研 究

BSR第V波潜時の蝸牛内決定因子について

山田 修・小寺 一興・八木 聡明・山根 仁

Cochlear Determinants of Wave V in Latency
Brain Stem ResponseOsamu Yamada, Kazuoki Kodera,
Toshiaki Yagi and Hitoshi Yamane

(Teikyo Univ.)

Effects of inner ear pathologies on wave V latency of the auditory-evoked brain stem response (BSR) were studied in twelve selected cases of flat, low-frequency, severe high frequency and gradual high frequency sensory hearing losses.

In cases of flat and low frequency sensory hearing losses (Ménière's disease), the latencies of wave V, at stronger intensities (10 dB) than their thresholds, were approximately equivalent to those in normal hearing subjects. In cases of severe and gradual high frequency sensory hearing losses, the latencies of wave V were delayed compared to those in normal hearing subjects.

Thus, the cochlear determinants of the wave V latency are the recruiting phenomenon in the transduction process and the travelling time to the cochlear portion responsible for the elicitation of the BSR.

は じ め に

聴性脳幹反応 (auditory-evoked brain stem response; BSR) は、脳幹病巣の局在診断¹⁾²⁾ および他覚的聴力測定³⁾⁴⁾⁵⁾に有用である。BSR の第V波は、もっとも目立ち、反応域値付近まで観察されるので、BSR を用いる他覚的聴力検査の域値判定の指標に、第V波が用いられている。第V波の潜時は再現性が高く、第V波潜時と刺激音強度との関係を曲線 (Latency-Intensity curve, L-I curve) にあらわすことができる³⁾。クリックを刺激音とした場合、第V波の L-I curve を用いることによって、高音域の聴力測定および難聴の鑑別がある程度可能である⁶⁾。

BSR第V波潜時の決定因子には、大別して、刺激音、蝸牛、脳幹の三者が考えられる。今回の報告で、クリックを刺激音とした場合の、蝸牛内における第V波潜時の決定因子を明らかにしたい。

対象と方法

純音聴力検査に加えて、ABLB, SISI によって、内耳性難聴と確認された感音難聴40症例(30才～65才)中、聴力型と難聴の程度がそれぞれ異なる典型的な12例を選択し、対象とした。純音聴力検査によって、難聴症例を平坦型難聴症例、低音障害型難聴症例、高音漸傾型難聴症例、高音急墜型難聴症例の4群に分けた。平坦型難聴症例は、125 Hz から 8000 Hz までの純音域値の域値差が 10 dB 以内の感音難聴(メニエール病)3例である。低音障害型難聴症例は、1000 Hz の純音域値が 4000 Hz の純音域値より 20～25 dB 上昇している感音難聴(メニエール病)3例である。高音急墜型難聴症例は、2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz 以上のおおのの純音域値が、1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz のそれぞれの純音域値(15 dB 以内)より 45 dB 以上上昇している感音難聴3例である。高音漸傾型難聴症例は、1000 Hz ないし 2000 Hz 以上の純音域値が徐々に上昇している感音難聴3例である。

検査は、電氣的シールドした遮音室内で、自然睡眠中におこなった。電極は、脳波用皿電極

を使用し、前額部(毛髪のはえぎわ)と両側乳突部皮膚上におき、双極誘導とした。前額部電極を陽極に、検査側乳突部電極を陰極に導き、非検査側乳突部電極を接地した。

反応は、遮音室内の電極箱を経て、生体電気用プリアンプ(日本光電 RB-5, band pass 100 Hz～1000 Hz)に導いた。プリアンプを通った反応は、反応加算解析装置(日本光電 AT AC-201)に導き、2000 回加算した。加算した反応は、解析時間 10 msec で一度ブラウン管上に描出したのち、X-Yレコーダにて記録した。加算中の脳波は、オシロスコープでモニターし、体動などによる雑音の混入を防止した。

刺激音は、音響刺激装置(Dana Japan DA-502A)により 3 kHz 正弦波 1 周期を発生し、毎秒10回の頻度でダイナミックレシーバ(TDH-39)を駆動した。刺激音の位相は、1 回ごとに 180度交代させた。刺激音強度は、20才～30才の正常聴力者20耳の、BSR検査用遮音室(Rion-AT-30)内で測定した自覚域値の平均を 0 dB とした。

結

1. 平坦型感音難聴症例(図1)

平坦型感音難聴症例の第V波潜時は、反応域値よりも強い音圧において、正常聴力者の潜時と近似し、第V波の Latency-Intensity curve (L-I curve) は、正常範囲内にあった。反応域値付近での第V波潜時は、反応域値よりも強い音圧(5～10 dB)の潜時よりも、急に、著明に延長した。その結果、L-I curve は急峻な傾斜をとった(症例1, 3)。また、反応域値付近における第V波潜時の著明な延長がみられず、L-I curve はほぼ正常範囲で中断するものもあった(症例2)。BSR域値は、純音域値とよく対応した。

果

2. 低音障害型感音難聴症例(図2)

症例4の 1000 Hz の純音域値は 35 dB, 4000 Hz および 8000 Hz の純音域値は 10 dB であった。本症例の第V波の潜時は、音圧の強弱にかかわらず、正常聴力者の潜時に近似し、L-I curve は正常範囲内にあった。症例5, 症例6の反応域値上 0～4 dB 以上の第V波潜時も、正常聴力者の潜時と近似し、L-I curve は正常範囲内にあった。域値付近では、第V波潜時の著明な延長をしめすもの(症例5)と、著明な延長をしめさないもの(症例6)とがあった。本群の BSR 域値は、おおののオーゾグラムの最良の純音域値(4000 Hz)と一致した。

図 1 平坦型感音難聴症例の第 V 波 L-I curve と気導域値。
 左図は、正常聴力者の L-I curve (陰の部分、以下図 4 まで同様) と平坦型感音難聴症例の L-I curve. 横軸には刺激音強度, 縦軸には第 V 波潜時をしめした. 右図は、各症例の気導域値. 算用数字は、症例番号をしめす (以下図 4 まで同様).

図 2 低音障害型感音難聴症例の第 V 波 L-I curve と気導域値.

図 3 高音急墜型感音難聴症例の第V波 L-I curve と気導域値.

図 4 高音漸傾型感音難聴症例の第V波 L-I curve と気導域値.

3. 高音急墜型感音難聴症例 (図3)

高音急墜型感音難聴症例では、純音域値が急に、著明に上昇する周波数によって、第V波潜時は異なった。3000 Hz以下の周波数の純音域値は正常であるが、4000 Hz, 8000 Hzの純音域値が著明に上昇している症例7の第V波潜時は、正常聴力者の潜時と近似していた。本症例のL-I curveは、音圧の強弱にかかわらず、正常範囲内にあった。2000 Hzないし1500 Hz以下の周波数の純音域値はほぼ正常であるが、3000 Hzないし2000 Hz以上の周波数の純音域値が著明に上昇している症例8, 9の第V波潜時は、音圧の強弱にかかわらず、正常

の潜時より常に延長し、L-I curveは正常聴力者のL-I curveを平行移動したものであった。

4. 高音漸傾型感音難聴症例 (図4)

高音漸傾型感音難聴症例では、高周波数帯域の聴力損失が大きければ大きいほど、第V波の潜時は延長した。すなわち、症例12のように、2000 Hz以上の純音域値が高いものほど、第V波の潜時は延長し、音圧が強い場合のL-I curveは正常のその上方に偏位した。一方、症例10, 11のように、2000 Hz以上の聴力損失が軽度のときには、音圧の強い場合の第V波潜時は、正常聴力者の潜時と近似した。

考 察

BSR第V波潜時を決定するものは、大別して、刺激音、蝸牛、脳幹の三者が考えられる。本論文では、クリックを刺激音とした場合の、蝸牛内におけるBSR第V波潜時の決定因子について論ずる。

音圧の減弱によって、BSR第V波の潜時は延長する。このときの第V波潜時の延長の程度は、第I波、第III波のそれぞれの潜時の延長の程度と近似している²⁾。このような音圧の変化による潜時の変化は、主として、有毛細胞の興奮(generator potential)が第1次ニューロンの興奮をおこすまでの時間によるものと考えられる。このようにして音圧の変化にともなう潜時の変化がおこるため、Latency-Intensity curve (L-I curve)を描くことができる。

蝸牛内におけるBSR第V波潜時の決定因子には、まず、補充現象が考えられる。すなわち平坦なオーディオグラムをもつ感音難聴症例(メニエール病)において認められたように、第V波潜時は、音圧の強弱にかかわらず(反応域値付近を除いて)、正常聴力者の潜時とはほぼ一致しており、L-I curveは正常範囲内にあった。反応域値付近では、第V波潜時は、反応域値よりも強い音圧(5~10 dB)での潜時よりも著明に延長しており、L-I curveは急峻な傾

斜をとった(図1)。このように、域値上10 dB以上の音強度で、第V波潜時が正常聴力者の潜時とはほぼ一致し、L-I curveが正常範囲内にあったことは、補充現象によるものと考えられる。この傾向は、メニエール病の低音障害型感音難聴症例においても認められた(図2)。

BSR第V波潜時の蝸牛内における第2の決定因子には、travel time(反応誘発に関与する蝸牛の部位に進行波が到達するまでの時間)が考えられる。すなわち、2000 Hzないし1500 Hz以下の純音域値がほぼ正常である高音急墜型感音難聴症例(症例8, 9)では、音圧の強弱にかかわらず、第V波潜時は正常聴力者の潜時より常に延長し、L-I curveは正常のそれを右方に平行移動したものであった。一方、3000 Hz以下の純音域値は正常である高音急墜型感音難聴症例(症例7)の第V波潜時は、音圧の強弱にかかわらず、正常聴力者の潜時と近似し、L-I curveは正常範囲内にあった(図3)。本症例の蝸牛は、4000 Hz以上に対応する基底回転は高度に障害されているが、3000 Hzに対応する基底回転は残存していると推察される。したがって、本症例において、第V波潜時が正常聴力者の潜時と近似したことは、刺激音にクリック(3 kHz正弦波1周期)を用

いた場合、BSR誘発に最も関与する蝸牛の部位は、3000 Hz に対応する基底回転と考えられる。しかし、症例8, 9のような高音急墜型感音難聴では、蝸牛の基底回転の大部分が高度に障害されており、中回転寄りに残存する基底回転、ないし基底回転寄りの中回転の同期性興奮によって、BSRが誘発されたものと考えられる。したがって、これらの部位に進行波が到達するまでの時間 (travel time) は、BSR誘発に最も関与する3000 Hz に対応する基底回転までの travel time より長い。そのため、BSR第V波潜時は、正常聴力者の潜時より常に延長し、L-I curve は正常のそれを右方に平行移動したものになった。

高音漸傾型感音難聴症例でみられた第V波潜時の延長は、補充現象と漸傾の程度によって決定される。すなわち、症例10, 11のように高周波数帯域 (2000 Hz 以上) の聴力損失が軽度である場合には、補充現象によって、音圧が強いときの第V波潜時は正常聴力者の潜時と近似する。一方、症例12のように2000 Hz 以上の聴力損失が大きいときには、travel time の遅れと神経発火に要するまでの時間の遅れによって、第V波潜時の著明な延長がみられる。

前述したように、BSR第V波潜時を決定す

る因子は、蝸牛のほかに、刺激音、脳幹が考えられる。このうち刺激音は、蝸牛内で決定される第V波潜時をみかけ上変化させる外的因子であるため、刺激音の変化による第V波潜時の変化についても論ずる。第V波潜時に影響をあたえる刺激音条件には、音圧、立ち上り時間、周波数、刺激間隔がある。音圧の変化による第V波潜時の変化は、すでに述べたように、主として、有毛細胞の興奮 (generator potential) が第1次ニューロンの興奮をおこすまでの時間によるものと考えられた。立ち上り時間については、立ち上り時間が延長すると、第V波潜時に延長がみられる。立ち上り時間の延長は、神経の同期性興奮が最大となる (most synchronized) までの時間を延長し、第V波潜時の延長をもたらすと考えられる⁷⁾。刺激音の周波数による第V波潜時への影響は、周波数に対応する蝸牛の担当部位に進行波が到達するまでの時間によって異なる。すなわち、低周波数の刺激音を用いた場合ほど、第V波潜時が延長するものと考えられる⁷⁾。刺激間隔については、刺激間隔が短縮すると、第V波潜時の延長がみられる。この第V波潜時の延長は、蝸牛での遅れと、脳幹での遅れとの総和によっておこるものと考えられる⁸⁾。

お わ り に

12例の感音難聴症例 (平坦型、低音障害型、高音急墜型、高音漸傾型) を用いて、BSR第V波潜時の蝸牛内の決定因子について検討した。

BSR第V波潜時の蝸牛における第1の決定因子は、メニエール病症例など (平坦型、低音障害型感音難聴症例) に認められた、補充現象、第2の決定因子は、高音急墜型および高音漸傾型感音難聴症例に認められた、travel time (反応誘発に関与する蝸牛の部位に進行波が到達するまでの時間) であった。

本研究は、文部省科学研究費No.148275の補助によりおこなわれた。内容の一部は、第20回オージオロジー学会において発表した。

引 用 文 献

- 1) Starr, A. and Hamilton, A. E.: Correlation between confirmed sites of neurological

lesions and abnormalities of far-field auditory brainstem responses. *Electroenceph.*

- clin Neurophysiol. 41: 595~608, 1976.
- 2) 加我君孝, 花村 哲, 山田 修, 鈴木淳一: 聴性脳幹反応 (auditory brain stem response-BSR) の脳幹障害症例への診断学的応用. 脳と神経 29: 791~801, 1977.
- 3) Hecox, K. and Galambos, R: Brainstem auditory evoked responses in human infants and adults. Arch. Otolaryngol. 99: 30~33, 1974.
- 4) 鈴木篤郎, 堀内潔子, 小泉 智: 聴性脳幹反応とその他覚的聴力測定への応用. 日耳鼻 77: 587~592, 1974.
- 5) 八木聰明, 田中美郷, 鈴木淳一: 幼小児難聴診断における Brain Stem Reponse の有用性について. Audiology (Jap) 18: 214~222, 1975.
- 6) Yamada, O., Yagi, T., Yamane, H. and Suzuki, J.-I.: Clinical evaluation of the auditory evoked brain stem response. Auris-Nasus-Larynx 2: 97~105, 1975.
- 7) 小寺一興, 山根仁, 山田修: Tone Burst で誘発されるヒトの聴性脳幹反応. Audiology (Jap) 20: 151~157, 1977.
- 8) 八木聰明, Hughes D. W.: Brain Stem Response におけるクリックの強度, 頻度と反応の潜時, 振幅, 各波出現率の関係について. Audiology (Jap) 18: 336~341, 1975.

原稿到着: 昭和52年11月14日

別刷請求先: 山田 修

〒173 東京都板橋区加賀2の11の1
帝京大学医学部耳鼻咽喉科学教室