末梢性眩暈患者における身体動揺の方向性について

芹 澤 泰 博・野 末 道 彦
上 村 晃 司・末 木 義 人

The Analysis of the Direction of Body Sway in Patients with Peripheral Labyrinthine Vertigo

Yasuhiro Serizawa, Michihiko Nozue,
Koji Kamimura and Yoshito Sueki
(Hamamatsu University School of Medicine)

We analysed the direction of 21 normal adults' body sway and changes of the direction of body sway in 12 patients with peripheral labyrinthine vertigo during their recovery course, by using Vector Statokinesigram.

The results were as follows:

- 1) We used Vector Statokinesigram in order to obtain the direction of human body sway. As the result, it was confirmed that the direction of body sway was clearer than the analysis of the velocity.
- 2) Vector Statokinesigram were classified into the following 4 types: right anterior-left posterior type, no directional type, right-left type and anterior-posterior type.
- 3) Vector Statokinesiigram of normal adults, in short period, showed little change of pattern during eyes open.
- 4) The left anterior-right posterior type was observed only in patients with peripheral labyrinthine vertigo. It seemed to be unstable state.
- 5) Most patients with peripheral labyrinthine vertigo finally showed right anterior-left posterior type in the course of recovery.
- 6) The right anterior-left posterior type seemed to be one of the stable type.

Key words: direction of body sway, Vector Statokinesigram, right anterior-left posterior type, left anterior-right posterior type

はじめに

身体動揺に関する研究はコンピューターを導入することにより飛躍的な進歩をとげている。そして各種の解析がなされるようになってきているが、動揺の方向性に関しては主として前後・左右方向の二次元的な解析にとどまっております¹⁾²⁾³⁾、詳細な方向性についてはわずかに竹

内⁴⁾や奥園⁵⁾、山本ら⁶⁾⁷⁾の報告をみるにすぎない。

今回我々は奥園のベクトル動揺図⁵⁾という解析法に多少の変更を加え、これを用いて正常成人の動揺の方向性および末梢性眩暈患者の回復過程における動揺方向の変化を調べてみたので報告する。

解析装置及び解析方法

図1に解析システムのブロックダイアグラムを示す。重心動揺計は G1804を用い、被検者を開・閉眼ともに2回ずつ60秒間閉足位で直立させ、この結果をデーターレコーダー RMG-5304に記録した。2回の記録のうち動揺面積の小さい方を採用し、解析にはシグナルプロセッサ ATAC-450を使用した。解析プログラムはサンプリング時間50 msec, 解析時間51.2 sec という条件で自作した。

解析方法の概要は図2のごとくである。重心

動揺記録図で隣りあう2つのサンプリング点を $P_i (X_i, Y_i)$, $P_{i+1} (X_{i+1}, Y_{i+1})$ とすると、2点を結ぶ変位ベクトルの大きさと方向は次式であらわされる。

$$|\vec{V}_i| = \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2}$$

$$\theta_i = \tan^{-1} \frac{Y_{i+1} - Y_i}{X_{i+1} - X_i}$$

$$\vec{V}_i = (|\vec{V}_i|, \theta_i)$$

そして極座標の方向を10度ずつ合計36方向に分けて、方向別に変位ベクトルを分類し、長さを加算していく。最後に求まった36点を曲線補間

図1 重心動揺解析システム

図2 解析方法

により結んでベクトル動揺図が完成する。また36方向の成分を合計したものを全動揺量Lであらわしたが、これは51.2 sec 間の重心動揺軌跡距離に相当するものである。

結 果

(i)ベクトル動揺図と重心動揺記録図および方向別速度成分との対比

中枢性眩暈患者の重心動揺記録図と方向別速度成分、ベクトル動揺図を図3に示す。重心動揺記録図はびまん型で、動揺の方向性は全くみ

られず、一方方向別速度成分でも各成分は全方向にわたってほぼ同程度で方向性は不明瞭である。しかしベクトル動揺図では右前方と左後方の動揺成分が増大しており、この方向に動揺していることが分る。

(ii)ベクトル動揺図の型別分類

20才から36才までの正常成人21名を被検者とし、ベクトル動揺図を求め型別分類してみた(図4)。描かれた図形の長径とこれに直交し座標の原点を通る軸との比が2未満のものを方向

K.K. 24歳 男性 (開眼)

重心動揺記録図

ベクトル動揺図

方向別平均速度分布

図3 ベクトル動揺図と方向別平均速度分布との比較

図4 ベクトル動揺図の型別分類 (正常成人)

消失型、比が2以上でしかも図形の長径と左右軸とのなす角度が0度以上22.5度未満のものを左右型とし、これと同様に前後型、右前一左後型、左前一右後型と定義した。

右前一左後型は開眼時10例、閉眼時9例に認められ最も頻度が高く、方向消失型は開眼時7例、閉眼時6例、さらに左右型は開眼時4例、閉眼時6例にみられた。正常成人1例において閉眼時に一時的に前後型をとった症例があったが、その後の測定では他の型へ変化していた(表1)。また左前一右後型は眩暈患者のみに認められ、正常被検者には1例もみられなかった。

(iii) 正常成人のベクトル動揺図

正常成人21名のベクトル動揺図の各成分を加算平均して描くと図5のごとくなる。描かれている曲線の全動揺量Lの開眼対閉眼の比は1対1.16で閉眼時にやや増大しているが、開・閉眼ともに右前一左後型でほとんど類似のパターンを示している。

(iv) ベクトル動揺図の定常性

ベクトル動揺図の定常性を調べるため、正常成人6名において連続3日間と約1ヶ月および約半年ないし1年の間隔をあけて測定した(表2)。連続3日間の測定では特に開眼時において測定ごとのパターンの変化は少ないように思われる。しかし約1ヶ月あるいはそれ以上の測定間隔があくと、約半数の例でパターンが変化していた。即ち身体動揺のパターンは短期間では比較的一定しているが、長期間のうちには徐々に変化していくものと思われる。

一例として28才女性の開・閉眼時におけるベクトル動揺図の変化を示す(図6)。左右型、右前一左後型、方向消失型の3型の間で変化しているが、お互いにパターンは類似している。

(v) 末梢性眩暈患者の回復過程におけるベクトル動揺図の変化

表3は末梢性眩暈患者12名の回復過程におけるベクトル動揺図の変化である。各症例の経過観察期間は最短2ヶ月間最長1年間で、眩暈の

表1 ベクトル動揺図の型分類(正常成人21名)

ベクトル動揺図の型	開 眼 時	閉 眼 時
右前一左後型	10	9
方向消失型	7	6
左 右 型	4	6
前 後 型	0	(1)

()は一時的に認められた。

図5 正常成人21名の平均値(ベクトル動揺図)

大きな発作が1回限りで徐々に代償されてくるような疾患を特に選んで解析してみた。発症直後には正常成人ではみられなかった左前一右後型が2例あった。その他の症例では動揺のパターンは正常成人にもみられる型であったが、動揺が大きいため必然的にベクトル動揺図も大きく描かれていた。全症例ともベクトル動揺図の

表2 ベクトル動揺図の定常性(正常成人6名)

測定日 症例		S.60.12.25	S.60.12.26	S.60.12.27	S.61.1.21
1. ■■■	S.59.11.14 (開眼) 左 右 型 → 左 右 型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 → 方向消失型 (閉眼) 左 右 型 → 左 右 型 → 右前-左後型 → 方向消失型 → 右前-左後型				
2. ■■■	S.60.2.13 (開眼) 方向消失型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 (閉眼) 方向消失型 → 方向消失型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 → 右前-左後型				
3. ■■■	S.60.1.29 (開眼) 方向消失型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 (閉眼) 方向消失型 → 前 後 型 → 方向消失型 → 右前-左後型 → 右前-左後型				
4. ■■■	S.60.2.13 (開眼) 右前-左後型 → 方向消失型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 → 右前-左後型 (閉眼) 方向消失型 → 方向消失型 → 右前-左後型 → 方向消失型 → 右前-左後型				
5. ■■■	(開眼) 右前-左後型 → 左 右 型 → 左 右 型 → 方向消失型 (閉眼) 右前-左後型 → 左 右 型 → 右前-左後型 → 方向消失型				
6. ■■■	S.60.10.13 (開眼) 方向消失型 → 右前-左後型 → 左 右 型 → 方向消失型 → 右前-左後型 (閉眼) 右前-左後型 → 方向消失型 → 右前-左後型 → 方向消失型 → 右前-左後型				

表3 末梢性眩暈症例の回復過程

症例	年齢・性別	疾患名	ベクトル動揺図の変化
1 ■■■	11♀	右前庭神経炎	(開眼) 前 後 型 → 右前-左後型 (閉眼) 前 後 型 → 方向消失型 → 右前-左後型
2 ■■■	66♂	右前庭神経炎	(開眼) 左前-右後型 → 方向消失型 → 右前-左後型 (閉眼) 左前-右後型 → 方向消失型 → 右前-左後型
3 ■■■	53♂	右突発性難聴	(開眼) 右前-左後型 (閉眼) 右前-左後型
4 ■■■	40♂	右内耳振盪症	(開眼) 方向消失型 → 右前-左後型 (閉眼) 方向消失型 → 右前-左後型
5 ■■■	27♀	左ハント症候群	(開眼) 左 右 型 → 右前-左後型 (閉眼) 左 右 型 → 右前-左後型
6 ■■■	47♂	左内耳障害	(開眼) 方向消失型 → 左 右 型 → 右前-左後型 (閉眼) 方向消失型 → 左 右 型 → 右前-左後型
7 ■■■	32♂	左内耳障害	(開眼) 右前-左後型 (閉眼) 右前-左後型
8 ■■■※	37♂	左内耳炎	(開眼) 方向消失型 → 右前-左後型 (閉眼) 左前-右後型 → 前 後 型
9 ■■■	15♀	左内耳障害	(開眼) 右前-左後型 → 方向消失型 → 右前-左後型 (閉眼) 右前-左後型 → 左 右 型 → 右前-左後型
10 ■■■	9♀	右内耳障害	(開眼) 右前-左後型 (閉眼) 方向消失型 → 右前-左後型
11 ■■■	68♂	末梢性眩暈	(開眼) 右前-左後型 (閉眼) 右前-左後型 → 方向消失型 → 右前-左後型
12 ■■■※	16♀	末梢性眩暈	(開眼) 右前-左後型 → 左 右 型 (閉眼) 右前-左後型

大きさは多少の増減はあるにしても、徐々に縮小し正常に近づいていった。そして動揺の型は症例8と12を除いて残りの10例では全て右前-左後型におちついていった。症例8と12が他と異なるのは追跡期間が短かいという問題があるのかも知れない。

次に末梢性眩暈患者の実際の経過を呈示する(図7)。

症例: ■■■ 66才男性

診断: 右前庭神経炎

現病歴および検査所見: 昭和60年4月22日に突然回転性眩暈と悪心・嘔吐をきたし某病院内科

28歳女性（正常成人）

図6 ベクトル動揺図の定常性

66歳男性

S. 60. 4. 22 発症

S. 60. 6. 6

眼振所見

ベクトル動揺図

重心動揺記録図

6. 20

7. 13

図7 右前庭神経炎患者の経過（開眼）

へ入院した。発症後数日間は起立不能であったが2週間ほどで軽快し退院した。しかし眩暈が持続するため約1ヶ月半後の6月6日に紹介されて当科受診した。初診時図7のような眼振を認め、温度眼振検査は右耳は無反応であった。閉眼時のベクトル動揺図の大きさおよび全動揺量は増大し、左前-右後型をとっていた。しかし約2ヶ月後の6月20日には方向消失型、約3ヶ月後の7月13日には右前-左後型に変化し、動揺図の大きさおよび全動揺量も減少傾向を示した。閉眼時のベクトル動揺図もほぼこれと類似の経過となっていた。なお全経過中蝸牛症状の随伴は認められなかった。

考 按

身体動揺の方向性について詳細な検討をしているのは奥園⁵⁾や山本ら⁶⁾⁷⁾である。奥園はベクトル動揺図という解析法を用い、極座標を5度ずつ72方向に細分して方向性を検討している。一方山本らは8方向別速度成分という解析法で方向別の身体動揺の平均速度を求めている。これら2つの解析法は一見同一のものに思えるが、両者の方向別成分は物理学的にディメンジョンを異にする量で、前者においては動揺距離、後者では平均動揺速度を扱っている。両者の解析法の違いを更にはっきりさせるため図3で具体的な症例を呈示した。この症例では動揺の方向性は方向別速度成分ではほとんど分らないが、ベクトル動揺図によってはじめて右前方と左後方の動揺成分の増大がみられている。これはベクトル動揺図では小さな動揺が頻回におこった際、そのまま累積されて動揺量の増大につながるが、方向別速度成分では小さな動揺が加わることにより平均されて、かえってその方向の速度成分を小さくしてしまうためである。以上のごとく両者は違った物理量を扱っているため身体のゆらぎの方向性を解析する際、どちらが優れた解析法であるかは単純には決めかねるが、ベクトル動揺図の方が我々の目的にかなった手法と思われたのでこちらを採用してみた。

奥園のベクトル動揺図による解析はサンプリング時間125 msec, 解析時間30 sec, サンプル数240個でこれを72方向に分類加算している。したがって各方向にわりふられるサンプル数は非常に少なく(平均して一方向あたり3.3個)、ベクトル動揺図のパターンは偶然性に左右されてバラツキが大きくなる可能性がある。我々はシグナルプロセッサの処理能力の範囲内でできる限りサンプル数を多くとり、方向は10度ずつ36方向とした。即ちサンプリング時間50 msec, 解析時間51.2 sec, サンプル数1024個という条件でプログラムを作製したので、一方向あたりのサンプル数は平均28.4個と、奥園の方法に比べベクトル動揺図のパターンのバラツキが小さくなっていると思われる。

ベクトル動揺図の各成分を合計しこれを全動揺量 L として求めたが、この値は解析時間51.2 sec 間における重心動揺軌跡長をあらわしていることになる。またベクトル動揺図で描かれる図形の面積は全動揺量に伴って増大するが、相関係数は1ではなく動揺の方向性を加味した動揺量を表わしている可能性がある。以上から逆にベクトル動揺図とは、重心動揺軌跡距離がどの方向にどれだけの成分をもって分布しているかを描いた図といえることができる。

時田らは正常人の頭部動揺と重心動揺記録から求心型、びまん型、前後型、多中心型、左右型の5型に型別分類を行い、正常人には左右型は1例も認められなかったと述べている¹⁾。奥園は重心動揺記録図とベクトル動揺図からこれら5型に閉眼安定型を加え6型に分類している。しかし彼は正常成人においても左右型が29例のうち2例に認められたとしている⁵⁾。我々はベクトル動揺図のみから型別分類を行い、図4のように右前-左後型、方向消失型、左右型、前後型、左前-右後型の5型に分類した。そしてやはり正常成人においても左右型が存在するという奥園と同様の結果を得ている。さらに表1に示すごとく、斜めに動揺する右前-左後型が一番頻度が高く、逆に左前-右後型は正常

成人には1例も認められないという新たな結果も得た。これは今回ベクトル動揺図という手法を用いて、36方向に詳細に動揺の方向性を検討したため、従来は多中心型や求心型、びまん型のような重心動揺記録図で動揺の方向性がはっきりしなかった型の中にも、右前一左後型や左右型という動揺の方向性をもった型が含まれていたことが分ったためである。しかも動揺方向は単に前、後、左、右ではなく、ある角度をもって斜めに動揺する型の方が多いということも判明したのである。

正常成人21名のベクトル動揺図の各成分を加算平均して描いたのが図5である。全動揺量は閉眼時に開眼時の1.16倍となっており、正常成人においても閉眼時に動揺が多少増大することをあらわしている。これは従来報告と一致するものである¹⁾⁸⁾。しかも動揺のパターンは開・閉眼時とも非常に類似しており、右前一左後型となっていた。このように開・閉眼ともにパターンの変化がみられないということは、視覚の影響の有無で正常成人の身体ゆらぎの方向は変化しないということができる。なお描かれている図形は原点に関して点対称の傾向がみられるが、正常成人においては偏倚の際の変位と立ち直りによる変位がほぼ逆方向で、その大きさも大体等しいためと考えられる。

ベクトル動揺図の定常性を調べるため表2のごとく経時の変化を追ってみた。その結果正常成人においても動揺のパターンは毎日わずかながら変化しており、連続3日間の測定では開眼時においてはパターンの変化が少ない傾向がみられたが、1ヶ月以上の測定間隔があくと変化ははっきりしてきた。

末梢性眩暈患者12名の回復過程におけるベクトル動揺図の変化は表3のごとくなる。測定時期の問題もあるかも知れないが、2例を除いて残り10例では全て右前一左後型におちついていく。さらに正常成人においても右前方と左後方に動揺する型が一番頻度が高いことを考えると、右前一左後型は動揺がある程度大きい時期

に身体平衡を保つうえで最もおちつきやすい動揺の型であるかも知れない。この理由は推測にすぎないが、正常成人において直立時に左足が支持足となっていることが多い⁸⁾⁹⁾という左右方向の非対称性が関係しているように思われるが、この点に関してはさらに検討を重ねていきたい。逆に左前一右後型は眩暈患者だけにしか認められず不安定な型であると思われる。すなわち動揺が大きい時期にはあらゆる方向に動揺する可能性があり、通常では動揺しない方向にも方向性をもってくる症例もでてきても良いわけで、これが左前一右後型に相当するのである。なお動揺のパターンは患側とも関係があるように思われるが、左前一右後型の2例のうち1例は右前庭神経炎、もう1例は左内耳炎であった。さらに右前一左後型に関しても患側は右耳、左耳ともに存在していた。以上よりベクトル動揺図の型と患側とは関係はなさそうである。

ま と め

我々は正常成人の身体動揺の方向性および末梢性眩暈患者の回復過程における動揺方向の変化を知る目的で、ベクトル動揺図という解析を行い以下の結果を得た。

1. 身体動揺の方向性を知るためベクトル動揺図を採用した。方向別速度成分に比べ一層方向性がはっきりする手法であった。
2. 正常成人のベクトル動揺図は右前一左後型、方向消失型、左右型、前後型の4型に分類された。
3. 正常成人のベクトル動揺図は短期間では開眼時において、測定ごとのパターンの変化があまりみられなかった。
4. 左前一右後型は眩暈患者だけに認められ不安定な型と思われる。
5. 末梢性眩暈患者の回復過程において、右前一左後型におちついていく症例が多かった。
6. 右前一左後型はひとつの安定した型と思われる。

本研究は厚生省特定疾患調査研究費の補助を受けて行われたものである。

参考文献

- 1) 時田 喬, 他: 頭部並びに重心動揺記録計による立直り反射検査. 耳鼻臨床 65: 443~456, 1972.
- 2) 大久保仁, 他: 平衡調節障害に見られる重心動揺の動揺速度 power spectrum 分析の意義. Equilibrium Res 39: 17~23, 1980.
- 3) 深澤達也, 他: 重心動揺分析における工夫. Equilibrium Res 40: 237~241, 1981.
- 4) 竹内 聡: 重心動揺の偏位と動揺速度の分析. 耳鼻臨床 75: 1805~1834, 1982.
- 5) 奥園達也: ベクトル動揺図の開発と人・身体動揺解析の研究. 耳鼻臨床 76: 2565~2580, 1983.
- 6) 山本昌彦, 他: 身体重心動揺における方向別速度成分の解析. 耳鼻臨床 77: 2206~2216, 1984.
- 7) 山本昌彦, 他: 前庭機能異常症例の程度および代償過程の判定に対する重心動揺速度の意義. 耳鼻臨床 78: 2611~2614, 1985.
- 8) 田口喜一郎, 他: 重心動揺軌跡距離測定法. 日耳鼻 79: 835~843, 1976.
- 9) 平沢彌一郎: Stasiology からみた日本人の直立能力について. パイオメカニズム学会誌 6: 1~8, 1982.

(別刷請求先: 芹澤泰博
〒431-31 浜法市半田町 3600
浜法医科大学耳鼻咽喉科学教室)