メニエール病の重心動揺のスペクトル解析†

白 戸 勝・上 戸 敏 彦・海 野 徳 二

はじめに

一側メニエール病症例の重心動揺が、めまい発作からの期間によってどのように変化するかをスペクトル解析を用いて観察し、平衡障害の回復過程の推移を検討したので報告する。

対象および方法

一側メニエール病症例 76 例を対象とした。年齢は 20～49 歳（平均 37.4 歳）で、男性 24：女性 52 例である。症例を検査時期により次の 2 群に分けて検討した。①発作期（20 例）— 最終発作から 2 週以内で、めまい感が強く、自発眼振や平衡障害が強く出ている時期。②準発作期（56 例）— 最終発作から 2～4 週以内で、自発眼振や平衡障害が残存している時期。

重心動揺記録は共和電業製 EGG-1010 DS を使用した。重心動揺計からの XY 出力を 20 Hz の高域遮断アナログフィルタを通した後、サンプリング周波数 50 Hz で AD 変換し、パーソナル・コンピュータ（NEC PC-9801 DA）に取り込んだ。解析時間は 40.96 秒で、周波数分解能は 0.0244 Hz である。スペクトル解析は赤池の自己回帰モデルによるスペクトル推定法を用い、その自己回帰次数は最終予測誤差が最小となる値とした。検討対象とした周波数は 0～3 Hz までとし、パワースペクトルの絶対値を対数表示した。

結 果

1. パワーの大きさについての検討

パワースペクトルの大きさ（絶対値）を正常人から得られた値と比較して、図 1 の如く 3 タイプに分類した。タイプ I は全周波数域にわたってパワーの増大を示すもの。II は低周波数域ではパワーの増大を示すが、高周波数域になるに従い正常域に入るもの。III は全周波数域でパワーの絶対値が正常範囲内にあるものである。実際には、後述するようにスペクトルピークを有するものも多くみられるが、それにとらわれずに、全体的なスペクトル包絡曲線の傾向から全ての例をいずれかのタイプに分類し

た。

①発作期症例

開眼 X 軸ではタイプ I—10 例（50 %）、II—5 例（25 %）、III—5 例（25 %）であった。Y 軸ではタイプ I—7 例（35 %）、II—9 例（45 %）、III—4 例（20 %）であった。

閉眼 X 軸ではタイプ I—9 例（45 %）、II—11 例（55 %）、III—0 例であった。Y 軸ではタイプ I—15 例（75 %）、II—5 例（25 %）、III—0 例であった。

以上のように、発作期症例ではパワーの増大を示すものが圧倒的に多く、特に閉眼では全例が XY 軸とも正常範囲より大きなパワーを示した。

②準発作期症例

開眼 X 軸ではタイプ I—2 例（4 %）、II—3 例（5 %）、III—51 例（91 %）であった。Y 軸ではタイプ I—7 例（13 %）、II—4 例（7 %）、III—45 例（80 %）であった。

閉眼 X 軸ではタイプ I—2 例（4 %）、II—13 例（23 %）、III—41 例（73 %）であった。Y 軸ではタイプ I—6 例（11 %）、II—13 例（23 %）、III—37 例（66 %）であった。

以上のように、準発作期症例のパワーの絶対値は開眼では 80～90 % が、閉眼でもおよそ 3/4 が正常範囲内に復していた。

2. 周期性についての検討

スペクトル包絡曲線のピーク形成の有無から、重心動揺の周期性を検討した。

①発作期症例

開眼 X 軸で周期性のみられたものは 6 例（30 %）、Y 軸では 7 例（35 %）であった。閉眼 X 軸では 7 例（35 %）、Y 軸では 8 例（40 %）であった。

②準発作期症例

開眼 X 軸で周期性のみられたものは 15 例（27 %）、Y 軸では 12 例（21 %）であった。閉眼 X 軸では 28 例（50 %）、Y 軸では 21 例（38 %）であった。

周期性の検討では、発作期症例では開閉眼差、XY 軸差ともに明らかではなかった。準発作期症例では閉眼のほうが周期性を有する例が多く、とくに X 軸では半数に周期性がみられた。

3. 特徴周波数についての検討

スペクトルピークを有した例で、そのピーク周波数が

† Spectral Analysis of Body Sway in Meniere's Disease
Masaru Shirato, Toshihiko Kamito and Tokuji Unno
旭川医科大学耳鼻咽喉科学教室

図1 パワースペクトルの大きさによる分類。
白枠で囲んだ部分は正常人100人から得られた
5%棄却限界を示す。

図2 ピークを形成した周波数(開眼)。

いずれにあるかを検討した。発作期と準発作期の間に顕著な差は見られなかったので、一括して検討した。2 Hz以上で鋭いピークを有した例はなかったので、2 Hzまでの結果を示した。

開眼の結果を図2に示した。X軸では0.2~2 Hzの間にちらばり、一定の傾向は見られなかった。Y軸では0.2~0.5 Hz帯域にピークを有するものが多かった(15/19例)。

閉眼の結果を図3に示した。X軸では0.2~0.5 Hz帯域にピークを有するものが多く、0.8~1.6 Hz帯域にピークを有するものもみられた。Y軸では1例を除き、0.2~0.5 Hz帯域にピークを有していた。

ピークの数およびその周波数帯から、スペクトル包絡

曲線を便宜的に図4に示したように3つに分類した。タイプAはおおよそ0.2~0.5 Hzの間に1峰性のピークをもつもの。Bはおおよそ0.8~1.6 Hzの間に1峰性のピークをもつもの。Cは先の2つの帯域に2峰性のピークをもつものである。実際の例では、これに図1に示したような周期性のないものが加わることになる。

開眼X軸で周期性を有していたものは発作期、準発作期あわせて21例であったが、このうちタイプA—9例(43%)、B—9例(43%)、C—3例(14%)であった。閉眼X軸で周期性を有していたものは、あわせて35例であったが、このうちタイプA—20例(57%)、B—9例(26%)、C—6例(17%)であった。

Y軸で2峰性のピーク(タイプC)を示したものは開

図3 ピークを形成した周波数（閉眼）。

図4 スペクトル包絡曲線のタイプ分類。

閉眼ともみられなかった。開眼Y軸で周期性を有していたものは発作期、準発作期あわせて19例であったが、このうちタイプA—15例（79%）、B—4例（21%）であった。閉眼で周期性を有していたものは29例であったが、タイプBは1例のみで、あとは全てタイプAであった。

以上のように周期性を示す例での周波数帯はXY軸とも0.2～0.5 Hzにあるものが多く、X軸では0.8～1.6 Hz帯域に周期性を有するものも少なからずみられた。

考 案

身体動揺の観察は重心動揺計とコンピュータの導入により客観的、定量的に平衡障害の程度を評価できるようになった。また最近では障害部位診断としての各種の分析が模索されている。その一つとして周波数毎の揺らぎの強さを表わすパワースペクトルの解析がなされている。今回、我々は一側メニエル病患者をその疾患経過から2

群に大別し、パワーの絶対値と周期性の2面から検討した。

パワーの絶対値に関しては一定の傾向が得られた。すなわち、発作期の動揺が非常に大きい時期には全周波数域にわたるパワーの増大がみられ、次いで高周波数域のパワーから正常化し、準発作期のように動揺が軽減すると全周波数域とも正常範囲に入ってくる。開閉眼差については従来の他の動揺パラメータと同じく、閉眼の方がパワーが大きい。

重心動揺の程度については単位軌跡長や動揺面積などがその指標として用いられているが、パワーの絶対値からも同じような情報が得られ、更にどの周波数帯のパワーが大きいかという情報も得られる。

周期性を有するものの頻度は時期による差はあまりみられなかった。発作期では動揺が大きく、全体的なパワ

一の増大のために周期性が埋没してしまうのかもしれない。開閉眼差については準発作期症例において前後、左右動揺とも閉眼で周期性を有するものの割合が多い傾向がみられた。

特徴周波数については前後動揺では0.2~0.5 Hzの比較的低い周波数帯に1峰性のピークを形成するものが大部分であった。これに対して、左右動揺では0.2~0.5 Hzおよび0.8~1.6 Hzの少なくとも2つの帯域にピークがみられた。

これまでの主な報告をみると、Kapteynら(1972)²⁾は温度刺激やメニエール病患者において、とくに左右動揺で0.2 Hzのパワーの増加を認めている。また、Wit(1973)³⁾は前庭系障害の場合には0.3 Hz付近の帯域のパワーが増加すると述べている。松岡(1977)⁴⁾は一側迷路障害例の閉眼左右動揺で0.2~0.3 Hz波が多いことを認めており、三好ら(1977)⁵⁾も温度刺激により、ピークが0.2~0.3 Hz付近にある例が多いと報告、田口(1977)⁶⁾は末梢前庭型は閉眼時にX軸成分で0.2~0.3 Hz、Y軸成分で0.2 Hz前後にピークの出現をみると述べている。我々も以前、温度刺激を负荷した検討でX軸成分の最初のピークは0.3 Hz付近に、Y軸成分の最初のピークは0.2 Hz付近に見られ、動揺が大きくなるに従い、このピークが0.5 Hz付近にまで拡大することを示した⁷⁾。このように報告者により多少の違いはあるものの、末梢前庭障害では最初のピークは0.2~0.3 Hz付近、高々0.5 Hzまで出現するという報告が多い。

この低周波数帯域の周期性は前後、左右いずれの動揺でもほぼ同じ帯域にみられることから、視覚系や迷路性立直り反射と関連しているのではないかと推察される。

0.8~1.6 Hzという比較的高い周波数帯域のほうが左右動揺に特徴的と思われた。前後動揺ではこの周波数帯に周期性がみられたものはほとんどなく、身体動揺の前後系と左右系の違いを示唆するものと思われる。これは筋、骨格系の構造上の問題、さらには深部受容系と関連したものと推察される。しかし、どのような時期にどの周波数帯に周期性がみられるのか、その病態生理学的意義は何かについては結論は得られなかった。今後の課題とした。

結 論

一側メニエール病症例の重心動揺スペクトルを、そのパワーの大きさおよび周期性の面から検討した。

1. パワーの大きさに関して

動揺の大きな例では全周波数域にわたるパワーの増大がみられ、ついで高周波数域のパワーから正常化し、最後には全周波数域とも正常範囲に入ってくると考えられた。

2. 周期性に関して

動揺が非常に大きな時期よりも、やや軽減傾向を示す時期になって周期性を有してくるものと考えられた。その特徴周波数はXY軸とも0.2~0.5 Hz帯域にあるものが多く、X軸では0.8~1.6 Hz帯域に周期性を有するものも見られた。

謝 辞

本研究は厚生省特定疾患前庭機能異常調査研究班の研究補助金により行われたものである。

文 献

- 1) 赤池弘次：自己回帰モデルのあてはめ、ダイナミックスシステムの統計的解析と制御。赤池弘次、中川東一郎著。50-61頁、サイエンス社、東京、1972
- 2) Kapteyn TS, Wit G : Posturography as an auxiliary in vestibular investigation. Acta Otolaryngol 73 : 104-111, 1972
- 3) Wit G : The stabilometry as an auxiliary in investigations of patients with vestibular disturbances. Agressologie 14 (D) : 27-31, 1973
- 4) 松岡豊彦：起立時身体動揺の定量的解析。耳鼻臨床 70 : 1191-1280, 1977
- 5) 三好豊二、白戸 勝、樋渡章二：重心の偏倚と動揺。日耳鼻 80 : 1111-1113, 1977
- 6) 田口拓雄：起立時身体動揺の研究—正常例ならびに迷路障害例を中心に—。耳鼻臨床 70 : 1065-1112, 1977
- 7) 白戸 勝、金谷健史、上戸敏彦、小林吉史、海野徳二：温度刺激下における重心動揺の周波数分析—重心の偏倚と動揺の分離—。Equilibrium Res 46 : 304-308, 1987

Abstract

Body sway was examined in 76 patients with Meniere's disease. Power spectra were analyzed by autoregressive models. Power density distributions showed large amplitudes in the whole range in the early stage of vertigo attacks, and they gradually declined from the high frequency levels. Low frequency sway of about 0.2~0.5 Hz was manifest in left-right and anterior-posterior body sway. Furthermore, relatively high frequency sway of about 0.8-1.6 Hz was present in left-right body sway.

Key words : Meniere's disease, body sway, spectral analysis

（原稿到着：平成4年4月17日
別刷請求先：白戸 勝
〒078 旭川市西神楽4線5号3番地の11
旭川医科大学耳鼻咽喉科学教室）