来だと仮定した場合、向膨大部方向の変位 (ampullopetal) は反膨大部方向 (ampulofugal) の変位よりも強い刺激となるため頭位眼振に左右差が生じる。頭位変換型の場合は、後述するが一側の後半規管由来と考えられ、外側半規管とは逆に反膨大部方向の変位が向膨大部方向の変位よりも強い刺激となるため懸垂頭位と座位で差が現れる。

側臥位型と頭位変換型の共通点は多々認められるが、いくつかの相違点もある。まずもっとも異なるのが眼振の性状であり、側臥位型では回旋成分が少なく水平成分の強い頭位眼振であるが、頭位変換型では純回旋性の場合が多い。側臥位型の頭位眼振は平均で約90秒続き、長い場合には2分以上も持続したが、頭位変換型でははるかに短時間で、10～20秒で減衰し停止した。患者が訴えるめまい感は頭位変換型の方が強く、検査中に嘔吐する場合もある。側臥位型では最大緩徐相速度 $10^{\circ}/\text{sec}$ 以上の明瞭な眼振が出現していても訴えるめまいは軽く、時にはめまい感を訴えない場合もある。

一方、発症からめまい、眼振が消失するまでの期間は前述したごとく側臥位型の方がはるかに短かった。

このような眼振、経過の差異は、障害部位の違いが関与している可能性が大きいと考えられ

る。

4. 病態と病巣

末梢性頭位性めまいの病態としては、現在までに耳石付着説、耳石浮遊説、浮力説の3つが考えられている。耳石付着説は Schuknecht⁶⁾ が提唱したもので、遊離した耳石がクプラに沈着したために本来加速度感知器である半規管が重力までも感知するようになったといういわゆる“cupulolithiasis”という病態である。しかしこの仮説では、眼振出現までの潜時や眼振の急速な減衰という現象は説明できない(図8)。また後半規管のクプラが重力によって変位するならば、クプラが水平に近くなる仰臥位でもっとも眼振が強いはずであるが、実際は懸垂頭位の方がめまい、眼振ともに強く出現する。最近の側頭骨病理の検討では、クプラに好塩基性物質が沈着している半規管が全体の22%に認められたという報告があり⁷⁾、Schuknecht⁶⁾ が報告した形態学的所見と生前の症状との因果関係が疑問視される。

めまいや眼振を生じる原因は半規管の中を浮遊している耳石が内リンパ流動を引き起こすためだとするのが耳石浮遊説である⁸⁾。これは眼振の潜時、眼振の減衰、眼振方向の逆転という種々の現象を説明できる。潜時は浮遊物が沈降し始めるまでの時間であり、減衰は沈降が終了し内リンパ流動が止まったためであり、また眼振方向の逆転は浮遊物の移動する方向が反対になったためである。実際に手術中に後半規管内の浮遊物を確認したという報告もある⁹⁾。方向交代性下向性頭位眼振もこの説で説明可能である。仮に右の外側半規管内の浮遊耳石が原因だとした場合、右下頭位においては向膨大部流が生じ、ちょうど右加速度回転の時のごとく右向き(重力方向)の頭位眼振が生じる(図7)。しかしながら方向交代性上向性頭位眼振に関してはこの耳石浮遊説では説明不可能である。

浮力説はアルコール性頭位眼振や重水摂取時の方向交代性頭位眼振と類似の病態として説明される¹⁰⁾。すなわち、血中のアルコール濃度が

図7 方向交代性下向性頭位眼振のモデル

仮に右の外側半規管内の浮遊耳石が原因だとした場合、右下頭位においては向膨大部流が生じ、ちょうど右加速度回転の時のごとく右向き(重力方向)の頭位眼振が生じる。

高くなるとクブラの比重が内リンパ液よりも相対的に小さくなり(エタノールの比重は0.816), クブラが反重力方向に変位するため眼振が出現するとする説である. 重水の場合は逆で, クブラが重力方向に変位するため方向交代性上向性頭位眼振が出現する. しかし1週間以上も血液比重が変化したままということは, 代謝機構の面から考えにくく, また短時間で減衰するような頭位変換型の眼振は説明できない.

以上のように, 末梢性頭位性めまい症の眼振を説明し得る病態としては, 方向交代性上向性頭位眼振を除き耳石浮遊説がもっとも合理的である.

めまい, 眼振の誘発される頭位から考えて, 頭位変換型は後半規管か球形囊, 側臥位型は外側半規管か卵形囊が病巣として推定される. 頭位変換型は耳石器障害とする説もあるが, 後半規管由来の眼振であることがほぼ確実である. その根拠として頭位変換眼振の所見と外科的治療成績があげられる. Dix-Hallpike 法の頭位変換眼振検査法では座位から懸垂頭位左 45° 捻転に変化させた場合と座位から懸垂頭位右 45°

捻転に変化させた場合では明らかに差があり, 一侧を下にした方が眼振が強く出現した. これは患側方向に 45° 捻転した頭位で患側の後半規管が垂直となり, もっとも刺激が強くなるためで, 逆に健側方向に 45° 捻転すると患側の後半規管は水平に近くなり刺激が生じないためである. 外科的治療法としては前庭神経切断術, 後膨大部神経切断術¹¹⁾, 後半規管閉塞術¹²⁾があり, いずれも術後に症状および眼振の消退が高率に認められ, 特に後半規管閉塞術は病巣の直截的証明といえよう.

側臥位型は卵形囊を責任病巣とする説もあるが¹³⁾, 外側半規管由来である可能性が高い. もし卵形囊の耳石膜の異常な変位によるものだとすると回旋性眼振が出現すると考えられるが, 実際には水平成分の強い眼振であるし, また耳石膜変位説では眼振の減衰現象を説明できない. ただし側臥位型の頭位眼振は必ずしも純粋な水平性眼振とは限らず, 回旋成分が混じっている症例もあり, 耳石浮遊による内リンパ流動により卵形囊も刺激される可能性はある.

以上のように, 眼振所見と文献的考察より,

	眼振			再発
	潜時	減衰	方向の逆転	
耳石附着説	×	×	○	×
耳石浮遊説	○	○	○	○
浮力説	○	×	○	○

図 8 病態として考えられている 3 つの仮説

○は説明可能, ×は説明不可能. すべての現象を説明できるのは耳石浮遊説のみである.

末梢性頭位性めまい症の病態としては, 外側半規管あるいは後半規管の中を耳石が浮遊しているため, 頭位変化の際クプラが屈曲し眼振とめまいが生じる, と考えるのがもっとも合理的である。

ま と め

末梢性頭位性めまい症を検討した結果

- 1) 眼振が誘発される頭位によって側臥位型, 頭位変換型および混合型に分類可能であった。
- 2) いずれにおいても女性が多かった。
- 3) 側臥位型がめまいの消失までの期間が最も短かった。
- 4) 重力方向によって眼振の強さに差があった。
- 5) 病態としては耳石浮遊説が種々の現象を良く説明し, 最も合理的と考えられた。
- 6) 病巣としては側臥位型は外側半規管, 頭位変換型は後半規管, また混合型は両者であると考えられた。

本論文の要旨は, 第52回日本平衡神経科学会(平成5年11月26日, 横浜市)において口演した。

参考文献

- 1) Ichijo H, Hozawa J, Fujiwara F, et al : Comparative study of computerized trapezoid rotation test and sinusoidal harmonic acceleration test. *Acta Otolaryngol Suppl (Stockh)* **481** : 494~497, 1991.
- 2) Yamanobe S, Taira S, Morizono T, et al : Eye movement analysis system using computerized image recognition. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* **116** : 338~341, 1990.
- 3) Baloh RW, Honrubia V and Jacobson K : Benign positional vertigo ; clinical and oculo-graphic features in 240 cases. *Neurology* **37** : 371~378, 1987.

- 4) Silverstein H and White DW : Wide surgical exposure for singular neurectomy in the treatment of benign positional vertigo. *Laryngoscope* **100** : 701~706, 1990.
- 5) 小名 愛, 大塚 護, 猪 忠彦, 他 : 良性発作性頭位眩暈症の臨床的観察. *Equilibrium Res* **41** : 90~97, 1982.
- 6) Schuknecht HF : Cupulolithiasis. *Arch Otolaryngol* **90** : 765~778, 1969.
- 7) Moriarty B, Rutka J and Hawke M : The incidence and distribution of cupular deposits in the labyrinth. *Laryngoscope* **102** : 56~59, 1992.
- 8) Hall SF, Ruby RRF and McClure JA. The mechanics of benign paroxysmal vertigo. *J Otolaryngol* **8** : 151~158, 1979.
- 9) Parnes LS and McClure JA. Free-floating endolymph particles ; a new operative finding during posterior semicircular canal occlusion. *Laryngoscope* **102** : 988~992, 1992.
- 10) Money KE and Myles WS : Heavy water nystagmus and effects of alcohol. *Nature* **247** : 404~405, 1974.
- 11) Gacek R : Transection of the posterior ampullary nerve for the relief of benign paroxysmal positional vertigo. *Ann Otol Rhinol Laryngol* **83** : 596~605, 1974.
- 12) Parnes LS and McClure JA : Posterior semicircular canal occlusion for intractable benign paroxysmal positional vertigo. *Ann Otol Rhinol Laryngol* **99** : 330~334, 1990.
- 13) 重野浩一郎 : 頭位性めまい症例の検討(第3報). *Equilibrium Res* **50** : 329~335, 1991.

(原稿受付 : 平成 6 年 3 月 30 日
原稿採択 : 平成 6 年 4 月 25 日
別刷請求先 : 一條宏明
〒036 弘前市在府町 5
弘前大学医学部耳鼻咽喉科学教室)