特集

胎児の聴力**

Hearing of Fetus

河村 正 三*

SHOZO KAWAMURA, M.D.

生れたばかりの新生児が聴力をもっているのか否か、若し聴力があるとすれば胎生期のいつ頃からあるのか。この問題については古くから多くの探究が行なわれてきた。殊に近年になってコンピュータが聴力検査に導入されるようになり、他覚的聴力検査の信頼度が著しく向上してきたのに伴って、胎児に対する聴力検査(?)の報告もみられるようになってきた。このようなことは胎児の発生解剖や聴覚の生理学的発達の過程を解明する上には大いに意義あることではあるが、一部の人がいうような難聴の早期発見というような点では多くの問題点をもっている。これらについて著者の意見を表明するためにも胎児の聴力を論じてみたいと思う。

新生児は難聴である

19世紀の終り頃まで、生後1~2日目までは全く聴力がないという人と、聴力はあるという人が烈しい議論を行なってきたが、20世紀に入る頃より新生児も聴力をもっていることが一般に認められるようになってきた¹⁾。しかしその聴覚は極めて未熟なものであるらしい。著者ら²⁾が脳波を使用した他覚的聴力検査を新生児に試みた結果では、脳波に反応がみとめられるのは生後2週間頃からで、それまでは体動として音に反応を示すのみである(図1, 図2)。このような反応は恐らく、聴覚神経路の比較的末梢部から生ずる無条件反射と

考えられている³⁾。反応は眼を閉じるとか開くというような反応を始めとして、極めてび漫性で、反射帯も広範なのが特徴であり、その他、顔をしかめる、泣きやむ、額にしわをよせる、指や腕を

図1 新生児の音響性反応(生後3日)

↓の所で音が始まり↑の所で音が終る。最も上の曲線は右前頭部と耳朵との間の電位変動で、音響刺激による上眼瞼の活動が認められる。

図2 生後8日目の音響性反応

音響刺激により体動が生じている。

* 順天堂大学医学部教授(耳鼻咽喉科学)

Professor of Otorhinolaryngology,
Juntendo University, School of Medicine** 第189回順天堂医学会学術集会(May. 30. 1974)
〔Jul., 17. 1974 受付〕

伸展するなどその出現様式は多様である。しかもそのような反応が出現するには音を相当強大にしなければならず、その値は70～90 dB位の強さである（感覚レベル）²⁴⁾。

すなわち新生児は音に対して反応を示すということは確かとはいえず、それをそのまま聴えていると解釈するのは無理であり、聴覚神経路の比較的末梢部までは音の刺激が伝わっていると考えのが妥当であろう。しかしこのような反応は相当大きな音に対してのみ認められるもので、しかもその反応は、恒常的に出現するものでもない。著者ら²⁾の観察では生後7日目頃までは70～90 dBの音に、14日頃には50～70 dB位の音に反応を示すようになってくる。脳波上に音響刺激による反応が出現するのは生後2週頃で、反応の域値も次第に小さくなって、生後2カ月後に大体成人並の域値に達す。したがって生後2カ月頃になれば聴えたという感覚が成人並になったと解釈してよいと思う。

このように新生児の聴域値が高い値、いいかえれば生理的な難聴である原因としては鼓室（中耳腔）のなかには羊水が残存したり、胎生期の遺物としての膠様組織が充満して内耳の両円窓や耳小骨の可動性が悪いのが主因である。その他、外耳道の狭小、耳垢や胎脂による外耳道の閉塞、鼓膜の弾力性や緊張の悪さ、聴覚神経路の未熟さなどがあげられる。

聴器の発生と発育

人間の聴器の発生と発育については多くの研究があり、形態発生に関してはほぼ統一された記載がみられる。外胚葉からは耳介、外耳道、鼓膜の外層、コルチ器を含む膜迷路が、中胚葉からは耳小骨、鼓室の上半部、鼓膜の中間層、骨迷路が、内胚葉からは耳管、鼓室の下半部、鼓膜の内層ができる。鼓室の粘膜については全て内胚葉よりできるという説もある。これらの出現時期と発育の概略は表1に示した。表中の完成という語は誕生時を標準にしたもので、内耳や耳小骨は大体成人と同じ大きさにまで達しているが、外耳殊に骨性

外耳道や中耳蜂巢は生後に主として発育し、思春期頃になって大体完成するのである。

一方、聴覚神経路の発生についての研究は極めて少なく、まだその全貌は明らかではないが、胎生24週では髄鞘化が下丘の高さまで達し、32週で視床の高さに進むが、出生時でも内側膝状体の高さでは髄鞘化が僅かに認められているにすぎない。生後2カ月になると、内包までは髄鞘化されており、大脳皮質の細胞構築学的様式も完成しているという¹⁾。

表1 聴器の発生と発育

(胎生時期)	(発生と発育)
3 週	耳板（内耳）出現
4 週	一次外耳道出現 耳小骨出現 耳介結節出現
6 週	三半規管と蝸牛の分化
7 週	蝸牛の伸長
8 週	鼓室、耳管出現 三半規管完成
11 週	蝸牛完成
12 週	耳小骨分化 コルチ器完成
16 週	耳小骨の化骨始まる 骨迷路出現
23 週	鼓室の上半部完成 骨迷路完成
28 週	外耳道完成
30 週	耳小骨完成 鼓室完成
35 週	側頭骨の蜂巢化始まる

このような組織形態学的な発育と生理機能的発達の関連性については、まだまだ多くの議論があるところであるが、前項で述べた新生児の聴反応及びその後の聴覚の発達と比較してみた場合、神経線維の髄鞘化が機能と密接に関係しているという説も首肯できる。

胎児も音に反応する

新生児が音に反応を示すということ、聴器は形態学的に新生児ではほぼ完成していること、聴覚神経路の髄鞘化も相当進んでいることなどを考えれ

ば胎児が音に反応を示しても不思議ではない。胎児が音に反応することは20世紀前半の妊娠の経験的記述に始まり、音響刺激による胎児の測定、胎児の心搏数や心音の測定、更に最近では電子計算器を使用した聴性誘発反応の測定も行なわれるようになってきた⁵⁾。

胎児の反応の測定方法そのものについても問題がないわけではないが、これらについては既に多くの検討が行なわれており、その問題点も明らかになっているので、ここではそれらについては言及しないが、いずれにしても胎児は音響刺激により反応を示すということは確かであるらしい。このような一連の研究は聴覚の生理学的発達の過程を解明してゆくためには極めて重要な研究ではあるが、一部の人達が目的としている難聴の早期発見という点になると、多くの疑問が存在するのである。

先天性の難聴と胎生期難聴

新生児が普通の人間よりも聴力が劣っていることから胎児はそれ以上に聴力が劣っていると想像されるが、その実態は現在では全くわかっていない。しかしそれはいずれにしても、正常な聴器や聴覚神経路の发育過程のものである限りは臨床的な面では余り問題ではない。

一方、いわゆる小児難聴のなかで、特にその程度が極めて高度で、後になって言語発達が阻害されるほどの難聴の発生率は、同年齢の小児全体の約0.2%位である。しかもそれらの約半数が出生時期以前のものであり、これらを一般に先天性難聴と呼んでいる。先天性難聴には胎児期にすでに異常のあったもの(胎生期難聴)と出生周辺期の障害によるものを区別することができるが、本論では後者については省略する。

胎生期難聴は更に、遺伝性ないし家族性難聴と非遺伝性の胎生期難聴とに区別する。これらはいずれも母体内で发育中の胎児に種々の障害が加わった時に、その聴器に異常が生ずるもので、原因の種類による特殊性(artspezifisch)か、あるいは胎児の发育期時による特殊性(phasenspezifisch)

として現われてくる、

聴器の发育不全は次の5つの型にわけられることが多い。

1. Michel 型

内耳の发育が、殆んど完全に侵されているもので、蝸牛と前庭も未分化である。中耳や外耳は正常のことが多く、胎生2週より5週位の発達に相当している。

2. Scheibe 型

蝸牛は球形嚢より分化してくるが、これが未分化のままであるものをいう。卵形嚢や半規管はすでに分化しているもので、胎生6週位の発達に相当している。

3. Alexander-Mondini 型

蝸牛は発達してくる時に基底回転より分化形成がすすみ、次第に回転ができ、頂の方に及んでくる。この型はその途中の過程で发育が止ったもので、基底回転のみは正常に保たれている。胎生6~10週位の発達に相当している。

4. Bing-Siebenmann 型

骨迷路は形態的に大体正常に発達しているが、膜迷路の形成、殊に感覚細胞に変生がみられるもので、屢々網膜の色素変性などを伴っている。

5. Siebenmann 型

内耳は大体正常に发育しているが、中耳に奇形のみられるものである。

遺 伝 性 難 聴

遺伝性難聴は必ずしも出生時に難聴が存在しているとは限らない。極めて少数ではあるが幼児には正常な聴力をもっていながら、10才頃から難聴が出現し、難聴が徐々に進行してくるものがある。代表的なものとしては耳硬化症や家族性進行性感音性難聴などであるが、これらについては省略した。

一方、遺伝性難聴は必ずしも感音性難聴とは限らず伝音性難聴としてあらわれてくることも少なくない。このような遺伝性の伝音難聴は多くの場合、顔面や耳介をはじめとした奇形をもつものが多い⁶⁾。中耳は中胚葉性の器官であるため、他の

中胚葉性器官にも異常が生じ易いのであろう。代表的なものとしては、Van der Hoeve 症候群、Treacher Collins 症候群、Hurler 症候群などである。

遺伝性感音性難聴では他の奇形や疾患をもっているものが少なくない⁶⁾。顔面や眼の形態異常、虹彩、網膜、頭髮、皮膚などの色素異常、口蓋裂、心臓奇形、脊椎破裂、指の奇形、腎疾患、甲状腺機能障害などがある。代表的なものとしては Warfield 症候群、Usher 症候群、Alport 症候群などである。

遺伝形式はまだ十分解明されていないが、劣性遺伝のものが最も多く、次いで優性遺伝の順となる。伴性遺伝のものは比較的少ないといわれている。

非遺伝性胎生期難聴

胎児が発育中に母体に加わった偶発性の障害により難聴となったものである。大部分の場合、出産時に難聴であるが、先天性梅毒によくみられるように、生後1～2年、あるいは8～20年頃より難聴となるものなどもある。母体に加わる障害として特に重要なものは感染、化学物質、放射線などがあげられているが、特にこれらが妊娠初期（3～4カ月まで）に加わった時に高度の難聴が発生する確率が極めて高いことは注意しなければならない。

1. 母体の感染

風疹による難聴は風疹流行に伴って、ある時期に、ある地方に難聴が多発するため、大きな社会問題となることが多い。日本でも1964年秋から1965年初夏にかけて沖縄に風疹が流行し、多数の先天性風疹症候群が発生し、それらの子供達が中学に進む年齢に達してきている。

風疹以外にも、ウィルス疾患が胎生期難聴をおこしてることがあり、ポリオ、麻疹、インフルエンザ、帯状疱疹などがわかっている。その他、トキソプラズマ症、梅毒などによって胎生期難聴が発症してくる。

2. 薬物、化学物質

ストレプトマイシン、カナマイシンを始めとして、キニーネ、サリチル酸、アルコールなどにより成人に感音性難聴が発症することはよく知られている。これらの物質が血行性に胎児の聴器を侵すであろうことは想像に難くなく、胎生期難聴の原因として重視されている。しかし実際の報告は極めて少なく、その原因はこれらの薬物による障害の特殊性がないため、その極め手となりにくいのであるが、動物実験的にも証明されており、妊婦への使用は注意されねばならない。サリドマイドについての報告もみられる。

3. その他

母体の放射線被爆、栄養障害、特に糖尿病やビタミンの過・不足、内分泌障害、酸素欠乏などが胎生期難聴の原因になるといわれている。

胎児の聴力検査は無理である

高度の幼児難聴は、言語発達に密接な関係があり、早期にこれを発見して言語治療などを始めることが、言語発達の予後を良くするためには必要である。このような理由から難聴の早期発見がのぞまれ、胎児期にまで聴力検査を行なうというようなことまで考えられるようになってきた。しかしこれにはまだ多くの問題点が残っている。

最も大きな問題としては胎児に音をどのようにして与えるかということであろう。最近の研究では妊婦の腹壁に振動としての音を与えるのが普通になっているがその場合の刺激の強さを音圧レベルや振動子の振巾で記載してあるにすぎない。音圧レベルは音の強さを物理的に表現する場合に最も使用できる値ではあるが、それはあくまで空気中の音波についてのものである。相手が腹壁となると全く状態は異なってしまうのである。振動子の振巾でも事態は全く同じである。腹壁の音響インピーダンスがわからない現在、その記載は全く無意味である。この点については腹壁を液体と考えて換算しようとする試みはあるが、腹壁の厚さ、弾性などを全く無視したもので問題にならない。腹壁から耳に達するまでの伝音経路も不明であるし、刺激音がどの程度の強さで胎児に達するのか

全く未知である。従って、現状ではある測定値を他の測定値と比較できないところが、聴力検査としての価値がない最大の理由である。その他検査の再現性、信頼度などの点でも聴力検査としては問題が多く残っている。

このような検査で難聴があるか否かを判定することはできないし、将来それが可能となったとしても、難聴胎児をどのように取り扱うかを解決しない以前に検査のみを行なうということは慎重に考慮すべきであろう。

聴力検査はいつ行なうべきか

胎児の聴力検査が行なえないことを明らかにしたが、難聴の早期発見が社会問題上要望されていることも間違いない。このような必要に応じて他覚的な聴力検査法の発達はめざましく、聴性誘発反応から蝸牛電気反応、更に内耳神経の誘発反応を利用した検査が最近では行なわれ、その応用年齢は新生児にまで達している。一方その信頼性は年齢が加わるに従って良くなり、また難聴の治療という面からみると、積極的な治療が可能な伝音性難聴は、大部分のものが耳鏡検査などによって発見可能であるし、補聴器とか言語治療が可能になるのは1歳代からである。このようなことを考慮すれば、聴力検査は1歳前後に行なうのが最も良いということになる。

最近、難聴の早期発見ということで、新生児に対する簡単な聴力検査装置が、アメリカを中心として販売されている。これは簡単な発信装置で、

これによって新生児がその音をきこえているのか判定しようというのである。既に述べた如く、新生児には聴反応としての体動がみられるのではあるが、その反応の出現率は必ずしも良いとはいえず、しかも個体差も大きい。しかもその判定には熟練が必要であり、判定は極めて主観的にされることが多い。またその音に対し反応があるといっても、難聴の疑いが全くないわけでもないし、反応がないから難聴であるともいえない。反応がなかったので難聴の疑いがあると指摘されても、その乳児をどのように取り扱うのがよいかも現在明らかでない。いずれにしても母親を心配させるだけのものである。

文 献

- 1) 松崎 力, 鳥山 稔: 胎児及び新生児の聴力に関する文献的考察, *Andiology*, **8**, 58, 1965.
- 2) Kawamura, S., Toriyama, M., Moggi, S.: Hearing Test for Infants by Means of Electroencephalography. *Internal Association of Logopedics and Phoniatrics*, **12**, 263, 1962.
- 3) Peiper, A.: Cerebral Function in Infancy and Childhood, Consultants Bureau, 1963.
- 4) Relke, W., Frey, H.: Höruntersuchungen bei Neugeborenen. *Z. Laryng.* **45**, 706, 1966.
- 5) 坂部長正, 荒山 喬: 音刺激による胎児の誘発反応. *日耳鼻会報*, **72**, 752, 1969.
- 6) 河村正三: 聾を伴った奇形群. *小児外科. 内科*, **3**, 785, 1971.