外耳道圧負荷平衡機能検査法†

—正常者とメニエール病症例の検討—

石 田 博 義・大久保 仁
中 村 弦・渡 辺 勲*

はじめに

偽瘻孔症状は迷路梅毒に認められる症候として1911年 Hennebert¹⁾ によって報告され、その後迷路梅毒に特異的な症候ではなく他の疾患でも認められる事が知られつつある。しかしながら、今までの眼振の観察法による偽瘻孔症状検査は自発眼振との鑑別が困難で観察者の経験に左右される部分が大きい。この点、1986年に渡辺²⁾ が報告した外耳道圧負荷平衡機能検査法（以後圧負荷検査）は定量的に外耳道の圧負荷条件を設定し身体重心のわずかな偏位を加算処理によって検出する方法で、より客観的に反応結果を分析する事ができる。今回は、本検査法の臨床応用の第一歩として正常群の反応様式を検討しメニエール病症例の検査結果を合わせて報告する。

方 法

立位遮眼閉眼条件で患者をロンベルグ足位で重心計（アニメ製）の上に立たせた。その際に得られる左右方向の重心動揺の DC 出力を外耳道への加圧負荷開始をトリガーとして10秒間の重心動揺を10回加算した。圧負荷は試作した圧負荷装置（リオン製）で外耳道に挿入

したカフ付きチューブを通して行った。1回の記録で加圧と減圧の両方の結果を判定できるように、0秒で加圧刺激を開始し、5秒後に減圧刺激を開始した。加圧条件は外気圧0 mmH₂O を中心とし-200 mmH₂O から+200 mmH₂O の範囲で±25, ±50, ±100, ±200 mmH₂O と4段階に設定し反応の陽性減値を検出できるようにした。（図1）検査手順はまず非患側耳刺激から行い、患側耳刺激、無刺激の順に検査した。正常者では右耳から検査し、基本的な圧負荷条件として±100 mmH₂O, ±200 mmH₂O を全例に施行し、陽性反応が得られる者には±50 mmH₂O, ±25 mmH₂O の圧負荷条件で検査し、最小減値を決定した。

対 象

1. 正常群

正常例コントロールとして、健康成人20例（男性8例、女性12例、平均年齢22.5才）を対象に本検査法を行い、陽性者の出現率と再現性について検討した。

2. メニエール病症例

昭和61年6月から12月までの間に東京医科歯科大学および都立駒込病院外来に受診した厚生省メニエール病班研究の診断基準にのったメニエール病確実例の3症例である。

正常者陽性判定

正常者の陰性例の記録を図2に、陽性例の記録を図3に示した。陰性例の圧負荷後の最大動揺振幅は±100 mmH₂O で1 cm 以内であった。陽性例の最大動揺振幅は無刺激時と比べ著明に増加し±100 mmH₂O で1 cm 以上で、前半の加圧時の偏倚方向と後半の減圧時の偏倚方向とが逆転した。また、右耳刺激と左耳刺激とで対称的な陽性反応を示した。

図4には、陽性例（20才女性、表2の症例4）での左耳加圧刺激だけで10秒間加算記録した結果を示した。Aは0秒でBは5秒でそれぞれ加圧を開始した。どちらも潜時約2秒にピークを持つ再現性のある右方向への陽性波を認め、動揺の中心は徐々にもとの刺激開始時の位置に近ずいた。

図1 圧負荷検査の記録方法と圧負荷方法

†A posturological study of pseudofistular sign in normal adults and Meniere's patients.

*Hiroyoshi Ishida, Jin Okubo, H. Nakamura, Isamu Watanabe

*東京医科歯科大学耳鼻咽喉科

図2 正常者陰性例の圧負荷検査記録

図3 正常者陽性例の圧負荷検査記録

そこで、陽性判定は動揺振幅と動揺波形とで判定する事とした。正常者全例の無刺激時の最大動揺振幅の平均値は 0.6 ± 0.2 cm であり、刺激後の最大動揺振幅が2SDの1 cm を越えるものを異常とし、図5のdからfに示すように加圧時と減圧時とで偏倚方向の逆転を認める者を陽性とした。圧負荷後の加算動揺波形は図5に示すごとく大きく6種類に分類されるが、加圧時と減圧時の偏倚方向が同じ傾向のもの(図5 a から c)は振幅が大きくても陰性とした。

正常者の結果

表1に正常者の検査結果を示した。正常者20例中 ± 100 mmH₂O の範囲内で陽性反応を示したのは8例(40%)で1例は2回目の検査日には陰性であり再現性がなかった。他の1例は右耳の圧負荷検査値は ± 100

図4 圧負荷検査陽性例で、加圧だけを加えて記録した加算重心動揺図

図5 圧負荷検査の反応波形パターン

mmH₂O, 左耳は ± 200 mmH₂O で左右差を認めた。残りの再現性を認めた6例は反応域値に左右差が無かった。その内の1例では ± 50 mmH₂O といった微弱な圧変化でも両耳とも陽性所見を呈した。再現性を示した7例の ± 100 mmH₂O での加圧時の陽性波のピーク潜時と振幅

表 1 正常者20例40耳の圧負荷検査結果

負荷圧 (mmH ₂ O)	±50	±100	±200	±300
偏倚 (+) 減圧側	2	7 (18)	8 (20)	
加圧側		6 (15)	8 (20)	
偏倚 (-)		29 (67)	26 (60)	6
検査耳数	2	40(100)	40(100)	6

() : パーセント

表 2 正常者陽性例の加圧時陽性波の偏倚方向とピークの潜時と振幅
(圧負荷範囲: ±100 mmH₂O)

加圧時偏倚側	潜 時 (秒)		最大動揺振幅 (cm)		
	右耳刺激	左耳刺激	右耳刺激	左耳刺激	無刺激
1 対 側	3.0	3.5	1.7	2.6	0.9
2 同 側	1.9	2.5	1.6	1.1	0.8
3 同 側	4.2	3.3	1.1	1.1	0.6
4 対 側	2.1	2.3	3.1	2.2	0.5
5 同 側	3.2	3.7	1.9	1.8	0.8
6 対 側	2.4		2.0		0.9
7 対 側	3.8	4.2	1.6	1.1	0.6
平均値	2.9	3.3	1.9*	1.7*	0.7
SD	0.8	0.7	0.6	0.6	0.1
正常者全例の無刺激時の最大動揺振幅			0.6±0.2		

*(P<0.01)

を表 2 に示した。陽性波のピークの潜時は1.9から4.2秒で、最大動揺振幅は1.1から3.1 cm であり、それぞれの例で無刺激時のその約 2 倍であった。

加圧時の偏倚方向は 6 例中 3 例は刺激耳と同側方向へ向かい、他の 3 例は刺激耳と反対側へ向かった。

メニエール病症例

次にメニエール病症例の検査結果を提示する。

症例 1 は 49 才男性で既往歴に高血圧と十二指腸潰瘍があるが現在は内科にてコントロールされている。現病歴は昭和 53 年頃より左耳鳴と左難聴に気付き、症状の軽快と増悪を繰り返すうちに回転性のめまい発作を起こすようになった。昭和 57 年当科外来初診し、治療軽快し 58 年の発作以来めまい発作が無く落ち着いていた。今回は、昭和 61 年 8 月より左耳鳴が増強したため当科に再診した。再診時の鼓膜所見は正常でチンパノグラムは A 型であった。

本例の聴力は図 6 に示すように昭和 58 年に最低となり低音部で 70 dB の感音難聴を呈し、最近の検査では水平型の聴力図で補充現象が陽性で温度眼振反応は正常であった。圧負荷検査の結果は聴力正常の右耳では陰性で左

図 6 左メニエール病症例の聴力経過と圧負荷検査結果

耳加圧刺激で右への偏倚を認め、減圧で偏倚方向が逆転する陽性波を認めた。

症例 2 は 62 才女性で昭和 58 年 5 月農作業中に約 1 時間続く回転性めまいがあり、それ以来同様のめまい発作を

図7 左メニエル病症例のグリセロールテストとその前後の圧負荷検査結果

数回繰り返した。昭和61年1月より左耳鳴が出現し近医で通気療法を受けたが改善せず、昭和61年6月より左耳鳴を伴うめまい発作が頻回となり10月に当科を初診した。初診時の鼓膜所見は正常でチンパノグラムはA型であった。

本例はグリセロールテストで低音部が25 dBの改善を示し、圧負荷検査では聴力正常の右耳では陰性で、左耳の加圧時に右への偏倚を認め減圧時に偏倚側が逆転し典型的な陽性波形を示した。最低域値は ± 25 mmH₂Oで、グリセロールテスト直後も反応域値に変化を認めなかった。(図7)

症例3は54才男性で昭和43年頃より左耳鳴があり昭和58年より耳鳴が増強し、昭和60年8月に30分程度の回転性めまいが出現した。昭和61年10月22日左耳鳴の増強を伴う回転性めまいがあり以来1週間に1回のめまい発作あり都立駒込病院めまい外来へ受診した。初診時の鼓膜所見は正常でチンパノグラムはA型であった。

本例の初診時の聴力は左耳の125 Hzから500 Hzで平均77 dBの感音性難聴を認め左耳の補充現象が陽性であった。圧負荷検査は左耳で ± 50 mmH₂Oから陽性反応を示し、加圧だけの刺激を行ってみると右へ偏倚したままとなった。同例の鼓膜穿刺後に圧負荷検査を施行した結果、図8に示すように偏倚反応は消失した。

メニエル病群の陽性判定について

病的症例では病期や障害の程度により動揺の程度に差があると考えられるため、同一例同一検査時の無刺激時と圧負荷検査後の記録図から動揺振幅と動揺波形の両方をみて判定するのが適当と考えられた。正常者の陽性波

図8 左メニエル病症例の聴力図と鼓膜穿刺前後の圧負荷検査結果

の最大動揺振幅は無刺激時のその約2倍である事より、厳しく値を設定すると病的症例での陽性判定も同一例における無刺激時の最大動揺振幅の2倍以上とするのが適当と考えた。さらに、動揺波形に関しても、正常者の場合と同様に加圧と減圧で偏倚方向が逆転するものとするのが適当と考えた。

考 案

外耳道圧の変化がヒトの運動や姿勢に影響を及ぼす事は渡辺らが1986年に報告している。その刺激の受容経路としてはおそらく外耳道、鼓膜、中耳の知覚神経と内耳の蝸牛や前庭などが関与していると考えられるが、その刺激の入力経路と入力部位がどこにあるのかについては未だ解っていない。今回の症例3に示した様に、本症例においては鼓膜穿刺により鼓膜が動かない状態にすると偏倚反応が消失した。この事から、本例の外耳道の圧変化によっておきる偏倚が主に鼓膜の位置移動によって引き起こされ、外耳道皮膚、中耳腔粘膜や内耳窓などに直接加わる圧変化の影響によるものでない事が推察された。つまり、鼓膜と耳小骨を経る圧の伝達が内耳刺激の重要な要因である事が推定された。一方、内耳圧が本検査の反応出現に重要な要因となるなら、グリセロールテストが陽性となれば圧負荷検査にも何らかの変化がおこるはずである。しかし、症例2ではグリセロールテストにより内耳圧が低下したと思われるにもかかわらず圧負荷検査の反応に減弱や消失は認められなかった。この事だけで結論を出すことは出来ないが、圧負荷検査は少なくとも聴力で調べるグリセロール検査とは異なった内耳病変を検出していると考えられた。

正常者の圧による内耳刺激については、Ingelstedt ら³⁾ が1974年に pressure chamber 内で正常者の眼振を記録して79例中5例に眼振を認め、内耳の刺激は中耳圧の調圧時のアブミ骨の急激な運動によるのではなく、左右の中耳腔圧の差が原因であると報告した。一方、中耳圧の体平衡に及ぼす影響については、福田 (1957)⁴⁾ らが約900 mmH₂O の加圧で正常者の加圧側への足踏み偏倚を認め、最近の内藤 (1986)⁵⁾ らが正常者の外耳道加圧 (+300 mmH₂O) 前後で動揺の中心が加圧耳側へ偏位する事を報告している。いずれの方法も中耳圧が一定の圧に高まった状態で眼振や足踏み、身体偏位を観察するもので、気圧性めまいの発生や滲出性中耳炎などで患側へ偏倚していたものが通気、鼓膜穿刺、チュービングなどの治療で偏倚側が逆転する事実の説明になるとされた。これに対し、我々は外耳道圧変化に対する経時的な体動揺の変化を観察した結果、同じ加圧刺激を与えても、刺激耳側へ偏倚する者と反対側へ偏倚する者があることを発見した。また、少数の例外を除いてその偏倚方向は同一個体で再現性があり、左右差は無かった。このような、同一刺激で反応が個体によって異なる事は傾斜や加速度、通電刺激などの前庭動眼反射ではみられない現象で、外耳道圧変化による圧前庭脊髄反射に特有なものか否か今後の研究によって解き明かされるものと考えられる。

メニエール病における偽瘻孔症状については、Nadol⁶⁾ が1977年に81耳中24耳約30%に認められる所見であると報告し、その原因は内リンパ腔の拡大やそれにより接近した膜迷路とアブミ骨底板との癒着など (vestibulofibrosis) によるとした。この時観察された眼振の持続時間はわずか1から3秒で眼振の方向が症例によって異なっていた。今回我々もメニエール病3例の患側の圧刺激で明らかな偏倚を認めた。3例とも患耳の加圧負荷で反対側へ偏倚した。一方、正常者の圧負荷検査では、同じ加圧刺激でも症例によって偏倚方向が異なったがメニエール病症例のような左右差を認めた者は僅か1例 (5%) であった。今後は、このメニエール病における左右差の出現率について検討する必要があると考える。

最近、Black (1985)⁷⁾ らは外リンパ瘻症例で患側の外耳道圧変化 (± 400 mmH₂O) に応じた動揺を検出した。今回の我々の実験はさらに一歩進めて、正常者でも検出方法によっては ± 100 mmH₂O という比較的小さい圧変化で身体動揺を呈する者のある事を示した。この事は今後のスポーツ医学あるいは宇宙や海底などの圧環境におけるヒトの適応を決める上も重要であり、また、気圧性内耳障害の発見と予防にも役立つ可能性があるものと考えられる。

ま と め

定量的な圧変化を外耳道に与え、その時の立位動揺を加算記録する外耳道圧負荷平衡機能検査を正常者群とメニエール病症例とに施行し反応様式を検討した。

1. 正常者では20例中7例 (35%) で再現性のある偏倚を示し、その内圧負荷検査域値に右耳と左耳とで左右差を認めたものは僅か1例 (5%) であった。
2. 正常者の陽性波の最大動揺振幅は無刺激時のその約2倍であり、症例の判定も同一例同一検査時の無刺激時の最大動揺振幅の2倍以上とした。
3. メニエール病確実例3例では3例とも患耳の圧負荷検査で陽性所見を認め、健耳での圧負荷検査は陰性であった。
4. 症例2ではグリセロールテスト前後で圧負荷検査を行い、聴力は25 dB の改善を示したが、圧負荷検査の結果はいずれも陽性であった。
5. 症例3では鼓膜穿刺前後で圧負荷検査を行い、鼓膜穿刺後に圧負荷検査は陰性となった。

以上より、圧負荷検査は鼓膜や耳小骨の位置移動によって、経アブミ骨性に内耳を刺激し身体偏倚をおこしたと考えられ、メニエール病などの内耳病変を来す疾患に有用な検査法となる可能性があると考えた。

本研究は厚生省特定疾患『前提機能異常』研究費 (昭和61年度) 及び文部省科学研究費補助金試験研究 (課題番号61870068) の補助をうけた。

文 献

- 1) Hennebert C: A new syndrome in hereditary syphilis of the labyrinth. Press Med Belg Brux 63: 467-470, 1911
- 2) 渡辺 勲, 石田博義, 大久保仁, 新関泰夫: 外耳道圧負荷の足踏みと立位姿勢に及ぼす影響. 姿勢研究 6(2): 93-100, 1986
- 3) Ingelstedt S, Ivarsson A, Tjernstrom O.: Vertigo due to relative overpressure in the middle ear-an experimental study in man-Acta Otolaryng. 78, 1-14, 1974
- 4) 福田 精: 運動と平衡の反射生理. 236-238頁, 医学書院 東京. 1957
- 5) 内藤 泰, 八木伸也, 伊藤寿一, 本庄 巖: 中耳圧の体平衡におよぼす影響. Equilibrium Res. vol. 45(4) 364-367, 1986
- 6) Nadol JB, Jr: Positive Hennebert's sign in Meniere's disease Arch Otolaryngol 103: 524-530, 1977
- 7) Black F O, Lilly, D J, Nashner, L M: Quantita-

tive diagnostic test for perilymph fistula Am J Otol (suppl) 39, 1985

Abstract

A new stabilographical method with pressure loading to the external auditory canal (PLT) was performed in 20 normal subjects and 3 patients with Meniere's disease for the purpose of testing the pseudofistular sign. The pressure ranging from $-100 \text{ mmH}_2\text{O}$ to $+100 \text{ mmH}_2\text{O}$ or from $-200 \text{ mmH}_2\text{O}$ to $+200 \text{ mmH}_2\text{O}$ were applied to the external auditory canal and the body sways of the center of gravity to the lateral directions for 10 seconds were summated 10 times by a signalprocessor (NEC-sanei, 7TO7A). Positive response was defined as having doubles sway amplitude compaired with the average amplitude of sway without pressure loading.

Positive response were observed in seven of twenty normal subjects. These positive reactions were symme-

trical in both ears except one case. On the other hand, in cases of Meniere's disease, positive responses were found only in the affected ears. The positive PLT response was not changed at all when the test was repeated in a case of Meniere's disease at the stage of positive response to the glycerol test, however, in another case of Meniere's disease, disappearance of positive PLT response was observed after the puncture of the eardrum.

From these findings we considered that the most effective factor of the PLT in producing the deviation was not the pressure change of the middle ear, but the movement of the ossicular chain causing displacement of the foot-plate of stapes.

(原稿到着：昭和62年4月25日
抜刷請求先：石田博義
〒113 東京都文京区湯島1-5-45
東京医科歯科大学耳鼻咽喉科教室)