蝸電図からみた補充現象

長崎大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：隈上秀伯教授）

大 沢 広 秀

ELECTROCOCHLEOGRAPHIC STUDY OF THE RECRUITMENT PHENOMENON

HIROHIDE OHSAWA, M. D.

Department of Otolaryngology, School of Medicine, Nagasaki University, Nagasaki

Loudness recruitment phenomenon measured by short increment sensitivity index (SISI) test or a alternate binaural loudness balance (ABLB) test were deduced from the electrocochleographic findings induced by the transtympanic electrode technique.

The ears that were positive in ABLB test at all frequencies of 1 kHz, 2 kHz and 4 kHz or that scored 100% in SISI test were assigned to the recruitment phenomenon positive group.

Likewise, the ears that were negative in ABLB test or that scored 0% in SISI test were assigned to the recruitment phenomenon negative group.

The positive group included 35 cases and the negative group 12 cases.

The results obtained were as follows:

1. Positive recruitment phenomenon was observed in cases that the compound action potential (AP) showed a steep increment in its amplitude as the tone intensity increased and the AP amplitude at an intensive sound was equal to or larger than normal level.
2. The recruitment phenomenon was also positive in cases of dominant negative summing potential (dominant -SP), even if the AP amplitude was low.
3. Negative recruitment phenomenon was observed in cases that the AP amplitude was much lower than normal and -SP was also lower than normal.
4. A large -SP seemed to play an important role for generation of recruitment phenomenon.

Key words: 補充現象, AP, SP, CMA87—0027—23521

は じ め に

Fowler¹⁾ は 1937年に感音難聴耳では正常耳とくらべて「音の強さを増加していくと、音の大きさの感覚が異常に増加していく現象」のあることを発表し、この現象を“recruitment of loudness phenomenon”と呼んだ。さらに Dix ら²⁾ は 1948年にコルチ器の有毛細胞病変のある場合には補充現象が陽性となるが、蝸牛神経線維よりも中枢部の病変では補充現象は陰性となることを発表して以来、感音難聴を内耳性難聴と後迷路性難聴とに区別するための重要な診断法として補充現象は利用されている。

一方、他覚的聴力検査である蝸電図検査 (electrocochleography: ECochG) でも補充現象に関する報告がなされている³⁾⁴⁾⁵⁾。

今回われわれは補充現象を蝸牛電気現象より把握するため、感音難聴症例の蝸電図所見と補充現象との関連について検討した。

方 法

補充現象の検査法としては、short increment sensitivity index (SISI) test、もしくは alternate binaural loudness balance (ABLB) test を 1, 2, 4 kHz のす

べてについて行った。

蝸電図測定はシールドした防音室内で鼓室内誘導法にて記録した。活性電極として針電極（直径 0.2mm）を鼓室岬角に、同側耳垂に不関電極を、鼻根近くに接地電極をおいた。

刺激音は刺激信号発生装置（Function Generator 456, 菊水電気工業）からオーディオメータの attenuator を通し、さらに出力増幅器（Pioneer Model SA-710）で増幅しスピーカ（Onkyo HM-450A）から発生させた。蝸牛マイクロホン電位（cochlear microphonics: CM）測定の際は電子スイッチ（SB-03, リオン）で持続時間、立上り、下り時間を定めた。

検査音は one cycle の click 音、0.5, 1, 2, 4 kHz の tone burst（持続時間を 1, 2, 4 kHz では 3 msec, 0.5 kHz では 6 msec とし、立上り、下り時間はすべて 1 msec）を使用した。蝸牛神経複合活動電位（compound action potential: AP）測定には click と 1, 2, 4 kHz tone burst とを用いた（ただし tone burst では 70, 80, 90 dB のみ測定）。summing potential (SP) は click を用いた AP, SP 混合波形中の SP を測定した。CM 測定には 0.5, 4 kHz tone burst を用いた。

音刺激間隔は AP, SP の測定では 210 msec, CM の

測定では 110 msec とした。

スピーカは検査耳より 50 cm 側方におき音刺激を与えた。

生体増幅装置は前置増幅器（AVB-9, 日本光電）を用い、周波数帯域を click, 0.5, 1, 2 kHz tone burst による測定では 15 Hz~4 kHz とし、4 kHz tone burst による測定では 15 Hz~10 kHz に設定した。

加算平均には反応加算解析装置（Signal Processor 7T07A, 三栄測器）を用い、解析時間は AP, SP, 4 kHz CM 測定では 10 msec, 0.5 kHz CM 測定では 20 msec とし、得られた反応波形を X-Y レコーダに記録した。

なお音の強さの表示は聴力正常者の click, 0.5, 1, 2, 4 kHz tone burst に対する聴取域値の各々の平均を 0 dB とした。

われわれの聴力正常者の蝸電図検査では刺激強度 90 dB における click AP 振幅の平均は 30 μ V, AP 潜時は 1.05 ± 0.04 msec, 1, 2, 4 kHz tone burst AP 振幅の平均は各々 23, 19, 17 μ V 程度、0.5, 4 kHz CM 振幅の平均は各々 27, 20 μ V 程度である。また 0.5, 4 kHz CM の反応域値は各々 40, 50 dB である。click を用いた AP, SP 混合波形中の刺激強度 90 dB における -SP・AP 比, +SP・AP 比は各々 $22.8 \pm 5.4\%$, $6.1 \pm 5.0\%$, -SP,

図 1 (A) 聴力正常例の AP, SP, CM 反応波形と click AP, 0.5, 4 kHz CM の入出力曲線を示す。AP, CM 入出力曲線は聴力正常者 10 例の平均値であり、AP, SP, CM 反応波形はそのうちの 1 例である。

+SP の振幅は各々 $7.1 \pm 3.2 \mu V$, $1.8 \pm 1.5 \mu V$ である。そして -SP・AP比が 30% 以上のものを dominant -SP とした (図 1)。

対 象

1981年5月から1982年11月までの間に当科外来にて蝸電図検査を行った症例のうちの47例を対象とした。そして SISI test, もしくは ABLB test により 補充現象陽性群と陰性群とに分類した。なお SISI test は ABLB test 不能のものに用いた (両側難聴例, 高度難聴例 など)。

補充現象陽性群(35例): 1, 2, 4kHz のすべてにおいて SISI score 100% もしくは ABLB test 陽性のもの。

補充現象陰性群(12例): 1, 2, 4kHz のすべてにおいて SISI score 0% もしくは ABLB test 陰性のものとした。なお両群の平均聴力レベルには有意差を認めなかった ($p > 0.2$)。

結 果

各症例は蝸電図結果より以下の様に分類された。

I) 補充現象陽性群

1) supernormal AP, normal -SP/AP 群

2) AP high response, dominant -SP 群

3) AP low response, dominant -SP 群

II) 補充現象陰性群

AP low response, normal -SP/AP 群

各々の群の疾患の内容とそれぞれの症例数ならびに 0.5, 1, 2, 4kHz における聴力レベルの平均を表 1 に示す。

次に各群の蝸電図検査結果を示す。

I) 補充現象陽性群: AP は click, 1, 2, 4kHz tone burst とともに 強音圧での AP 振幅が良好で, 刺激強度 90dB における AP 振幅の平均は 各々 32.3, 22.9, 22.0, 19.5 μV で 聴力正常例と有意差を認めなかった ($p > 0.3$)。AP 潜時の平均は 刺激強度 90dB で 1.19 msec で有意の延長が認められた ($p < 0.0002$)。CM 振幅の平均は刺激強度 90dB で 4kHz は 16.8 μV で聴力正常例と有意差なく同等であったが ($p > 0.4$)。0.5 kHz では 21.2 μV で有意差を認めた ($p < 0.04$)。 (図 2)

1) supernormal AP, normal -SP/AP 群: 強音圧での AP 振幅が非常に良好で正常電位よりさらに高い電位を示し, -SP・AP 比が正常であったものである。click, 1, 2, 4kHz tone burst AP 振幅の平均は刺激強度 90dB で各々 50.7, 37.3, 34.0, 28.4 μV で聴力

図 1 (B) 聴力正常者 10 例の click, 1, 2, 4kHz tone burst による AP の平均の AP 入出力曲線を示す。

表 1 各々の群の疾患の内容とそれぞれの症例数ならびに 0.5, 1, 2, 4 kHz における聴力レベルの平均を示す

	症例数	聴 力 レ ベ ル			
		0.5	1	2	4 kHz
I) 補充現象陽性群	35	58	58	59	58 dB
1) supernormal AP, normal -SP/AP 群	15	62	64	61	56
急性音響外傷	4	80	81	75	63
メニエール病Ⅱ型	3	43	38	37	35
家族性難聴	2	63	70	70	55
その他 (原因不明)	6	59	63	62	62
2) AP high response, dominant -SP 群	10	60	57	56	53
メニエール病Ⅱ型	7	59	54	51	51
進行性難聴	2	73	65	68	55
その他	1	40	55	60	60
3) AP low response, dominant -SP 群	10	50	51	60	69
メニエール病Ⅲ型	4	61	60	63	66
内耳梅毒	2	50	60	68	68
若年性進行性難聴	1	15	25	55	75
急性音響外傷	1	50	25	30	70
その他	2	45	50	65	70
II) 補充現象陰性群					
AP low response, normal -SP/AP 群	12	53	47	52	58
進行性難聴	2	43	53	60	63
急性音響外傷	1	50	50	55	65
突発難聴	1	80	60	60	80
卵円窓破裂	1	50	55	70	70
その他	7	52	42	46	51

正常例より非常に高電位であった ($p < 0.004$)。AP 入出力曲線では H-curve⁶⁾ のみの recruit type³⁾⁴⁾ を示した。AP 潜時の平均は刺激強度 90dB で 1.09msec で聴力正常例と有意差を認めなかった。 ($p > 0.2$)。

CM 振幅の平均は刺激強度 90dB で 4kHz では 22.6 μ V, 0.5kHz では 30.1 μ V と良好であったが正常振幅同等であり ($p > 0.5$)、AP の様に正常以上とまではいかなかった。

-SP は -SP・AP 比では正常範囲であったが -SP の振幅そのものでは刺激強度 90dB の平均で 10.6 ± 4.9 μ V で正常例より有意に高電位であった ($p < 0.05$)。またこの中でも AP 振幅が高電位のものほど -SP 振幅も高電位を示していた (図 3)。

2) AP high response, dominant -SP 群: 強音圧

での AP 振幅が良好で, dominant -SP を示したものである。4kHz click, 1, 2, 4kHz tone burst AP 振幅の平均は刺激強度 90dB で各々 30.6, 20.3, 16.9, 19.9 μ V で聴力正常例同等の良好な出力電位を示した ($p > 0.3$)。AP 入出力曲線では H-curve のみの recruit type を示した。AP 潜時の平均は刺激強度 90dB で 1.12msec で聴力正常例と有意差を認めなかった ($p > 0.07$)。

CM 振幅の平均は刺激強度 90dB で 4kHz では 14.9 μ V, 0.5kHz では 20.7 μ V と聴力正常例と同等であった ($p > 0.09$)。

-SP 振幅は刺激強度 90dB で 13.3 ± 6.9 μ V で正常例より有意に高電位であった ($p < 0.02$)。-SP・AP 比の平均は刺激強度 90dB で 43.0%であった (図 4)。

3) AP low response, dominant -SP 群: 強音圧で

図 2 補充現象陽性群 35例の平均の AP, CM 入出力曲線を示す.

図 3 補充現象陽性, supernormal AP, normal -SP/AP 群 15例の平均の AP, CM 入出力曲線を示す.

図 4 補充現象陽性, AP high response, dominant -SP 群 10例の平均の AP, CM 入出力曲線を示す。

図 5 補充現象陽性, AP low response, dominant -SP 群 10例の平均の AP, CM 入出力曲線を示す。

の AP 振幅が小さく, dominant -SP を示したものである. click, 1, 2, 4kHz tone burst AP 振幅の平均は刺激強度 90dB で各々 6.3, 4.4, 4.0, 5.8 μ V で聴力正常例より非常に低電位であった ($p < 0.000006$). AP 入出力曲線では L-curve⁶⁾ のみであった. AP 潜時の平均は刺激強度 90dB で 1.40msec で聴力正常例より非常に延長していた ($p < 0.00004$). 補充現象陽性群が全体で AP 潜時延長を示したのはこの群の AP 潜時が著明延長をきたしていたためであった.

CM 振幅の平均は刺激強度 90dB で 4kHz では 10.1

μ V, 0.5kHz では 8.3 μ V と聴力正常例より有意に低電位であった ($p < 0.03$).

-SP は -SP・AP 比では刺激強度 90dB の平均で 79.3%で dominant -SP を示したが -SP 振幅そのものは刺激強度 90dB の平均で $4.2 \pm 1.5\mu$ V で正常例より低電位であった ($p < 0.03$). (図 5)

II) 補充現象陰性群, AP low response, normal -SP/AP 群: AP は click, 1, 2, 4kHz tone burst とともに強音圧での AP 振幅が小さく, 刺激強度 90dB における AP 振幅の平均は各々 9.5, 7.0, 7.6, 6.8 μ V で聴力正

図6 補充現象陰性群 12例の平均の AP, CM 入出力曲線を示す。

常例より非常に低電位であった ($p < 0.000002$)。AP 入出力曲線では L-curve のみであった。AP 潜時の平均は刺激強度 90dB で 1.19msec で聴力正常例より有意に延長していた ($p < 0.007$)。

CM 振幅の平均は刺激強度 90dB で 4kHz では $4.4 \mu\text{V}$ 、0.5kHz では $6.0 \mu\text{V}$ で聴力正常例より非常に低電位であった ($p < 0.000002$)。

—SP は —SP・AP 比では正常範囲であり、—SP 振幅そのものは刺激強度 90dB の平均で $2.2 \pm 1.2 \mu\text{V}$ で正常例より非常に低電位であった ($p < 0.00008$)。

この補充現象陰性群と前に述べた補充現象陽性、AP low response, dominant —SP 群とは AP, CM 振幅の程度が非常に類似していた。AP, CM 振幅では 2, 4kHz tone burst AP 振幅において陰性群の方が高電位であったが ($p < 0.03$)、その他は有意差を認めなかった ($p > 0.07$)。AP 潜時では AP low response 群の方がより延長していた ($p < 0.03$)。—SP 振幅は AP low response 群の方がより高電位で dominant —SP を示していた ($p < 0.002$)。このように同じような大きさの AP, CM 振幅を示した両群が一方では補充現象陽性、一方では陰性となるのは —SP の影響が考えられた (図6)。

次に各群の症例を示す。

症例1: A.H. 14歳, 男性 右急性音響外傷 補充現象陽性, supernormal AP, normal —SP/AP 群

1978年右耳近くに爆竹を鳴らした。その直後より右難聴出現するも放置。その後聴力不変。1982年6月22日右蝸電図検査施行。純音聴力検査では右水平型感音難聴で平均聴力レベルは 70.8dB。

AP 振幅は刺激強度 90dB の click で $55.0 \mu\text{V}$ と高電位で AP 入出力曲線では H-curve のみで、音圧の増

強につれて AP 入出力曲線が急峻な recruit type であった。AP 潜時は正常であった。

CM 振幅も 0.5kHz では強音圧での伸びが良好で、刺激強度 90dB で $63.8 \mu\text{V}$ と高電位であった。4kHz では AP 振幅の立ち上がりが急峻なため記録上では AP, SP, CM 混合波形の時に CM 波形が非常に強く伸展されてしまい、CM 単独波形にした時には CM 波形中央部が欠如してしまい実際の振幅よりはかなり小さく記録されてしまっていた。

—SP は —SP・AP 比では正常範囲にあったが —SP 振幅としては刺激強度 90dB で $16.4 \mu\text{V}$ と非常に高電位を示していた (図7)。

症例2: T.M. 45歳, 男性 右メニエール病Ⅱ型⁷⁾

(メニエール病の分類は聴力の変動性よりなされた馬場の方法によった) 補充現象陽性, AP high response, dominant —SP 群

1978年頃より右耳鳴, 右難聴, めまい発作が反復出現。右難聴は変動しながら悪化。1981年8月24日右蝸電図検査施行。純音聴力検査では右水平型感音難聴で平均聴力レベルは 63.3dB。

AP 振幅は良好で刺激強度 90dB の click では聴力正常例同等の $30.9 \mu\text{V}$ で、AP 入出力曲線では H-curve のみで recruit type であった。AP 潜時は刺激強度 90dB で 1.12msec で軽度延長していた。

CM 振幅は刺激強度 90dB で 4kHz では $9.4 \mu\text{V}$ 、0.5kHz では $19.1 \mu\text{V}$ で、4kHz ではやや低下していたがおおむね良好な反応であった。

—SP は刺激強度 90dB で —SP・AP 比は 47.9% で dominant —SP を示し、—SP 振幅は $14.8 \mu\text{V}$ で非常に高電位を示していた (図8)。

図 7 症例 1, 補充現象陽性, supernormal AP, normal -SP/AP 群

図 8 症例 2, 補充現象陽性, AP high response, dominant -SP 群

症例 3: M. T. 68歳, 男性 左メニエール病Ⅲ型⁷⁾
補充現象陽性, AP low response, dominant -SP 群
1981年頃より左耳鳴, 左難聴を伴うめまい発作出現。

左難聴は変動しながら悪化。1982年2月17日左蝸電図検査施行。純音聴力検査では左高音漸傾型感音難聴で平均聴力レベルは 64.2dB。

図 9 症例 3, 補充現象陽性, AP low response, dominant -SP 群

AP 振幅は刺激強度 90dB の click で $4.1\mu\text{V}$ と非常に低電位で, AP 入出力曲線では L-curve のみであった。AP 潜時は刺激強度 90dB で 1.38msec で著明に延長していた。そのため AP 波形は AP, SP 分離型の二峰性波形を呈していた。

CM 振幅は刺激強度 90dB で 4kHz では $12.8\mu\text{V}$, 0.5kHz では $9.7\mu\text{V}$ で低下しているものの, まだある程度の出力電位を残していた。

-SP は刺激強度 90dB で -SP・AP 比は 92.7% と非常に増大し dominant -SP を示したが, -SP 振幅は $3.8\mu\text{V}$ と低電位であった (図 9)。

純音聴力検査では両側高音漸傾型感音難聴で平均聴力レベルは 41.7dB, 難聴はその後水平型感音難聴となり進行。

AP 振幅は刺激強度 90dB の click で $7.3\mu\text{V}$ と非常に低電位で, AP 入出力曲線では AP の反応域値は良好であるにもかかわらず強音圧での出力電位は低電位であった。AP 潜時は正常であった。

CM 振幅は刺激強度 90dB で 4kHz では $4.5\mu\text{V}$, 0.5kHz では $3.1\mu\text{V}$ で非常に低電位であった。

-SP 振幅は刺激強度 90dB で $2.0\mu\text{V}$ で低電位であった。-SP・AP 比は正常範囲であった (図 10)。

考 按

蝸電図における補充現象は AP 入出力曲線の強音圧での AP 振幅が良好で急峻な反応を示し H-curve のみであり, また AP 振幅は時には正常値以上にも達すると報告されている³⁾⁴⁾⁵⁾。今回のわれわれの蝸電図結果にても

症例 4: Y. I. 22歳 女性 両側進行性難聴 補充現象陰性群, AP low response, normal -SP/AP 群
1981年 8 月頃よりめまい発出現。1 カ月にて消失。
9 月 16 日の純音聴力検査では聴力正常。9 月下旬より両側難聴出現, 徐々に進行, 10 月 5 日左蝸電図検査施行,

図 10 症例 4, 補充現象陰性群

同様に、この様な AP 入出力関係を示すものはすべて補充現象陽性であった。これには補充現象陽性群のうちの supernormal AP, normal -SP/AP 群, AP high response, dominant -SP 群が相当する。AP 入出力曲線では振幅スケールを絶対値の μV 表示としたが、これらの群では強音圧での AP 入出力曲線の AP 振幅が非常に急峻で良好であり、高電位であった。

Supernormal AP, normal -SP/AP 群は -SP・AP の比よりみれば正常であるが -SP 振幅そのものは高電位を示していた。そして AP 振幅が高電位であるものほど -SP 振幅も非常に大きく、この大きな -SP が AP 高電位の源となっている様に思われた。AP high response, dominant -SP 群においても AP 振幅は聴力正常例同等に良好な出力電位であり、また -SP 振幅は正常値以上に高電位であった。この様な AP および -SP の良好な出力電位は削岩機による難聴例⁸⁾やメニエール病 II 型⁷⁾に多く認められた。

Tonndorf⁹⁾ は補充現象の発生の原因として蓋膜と聴毛との関係より、一部分の有毛細胞において聴毛が蓋膜から離れていると低音圧刺激では聴毛は蓋膜に接せず、このため反応域値が上昇するが、強音圧刺激においては聴毛が蓋膜に接し、しかも正常以上に center-clipping が起こり AP 入出力曲線の急峻なものを示し、これが補充現象であると述べている。

われわれが行った爆竹による難聴の実験的観察においてもこの事を思わせる結果であった¹⁰⁾。すなわちこれらの例では聴毛の障害の程度と AP 振幅との間には関係がみられ、対照値同等の良好な AP 振幅を示すものは外有毛細胞第 3 列目の聴毛の軽度な障害例であった。

今回のわれわれの結果を -SP からみると、補充現象陽性群は -SP 振幅が聴力正常例以上に高電位であったものと、たとえ低電位でも dominant -SP を示したものとであり、一方補充現象陰性群は -SP・AP 比が正常で、しかも -SP 振幅が非常に低電位のものであり -SP と補充現象との関連が考えられた。

CM は刺激音圧の増加とともに振幅が増大するが 100 dB SPL をすぎる頃には飽和してしまう。しかし SP は CM が飽和する直前から急速に負の値を増加していく。音刺激の変化によって生じる CM, SP の変化が神経放電を引き起こさせるためにどのような役割を行っているかの説明として Tasaki¹¹⁾ は負の SP の示す意味はコルチ器内負電位と蝸牛内直流電位 (endocochlear potential: EP) が有毛細胞上縁で対立している、この 2 つの静止電位はそれぞれ負と正であることから、そこに大きな電位差つまり分極が構成されており、この分極の脱分極すなわち抵抗の低下、有毛細胞を横切る電流の増加となりしかもこの脱分極の生じている相、つまり CM の負成分および SP の負極で神経活動電位の放電が生じてい

ると述べている。すなわち -SP は刺激促進的に働くので、たとえば 刺激音圧が増加し CM が飽和して大きくならなくても -SP がかわりに脱分極を増加させて音を大きく感じるようにするものと思われる。このように -SP が補充現象には大きく影響をおよぼしていると思われる。

われわれがこれまで蝸電図検査を行ってきたうちで -SP 自体の出力電位が最も高いものはメニエール病であり、-SP はメニエール病の聴力変動が最も大きい例にみられ聴力変動が小さい例においては -SP の出力電位も低下がみられ正常例のそれと同じ程度の出力電位を示す⁷⁾。

また実験的に内リンパ水腫を作製して経時的に蝸電図の変化を観察すると¹²⁾、-SP 自体の出力電位は内リンパ水腫が完成した初期に最も -SP が高くその後経時的に低下する。-SP が最も高い時期には AP も極めて高く、いわゆる supernormal な出力電位がみられている。

このような -SP が最も高い時期においては有毛細胞の障害は軽微であり¹³⁾、前庭階、鼓室階および中央階のいずれの階においても SP の極性が陰性を示す病態である¹³⁾。すなわち増大した -SP は内リンパ水腫形成と有毛細胞障害が少ない病期にみられるように思われる。

補充現象をさらに AP の応答野の面より検討した Eggermont¹⁴⁾ および 西田ら¹⁵⁾ の研究によると補充現象陽性例は聴力正常耳の AP の応答野の H-curve 部分を充足、すなわち補充しており AP の入出力曲線は強音圧刺激領域で急峻な立ち上がりを示している。このことは Kiang ら¹⁶⁾ や Evans¹⁷⁾ がニューロンレベルで補充現象について turning curve を用いた応答野についての研究においても同様な結果が得られている。

われわれは先に顔面神経痙攣症のため開頭術により小脳橋角部における顔面神経起始部での血管よりの減荷手術をうけ難聴をきたした例の蝸電図検査を行う機会を得たが¹⁸⁾、この例では平均聴力レベル 86.7dB の高度な水平型感音難聴で手術操作による純粋な後迷路障害による難聴であった。蝸電図所見は AP 振幅は刺激強度 90dB で 6.1 μ V と非常に低電位で broad な反応波形⁷⁾を示し、AP 反応域値は 10dB より認められたが AP 振幅は強音圧でも低電位であった。しかし CM 反応はなおよく保存されていた。このようにいわゆる後迷路性難聴は蝸電図的にみると、AP の反応域値は純音聴力域値にくらべて良好であるが AP の出力電位が強音圧でも小さいこと、つまり AP の応答野が狭いことと理解される。

今回の症例のうちには同一疾患であっても補充現象が陽性を示したり、あるいは陰性を示したりするものがみられたが、このことは聴毛の障害の程度、内リンパ腔の形態の変化 (hydrops, collapse) の有無、聴神経線維の障害の程度の組み合わせにより陽性を示したり一方では陰性を示したりするものと思われる。

ま と め

SISI test もしくは ABLB test により補充現象を測定し、鼓室内誘導法による蝸電図検査を行い補充現象と蝸電図所見との関連について検討した。

1, 2, 4kHz のすべてにおいて SISI score 100% もしくは ABLB test 陽性のものを補充現象陽性群とし、SISI score 0% もしくは ABLB test 陰性のものを補充現象陰性群とした。対象は陽性群 35例、陰性群 12例の感音難聴例であった。

以上より次の結論をえた。

1. 強音圧での AP 振幅が良好で正常電位またはそれ以上の高電位を示すものは補充現象陽性を示す。
2. AP の出力電位が低電位であっても dominant -SP を示すものも補充現象陽性を示す。
3. AP の出力電位が非常に低電位であり、しかも -SP の出力電位も非常に低電位であるものは補充現象陰性を示す。
4. 補充現象の発生には -SP の出力電位の増大が重要な働きを行っていると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Fowler EP: Measuring the sensation of loudness. A new approach to the physiology of hearing and the functional and differential diagnostic tests. Arch Otolaryngol 26: 514-521, 1937.
- 2) Dix MR, Hallpike CS and Hood JD: Observations upon the loudness recruitment phenomenon, with especial reference to the differential diagnosis of disorders of the internal ear and VIII nerve. Proc R Soc Med 41: 516-526, 1948.
- 3) Portmann M, Aran JM and Lagougue P: Testing for "recruitment" by electrocochleography. Ann Otol 82: 36-43, 1973.
- 4) Aran JM: Clinical measures of VIIIth nerve function. In adv Oto-Rhino-Laryng 20, Oto-

- physiology eds JE Hawkins Jr, M Lawrence and WP Work. S Karger, Basel. 1973. pp 374-394.
- 5) Eggermont JJ, Odenthal DW, Schmidt PH et al: Electrocochleography. Basic principles and clinical application. Acta Otolaryng Suppl 316: 5-84, 1974.
 - 6) Yoshie N: Auditory nerve action potential responses to clicks in man. Laryngoscope 78: 198-215, 1968.
 - 7) 馬場正明: 蝸電図よりみたメニエール病の内耳病態 日耳鼻 83: 1028-1035, 1980.
 - 8) 大沢広秀 隈上秀伯 西田裕明 森内晴美: 削岩機による難聴の蝸電図所見 Audiology Japan 25: 176-182, 1982.
 - 9) Tonndorf J: Stereociliary dysfunction, a cause sensory hearing loss, recruitment, poor speech discrimination and tinnitus. Acta Otolaryngol 91: 469-479, 1981.
 - 10) 隈上秀伯 宮崎 充 大沢広秀 森内晴美: 爆竹による感音難聴の蝸電図所見 — 臨床的ならびに実験的観察 — 耳鼻 28: 743-750, 1982.
 - 11) Tasaki I: Nerve impulsus in individual auditory nerve fibers of guinea pig. J Neurophysiol 17: 97-122, 1954.
 - 12) Kumagami H and 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.
 - 13) 西田裕明 隈上秀伯 馬場正明 森内晴美 大沢広秀: 蝸電図における Negative summing potentials (—SP 電位) の異常増大現象の発生機構について 日耳鼻 83: 1435-1439, 1980.
 - 14) Eggermont JJ: Electrocochleography and recruitment. Ann Otol 86: 138-149, 1977.
 - 15) 西田裕明 隈上秀伯 沢田正道 馬場正明: 遮蔽音による AP の変化 Audiology Japan 20: 371-372, 1977.
 - 16) Kiang N Y-S, Moxon EC and Levine RA: Auditory nerve activity in cats with normal and abnormal cochlears. In sensorineural hearing loss eds GE W Wolstenholme and J Knight. J and A churchill, London. 1970. pp 241-273.
 - 17) Evans EF: The frequency response and other properties of single fibres in the guinea-pig cochlear nerve. J Physiol 226: 263-287, 1972.
 - 18) 大沢広秀 隈上秀伯 森内晴美 宮崎 充: 顔面痙攣症に対する減荷術(開頭術)後にみられた感音難聴例の蝸電図 Audiology Japan 25: 608-613, 1982.

(原稿受付 昭和 53. 8. 4日)

別刷請求先 〒852 長崎市坂本町 7-1

長崎大学医学部耳鼻咽喉科学教室 大沢広秀