胎内音に対する新生児の聴覚反応に関する研究

和歌山県立医科大学耳鼻咽喉科学教室（主任：田端敏秀教授）

加 藤 寛

A STUDY OF THE AUDITORY RESPONSES TO INTRA-UTERINE SOUND IN THE FIRST FEW MONTHS AFTER BIRTH

YUTAKA KATOH, M.D.

Department of Otorhinolaryngology, Wakayama Medical College, Wakayama

The auditory responses of infants until 3 months after birth were examined using the doll "Nenkororin" which contains a tape recorder of the intrauterine sound (IUS). The purpose of this study was to assess the applicability of these responses to screening of infants with severe hearing impairment. The results are summarized as follows.

1. The IUS with 1/3-octaval audiofrequency of 400Hz~4kHz was presented to 152 neonates. Positive responses showing alert inactivity were obtained in 148 infants, but negative responses in 2 neonates. 2 infants were undetermined. The neonates showed negative responses had severe hearing impairment with comparison of ABR. ABR was also carried out in 69 of the 152 infants. The results of ABR well agreed with those of the IUS test.

2. A typical reaction of neonates who stopped crying and assumed a state of alert inactivity in responses to the IUS was demonstrated until approximately one month after birth. At the end of the first month after birth, the threshold of this reaction grew smaller than that of the one-week period after birth. The latent time of this reaction also tended to become shorter.

3. The infants mostly failed to respond to the 1/3-octaval noise consisting of 0.5, 1.0, 2.0, 4.0kHz extracted from the IUS. From the experiment using high and low pass noise components extracted from the IUS. High response were obtained at low frequency band components below 1kHz.

4. Public health nurses without experience of auditory test were requested to compare the reaction by the IUS test and an auditory reflex test using tongue-clicking, whistling and paper-crumpling sounds. The IUS test was found to be easier for evaluation of the reactions than the other method of test.

From the above results it is concluded that the auditory response to the IUS was useful for screening of severe hearing impairment in neonates until one after birth.

Key words: 胎内音, 聴覚スクリーニング検査, 新生児
ABR, 高度難聴

A93-0268-20572

緒 言

近年, 難聴児の早期発見, 診断, およびハビリテー

ションの重要性が認識され, この分野の充実が社会的要請として重要な課題となってきた。

図1 胎内音内臓人形“ねんころりん”(矢印)を用いての反応観察

難聴児の早期発見の第一歩は、適正なスクリーニング検査を実施することから始まる。スクリーニング検査としての基本は、悉皆検査にある。その条件としては、誰でも簡単に実施可能であること、器具としても手軽に入手できること、またどこでも行え、その上にスクリーニングの精度(鋭敏度: sensitivity, および特異度: specificity)が高いことなどが要求される。現在、新生児聴力スクリーニング検査法には、各種音源を用いた聴性反射直接観察法¹⁾、自動記録法としてのCrib-0-Gram²⁾、Neonatal Sensory Response Meterを用いる方法³⁾、また聴性脳幹反応(ABR)などがある。しかしこれらの方法をスクリーニングとして悉皆検査に用いるには上記の条件を十分に満たしているとはいえず、そのためリスク児に対する精密検査に利用されているのが現状である。著者はこのような条件をほぼ満たす新生児期の聴覚スクリーニング検査として、室岡⁴⁾の「泣いている新生児に胎内音を聴かせると泣き止み“alert inactivity”になる。」との反応が使えないかについて研究を重ね⁵⁾⁶⁾、その結果、ほぼ満足する結果を得たので報告する。

対象と方法

(I) 胎内音の周波数分析

室岡の監修により製作され、既に市販されている胎内音発生装置を内臓した人形“ねんころりん”の周波数分析を和歌山県立医科大学衛生学教室で行った。その際用いた装置は RION K.K. REALTIME ANALYZER SA-24, RION K.K. IMPULSE PRECISION SOUND LEVEL METER NA-61 であった。

(II) 胎内音に対する新生児の聴覚反応⁵⁾

対象: 生後2時間目から31日目までの新生児152名

図2 A: 号泣時, B: 反応時

で、出生時体重は1,290gから4,085gである。そのなかには未熟児14名も含まれていた。これらの児の耳介、外耳道、鼓膜所見は正常であった。

方法: 検査は当科検査室、または和歌山赤十字病院産婦人科新生児隔離室で実施した。

上記の被験児が空腹で泣いている時に、鼻根部より約30cm離れたところから胎内音を呈示し、その反応を観察した(図1)。音圧は鼻根部で平均80dBSPL(A特性: 80 ± 1 dBSPL, C特性: 81 ± 1 dBSPL), および平均90dBSPL(A特性: $88 \sim 89$ dBSPL, C特性: $89 \sim 90$ dBSPL)となるようにつまみの位置を決め、これらに反応しない時には音源を近づけた。反応陽性とは音源呈示後60秒以内に明らかに泣き止んだ場合(図2)とした。なお1分間胎内音を聴かせても泣き止まない場合には、最低3回同じ音圧で試み、なお反応の無い場合を陰性とした。反応陽性の場合には、音源を呈示して泣き止むまでの潜時も測定した。

152名のうち69名についてはABRによる聴覚反応も測定した。ABRはTEREDYNE TA-1000またはCADWELL CA-5200を用いて測定した。TA-1000の

図3 和歌山県御坊保健所管内(斜線部)

測定条件は、刺激音 2kHz Logon, 刺激間隔20回/秒, フィルターパス 30~1500Hz, 加算回数1,200回とした。CA-5200ではクリック音刺激, 刺激間隔11.29 PULS/sec. フィルターパス 100~3000Hz, 加算回数2,000回で時に2チャンネルを用いた。

(III) 胎内音に対する聴覚反応の経日的変化^{①)}

対象: 耳鏡所見正常な出生時体重2,640gから3,566gまでの健康新生児15名。

方法: これらの児すべてが生後1週間以内にBOAや胎内音に対して反応陽性であり, またABRにも50dBHL以上でV波が認められることをTELEDYNE TA-1000で確かめた。その後1カ月目, 2カ月目, 3カ月目における反応様式, 反応潜時, 音

圧につき観察した。検査は生後1週間以内は新生児隔離室で, その後は各被験児の家庭の静かな部屋で実施した。

(IV) 胎内音の狭帯域成分に対する聴性反応の検討

胎内音からフィルターを使って周波数をさらに狭帯域にすることにより, 従来の純音聴力検査のごとくそれぞれの帯域ごとの域値決定に使えないかどうか, また新生児の反応が主にどの周波数帯域の音に由来しているかどうかについて検討した。

音源: (1) 実験(I)で求めた胎内音の周波数領域から成分テープとして中心周波数が0.5kHz, 1kHz, 2kHz, 4kHzの1/3オクターブバンド成分を抽出したテープを作成。この時使用した装置は1/3オクターブパ

表1 御坊保健所管内自治体ごとの被験児数

	該当者	実施者	未実施
御坊市	114	111	3
美浜町	25	24	1
日高町	22	21	1
由良町	23	21	2
川辺町	21	18	3
印南町	34	26	8
中津村	7	3	4
美山村	1	1	0
	247	225	22

未実施については

新生児死亡 2

入院中 1

未訪問 19

(里帰り中などで訪問したが不在)

ンドフィルター(RION NX-02), ポータブルカセットレコーダー(AIWA CS-75X)である。(2) 0.5kHz, 1kHz, 2kHz, 4kHzのHigh pass filterを通した成分テープ(以下High pass noiseと略記), さらに0.5kHz, 1kHz, 2kHz, 4kHz Low pass filterを通した成分テープ(以下Low pass noiseと略記)もDual Decade Filter 24dB/oct. (NF社FV-624), 騒音計(RION NA-20), カセットデッキ(AIWA CS-75X)を用いて作成した。

対象: 生後2日目から12日目までの新生児37名(全員, 出生時体重2,500g以上)である。

方法: これらの被験児はまず胎内音(90dB)に全員が陽性を示しABR(TELEDYNE TA-1000)にも50dB以上で陽性であることを確かめた。そのうちの25名には, 音源(1)のテープを泣いている時に聴かし, 他の12名には(2)で作成されたHigh pass noise 4種, Low pass noise 4種を用いてその反応を観察した。これらの検査は新生児隔離室で行った。

(V) 他の音源による聴性反射との反応率の比較

一ことに保健婦活動の一環として一

音源: 胎内音, 舌うち音, ホイッスル音, 紙もみ音を用いた。

対象: 和歌山県御坊保健所管内(図3)にて昭和60年8月1日から10月30日の間に出生した247名中225名が被験児となった(表1)。

方法: 検査は管内の19名の保健婦が新生児初回家庭訪問の際に各児の家庭の静かな部屋で実施した。

図4 胎内音の周波数分析(warble toneであるため実線や破線のごとくなる)

胎内音の呈示音圧は被験児の耳元で約90dB SPLとした。その反応は, 典型的には1分以内に泣き止んでalert inactivityな状態になるが, 今回の調査では泣き止んだり泣き声が弱まるとか音源探索反応も反応陽性とした。

舌うち音は, 鈴木の方法⁷⁾に従い, 寝入りばなに約50cm離れた位置より音を発生するようにした。その音圧は約50~55dB SPLである。ホイッスル音については, その周波数が2500Hz近辺のものをを用いた。音圧は約90dB SPLとした。紙もみ音は広範囲の周波数を含み音圧は約80dB SPLであった。ホイッスル音と紙もみ音に関しては安静時に検査を実施するようにした。これらの胎内音以外の音に対する反応はモロー反射, 覚醒反射, 瞬目反射, 音源探索反応などの有無について観察された。

成 績

(I) 胎内音の周波数分析

胎内音は1分間に144回の拍動を持つwarble toneであり, その主な周波数領域は1/3オクターブバンド中心周波数0.4kHzから4kHzの成分で構成されていることが分かった⁵⁾。(図4)

(II) 胎内音に対する新生児の聴覚反応⁹⁾

被験児152名のうち148名が胎内音に対し, 明らかに反応陽性であった。反応陰性児は2名, また胎内音に反応を示したのか自然に泣き止んだのか判断に迷った児が2名検出された(判定不能児)。表2, 表3は被験新生児の検査時期と方法, 生後日数と胎内音に対する反応の結果を示したものである。

反応陰性児2名は, 男女の双生児(A:♂, B:♀)であり, 母親が妊娠8週目に風疹に罹患したというrisk factorを持っていた。図5, 6はそれぞれの児の生後11日目から約6ヵ月後までのABRである。両児とも100dBnHLでも反応が認められなかった。聴性行

表2 被験新生児の検査時期と方法

検査時期 検査方法	生 後 7 日以内	8 日目～ 14 日以内	15 日目～ 21 日以内	22 日目～ 28 日以内	29 日目～ 35 日以内	計
胎内音のみ	68	10	3	0	2	83
胎内音, ABR	53	11	2	2	1	69
計	121	21	5	2	3	152

表3 被験児の生後日数と胎内音に対する反応

検査時期 胎内音	生 後 7 日以内	8 日目～ 14 日以内	15 日目～ 21 日以内	22 日目～ 28 日以内	29 日目～ 35 日以内	計(名)
反応陽性児	120	18	5	2	3	148
反応陰性児	0	2	0	0	0	2
判定不能児	1	1	0	0	0	2

図5 胎内音反応陰性双生児AのABR

図6 胎内音反応陰性双生児BのABR

図7 胎内音陰性双生児A, B 5歳時の聴力像

図8 胎内音反応判定不能児 (a, b) の ABR

表4 胎内音による反応と ABR の結果との関係

反 応	ABR		計
	(陽性)	(陰性)	
胎 (陽性)	65	0	65
内 (陰性)	0	2	2
音 (不明)	2	0	2
計	67	2	69

動反応 (BOA) を、太鼓やホイッスルで施行したが反応はなかった。なおこれら2名の5歳時における標準純音聴力検査の結果を図7に示す。

図8は胎内音に対する反応の有無を判断し難かった判定不能児2名(a, b)のABRである。いずれも反応は陽性であった。またBOAに対しても反応が認められた。

ABRと本反応の比較：胎内音による反応とABRの結果をまとめたものが表4である。これら両検査の一致度は97.1%であった。なおこの表におけるABR陽性児67名は平成元年8月の時点で全員6歳であるが、高度難聴のため補聴器を装用したり言語発達遅滞を持った児はいない。

反応潜時：図9は反応陽性児の潜時をヒストグラムに表したものである。その潜時は2sec. から47sec. の

図9 胎内音反応陽性児の反応潜時

表5 胎内音反応陽性児の反応レベル

音圧レベル	約80 dB	約90 dB	90 dB 以上
人数 (%)	30 (20%)	103 (70%)	15 (10%)

間で認められ平均12sec. (SD=±7.4sec.) であった。

音圧レベルとの関係：胎内音反応陽性児148名の最小反応音圧レベルを表5に示す。約80dB SPLで30名(20%)、90dB SPLでは70%を占めていたのが特徴的であった。なお90dB SPL以上では148名全員が陽性反応を示した。

(III) 胎内音に対する聴覚反応の経日的変化⁶⁾

反応様式と反応潜時：生後3カ月までの胎内音(90dB SPL)に対する反応様式の変化と反応潜時の変化を各被験児ごとに表6に、また典型的反応を示す時期をまとめたものを表7に示した。

その結果、胎内音に対し典型的な反応を全員が示したのは生後1カ月までであった。

反応音圧の変動：表8は生後の時期別の胎内音最小反応音圧レベルであり、典型的な反応を示す時期である生後1カ月まででは、最小反応音圧は70dB SPL程度まで検査可能であることが明らかとなった。

(IV) 胎内音の狭帯域成分に対する聴性反応の検討
新生児25名の各1/3オクターブバンドノイズに対する反応を表9に示す。新生児はこれらのノイズにはほとんど反応を示さず、純音聴力検査のごときそれぞれ

表6 生後3カ月までの胎内音に対する反応様式の変化と反応潜時の変化

被験児	生後1週間以内		1カ月目		2カ月目		3カ月目	
	反応	潜時(秒)	反応	潜時(秒)	反応	潜時(秒)	反応	潜時(秒)
YY	AI	9	AI	7	AA	4	N	
FK	AI	5	AI	1	AI	2	AA	6
TT	AI	15	AI	33	AI	2	AA	4
KY	AI	7	AI	2	AA	1	N	
MA	AI	9	AI	2	AA	4	AA	5
MM	AI	6	AI	3	N		N	
HR	AI	7	AI	4	AA	4	AA	6
WM	AI	16	AI	10	AA	5	N	
YY	AI	15	AI	2	AA	1	N	
HK	AI	11	AI	6	AI	1	AA	1
MH	AI	5	AI	5	AA	2	AA	4
SN	AI	11	AI	3	AI	5	N	
IK	AI	6	AI	4	AI	8	N	
WS	AI	10	AI	2	AI	6	AA	5
KY	AI	20	AI	12	N		N	

AI:Alert Inactivityで泣き止む
AA:Alert Activityで泣き止む
N:NO response

表7 胎内音(90 dB SPL)に対し Alert Inactivity になる被験児の時期別割合

	生後 1週間以内	1カ月	2カ月	3カ月
人数	15/15	15/15	6/15	0/15
%	100	100	40	0

の帯域ごとの聴力測定にこれらを利用することができないことが明らかとなった。表10は0.5, 1, 2, 4kHz High pass noise & Low pass noise tape に対する新生児12名の反応結果であり、これをまとめると表11、図10のようになる。被験児達は1kHz以下の低音成分をより多く含んで構成された成分音に、より良く反応を示していることが明瞭である。また“ねんころりん”の原音に最も反応が良いことも明らかとなった。

(V) 他の音源による聴性反射との反応率の比較
表12に各検査に対する家庭訪問時期(生後日数)別の反応を記した。これを図示すると図11のごとくなる。

この調査より各検査における反応不明児の割合をさらに簡略化すると図12のようになり、胎内音1/206(0.5%), 舌うち音37/129 (28.7%), ホイッスル音66/207 (31.9%), 紙もみ音73/210 (34.8%) となってい

表8 生後3カ月までの時期別胎内音 最小反応音圧レベル

被験者	生後 1週間以内	1カ月目	2カ月目	3カ月目
YY	90	70	(70)	—
FK	90	70	70	(90)
TT	90	80	60	(90)
KY	90	80	(60)	—
MA	90	65	(80)	(80)
MM	90	70	—	—
HR	90	70	(80)	(90)
WM	90	75	(60)	—
YY	90	70	(60)	—
HK	90	80	60	(70)
MH	90	70	(75)	(80)
SN	80	75	70	—
IK	90	70	70	—
WS	90	70	70	(70)
KY	90	70	—	—

()はAlert Activityで泣き止んだ音圧

た。これらより胎内音によるものと、他の検査を χ^2 検定すると有意($P<0.001$)に反応不明者が少なく、そ

表9 各新生児の各1/3オクターブバンドノイズに対する反応

BABY	生後経過 日 数	胎内音 90 dB 反応潜時(秒)	1/3オクターブバンドノイズ			
			0.5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
H.S.	2日目	21	?	(-)	(-)	(-)
T.H.	2日目	8	(-)	(-)	(-)	(-)
D.K.	2日目	7	(-)	(-)	(-)	(-)
K.S.	2日目	14	(-)	(-)	(-)	(-)
T.M.	2日目	12	(-)	(-)	(-)	(-)
Y.K.	2日目	15	(-)	(-)	(-)	(-)
M.Y.	2日目	9	(-)	(-)	(-)	(-)
S.K.	3日目	4	(-)	(-)	(-)	(-)
O.T.	3日目	3	(+)	(-)	(-)	(-)
I.T.	3日目	9	(-)	(-)	(-)	(-)
T.S.	3日目	15	(-)	(-)	(-)	(-)
M.N.	3日目	11	(-)	(-)	(-)	(-)
K.C.	3日目	14	(-)	(-)	(-)	(-)
I.K.	3日目	8	(-)	(-)	(-)	(-)
N.J.	3日目	9	(-)	(-)	(-)	(-)
N.T.	4日目	4	(-)	(-)	(-)	(-)
I.K.	4日目	5	(-)	(-)	(-)	(-)
T.Y.	4日目	17	?	(-)	(-)	(-)
K.N.	5日目	19	(-)	(-)	(-)	(-)
S.M.	5日目	24	(-)	(-)	(-)	(-)
H.H.	5日目	27	(-)	(-)	(-)	(-)
S.Y.	5日目	17	(-)	(-)	(-)	(-)
K.M.	7日目	23	(-)	(-)	(-)	(-)
N.R.	10日目	26	?	(-)	(-)	(-)
T.K.	12日目	22	(-)	(-)	(-)	(-)

(+) : 泣き止んで Alert Inactivity になった

(-) : 1分以内に泣き止まなかった

? : 自然に泣き止んだのか, 反応して泣き止んだのか判断に迷った

の判定が容易であることが明らかとなった。

考 察

胎内音は母体大動脈血流音, 母体心音, 臍帯雑音, 腸雑音, 胎児心音などによって構成されている warble tone である。その存在は1971年より知られていた⁸⁾が, 1974年室岡は, これらの音を録音して泣いている新生児に呈示すると泣きやみ鎮静効果があることを報告した⁹⁾。また, この時の胎内音は母体大動脈血流音を主体としたものであり, 後に作成した胎児性胎内音の方が鎮静効果が高いことを明らかにした¹⁰⁾。今回使用した音源発生装置“ねんころりん”は胎児性胎内音を

主体としたもので, 1分間に144 beatを持つ warble tone である。

胎内音による鎮静効果は, 室岡¹⁰⁾によれば, 母体大動脈性胎内音では300人中258人(86%), 胎児性のもので100人中90人(90%)であり, その効果の有意性につき言及している。また Rosner ら⁹⁾は室岡の作成した母体大動脈音を主体とした胎内音を用いて客観的に観察した結果90%の鎮静効果が認められたことを報告している。今回の検査成績より高度難聴児2名を除いた150名の反応を検討すると, 80,90dB SPLの反応陽性児は133名(89%)と彼らの呈示した音圧レベルでの鎮静反応陽性率とほぼ一致している。

表10 High pass noise, Low pass noise に対する各被験児の反応結果

BABY	生後経過 日 数	胎内音 90 dB 反応潜時(秒)	HIGH PASS NOISE				LOW PASS NOISE			
			0.5	1	2	4(kHz)	0.5	1	2	4(kHz)
Y.H.	2 日目	17	20	(-)	(-)	(-)	37	19	20	15
H.S.	2 日目	5	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	28	47	11
M.H.	2 日目	10	24	(-)	(-)	(-)	25	28	11	10
K.T.	3 日目	12	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	47	(-)	(-)
Y.S.	3 日目	8	24	(-)	30	(-)	19	9	11	12
T.M.	4 日目	14	26	40	(-)	(-)	(-)	29	30	29
T.I.	4 日目	8	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	23	51
T.M.	4 日目	5	9	(-)	(-)	(-)	13	9	5	5
O.H.	4 日目	12	14	(-)	(-)	(-)	(-)	10	17	7
S.K.	4 日目	21	(-)	(-)	(-)	(-)	10	12	12	7
H.T.	5 日目	17	51	37	(-)	(-)	11	5	27	12
W.F.	6 日目	25	35	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	42	17

各数字は反応陽性児の反応潜時を示す。

表11 High pass noise, Low pass noise に対する反応のまとめ

	HIGH PASS NOISE				LOW PASS NOISE			
	0.5	1	2	4(kHz)	0.5	1	2	4(kHz)
反応陽性児	8	2	1	0(名)	6	10	11	11(名)
反応陰性児	4	10	11	12(名)	6	2	1	1(名)
陽 性 率	67	17	9	0(%)	50	83	92	92(%)

図10 High pass noise, Low pass noise に対する反応陽性率

胎内音の新生児に対する鎮静効果が聴性反応であろうと、室岡¹¹⁾、Rosner ら⁹⁾は考察しているが確たる証明はなされていない。今回の ABR に反応陽性で、6 歳の時点で聴力に問題なく日常生活を送っている 67 名中 65 名が胎内音に対し反応陽性であり、また ABR、胎内音にも反応の認められなかった高度難聴児 2 名も考慮すると、これら検査の一致度は 97.1% であった。このことから胎内音に対する反応が聴性反応であることを証明できたと考える。

この胎内音に対する聴性反応が生後何カ月頃まで典型的に出現するものか、またその反応潜時や反応音圧レベルについて検討した結果、生後 1 カ月までは泣いている児が全員典型的に alert inactivity に泣き止む現象が認められた。しかし、2 カ月目には反応の認められない児が存在し始め、泣き止んでも alert activity を呈する児が増加してきていた。3 カ月目には典型的な反応は皆無になっていた。これらの現象には、baby が運動能力の発達に伴い音源方向を探索する反応の増

表12 各検査に対する家庭訪問時期別の反応

胎 内 音 検 査 児																
反応	検査時期	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	計
		〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
		6	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90		
有		0	2	2	5	13	27	43	41	40	12	10	6	0	2	203
無		0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
不 明		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
未実施		0	0	0	0	3	2	3	3	5	3	0	0	0	0	19
計		0	2	2	5	17	29	46	44	47	15	10	6	0	2	225名
舌 う ち 音 検 査 児																
反応	検査時期	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	計
		〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
		6	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90		
有		0	0	1	1	7	8	10	9	10	4	6	4	0	2	62
無		0	1	0	2	1	2	7	6	6	2	3	0	0	0	30
不 明		0	0	0	1	2	6	8	7	13	0	0	0	0	0	37
未実施		0	1	1	1	7	13	21	22	18	9	1	2	0	0	96
計		0	2	2	5	17	29	46	44	47	15	10	6	0	2	225名
ホ イ ッ ス ル 検 査 児																
反応	検査時期	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	計
		〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
		6	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90		
有		0	0	0	2	10	12	19	19	25	9	7	2	0	2	107
無		0	1	0	1	2	4	7	9	5	3	1	1	0	0	34
不 明		0	0	1	2	3	8	15	15	16	2	2	2	0	0	66
未実施		0	1	1	0	2	5	5	1	1	1	0	1	0	0	18
計		0	2	2	5	17	29	46	44	47	15	10	6	0	2	225名
紙 も み 音 検 査 児																
反応	検査時期	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	計
		〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
		6	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90		
有		0	0	0	3	7	9	18	20	22	10	6	4	0	2	101
無		0	1	1	0	2	3	10	7	5	4	3	0	0	0	36
不 明		0	0	1	2	5	13	14	16	20	0	1	1	0	0	73
未実施		0	1	0	0	3	4	4	1	0	1	0	1	0	0	15
計		0	2	2	5	17	29	46	44	47	15	10	6	0	2	225名

図11 各検査に対する家庭訪問時期別の反応

図12 各検査の反応別割合

加も関与しているように思える。

反応潜時については、生後1カ月の時点での短縮は、それぞれの児の聴覚路の成熟を反映したものと考えられる。

2カ月目からの域値上昇に関しては、生後の胎外適応による他の音との混乱、児自身の泣き声の強大化によるマスキング効果の増大などによるものが推測できる。

これらの結果より、この胎内音を用いての聴覚検査は生後1カ月以内に実施されることが望ましいと結論できた。

胎内音から抽出した1/3オクターブバンドノイズの狭帯域成分に対して、新生児達はほとんど反応を示さず、これらのノイズを聴力測定に利用することができないことも明らかとなった。また、この胎内音に対する反応には1kHz以下の低音成分が大きく関与し、室岡⁴⁾の「子宮内の環境は、外界から入ってくる音も加え、低音優勢高音減衰となっている。」との報告を裏づける結果となった。

しかし、胎内音に対する新生児の反応が、どのような聴覚反射経路によって誘起されるのであろうか？

この反応の平均潜時が 12 ± 7.4 sec.であることより、新生児期に一般的に観察されるモロー反射、聴性眼瞼反射、覚醒反射、定位反射などの脳幹レベルの筋反射に基づく純反射的なもの¹²⁾とは明らかに異なった、さらに高位の反応であることは確かである。Salk¹³⁾はimprintingによると考え、Bench¹⁴⁾は胎内音の低周波数成分が泣き声をマスクしてしまうためだとしている。またこれら以外に胎内での学習によるという説もある⁹⁾。しかし、まずimprintingであればこの反応はもっと永続的なものでなければならず、泣き声のmasking説にしても泣き声の成分が4kHz以上も含んでいる¹⁵⁾ことより納得しがたい。それではこの反応は、胎内での学習によるものであろうか？ その典型的な反応は生後1カ月までしか認められず2カ月目からは泣き止まない児も出現してくるという事実、またこの胎内音を生後聴かし続けることにより、この反応が長期にわたって継続して残存して行くとは思われないことなどを考えあわせると学習説も否定的である。これらのことよりこの反応のメカニズム解明は、今後の神経発達学的研究を待たねばならない。

次いで、この反応がスクリーニング検査として実際に利用されるためには聴覚検査に未経験な人々にとっても容易に実施可能な検査でなければならない。本研究では保健婦の協力を得てこの点を明らかにしたいと考えた。その結果、成績で述べたごとく、従来からの聴性反射を直接観察する方法よりも有意にその反応の判定が容易であることが明らかとなり、地域保健活動の一環として本法を評価し位置付けることが出来たと考える。

現在の世界的動向として、新生児期の聴覚スクリーニング検査は、リスク児中心法で実施されている。こ

の方針は1974年のNova Scotia(カナダ)のHalifaxで開催された国際会議での勧告によるものである。ここにいうリスク児とは、

- ① 家族歴に遺伝性難聴のあるもの。
- ② 風疹ないし非細菌性の子宮内胎児感染例。
- ③ 耳鼻咽喉科領域に奇形のあるもの。
- ④ 生下児体重1,500g以下のもの。
- ⑤ 血清ビリルビン値20mg/dl以上のもの。

である¹⁶⁾。しかしリスク児中心法は、あくまでも満足されるべき悉皆検査法が確立されるまでの暫定的なものである。今回この論文で述べてきた胎内音を用いての方法は高度難聴児スクリーニング悉皆検査法として、分娩入院期間中の新生児全員に施行することが可能ながことが明らかとなった。

スクリーニング検査には「取り込みすぎ」、「取りこぼし」という現象が必ず付きまとう。この検査については、(II)の結果より反応の有無の判定に迷ったこのような例を「取り込みすぎ」に入れると、その割合は67名の被験児中2名3%に認められることになる。「取りこぼし」については、当科の外来は地域性が強く聾学校との連絡も密なため和歌山県下の高度難聴児の把握が容易であるが、この研究での対象児の中からは出現してきていない。しかしこの検査は高度難聴児にのみ適応があると考えていることや、新生児期以後に難聴の発生する可能性を考慮すると、より正確に難聴児を早期発見するには、本法のみならず舌打ち音を用いた入眠時開眼反応⁷⁾、田中・進藤の聴覚発達チェックリスト¹⁷⁾などをテストバッテリーに加えてスクリーニング検査を体系的に継続して実施していかななくてはならない。また、このようなスクリーニング検査の結果が保健所活動の一環としてチェックできるようなシステム化の確立が必要であると考ええる。

ま と め

1. その主な周波数領域が1/3オクターブバンド400Hz~4kHzの胎内音を152名の新生児に聴かせ反応陽性児148名、反応陰性児2名、反応不明児2名が観察された。陰性児2名は高度難聴児であった。またこの内の69名にはABRも実施され、その反応は胎内音による反応とよく一致していた。

2. 新生児が胎内音に反応して泣きやみ alert inactivity になる現象は生後1カ月頃まで認められ、その反応域値は生後1週間までのものより小さくなっており、潜時についても短縮傾向が認められた。

3. 1/3オクターブバンドノイズ 0.5kHz, 1kHz, 2kHz, 4kHz の成分テープにはほとんど反応を認めなかった。High pass noise, Low pass noise の成分テープの検討より低周波数成分をより多く含んでいるほうが反応率が良かった。

4. 胎内音による検査は舌うち音, ホイッスル音, 紙もみ音による検査より反応の判定が容易なことが明らかとなった。

結 語

胎内音を内蔵した人形“ねんころりん”を用いての新生児の聴覚反応を観察した今回の研究によりこの反応が高度難聴児のスクリーニング検査として有用であるとともに、その検査時期は1カ月以内が望ましいと言える。

参 考 文 献

- 1) 田中美郷：新生児聴力検査。日耳鼻補冊 5: 63-67, 1969.
- 2) Simmons FB, Russ NF: Automated hearing screening technique for newborns. Arch Otolaryngol 100: 1-7, 1974.
- 3) 田中美郷, 阿波野安幸, 坂本正二: Neonatal Audiometer による新生児の聴性反応の観察. Audiol Japan 26(4): 279-280, 1983.
- 4) 室岡 一, 佐々木 毅, 中村三和, 松本次郎, 若麻績佳樹: 胎内音の新生児に及ぼす影響. 小児科 20: 259-265, 1979.
- 5) 加藤 寛, 田中佐代子, 田端敏秀: 胎内音に対する新生児の聴覚反応. 耳鼻臨床 77(6): 1367-1373, 1984.
- 6) 加藤 寛, 田中佐代子, 田端敏秀: 胎内音に対する新生児聴覚反応の経時的変化. Audiol Japan 28: 744-748, 1985.
- 7) 鈴木重忠, 能登谷晶子: 入眠時聴性開眼反応. Audiol Japan 23: 26-33, 1980.
- 8) Walker D, Grimwade J, Wood C: Intrauterine noise; a component of the fetal environment. Amer J Obstetrics Gynecology 109: 91-95, 1971.
- 9) Rosner BS, Doherty NE: The Response of Neonates to Intra-uterine Sound. Develop Med Child Neurol 21: 723-729, 1979.
- 10) 室岡 一: ママのおなかの子守歌. 東芝EMI K.K. (TW-80010) 1-8.
- 11) 室岡 一: 新生児と音. 助産婦雑誌 33: 189-192, 1979.
- 12) 加我君孝, 田中美郷: 新生児聴力障害スクリーニング. 産婦人科の実験 29: 99-108, 1980.
- 13) Salk L: Mothers' heartbeat as an imprinting stimulus. Transactions of the New York Academy of Science 24: 753-763, 1962.
- 14) Bench J: Some effect of audio-frequency stimulation on the crying baby. Journal of Auditory Research 9: 122-128, 1969.
- 15) Truby HM, Lind J: Cry sound of the newborn infant. Acta Paediatrica Scandinavica, Supplement 163: 7-59, 1967.
- 16) 鈴木篤郎, 田中美郷: 幼児難聴; 幼児難聴の検出と診断. 医歯薬出版, 東京, 1979, 99-139頁.
- 17) 田中美郷, 小林はるよ, 進藤美津子, 加我君孝: 乳児の聴覚発達検査とその臨床および難聴児早期スクリーニングへの応用. Audiol Japan 21: 52-73, 1978.

稿を終えるにあたり、ご指導と御校閲を賜りました田端敏秀教授に深く感謝の意を捧げます。また適切な御教示を戴いた帝京大学田中美郷教授、和歌山県立医科大学衛生学教室武田真太郎教授、松本健治講師に、さらに御坊保健所管内の柏木真弓美氏ほか18名の保健婦さん達に謝意を表します。

なお、本論文の一部は昭和61年度文部省科学研究費奨励研究 A. No. 61771320, 昭和59, 60, 61年度厚生省心身障害研究「身体障害児の療育に関する研究、一聴覚言語障害児の療育に関する研究（田中美郷班）」の援助を受けた。

(1989年10月18日受稿 1989年12月19日受理 急載)

別刷請求先 〒640 和歌山市七番町27

和歌山県立医科大学耳鼻咽喉科学教室 加藤 寛