メニエール病における Summating Potential に関する蝸電図学的研究†

神 崎 仁, 大 内 利 昭, 横 堀 秀 子*

猪 忠 彦**

1. はじめに

蝸電図 (ECoG) によるメニエール病 (以下メ病と略) の研究から SP の診断的意義が論じられ, 有用性を認める報告が多い。^{3,7,8,9,11,12,16,18,20,21)} われわれもすでにメ病の ECoG 所見につき報告し+SP が高率にみられることを示した。⁷⁾しかし SP は正常人でもバラツキが多いこと, また動物実験から SP は電極の位置により大きさ, 極性が異なることが知られている。

そこで本研究の目的はメ病の SP について, 1) 記録法 (鼓室外誘導法と鼓室内誘導法) の相違による SP 所見, 2) 鼓室内における電極の位置による相違, 3) 音刺激の間隔などの測定条件との関係, および 4) 長期観察例の SP の経過, 5) 臨床所見との関係などの点について検討を加えてみた。

2. 対 象

一侧メ病 42 例, 突発性難聴 (以下突難と略) 16 例, 原因不明感音難聴 9 例の計 67 例を対象とした。また突難の健側 13 耳を対照群とした。メ病の診断規準は厚生省調査研究班の規準にしたがったが, 経過観察中有意の聴力変化 (隣接する 2 つ以上の周波数で 15 db 以上の変化) がオーディオグラムで確認されたものに限った。両側メ病は除外した。

3. 測定方法

ECoG の測定方法は鼓室内誘導法を用いた。外耳道を消毒後, 1% キシロカイン E を約 0.8 ml 外耳道後壁に注射し, 針電極を経鼓膜的に刺入し岬部に接着させた。記録は左右同時に記録した。一部の例で所見の比較のために銀ボール電極を用い外耳道の後壁で鼓膜直前部に接着させ鼓室外誘導法とした。

音刺激として 8,4,2,1 KHz の短音 (Rise decay time 1 msec. 持続 5 msec) をスピーカより自由音場に与えた。刺激頻度は毎秒 8 回 (間隔 125 msec) とした。記録はフィルタ処理 (low cut 2.0 秒, high cut 1 KHz) されたものを平均加算器 (ATAC 401) に入れ 200 回の反応を加

算した。解析時間は 10 msec とした。AP 記録時には蝸牛マイクログホン電位が消去されるように random phase の立ち上りを持つ音を用いた。音の強さの標示は正常人の聴取域値を 0 dB とした。

4. 結 果

1 測定条件とメ病の SP

a) 電極の位置と SP/AP, SP の極性: メ病の患側耳に 2 本の電極を刺入し同時記録した。電極の 1 本は鼓膜臍部 (umbo) のレベルで, 鼓膜後縁との中間に (右耳では 9 時), 他は臍部の下方 (6 時) よりやや前方に向い刺入した。

左右同時記録の所見を比較し, 健側に比し有意に振幅が大きい SP を異常 SP とした。SP の振幅は基線から振幅の最大点までをとった。

2 本の電極を用いたメ病 11 例中 8 KHz については -SP の得られたもの 4 例, +SP・3 例, 異常 SP のないもの 3 例であった。4 KHz については同様に -SP・6 例, +SP・2 例, 異常 SP なし 2 例であった。

2 本の電極で SP の極性の異なったものは 1 例のみで, すなわち一方からは +SP, 他方からは -SP が得られた。(図 1) その他の 10 例では, いずれの電極でも極性の同じ SP (7 例) か SP がいずれの電極でも得られない例であった。一方で異常 SP が得られ他方で SP の得られないような例はなかった。

図 2 に -SP の得られたメ病と突難について 2 本の電極によって得られたそれぞれの -SP/AP を示した。この図のように -SP/AP は電極の位置によってかなり差のあるものがみられた。

具体例を図 3 に示した。

b) 音刺激の間隔と -SP/AP: 音の刺激間隔を 125 msec より次第に 30 msec, 10 msec と短くすると一般的傾向として -SP/AP が増大した。(図 4)

c) 鼓室外誘導法との比較: 鼓室外誘導法をメ病 10 例, 変動する感音難聴 4 例その他の感音難聴 5 例におこなった。加算回数は 400~600 回である。メ病で異常 SP の得られた例についてのみ誘導法の相違を検討すると, 鼓室内法と鼓室外法とで所見の異なる例が数例みられた。一例を示す。(図 5) また, +SP は鼓室内法のみならず, 鼓室外法でも記録できたが電極の位置によっては記録で

†Electrocochleographic study of Summating Potentials in Meniere's Diseases.*

*J. Kanzaki, T. Ouch., H. Yokobori., **T. Ino.

*慶応大耳鼻咽喉科 (主任, 斉藤成司教授)

**国立東京第 2 病院耳鼻咽喉科

図1 電極の位置とSPの極性，右耳メニエール病。同一鼓室内に挿入された2本の電極の同時記録。2, 4, 8 kHzのいずれでも電極Aからは+SPが，電極Bからは-SPが記録された。

図2 電極の位置と-SP/AP，同一鼓室内に挿入された電極A, Bから得られた-SP/APの比較。

図3 電極の位置と-SP/AP，右メニエール病。電極の位置により-SP/APの相違がみられた一例を示した。

きなかった。(図6)

1 メ病のSPについて

a) 異常SPの頻度：42例のメ病中，8.4KHz (80.70 dBHL) のいずれかで+SPを示したものの16例 (38%) -SP 13例 (31%) SPなし 13例 (31%) であった。

b) glycerol test 所見との関係：体重 (Kg) あたり 3 ml の glycerol (Amylac) の内服前と内服後3時間の聴力を比較し2つ以上の周波数で10 dB以上の改善が認められた場合を陽性とした。

24例のメ病中 glycerol test 陽性例は11例 (46%) であった。glycerol test の所見と異常SPの間には相関がみられなかった。(表1)

c) めまい発症後の期間，聴力型との関係。

+SPはめまい発症後2年以内の例に多くみられているが，異常SPのみられない例も多い。-SPはめまい発症よりの期間との間に一定の傾向がなかった。聴力型で

図4 音刺激の間隔とSP/AP, 右メニエール病。

Kometani L. Meniere

8K
Left ear

図5 鼓室内誘導法と鼓室外誘導法による所見。左メニエール病。鼓室内法ではSPがみられず鼓室外法ではSPと思われる所見が得られた。

Yanagisawa 64840
L. Meniere
8KHZ
80dB

図6 鼓室外法の電極の位置とSP
左メニエール病。Aの電極からは+SPが記録された。B電極からはSPが記録されていない。(鼓室内法では+SPの得られた例)

グリセロール試験	+ SP	- SP	SP なし	計
陽 性	4	2	5	11
陰 性	4	6	4	14

表1 glycerol test と異常 SP の関係 (メ病)

は低音下降型, 水平型, 山型が多かったがSPの異常の有無との間に一定の関係がみられなかった。

d) めまい発作から ECoG 検査までの期間。

めまいの発作中あるいは発作後2日以内に検査し得た5例中, +SPは8KHzで4例, 4KHzで2例に, -SPは8KHzで1例, 4KHz1例に記録できた。めまい発作後3週以内の8例(前述の5例は除く)では8,4KHzのいずれかあるいは両者で+SPは3例, -SPは2例に認められた。SPなしは3例であったが, このうち2例は聴力が正常化していた。

e) SPの長期観察: 15例のメ病について最短4ヵ月, 最長6年(平均2年1ヵ月)の間隔でECoG検査を施行した。3回以上の検査を受けたのは内リンパ嚢手術を受けた2例のみであった。2回の検査の間隔は1年以下3例, 1~2年7例, 2~4年3例, 4年以上2例であった。

聴力の変化とSP所見の変化の関係は表2のようであった。異常SPが2回の検査でいずれもみられなかったものが5例で最多, ついで+SPが2回とも不変であったもの(4例)の順であった。+SPの減弱~消失は3例にみられたが, このうち2例は内リンパ嚢手術例で

図7 左メニエール病内リンパ嚢手術後のSPの経過。1977年には8kHzで+SP, 4kHzではSPはないが, broad APを示す。内リンパ嚢手術後3年6か月後(1980-6-18)の所見。右耳も突然悪化を示し回復の途中時期の記録。めまいはない, 1980年の記録では左耳にSPはみられず右耳に-SPがみられている。

① 1978-10-23 ② 1979-12-10

O-Hashi R-Meniére
1978-10-23
R-ear

O-Hashi (R-ear)
R-Meniére
1979-12-10

図8 右メニエール病のSPの経過。(聴力改善例)

1978年の記録時SP/APは音刺激の周波数が低くなるにつれて増大を示した。聴力改善時SP/APは8, 4, 2kHzでほぼ同様で, しかも減少を示した。

あった。(図7)表2には示さなかったが, 最近1回目のECoG検査ではSPがみられず内リンパ嚢手術後(聴力は不変)に+SPがみられた例があった。聴力改善例(4例)についてSPの変化をみても一定の傾向はみられない。しかし聴力改善時に-SP/APの減少がみられた例もあった。(図8)別の例で発症初期に低音域の聴力変動がみられWilliams型と思われたが次第にめまいを認めるような例がある。この例のECoGでは初期には

Minami R-Meniére
8KHz 80dB S

図9 初期に(図左)右耳の聴力変動を示しWilliams型と思われた例。1974年3月25日には8kHz, 4kHzともにSPは認められていないが, 5年後めまいを訴えるようになった。5年後の記録では右8,4kHzで-SPが認められた。

図10 各種感音難聴の-SP/AP

SPが認められなかったがめまいをおこすようになってから-SPを示すようになった。(図9)以上、経過観察でSPの変化した例を中心に示したが、このような例は15例中の6例であった。SPの不变例では聴力の改善、悪化不変は種々で一定の傾向がみられていない。SPの変化をみた6例中2例は内リンパ嚢手術例であった。

f) -SP/AP: 8 KHz, 4 KHzについて図10に示すように各種感音難聴の-SP/APを検討した。

突難の健耳と原因不明の感音難聴では-SP/APは大部分が0.5以下であった。これに対しメ病と突難では0.5以上のものがみられており、この所見のみでは両者の鑑別は困難と思われた。

メ病では、周波数が低くなるにつれて-SP/APが増大する傾向がみられた。

5. 考 按

1 メ病のSPと測定条件

a) 電極の部位: 蝸電図のSPの本態については議論があるがSPは刺激強度と刺激周波数の函数として変化すること、基底板の進行様式と相関する変化が示されている。^(5,10)ヒトのECoGのSPはDallos⁽⁴⁾の理論からすると、鼓室階の基底回転から単極誘導的に記録したSPと類似の特性を示すといわれる。

メ病のSPについて鼓室内誘導法により、鼓室内の部位によるSPのバラツキを調べた報告は見当たらない。SPの大きさ、極性が電極の状態や部位により変化する可能性があるため、-SP/APの臨床的意義を検討する前に、これらの点についての検討が必要である。2本の電極を鼓室内に刺入して同時記録した結果は予想通り図2のようにバラツキを示した。

電極の鼓膜を通過する刺入点は方法に記載した通りであるが、鼓室内での位置は電極の刺入角度によって多少変化すると考えられる。しかし鼓室内の2点であることには違いない。SPのバラツキ、-SP/APのバラツキは、このような電極の部位による相違と、電極の鼓室での接着状態によることが考えられる。

電極の部位とSPの極性については重要な問題であるが今回の検討で極性の相違は電極の部位による例があることが示された。(図1)

+SPの得られた3例中1例に部位による極性の逆転がみられたことがこのことを示している。

b) 音刺激頻度: 正常耳、メ病、突難のいずれの例でも-SPがみられるものでは音刺激頻度を増せば-SP/APは増大した。したがって-SP/APを臨床応用する際には音刺激頻度を考慮する必要がある。

c) 鼓室外誘導法: Simmons⁽¹⁷⁾は鼓室内法と鼓室外法を比較しAP波形に対しては前者の方が優秀であることを報告しているが、これは誰もが認める点であろう。問

題は鼓室内法で異常SPの認められない例で鼓室外法で-SPと思われる記録が得られることであり、注意を要する。また+SPについては鼓室外法でも記録された例があり、鼓室内法の所見と一致した(図6)が、鼓室外法では電極の部位によっては記録されなかった。Humphriesら⁽⁶⁾は鼓室内法で+SP、鼓室外法で-SPを示したものをII型に分類している。-SPについても同様に鼓室内法で記録され、鼓室外法では記録されない例があるだろうし、-SP/APについても方法が異なれば値も異なるであろうからメ病との関係を論じる場合にはこれらの点を充分考慮する必要がある。

2 メ病のSPの経過と臨床的所見との関連

a) メ病における異常SPについて: Gibsonら⁽³⁾はメ病67例中65%に-SP/AP増大を認め、この所見を内リンパ水腫の証拠とした。またその根拠として28例の内リンパ嚢手術後例で-SP/APが減弱したと報告した。北原ら⁽⁹⁾は-SPはメ病97例中の66%にみられ、めまい発症後2年以上の経過を有し、31-60 dBの水平型の聴力型を示すものに多いと報告した。吉江ら⁽²¹⁾もメ病のめまい発作間歇期には約60%が正常か、内耳性難聴のECoG所見を示し40%に-SPの増大がみられるとのべた。このように異常SPの頻度は大体60~70%とする報告が多く、われわれの42例中29例(69%)と一致する。ただし、われわれの検討例では+SPを示す割合が他の報告者より高い点が若干異なる。しかしすでに2本の電極からそれぞれ極性の異なるSPが得られたように、SPの極性が異なるのは、電極部位の相違のためで、異常SPについては極性に拘らず病態生理学的意義は同一ではないかと推察される。Ruben⁽¹⁵⁾、Humphriesら⁽⁶⁾吉江^(20,21)らの報告例にも+SPを示すメ病が図示されている。しかし+SPの頻度はメ病22例中1例のように多くはない⁽¹⁶⁾。

一方聴力正常者では+SPは2 KHz以下ではほとんどみられず-SPは1 KHzで最大となる^(2a)。

Eggermont^(2a)によるとメ病のSPは聴力障害が軽度(50 dB以下)では聴力正常者と変わらずSPの域値は聴力障害と無関係であるが、聴力障害が高度になるとSPも小さくなり、域値も上昇する。これらの点からSPが有毛細胞の機能に関係すると推察した。

b) glycerol test との関係: すでに大内ら⁽¹⁴⁾北原ら⁽⁹⁾も報告しているが今回の検討ではglycerol testの所見と異常SPの有無との間に相関はなかった。

この理由は説明し難いが、内リンパ嚢術前後のSP所見からみても異常SPが必ずしも内リンパ水腫を反映しているのではないからであろうと推察した。あるいはSPの発生部位がglycerolの作用部位と異なるためとも考えられる。臨床的にはglycerol test陰性例でも異常

course of sp	+SP decreased or abolished	+SP unchanged	No abnormal SP during obserb. period	No abnormal SP -SP	SP - -SP	SP/AP decreased	
Hearing							
Improved	○	◎	○			○	4
Fluctuant	◎ ◎						2
Worse		○ ○ ○	○	○			5
Unchanged			○ ○ ○		○		4
Total	3	4	5	1	1	1	15
◎ Endolymphatic Sac Operation							

表2 メ病の聴力変化とSP所見の変化の関係

SPがみられる例があるので、glycerol test と ECoG 検査を併用するとメ病の診断率が向上すると考えられる。

c) -SP/AP: -SP/APの増大がメ病のみならず突難でもみられ、しかも後者では-SP/AP増大例の予後が良いことが知られている^(4,13)。したがって-SP/APのみをもってメ病と突難を鑑別することが困難である。診断基準、臨床所見を併せて参考所見とすべきである。

一方、-SP/AP増大を示す突難について、内リンパ水腫を病因として考察するのはメ病の-SP/AP増大の所見を内リンパ水腫を示すものと仮定した上での議論である。[※]逆に+SPはメ病以外の疾患で高率にみられることがない。突難では16例中1例にのみみられた。その他稀に家族性難聴、聴神経腫瘍でもみられた。

d) SPの経過と臨床所見: 異常SPの有無とめまい発症からの期間、聴力型、glycerol test との間には一定の関係がみられなかったことはすでにのべたが、SPの経過と聴力所見の経過も一致しない例が多かった。(表2)

平均2年以上の間隔でECoG検査を施行した結果、聴力が改善あるいは変動した6例中3例では+SPが減弱～消失した。聴力改善例4例中SPの変化のなかったのは2例であった。例数が少ないので評価は難しいが+SPが経過中不変であった4例中3例に聴力の悪化がみられた。1例は改善例であるが内リンパ嚢手術後例であった。最近内リンパ嚢手術前に異常SPのみられなかった例で術後に著明な+SPが認められた例を経験した。この例では聴力は術前と不変でめまい発作も消失しており、術後6ヵ月の現在、経過良好と考えられる例である。

また発症初期にめまいがなく異常SPもなく蝸牛型メ病と考えられた例で6年後にめまいの出現とともに-SPがみられた例がある(図9)。このように少数例では

*メ病の-SP/APは周波数が低くなるほど大きい、このことはすでに吉江らが報告している⁽²⁾。

臨床経過や聴力所見がSPの変化と平行しているようにみえた。

内リンパ嚢手術後やglycerol test後にSP/APあるいは-SPが減少する例が報告されている^(3,11)。

また鼓室外法でも聴力障害の変化、あるいはglycerol testの経時的所見と-SP/APの推移が平行した例が報告されている^(12,18)。Eggermont⁽²⁰⁾はこのようにSPが内耳病態のある種のものを反映することも認めるが、反面、SPは電極部位の相違に起因する解剖学的相違を示していると考え、特殊な病態と結びつけるのは妥当でないとの見解も述べている。

臨床的にECoG所見をメ病の診断にいかに応用するか、応用し得るかについてのわれわれの見解は以下のようである。

1) メ病では、SP(+SP, -SP)の異常増大の頻度は60～70%でglycerol testの陽性率と大差なく、しかも異常SPの有無とglycerol testの所見との間に相関がみられないので逆に併用によって診断率が向上すると考えられる。

2) メ病の発作期、寛解期を含めた臨床経過とSP異常との関係は、今後なお検討されるべきであるが、現在までの経験からは一定の関係がみられていない。したがって異常SPはメ病の経過の指標としてはまだ問題がある。

3) -SPおよび-SP/AP増大は突難にもみられるが臨床的には両者は鑑別可能なので、メ病特有の所見ではないが診断的意義はある。しかしこのことから突難の病因が内リンパ水腫であるとの推論には議論の余地がある。

4) SPは個人差、測定条件によっても変わるので、これらの点を充分考慮し臨床所見とよく対比させた上で、臨床的意義を検討すべきである。

6. 結 語

1. メ病のSPの極性、-SP/APの診断学的意義を検討する際に、電極の位置、音刺激間隔、記録法を充分考慮

する必要がある。

2.+SP と -SP は電極の位置の相違と考えられる。

3. 異常 SP 増大とめまい発症後期間、聴力型、glycerol test の所見との間には一定の関係がみられなかった。

4.-SP/AP 増大例はメ病、突難にみられメ病のみに特有な所見ではなかった。

5. 聴力障害の経過と SP の経過とは必ずしも平行しなかった。

6.+SP 増大はメ病に高率にみられ他の感音難聴には稀であった。

本論文の要旨は第 45 回日本オーディオロジー学会で発表した。

参 考 文 献

- 1) Dallos, P. et al.: Cochlear summing potentials. Descriptive aspects. Acta otolaryng. (Stoch) Suppl. 302 1972
- 2) a. Eggermont, J. J. et al.: Action potentials and summing potentials in the normal human cochlea. Acta otolaryng (Stockh) Suppl. 316 39-61, 1974
b. Eggermont, J. J. Summing potentials in electrocochleography. In Electrocochleography. ed. R. J. Ruben, et al.) pp 67-87 University Park Press, Baltimore.
c. Eggermont, J. J. Summing potentials in Meniere's disease. Arch Otolaryngol. 222. 63-75, 1979
- 3) Gibson, W.P.R., et al.: Clinical electrocochleography in the diagnosis and management of Meniere's disorder. Audiology. 16. 389-401, 1977
- 4) 平杉嘉昭他, 蝸電図よりみた突発性難聴の病態および予後判定. 日耳鼻 82. 869-878 1979
- 5) Honrubia, V. et al.: Dependence of the cochlear microphonics and summing potential on the endocochlear potential. J. Acoust. Soc. Amer. 46. 388-392. 1969
- 6) Humphries, K. N. et al.: Extra-tympanic Electrocochleography. Acta otolaryng. (Stockh) 83. 303-309, 1977
- 7) 猪忠彦他, メニエール病の蝸電図. 日耳鼻 82,40-50 1979
- 8) 井上靖二他, メニエール病の蝸電図. 日耳鼻 79. 748-760 1976
- 9) 北原正章他, メニエール病診断の新しいアプローチ. 耳臨, 73, 127-137.1980
- 10) Kuppermann, R. The dynamic DC potential in the cochlea of guinea pig (summing potential) Acta otolaryng. 62. 465-480, 1966
- 11) Moffat, D. A. et al.: Transtympanic electrocochleography during glycerol dehydration. Acta otolaryng (Stockh) 85. 158-166, 1978
- 12) 森 望他, 聴力変動によるメニエール病の蝸電図. 耳臨. 73 増 1. 305-311, 1980
- 13) Nishida, H. et al.: Electrocochleographic study of sudden deafness. Ann Otol. 87. 571-578, 1978.
- 14) 大内利昭他, 蝸電図 AP 波形と聴力像の関係. 第 79 回目耳鼻総会. 1978
- 15) Ruben, R. J. The VIII th nerve action potential in Meniere's disease. Laryngoscope 73. 1456-1464, 1963
- 16) Schmidt, P. H. Study of Meniere's disease by electrocochleography. Acta otolaryng (Stockh) Suppl 316. 75-84, 1974
- 17) Simmons, F. B. Human auditory nerve responses: A comparison of three commonly used recording sites. Laryngoscope 85. 1564-1581, 1975
- 18) 水津百合子他, メニエール病における glycerol test と蝸電図検査の比較. 耳臨 73. 増 1.312-318.1980
- 19) Yosie, N. Diagnostic significance of the electrocochleogram in clinical audiometry. Audiology 12. 504-539, 1973
- 20) Yosie, N.: Electrocochleographic classification of sensorineural defects: pathological pattern of the cochlear nerve compound action potential in man. In Electrocochleography (ed. R. J. Ruben et al.) pp353-386. University Park Press. Baltimore. 1976
- 21) 吉江信夫他, 内耳疾患における蝸電図の summing potential について. 耳鼻 26.143-163.1980

Abstract

1. In evaluating the diagnostic significance of the polarity of summing potentials (SP) or the SP/AP ratio in Meniere's disease, the following should be studied:
 - 1) the electrode positions in the tympanic cavity;
 - 2) the interval of sound stimulations; and 3) the method of recording, whether it is by transtympanic or extra-tympanic recording.
2. When a double electrode recording is made via the transtympanic route, the polarity of the SP, whether it is positive or negative, depends on the

electrode positions.

3. Abnormal SP's were not very closely related to the time elapsed since the onset of vertigo, audiometric pattern, or the findings of the glycerol test.
4. It is difficult to differentiate Ménière's disease from sudden deafness on the basis of large SP/AP ratios alone, which are frequently found in both diseases.
5. Recovery or progression of hearing impairment was not always related to the findings of the SP.
6. Positive SP's were seen in Ménière's disease at a higher incidence than in other sensorineural hearing loss.