教育講座

メニエール病における加重電位 (SP) について

森 望

Summating Potential in Meniere's Disease

Nozomu Mori

Department of Otolaryngology, Kagawa Medical University

Summating potential (SP) findings in Meniere's disease were reviewed based mainly on the results of our study. Many studies have confirmed that an increased negative SP is observed more often in ears with endolymphatic hydrops such as Meniere's disease than in ears with other diseases. Recent reports have showed that negative SP in Meniere's disease is unchanged during hearing fluctuation although action potential (AP) is changed, and that positive SP is more frequently observed in Meniere's disease. Our recent study suggests that positive SP may provide different information on the pathophysiology of Meniere's disease from that obtained from negative SP. Recent reports have demonstrated that the combination of electrocochleography with glycerol test increases the diagnostic rate of Meniere's disease.

Key words: summating potential, Meniere's disease, electrocochleography, glycerol test

はじめに

メニエール病において加重電位 (summating potential: SP) の異常が記録されることは Yoshie¹⁾ が1973年に初めて報告して以来、数多くの報告がなされ^{2)~9)}、メニエール病以外の内リンパ水腫を呈する疾患にも -SP の異常増大が高頻度にみられることが明らかになった⁴⁾¹⁰⁾。最近では、SP を記録する蝸電図検査はグリセロールテスト、フロセマイドテストとともに、内リンパ水腫の診断に使用されており、メニエール病の補助診断法として確立されている。メニエール病の SP 所見につき、総説的に述べたい。

SP について

SP は潜時はほとんどなく、刺激音の持続に一致してみられる音誘発直流電位であり、極性には

プラスとマイナスがある。音誘発交流電位である CM (cochlear microphonics: 蝸牛マイクロフォン電位) と同じ time course をとる。その起源については CM ほど明らかではないが、主に蝸牛有毛細胞から記録される直流電位を反映していると考えられている¹¹⁾。

SP は記録部位、刺激音の周波数・音圧などによりその極性が複雑に変わることが知られているが、蝸電図検査にて記録される SP 極性は主にマイナスであり、+SP は鼓室内誘導法で高音刺激のときにみられるのみである (図1)。-SP は AP (action potential: 蝸牛神経複合電位) と極性が同じであり、AP と区別するために adaptation を利用する方法 (図2)、持続時間の長い刺激音を使用したり、フィルタを用いる方法 (フィルタで高域を 100 Hz 前後でカットして AP を除去する)¹²⁾ などがある。

図1 メニエール病症例の SP・AP 波形

鼓室内・鼓室外誘導法による同時記録結果を示している。

検査方法

記録方法には鼓室内誘導法と鼓室外誘導法があり、鼓室内誘導法は鼓膜を穿通して針電極（関電極）を鼓室岬角に固定して記録する方法であり、鼓室外誘導法は鼓膜あるいは外耳道に置いた関電極から記録する方法である。図3に両誘導法の一般的な電極の設置位置を示している。両方法とも不関電極は耳垂あるいは乳突部に、また、接地電極は鼻根部や前頭部に置かれる。

刺激音はクリック音、短音（トーンバースト）が用いられる。音圧はクリック音では正常耳の域値を 0 dBnHL として表示されることが多く、

トーンバーストではプラトローの部分と同じ振幅を有する純音の音圧（dB SPL）で表示される。音刺激は受話器あるいはスピーカーで行われるが、鼓室内誘導法の場合は電極装着の関係からスピーカーあるいはチューブ型イヤホンが使用されることが多い。SP・AP の記録の際、CM を消去するためにふつう、位相を交互に逆転させた刺激音を与える。

蝸电图検査の記録法の詳細は他論文¹³⁾を参照していただきたい。

メニエール病における SP 所見

1. 他の内耳疾患との相違

図2 AdaptationによるSPとAPの識別

刺激頻度の増加によりAPは減衰するが、SPには大きな変化はみられない。

図3 一般的な鼓室外・鼓室内誘導法における電極の設置部位

Aは鼓室外誘導法、Bは鼓室内誘導法における関電極の位置を示している。

—SPの異常増大を示すことが内リンパ水腫を認めない内耳疾患との大きな違いである。臨床的には—SPの増大を示す指標として、—SP振幅は個体差が大きいため、—SP/AP振幅比がよく使用される。表1に各種難聴における—SP/AP振幅比の増大を示す頻度を示している。内リンパ水腫を呈するメニエール病や内耳梅毒において50%以上の高頻度に増大がみられている。一方、有毛細胞障害により起こるストマイ・カナマイ難聴や騒音性難聴では増大はみられていない。

メニエール病耳におけるAP・SPパラメータを正常耳、有毛細胞障害耳（ストマイ・カナマイ難聴、騒音性難聴）と比較してみると、表2に示すようにメニエール病耳においてはAP(N1)振幅は有毛細胞障害耳と差はないが、—SP振幅は

表1 各種難聴における—SP/AP振幅比の増大を示す頻度（鼓室外誘導法による）

疾患名	—SP/AP振幅比の増大の頻度
メニエール病(確実例)	58/94耳(62%)
メニエール病(疑い例)	7/18 (39)
突発性難聴	1/35 (3)
老人性難聴	0/36 (0)
ストマイ・カナマイ難聴	0/10 (0)
騒音性難聴	0/22 (0)
内耳梅毒	4/7 (57)
聴神経腫瘍およびその他の小脳橋角部腫瘍	1/28 (4)
ハント症候群	0/4 (0)
耳硬化症	0/3 (0)
頭部外傷後難聴	1/16 (6)
原因不明進行性感音難聴	6/26 (23)
原因不明感音難聴	2/67 (3)

有意に増大していることがわかる。有毛細胞障害耳の—SP/AP振幅比は正常耳と差はないので、—SPはAPの減少に伴い、小さくなっているが、メニエール病耳においてはAPの減少にも拘らず、増大していると言える。

2. 誘導法によるSP所見の差について

SPは記録電極の位置により大きく影響を受けるので、メニエール病耳における鼓室内・鼓室外誘導法によるSP/AP振幅比（クリック音刺激）の増大の頻度を比較した（表3）。誘導法により正常耳の—SP/AP振幅比が異なるため、各誘導

表2 正常耳・有毛細胞障害耳・メニエール病耳におけるクリック刺激時(80 dB nHL)でのAP・SPパラメータ(鼓室外誘導法による)

		N _i 振幅 (μ V)	N _i 潜時 (msec)	-SP 振幅 (μ V)	-SP/AP 振幅比
正常耳(28 耳)	平均値	3.61	1.57	0.789	0.225
	標準偏差	1.29	0.12	0.322	0.067
有毛細胞障害耳(32 耳)	平均値	1.86	1.69	0.372	0.203
	標準偏差	1.30	0.41	0.333	0.157
メニエール病耳(56 耳)	平均値	1.91	1.69	1.07	0.638
	標準偏差	0.95	0.24	0.69	0.443
有意差あり	* $p < 0.02$	** $p < 0.01$	*** $p < 0.001$		
有意差なし	N.S.				

表3 メニエール病耳における鼓室外および鼓室内誘導法におけるSP/AP振幅比の増大の頻度(クリック音強音圧刺激)

	鼓室外誘導法	鼓室内誘導法
-SP/AP 振幅比の増大	21/35耳(60%)	16/35耳(46%)
+SP/AP 振幅比の増大	0/35 (0)	9/35 (26)
-SP/AP 振幅比あるいは +SP/AP 振幅比の増大	21/35 (60)	21/35 (60)

法による正常耳の3SDの上限値を求め、鼓室内誘導法では0.27以上、鼓室外誘導法では0.43以上を増大とした。表3は同一耳にて同時記録したものである。鼓室外誘導法では60%に-SP/AP振幅比の増大を認めるが、鼓室内誘導法では46%と減少している。鼓室内誘導法では+SPも記録されるので、+SP/AP振幅比が0.1以上を異常増大とする¹⁴⁾と、増大例は25%になる。-SP/AP振幅比・+SP/AP振幅比のいずれかが増大した例は60%になり、鼓室外誘導法の-SP/AP振幅比の増大率と一致している。

診断には周波数特異性のないクリック音がよく用いられるが、周波数特異性のある短音での成績も報告されており、図1のごとく1~2 kHz短音刺激で出現する-SPの増大がメニエール病の特徴とされている¹²⁾¹⁵⁾。

3. 聴力と-SPとの関係

クリック音刺激により鼓室外誘導法で記録した-SP振幅と聴力レベルの関係は有毛細胞障害耳では8 kHzと相関がみられるが、メニエール病耳ではいずれの周波数の聴力レベルとも相関はみられない⁸⁾。また、長期観察例で2回以上蝸電図

検査を行った研究報告では聴力変動により-SPは変化しないとされており³⁾¹⁶⁾、-SP/AP振幅比は高音域の難聴の悪化に伴い増加する¹⁶⁾とされている。

4. グリセロールテストとの関係

蝸電図検査とともにメニエール病の診断に用いられるグリセロールテストを併用すると、メニエール病の診断率が増加することが報告されている⁷⁾¹⁷⁾。両検査を施行したメニエール病51耳において-SP/AP振幅比の増大は63%にみられ、グリセロールテスト陽性例は51%であり、両検査のどちらか一方が陽性を示した例は84%になった¹⁷⁾。蝸電図検査は高音域に選択性が高く、一方、グリセロールテストは低音域に選択性が高いため、両検査の併用は診断率を高めるものと考えられる¹⁷⁾。

5. -SP増大の機序について

-SP増大の機序に関しては、まだ、確定していないが、今のところ、最も信じられているのは、内リンパ水腫による基底膜の鼓室階への定常的な変位により蝸牛有毛細胞が過分極を起こすためとする説である²⁾¹⁸⁾。グリセロール投与により-SPが減少するとする報告^{19)~21)}はこの説を支持するものと考えられるが、聴力変動に拘らず、-SPが変化しないとする長期観察例における報告³⁾¹⁶⁾は説明が困難である。実験的内リンパ水腫動物においてSPの変化を観察した報告では-SPの増大を示す例もある²²⁾²³⁾が、内リンパ水腫の増大とともに-SPは減少する²²⁾²⁴⁾とされており、メニエール病のSP所見とは一致していない。

6. +SP について

鼓室内誘導法にて記録した場合、メニエール病で +SP の出現率が高いとの報告がある⁷⁾²⁵⁾。グリセロール投与により -SP は減少するが、+SP には変化がみられず、グリセロールに対する -SP、+SP の反応の違いが報告されている²¹⁾。また、-SP と +SP では等振幅曲線で異なったパターンを示し、+SP は -SP とは異なった病態を示していることが示唆されている²⁶⁾。+SP は -SP のように、その診断的意義は確立していないが、参考所見としては重要と考えられる。

おわりに

メニエール病における SP 所見につき、今までの報告に基づいて、その概略を述べた。SP は記録方法により、微妙に変化するので、その所見の解釈には注意を要することを付記したい。

文 献

- 1) Yoshie N: Diagnostic significance of the electro-cochleogram in clinical audiometry. *Audiology* 12: 504-539, 1973
- 2) Gibson WPR, Moffat DA, Ramsden RT: Clinical electrocochleography in the diagnosis and management of Meniere's disorder. *Audiology* 16: 389-401, 1977
- 3) Eggermont JJ: Summating potentials in Meniere's disease. *Arch Otorhinolaryngol* 222: 63-75, 1979
- 4) Mori N, Matsunaga T, Asai H: Clinical application of non-invasive electrocochleography. *Auris Nasus Larynx* (Tokyo) 7: 111-123, 1980
- 5) Coats AC: The summating potential and Meniere's disease I. Summating potential amplitude in Meniere and non-Meniere ears. *Arch Otolaryngol* 107: 199-208, 1981
- 6) Kitahara M, Takeda T, Yazawa Y, et al: Electrocochleography in the diagnosis of Meniere's disease. In eds Vosteen K-H, Schuknecht H, Pfaltz CR, et al. *Meniere's disease pathogenesis, diagnosis and treatment*. pp 163-169, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1981
- 7) Kanzaki J, Ouchi T, Yokobori H, et al: Electrocochleographic study of summating potentials in Meniere's disease. *Audiology* 21: 409-424, 1982
- 8) Mori N, Asai H, Doi K, et al: Diagnostic value of extratympanic electrocochleography in Meniere's disease. *Audiology* 26: 103-110, 1987
- 9) Aso S, Watanabe Y, Mizukoshi K: A clinical study of electrocochleography in Meniere's disease. *Acta Otolaryngol* (Stockh) 111: 44-52, 1991
- 10) Ramsden RT, Moffat DA, Gibson WPR: Transtympanic electrocochleography in patients with syphilis and hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 86: 827-834, 1977
- 11) Cheatham MA, Dallos P: Stimulus biasing: A comparison between cochlear hair cell and organ of Corti response patterns. *Hear Res* 75: 103-113, 1994
- 12) 大橋 徹: 人の蝸牛性直流電気反応の聴覚生理学的検討—蝸電図 SP による病態診断—。耳鼻臨床 76: 2857-2895, 1983
- 13) 森 望: 1. 聴覚検査 (6) 他覚的検査—3 蝸電図。耳鼻頭頸 増65: 65-70, 1993
- 14) Kumagami H, Nishida H, Baba M: Electrocochleographic study of Meniere's disease. *Arch Otolaryngol* 108: 284-288, 1982
- 15) Mori N, Asai H, Sakagami M, et al: Comparison of summating potential in Meniere's disease between trans- and extratympanic electrocochleography. *Audiology* 26: 348-355, 1987
- 16) Asai H, Mori N: Change in the summating potential and action potential during the fluctuation of hearing in Meniere's disease. *Scand Audiol* 18: 13-17, 1989
- 17) Mori N, Asai H, Suizu Y, et al: Comparison between ECochG and glycerol test in Meniere's disease. *Scand Audiol* 14: 209-213, 1985
- 18) Eggermont JJ: Electrocochleography. In eds Keidel WD, Neff WD. *Handbook of sensory physiology vol V/3*. pp 625-705, Springer-Verlag, Berlin, 1976
- 19) Coats AC: Meniere's disease and the sum-

- mating potential III. Effect of glycerol administration. Arch Otolaryngol 107: 469-473, 1981
- 20) Gibbin KP, Mason SM, Singh CB: Glycerol dehydration tests in Meniere's disorder using extratympanic electrocochleography. Clin Otolaryngol 6: 395-400, 1981
- 21) Dauman R, Aran J-M, Portmann M: Summating potential and water balance in Meniere's disease. Ann Otol Rhinol Laryngol 95: 389-395, 1986
- 22) 竹田泰三: メニエール病の聴覚に関する実験的研究. 耳鼻臨床 74: 2507-2561, 1981
- 23) Kumagami H, Miyazaki M: Chronological changes of electrocochleogram in experimental endolymphatic hydrops; Special reference with AP output potential and hair cell cilia. ORL 45: 143-153, 1983
- 24) Horner KC, Cazals Y: Independent fluctuations of the round window summating potential and compound action potential following the surgical induction of endolymphatic hydrops in the guinea pig. Audiology 244: 49-54, 1988
- 25) Mori N, Koshimune A, Asai H: Clinical significance of positive summating potential in Meniere's disease. ORL 52: 10-15, 1990
- 26) Mori N, Asai H, Shugyo A, et al: Frequency characteristics of summating potential in Meniere's disease. Scand Audiol 23: 3-6, 1994

原稿到着: 平成8年3月29日

別刷請求先: 森 望

〒761-07 香川県木田郡三木町大字池戸1750-1

香川医科大学耳鼻咽喉科学教室