

原 著

## 新生児聴覚スクリーニングにおける要精査例に関する検討

獨協医科大学 小児科学

福田 啓伸 鈴村 宏 宮本 健志 栗林 良多  
山崎 弦 渡部 功之 新田 晃久 有阪 治

獨協医科大学 耳鼻咽喉科学

中村真美子 深美 悟

獨協医科大学 産婦人科学

渡辺 博

**要 旨** 正常新生児および新生児集中治療室 (neonatal intensive care unit, 以下NICU) 入院児を対象として新生児聴覚スクリーニングを行い, その結果について検討した。

**【方法】** 2005~2006年に当院に入院し生存退院した児に対し, 自動聴性脳幹反応 (automated auditory brainstem response, 以下自動ABR) を行った。この検査で少なくとも片側refer (難聴の疑いがあることを示す) 例で再検査を行い, 再度referとなった症例 (要精査例) に対し, 精密聴力検査として睡眠下聴性脳幹反応または聴性定常反応検査を行い, 異常であった症例を難聴と診断した。

**【結果・考察】** 正常新生児1,375例において自動ABR要精査例の頻度は0.3%, 難聴の頻度は0.2%であり, 過去の報告と同様であった。NICU入院児539例においては, 自動ABR要精査例の頻度は2.2%, 難聴の頻度は0.9%であり, いずれも過去の報告の中で低い値であった。自動ABR要精査例における難聴の比率は正常新生児で0.73, NICU入院児で0.42であり, 自動ABRによる新生児聴覚スクリーニングは有効と考えられた。

**Key Words** : 新生児聴覚スクリーニング, 自動聴性脳幹反応, 難聴, 新生児集中治療室

### 緒 言

先天性難聴は1,000人に1~2例の頻度で生じている<sup>1)</sup>。聴覚障害の多くは2歳過ぎになっても言葉が出ないことから疑われ, 診断及び治療開始に至るのは3歳近くになるのが現状であった。言語発達には臨界期があり, 早期に訓練が行われなかった場合は, 言語発達は阻害され, 認知・社会性・感情・行動・注意力・学習能力等の様々な面で発達に影響を及ぼすとされている<sup>2)</sup>。

近年, 難聴の早期発見のために新生児聴覚スクリーニングが広く行われているようになってきた<sup>3)</sup>。先天性の難聴を新生児期に発見し, 早期治療に結びつけるのが目的である。正常新生児については聴覚スクリーニングの

データは多く報告されているが, 新生児集中治療室 (neonatal intensive care unit, 以下NICUと略) を有する施設において, 低出生体重児を含めた聴覚スクリーニング症例での要精査例の頻度, 要精査例中の難聴の頻度については未だデータが乏しい。そこで, 当院において正常新生児およびNICU入院児を対象に行った自動聴性脳幹反応 (automated auditory brainstem response, 以下自動ABR) による新生児聴覚スクリーニング検査の結果から, 要精査例の頻度・難聴の頻度について検討したので報告する。

### 対象と方法

対象は, 2005年1月から2006年12月までの2年間に当院NICUに入院した児, および正常新生児として産科病棟で管理した児である。当院では, 在胎週数35週以上かつ出生時体重2,200g以上で一般状態良好な児を, 産科病棟で管理している。

両親に自動ABR検査の必要性を説明し, 希望者に検

平成19年9月12日受付, 平成19年10月29日受理  
別刷請求先: 福田啓伸

〒321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林880  
獨協医科大学 小児科学

表1 NICU入院児の、出生時体重別自動ABR要精査例

| 出生時体重 (g)   | 入院数 (日) | 自動ABR検査<br>施行例 | 検査率<br>(%) | 自動ABRの<br>refer例 | refer例の<br>頻度 (%) | 両側<br>refer例 | 片側<br>refer例 |
|-------------|---------|----------------|------------|------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ~999        | 70      | 58             | 83         | 1                | 1.7               | 0            | 1            |
| 1,000~1,499 | 77      | 67             | 87         | 1                | 1.5               | 1            | 0            |
| 1,500~2,499 | 313     | 263            | 84         | 6                | 2.3               | 2            | 4            |
| 2,500~      | 201     | 151            | 75         | 4                | 2.6               | 1            | 3            |
| 計           | 661     | 539            | 82         | 12               | 2.2               | 4            | 8            |

表2 NICU入院児の、在胎週数別自動ABR要精査例

| 在胎週数 (週) | 入院数 (日) | 自動ABR検査<br>施行例 | 検査率<br>(%) | 自動ABRの<br>refer例 | refer例の<br>頻度 (%) | 両側<br>refer例 | 片側<br>refer例 |
|----------|---------|----------------|------------|------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ~26      | 43      | 36             | 84         | 1                | 2.8               | 0            | 1            |
| 27~29    | 44      | 40             | 91         | 1                | 2.5               | 1            | 0            |
| 30~32    | 76      | 65             | 86         | 1                | 1.5               | 0            | 1            |
| 33~34    | 111     | 84             | 76         | 2                | 2.4               | 0            | 2            |
| 35~      | 387     | 311            | 80         | 7                | 2.3               | 3            | 4            |
| 計        | 661     | 539            | 82         | 12               | 2.2               | 4            | 8            |

査を行った。原則として退院前2~3日以内に検査を行ったが、出生時体重2,000g未満の児では体重が2,000g以上になってから検査を行った。死亡例・2,000g未満で他院に転院した症例・前医で既に検査を行っていた症例では検査を行わなかったため対象から除外した。

自動ABR検査は、正常新生児・NICU入院児ともNATUS社ALGO IIeを使用し自然睡眠下で検査を行った。ALGO IIeは、児の両耳に装着したイヤークラから35dBの音を児に聞かせ、得られた第V波の波形を装置に入力されている正常波形と比較し、同じ波形の数を積算して正常・異常を自動判定するものである。検査はすべて医師が行った。

この自動ABR少なくとも片側refer(難聴の疑いがあることを示す)例で再検査を行い、再度referとなった症例(要精査例)に対し、当院耳鼻科にて精密聴力検査(精密聴検)として睡眠下聴性脳幹反応、または聴性定常反応検査を行った。いずれも、閾値40dB以上の時に異常と判定した。

## 結 果

### 1. 自動ABR検査を行った症例数

正常新生児は1,375例で、全例(100%)に検査を行った。NICU入院児では、出生時体重別、在胎週数別のいずれにおいても、入院患者のほぼ80%以上の症例で自

表3 自動ABR要精査例の精密聴検の結果:( )内は頻度

|                      |    | 自動ABRのrefer例 | 精密聴検で難聴  |
|----------------------|----|--------------|----------|
| NICU入院児<br>(n = 539) | 両側 | 4 (0.74)     | 4 (0.74) |
|                      | 片側 | 8 (1.48)     | 1 (0.19) |
| 正常新生児<br>(n = 1,375) | 両側 | 2 (0.15)     | 1 (0.07) |
|                      | 片側 | 2 (0.15)     | 2 (0.15) |

注) NICU入院児において、自動ABR片側要精査8例中6例で精密聴検を行った。

動ABR検査を行った(表1, 2)。

### 2. 自動ABR検査の結果

#### 1) 正常新生児

検査を行った1,375例中、要精査例は4例(0.29%)であり、両側2例、片側2例であった。

#### 2) NICU入院児

検査を行った539例中、要精査例は12例(2.23%)で、両側4例、片側8例であった。

表1に出生時体重別自動ABR要精査例を示す。要精査例の頻度は1.5~2.6%に分布していたが、1,500g未満の症例の方がむしろ1,500g以上の症例よりも要精査例の頻度が低かった。また、表2に在胎週数別自動ABR

表4 精密聴検で難聴と診断した症例

|                | 症例数 | 両側 | 片側 | 症例の概要                        |
|----------------|-----|----|----|------------------------------|
| 正常新生児          | 3   | 1  | 2  |                              |
| 初期嘔吐           | 1   | 1  | 0  | 在胎36週2,480g                  |
| 先天異常           | 3   | 2  | 1  | 21-trisomy, 13q-, 口唇口蓋裂, 各1例 |
| 低出生体重児(先天異常なし) | 1   | 1  | 0  | 在胎28週1,204g                  |
| 合計             | 8   | 5  | 3  |                              |

表5 自動ABRを用いた聴覚スクリーニングに関する過去の報告との比較(正常新生児)

| 報告者       | 年    | 症例数    | 自動ABR refer率(%) | 精密聴検での難聴の頻度(%) | 精密聴検での難聴の頻度自動ABRrefer率 |
|-----------|------|--------|-----------------|----------------|------------------------|
| 御牧        | 2000 | 2,607  | 0.23            | 0.10           | 0.43                   |
| 三科        | 2001 | 18,204 | 0.63            | 0.14           | 0.22                   |
| 斎藤        | 2002 | 933    | 1.00            | 0.30           | 0.33                   |
| Tsuchiya  | 2006 | 8,979  | 0.35            | 0.29           | 0.83                   |
| 御牧        | 2006 | 64,852 | 0.51            | 0.15           | 0.29                   |
| 山口        | 2006 | 18,961 | 0.17            | 0.14           | 0.82                   |
| 今回の検討(福田) | 2007 | 1,375  | 0.29            | 0.22           | 0.73                   |

要精査例を示す。要精査例の頻度は1.5~2.8%に分布していたが、在胎週数との間に明らかな関連は認めなかった。

### 3. 自動ABR要精査例における精密聴検の結果

自動ABR要精査例16例(NICU入院児12例, 正常新生児4例)のうち, 片側要精査の2例で精密聴検を行うことができなかった。1例は18-trisomyで精密聴検前に死亡, 1例は低出生体重児で精密聴検を受診しなかった。したがって, 精密聴検を行ったのは14例であった。

精密聴検で難聴と診断された症例の数および対象における発生頻度を表3に示す。正常新生児・NICU入院児を合わせると, 両側要精査例6例中5例(83.3%)が精密聴検で両側難聴と診断された。また, 片側要精査例10例中8例で精密聴検を行い, 8例中3例(37.5%)が片側難聴と診断された。精密聴検で難聴と診断した症例は正常新生児で0.22%, NICU入院児で0.93%であった。

### 4. 精密聴検で難聴と診断された症例(表4)

精密聴検で難聴と診断されたのは8例であった。初期嘔吐の1例は出生時体重2,480gであったが, 嘔吐を主訴として入院したため, 低出生体重児の群には含めなかった。

なお, サイトメガロウイルス・風疹ウイルス等による

先天性難聴症例は認めなかった。

## 考 察

新生児に対する聴覚スクリーニングには我々が行った自動ABRによるもの<sup>4-13)</sup>と, 耳音響放射(otoacoustic emission: 以下OAE)によるもの<sup>15-20)</sup>がある。自動ABRはOAEに比べて検査時間が長く, 検査費用が高価であるという難点はあるが, 過去の報告によれば要精査率はOAEよりも低い<sup>3)</sup>とされている(自動ABR: 1%, OAE: 3~5%)。この自動ABRとOAEの長所・短所を勘案して, 一次スクリーニングをOAEで行い, OAEで要精査となった症例に二次スクリーニングとして自動ABRを施行するという, 二段階方式を採用している報告<sup>21-24)</sup>もみられる。

我々の方法は初めから自動ABRを行うものであるが, このような自動ABRを用いた聴覚スクリーニングについて, 以下, 我々の結果と過去の報告との比較を行った。

正常新生児の自動ABRスクリーニングは, 過去の報告<sup>4-8)</sup>では要精査率は0.17~1.00%, 精密聴検での難聴の頻度は0.10~0.30%であり, 我々の結果もこれらとほぼ同様であった(表5)。精密聴検での難聴の頻度を自動ABR要精査率で除した数値は, 我々の0.73%は過去の報告の中でも高い部類に属していた。

NICU入院児については, 過去の報告<sup>4,5,9-13)</sup>では自動

表6 自動ABRを用いた聴覚スクリーニングに関する過去の報告との比較 (NICU入院児)

| 報告者          | 年    | 症例数   | 自動ABR refer率 (%) | 精密聴検での難聴の頻度 (%) | 精密聴検での難聴の頻度 自動ABRrefer率 |
|--------------|------|-------|------------------|-----------------|-------------------------|
| 御牧           | 2000 | 139   | 7.20             | 2.90            | 0.40                    |
| 三科           | 2001 | 867   | 7.03             | 3.89            | 0.55                    |
| van Straaten | 2003 | 2,484 | 3.10             | 2.50            | 0.81                    |
| de Hoog      | 2003 | 625   | 7.20             |                 |                         |
| Lima         | 2006 | 979   | 10.20            |                 |                         |
| 中島           | 2006 | 550   | 4.90             | 1.10            | 0.22                    |
| Suppiej      | 2007 | 206   | 3.90             | 2.90            | 0.74                    |
| 今回の検討 (福田)   | 2007 | 539   | 2.22             | 0.93            | 0.42                    |

注) de Hong, Limaは精密聴検を行っていない

表7 新生児の聴覚障害のハイリスク因子 (Joint Committee on Infant Hearing, 2000)

1. 遺伝性感音性難聴の家族歴
2. 子宮内感染  
CMV, 風疹, 梅毒, ヘルペス, トキソプラズマ, など
3. 頭頸部奇形  
CHARGE associationやTreacher-Collins症候群などにみられるような耳介や耳道の異常を含む
4. 極低出生体重児
5. 交換輸血を要した高ビリルビン血症
6. 耳毒性薬剤の使用
7. 細菌性髄膜炎
8. 新生児仮死  
Apgar score1分値0~4点, または5分値0~6点
9. 人工換気療法5日間以上
10. 感音性/伝音性難聴合併が知られている疾患および症候群  
Usher症候群, Waardenburg症候群, など

ABR要精査率は3.10~10.20%, 精密聴検での難聴の頻度は1.10~3.89%であった(表6)。我々のデータでは、自動ABR要精査率は過去のどの報告よりも低く、精密聴検での難聴の頻度は中島らの報告<sup>12)</sup>とほぼ同じであった。ただし、NICU入院児については対象の在胎週数が各報告で同じではないと思われることから、比較の結果を考察することは困難と思われる。精密聴検での難聴の頻度を自動ABR要精査率で除した数値0.42は、過去の報告と比較すると中間の数値であった。また、出生時体重1,500g未満の児の難聴発生率は1,500g以上の児の発生率よりも低値であり、我々の検討結果からは、出生時体重と難聴発生との関連を確認することができなかったが、この問題については症例数を増やし検討する必要

が考えられた。

我々が行った自動ABRスクリーニングにおいて、精密聴検での難聴の頻度を自動ABR要精査率で除した数値が正常新生児・NICU入院児ともに0.4以上であったことは、聴覚スクリーニングの有用性を強く示唆するものと思われる。

また、自動ABRスクリーニング以外の検査(OAEスクリーニングまたはABR検査単独)によるNICU入院児の難聴の頻度についても様々な報告<sup>6,16,25,27)</sup>があり、0.45~3.8%であった。これは、自動ABRスクリーニングにおけるデータとほぼ同様であった。

精密聴検で難聴と診断された症例において、回避できる可能性があるかどうかが問題となる。正常新生児の難聴症例は先天性の難聴と考えられ、また、NICU入院児において、先天異常に伴う難聴も避けることはできない。今回の我々の検討で、NICU入院児で難聴と診断された症例のうち、先天異常を有しなかったのは2例であった。うち、1例が初期嘔吐と診断された症例であり、残り1例は低出生体重児であった。新生児聴覚障害のハイリスク因子として報告例<sup>28)</sup>を表7に示すが、上記の2例のうち、この因子に該当する症例は在胎28週1,204gの1例のみである。この症例は極低出生体重児で出生し、経過中にメチシリン耐性ブドウ球菌感染症に罹患してバンコマイシン投与を行っている。ただし、バンコマイシン血中濃度は低く、また、バンコマイシン投与は難聴のリスクファクターとはならないとの報告<sup>10)</sup>もあることから、これが難聴発生に関連したかどうかは不明である。初期嘔吐と診断した2例については、治療は輸液のみであり、血液検査でも異常を認めなかったことから、先天性難聴の可能性が高いと思われる。

## 結 論

正常新生児においては自動ABR要精査例の頻度・難聴の頻度は過去の報告と同様であった。また、NICU入院児において、自動ABRスクリーニング要精査例の頻度・難聴の頻度は、過去の報告の中で低い値であった。自動ABR要精査例における難聴の比率はNICU入院児・正常新生児とも高く、自動ABRによる聴覚スクリーニングは有効と考えられた。

## 文 献

- 1) Northern JL, Hayes DH. : Universal screening for infant hearing impairment : necessary, beneficial and justifiable. *Audiology Today*, **6** : 10-13, 1994.
- 2) 池原由香, 加我君孝 : 発達期の聴覚障害と言語. *心の科学*, **73** : 66-71, 1997.
- 3) 三科潤 : 新生児聴覚スクリーニング. *日児誌*, **108** : 1449-1453, 2004
- 4) 御牧信義, 天野るみ, 兼松洋, 他 : 自動聴性脳幹反応による新生児聴覚スクリーニングに関する検討. *新生児誌*, **36** : 598-604, 2000.
- 5) 三科潤, 多田裕 : 自動聴性脳幹反応 (自動ABR) を用いた全出生児を対象とする新生児聴覚スクリーニングの検討. *厚生労働科学研究. 全出生児を対象とした新生児聴覚スクリーニングの有効な方法及びフォローアップ. 家族支援に関する研究 平成13年度報告書*, p258-265, 2002.
- 6) 齋藤優子, 間三千夫, 濱田寛子, 他 : 新生児乳児聴覚スクリーニング検査の検討. *日耳鼻*, **105** : 1205-1211, 2002.
- 7) Tsuchiya H, Goto K, Yunohara N, et al. : Newborn hearing screening in a single private Japanese obstetric hospital. *Pediatr Int*, **48** : 604-607, 2006.
- 8) 御牧信義, 福島邦博, 福田章一郎 : 新生児聴覚スクリーニングの実際. *臨床脳波*, **48** : 733-738, 2006.
- 9) van Straaten HLM, Hille ETM, Kok JH, et al. : Implementation of nation-wide automated auditory brainstem response hearing screening programme in neonatal intensive care units. *Acta Paediatr*, **92** : 332-338, 2003.
- 10) de Hong M, Zanten BA, Hop WC, et al. : Newborn hearing screening : Tobramycin and vancomycin are not risk factors for hearing loss. *J Pediatr*, **142** : 41-46, 2003.
- 11) Lima GML, Marba STM, Santos MFC. : Hearing screening in a neonatal intensive care unit. *J Pediatr* (Rio J), **82** : 110-114, 2006.
- 12) 中島やよひ, 川上義 : 低出生体重児の聴覚異常. *周産期医学*, **36** : 327-331, 2006.
- 13) Suppiej A, Rizzardi E, Zanardo V, et al. : Reliability of hearing screening in high-risk neonates : Comparative study of otoacoustic emission, automated and conventional auditory brainstem response. *Clin Neurophysiol*, **118** : 869-876, 2007.
- 14) 松尾公美浩, 椎葉豪, 藤保洋明, 他 : 歪成分音響放射 (DPOAE) による新生児聴覚スクリーニングの検討. *新生児誌*, **39** : 47-51, 2003.
- 15) 馬淵裕子, 増江道哉, 山岸由佳, 他 : 誘発耳音響放射による新生児聴覚スクリーニング検査の検討. *小児科臨床*, **56** : 173-177, 2003.
- 16) Flynn M, Austin N, Flynn TS, et al. : Universal newborn hearing screening introduced to NICU infants in Canterbury province, New Zealand. *New Zealand Med J*, **117** : 1-9, 2004.
- 17) Pastorino G, Sergi P, Mastrangelo M, et al. : The Milan project : A newborn hearing screening programme. *Acta Paediatr*, **94** : 458-463, 2005.
- 18) Korres S, Nikolopoulos TP, Komkotou V, et al. : Newborn hearing screening : effectiveness, importance of high-risk factors, and characteristics of infants in the neonatal intensive care unit and well-baby nursery. *Otol Neurotol*, **26** : 1186-1190, 2005.
- 19) Weichbold V, Nekahm-Heis D, Welzl-Mueller K. : Universal newborn hearing screening and postnatal hearing loss. *Pediatrics*, **117** : e631-636, 2006.
- 20) Mathur N, Dhawan R. : An alternative strategy for universal infants hearing screening in tertiary hospitals with a high delivery rate, within a developing country, using transient evoked oto-acoustic emissions and brainstem evoked response audiometry. *J Laryngol Otol*, **20** : 1-5, 2006.
- 21) 山口暁, 森田訓子 : 新生児聴覚スクリーニングの有効性と効率的なスクリーニング方法の検討. *新生児誌*, **38** : 795-799, 2002.
- 22) Johnson JL, White KR, Widen JE, et al. : A multicenter evaluation of how many infants with permanent hearing loss pass a two-stage otoacoustic emission/automated auditory brainstem response newborn hearing screening protocol. *Pediatrics*, **116** : 663-672, 2005.
- 23) Khandekar R, Khabori M, Mohammed A, et al. : Neonatal screening for hearing impairment-The Oman experience. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, **70** : 663-

- 670, 2006.
- 24) Uus K, Bamford J. : Effectiveness of population-based newborn hearing screening in England : Ages of interventions and profile of cases. *Pediatrics*, **117** : e887-893, 2006.
- 25) 上谷良行, 中村肇, 溝渕雅巳, 他 : 1995年出生の超低出生体重児の3歳時予後に関する全国調査成績. *日児誌*, **105** : 455-462, 2001.
- 26) 坂田英明, 白居芳幸, 飯田崇, 他 : NICUにおける難聴の出現頻度とその後の経過. *埼玉小児医療センター医学誌*, **20** : 119-123, 2003.
- 27) Roth DA, Hildesheimer M, Maayan-Metzger A, et al. : Low prevalence of hearing impairment among very low birthweight infants detected by universal neonatal hearing screening. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, **91** : F257-262, 2006.
- 28) Joint Committee on Infant Hearing : Year 2000 position statement : Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*, **106** : 798-817, 2000.

## Rates and Profiles of Failed Neonatal Hearing Screening by Automated Auditory Brainstem Response

Hironobu Fukuda<sup>1</sup>, Hiroshi Suzumura<sup>1</sup>, Takeshi Miyamoto<sup>1</sup>, Ryouta Kuribayashi<sup>1</sup>,  
Yuzuru Yamazaki<sup>1</sup>, Yoshiyuki Watabe<sup>1</sup>, Akihisa Nitta<sup>1</sup>, Mamiko Nakamura, Satoru Fukami<sup>3</sup>,  
Hiroshi Watanabe<sup>2</sup>, Osamu Arisaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Pediatrics, Dokkyo Medical University*

<sup>2</sup>*Department of Obstetrics and Gynecology, Dokkyo Medical University*

<sup>3</sup>*Department of Otolaryngology, Dokkyo Medical University*

We investigated the effectiveness of hearing screening for normal newborns and hospitalized infants to our neonatal intensive care unit (NICU).

Neonatal hearing screening by automated auditory brainstem response (AABR) was undertaken for infants who were born in our hospital or entered to our NICU. Auditory brainstem response or auditory stationary state evoked response was conducted as diagnostic methods of hearing impairment, for infants who failed AABR screening.

In 1,375 normal neonates, the failure rate of AABR screening and incidence of hearing impairment was 0.3% and 0.2%, respectively. These results were similar to previous reports. In 539 NICU hospitalized infants, the failure

rate of AABR screening and incidence of hearing impairment was 2.2% and 0.9%, respectively. These values were lower than previous reports.

The ratio of hearing impairment by failed AABR screening was 0.73 in normal newborns and 0.42 in NICU hospitalized infants. These data show the effectiveness of neonatal hearing screening by AABR.

**Key Words** : neonatal hearing screening, automated auditory brainstem response (AABR), neonatal intensive care unit (NICU), hearing impairment