乳幼児のインピーダンスメトリー

— 他覚的聴力検査法としての臨床的評価 —

慶応大学医学部耳鼻咽喉科教室

猪 忠彦, 神崎 仁, 小野 博

国立小児病院

古賀慶次郎

I はじめに

近年、他覚的聴力検査法は急速に発達しつつあり、従来の誘発反応聴力検査 (ERA) のほかに蝸電図、聴性脳幹反応 (BSR) など普及しつつあるが、機械類の整備が高価なことから、検査が煩雑であることの二つの大きな欠点がある。その点、今回検討するインピーダンス測定による中耳、内耳機能の検査法は、比較的安価な装置で手技も簡便である。今回、われわれはインピーダンス測定、特に幼児のアブミ骨筋反射域値 (stapedius reflex, 以下便宜上 SR 域値と略す) について検討した。

II 方 法

1. 検査対象

昭和48年9月より昭和50年2月までの間に慶応大学病院耳鼻咽喉科外来に難聴を主訴として来院した幼児のうちインピーダンスメトリーを行い得た56名である。その年齢分布は図1に示したが、平均年齢は2歳10カ月である。

図1 検査対象の年齢分布

2. SR を利用した聴力検査

装置: 音響インピーダンス測定器 (Madsen electro-acoustic impedance bridge, Model ZO-72), 耳栓は附属の ear tip のほか、試作したシリコンラバーによる種々のサイズのものをを用いた。

刺激音: 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz の純音と、症例によっては white noise を使用した。

判定: 一侧耳に刺激音を与え、他側耳に probe tip を挿入して鼓膜音響インピーダンスの相対的变化を針のフレとして検出し、その反射域値を求めた。tympanometry や static compliance の測定法については、既に報告した方法によった¹⁶⁾。

麻酔: ERA 施行の際の方法に準じて行った。すなわち 70~90mg/kg のトリクロロルシロップを内服させた。十分な睡眠の得られない時は 0.5~1mg/kg のコントミン注射を追加した。睡眠した直後にまず外耳道、鼓膜に異常所見のないことを確かめた上で測定を行った。

3. 乳幼児に対する聴力検査法

SR 域値測定は誘発反応聴力検査 (ERA), 蝸電図、聴性脳幹反応 (BSR) の補助検査として、COR, play audiometry などと適宜、組み合わせて行っている。全症例について少なくとも3種類以上の聴力検査を行った。

III 結 果

1. SR 域 値

COR あるいは ERA, BSR, 蝸電図などの検査では聴力正常であろうと思われた幼児の SR 域値について表1に示す。この表から SPL での SR 域値は、white noise を刺激音とした時最も低いことがわかる。他方純音に対する SR 域値を SL (ISO) で検討すると低音の方が高音より SR 域値が低い傾向が見ら

表 1 聴力正常児の SR 域値

	例数	平	均	標準偏差
		SL(ISO)	SPL	
500 Hz	33耳	97.9 dB	108.9 dB	6.2 dB
1 kHz	33	97.4	103.9	6.8
2 kHz	29	99.0	107.5	9.9
4 kHz	19	99.0	108.0	9.1
white noise	28	72.5	94.5	9.8

表 2 聴力正常児の SR 欠如率

	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	white noise
SRあり SR欠如	34耳	34耳	29耳 5耳	19耳 15耳	29耳 1耳
欠如率			14.7%	44.1%	3.3%

表 3 聴力像と SR の有無

聴力像 SRの表 われ方	正常	高音漸 傾型 (水平)	高音急 壁型	低音 残聴	scale out	
500Hz~4kHz まですべて(+)	11	2	1	2		16
4kHzのみ(-)	6	1	1			8
2kHz及び4kHz にて(-)	1					1
500Hz~4kHz まですべて(-)		5	6	6	10	27
そ の 他		1	2	1		4
	18	9	10	9	10	56

れるが推計学的に検定すると有意の差はない。なお、ここに求めた平均は、聴力正常と思われる幼児でしか、SR 域値が scale out にならなかった者のみについて検討しているものであり、聴力正常と思われた症例でも 4kHz に対する SR 域値が scale out になってしまう症例は度々認められる。聴力が正常と思われる幼児の SR 域値が、周波数別にどのような割合で scale out 例が出現するか検討した結果が表 2 に示してある。すなわち 500Hz, 1kHz では 34 耳すべてに対し域値が求められた。また 2kHz では 34 耳中 5 耳で scale out, 4kHz では 34 耳中 15 耳で scale out, white noise では 30 耳中 1 耳で scale out を示した。

表 3 に聴力像(ERA, 蝸電図, BSR などの他覚的聴力検査の結果から推測したもの)と SR の検出の有無との関係を示した。

聴力像で「高音漸傾」としたのは 30~60dB 程度の中等度難聴でしかも比較的水平に近い聴力損失を示すもの、「高音急壁型」としたのは高音部のみ scale out になり BSR や蝸電図では殆ど反応の得られないもの、「低音残聴型」とは ERA にて低音部に僅かに反応を認める程度のもの、「scale out」とはすべての検査で反応が認められなかったもの、のことである。ここで注目すべきことは聴力正常児 18 人のうちの 7 人までが、高音に対する SR 域値が scale out になってしまうことである。他方全音域で SR を認めないにも拘らず聴力正常と診断しえた者はない。

2. SR と ERA

表 4 に SR の検出の有無と ERA の反応の有無との関係を示した。ここで SR (+) とは、500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, white noise などの各種刺激音の 120dB (ISO) までの音に対していずれか 1 つでも SR の認められた場合を示し、同様に ERA (+) とは、500Hz, 1kHz, 4kHz の 90dB までの tone burst に対していずれか 1 つでも反応の認められた場合を示す。SR (+) でありながら ERA で反応の認められなかった例は、僅か 1 例にすぎず、これは ketalar 麻酔下に ERA を行ってしまった唯一の症例である。ERA, SR とともに反応のない 8 例は、蝸電図や BSR でも反応が得られず全例が scale out と診断された。この 8 例に施行した behavioral test は 6 例が全く反応がなく、1 例が peep show test で反応があり、他の 1 例は純音聴力検査を行い得た。この症例は 7 歳の女児で、その audiogram は図 2 に示した。このような audiogram を持つものではない、ERA, SR, 蝸電図, BSR のすべてが役に立たないということに注意すべきである。

各周波数の刺激音に対する ERA 反応域値と SR 域値との関係を図 3 ~ 図 6 に示した。これらの図から、ERA で反応が認められるにも拘らず、SR で反射の認められない例が多いことである。またそれぞれの域値の間には直線関係は見出せなかった。

3. SR と蝸電図

蝸電図では低音の AP はとれないので 2kHz, 4kHz

表 4 ERA 及び SR の反応検出の有無

	SR(+)	SR(-)	
ERA (+)	20名	19	39
ERA (-)	1	8	9
	21	27	48

について、蝸電図の AP 域値と SR 域値との関係を検討し、図 7 に示した。例数が少なく一定の傾向を見出すのは困難である。SR の認められる例で蝸電図の AP が認められなかった例は 1 例であった。

図 2 純音聴力検査を行い得た症例（7 歳）の聴力像

図 4 ERA と SR の域値（1 kHz）

図 3 ERA と SR の域値（500Hz）

図 5 ERA と SR の域値（2 kHz）

図 6 ERA と SR の域値 (4 kHz)

図 7 蝸电图 AP と SR の域値 (2kHzと4kHz)

図 8 BSR-N5 域値 (click) と SR 域値 (white noise)

4. SR と BSR

BSRの刺激音は click であり、広い周波数分散を示すので、SR についても white noise を刺激音とした時の SR 域値を検討した。BSR反応域値 (N5 反応) と SR 域値との関係を 図 8 に示した。この図から、BSR-N5 反応域値は比較的低く、SR 域値との間に明瞭な直線関係を得ることができなかった。

BSR で反応が得られないにも拘らず、white noise に対して SR の認められた例が 4 例ある。この 4 例のうち、2kHz、4kHz の高調音に対して SR を認めたものは 1 例しかなく、ERA では 3 例に低音域の反応が得られているにすぎない。この 4 例のうち 2 例には蝸电图も行っており、AP 反応は得られなかった。

5. 聴力損失値の推定

white noise および純音に対する SR 域値を求め、独特の計算式により聴力損失値を算出する方法は、Niemeyer の方法¹²⁾と Jerger の方法⁷⁾とがある。Jerger の方法に従ってわれわれの症例について検討したのが表 5 である。Jerger の計算式とは

$$D = \frac{1+m+n}{3} \quad \text{で示される。}$$

この式で l. m. n は

表 5 Jerger の計算式による分類

Jerger 分類		正 常	高音漸傾型	高音急墜型	低音残聴	scale out
D 値	聴損の程度					
D>20	normal	2耳				
15≤D≤19 80 dB以下	normal	3				
15≤D≤19 81 dB以上	mild-moderate	5				
10≤D≤14	mild-moderate	6		1	1	
D<10 89 dB以下	mild-moderate					
D<10 90 dB以上	severe	8	2		1	
reflex 全くなし	profound		10	12	12	20

$$l = \left(\begin{matrix} 500\text{Hz}, 1\text{kHz}, 2\text{kHz} \text{ の} \\ \text{SR 域値の平均} \end{matrix} \right) - \left(\begin{matrix} \text{white noise の} \\ \text{SR 域値} \end{matrix} \right)$$

$$m = (500\text{Hz} \text{ の SR 域値}) - \left(\begin{matrix} \text{white noise の} \\ \text{SR 域値} \end{matrix} \right)$$

$$n = \left(\begin{matrix} 500\text{Hz}, 1\text{kHz}, 2\text{kHz} \text{ の SR} \\ \text{域値のうちで最も低いもの} \end{matrix} \right) - \left(\begin{matrix} \text{white noise} \\ \text{の SR 域値} \end{matrix} \right)$$

で示される。Jerger らによると D>20 は normal, D→10~19 は中等度難聴, D<10 は高度難聴とされている⁷⁾。

われわれの資料では D が 20 以上のもの 2 耳, 15<D<19 のもの 8 耳, 10<D<14 のもの 8 耳, D≤10 のもの 11 耳, reflex 全くなし 54 耳となった。この方法で D が 10 以上の値をとるのは聴力正常と診断された者が殆どで 18 耳中 16 耳が聴力正常例であった。他方 SR を検出しえなかった者で聴力正常と診断できたものは顔面神経麻痺のあった 1 例 1 耳のみにすぎない。Jerger によれば, reflex の全く認められない者の聴力損失の程度は“profound”とされているが, ERA や BSR, 蝸電図から判断してもう少し良い聴力があると思われる症例が多く認められた。

一方, Niemeyer によって示された計算式は,

$$\text{聴覚域値} = \left(\begin{matrix} 500\text{Hz} \sim 4\text{kHz} \text{ の} \\ \text{SR 域値の平均} \end{matrix} \right) - 2.5 \times \left(\begin{matrix} \text{white noise} \\ \text{の SR 域値} \end{matrix} \right)$$

で示される。

この式の音の強さの単位が SL であるのか, SPL であるのか明確な記載はないが, Niemeyer 論文中的計算式を見ると SL で表示した音の強さを代入して聴覚域値を計算しているようである¹²⁾。われわれの症例についても Niemeyer の計算式に従って聴覚域値を求め, その結果を表 6 に示した。この計算を行う際, white noise の音の強さは Niemeyer 論文を参考にして SL

表 6 Niemeyer の計算式による分類

聴力損失値	正 常	高 音 漸傾型	高 音 急墜型	低音残聴
0~30 dB	10耳			
31~60 dB	3	1	1	
61 dB以上	1			2
	14	1	1	2

(SPL-22dB) に換算した。また 4kHz の SR 域値も必要なので検討できた症例は極めて少数となってしまった。聴力正常と思われる者 14 耳のうち 10 耳までが 0~30dB の間になったこと, 中等度難聴, 高度難聴者などで 0~30 dB の間の値をとったものがないこと, など注目に値する。

6. Tympanometry

32 名について tympanometry を施行した。これらの症例は外耳道, 鼓膜に明らかな異常所見を認めていないものである。他覚的聴力検査 (ERA, 蝸電図, BSR, SR) の結果推測された audiogram と tympanometry の type との関連を表 7 に示す。type A を示す例が大部分であるが, type A の中でも peak の比較的浅い例が多かった。type A の中でも深い peak の例もあり, また少数ではあるが type B, type C の症例もあったが, 伝音難聴と診断しえた症例はなかった。なお, その他の 1 名とは, 外耳道圧 +200mm H₂O から 0mm H₂O までの間で peak を作ってしまい, 0mm H₂O で compliance が +200mm H₂O の値に戻ってしまい, 陰圧では compliance の求められなかった例である。

static compliance についても検討し表 8 にその値を示した。聴力正常児の static compliance は 0.29 (± 0.08) cc であり、正常成人のデータとは少し異なっている。表 9 には tympanometry の type 別に static compliance を求めた結果を示した。この表で type A の deep 型でも static compliance は 0.95 ± 0.24 cc であり、それほど大きな値ではないことがわかる。

IV 考 察

1. 麻酔と SR

乳幼児に impedance audiometry をおこなう時には体動をなくすためになんらかの睡眠剤を使用しなければならない。Jerger は、抱水クロラルを使用しているが、その効果影響については言及していない⁵⁾。一般にバルビタールを使用すると SR 域値が上昇するといわれているが、Robinette によれば、4 mg/kg secobarbital 服用後 60 分では、3~7 歳の子供 8 例中 5 例で明らかに SR 域値が上昇し、その値は約 4dB であったと述べている¹⁴⁾。一般に幼児では SR 域値が成人より高いので⁸⁾、睡眠状態にある子供ではさらに域値が上昇する。

2. SR 域値

SR を検討するには、まず tympanogram が正常である必要がある。なぜなら tympanogram 異常例では

表 7 聴力像と tympanogram

聴力像 tympanogram	正常	高 音 漸傾型	高 音 急壁型	低音 残聴	scale out	
type A						
deep	2名				1	3
normal	7	2	1			10
shallow	3	4	3		4	14
type B			1	1		2
type C	1				1	2
その他					1	1
	13	6	5	1	7	32

表 9 tympanogram と static compliance

tympanogram static compliance	type A normal	type A shallow	type A deep	type B	その他
N	9	22	2	4	2
平均	0.41	0.19	0.95	0.19	0.24
D	0.12	0.07	0.24	0.07	0.03

表 8 聴力像と static compliance

聴力像 static compliance	正常	高 音 漸傾型	高 音 急壁型	低音 残聴	scale out
N	12	5	5	4	10
平均	0.29	0.23	0.22	0.37	0.21
D	0.08	0.08	0.13	0.20	0.06

SR 欠如例がふえるからである⁷⁾。われわれのデータでも聴力正常と思われた例で、tympanometry を施行したものは 13 例あるが、このうち異常 tympanogram を示したのは type C を示した 1 例のみであるが、この例では SR はよく出ていた。

SR 域値に関する成績は表 1 に示したが、Habener によれば 0~9 歳の 500Hz に対する SR 域値は平均 95dB、4kHz に対する SR 域値は平均 101dB になると報告しており⁴⁾、Jerger も 3 歳以下では 500 Hz~4kHz の SR 域値は平均 95.5 dB と述べている⁸⁾。今回のわれわれの成績も大体これと合致するものであった。特に Madsen ZO-72 では probe tone が 220 Hz であり、SR 域値が最もよく出ることも念頭に入れておくべきである¹³⁾。

表 2 に示したように、聴力正常児でも SR が scale out になってしまう例もある。このような点に関して Brooks は、純音聴力検査で正常だった子供のうち 2% の 12 例に SR 欠如例があったにすぎないと述べているが²⁾、Jerger によれば、6 歳以上の聴力正常者 382 例中の 25 例 (6.7%) に SR の異常があり、その中で最も多いのが、4kHz における SR の欠如であると報告している⁸⁾。また 70dB 以下の感音難聴 385 例のうち 83 例 (22%) が 4kHz に対してのみ SR を認めていないとしている。Jerger は更に、6 歳以下の子供 82 例 (聴力正常あるいは 75dB 以下の感音難聴) のうち 22 例に SR 欠如例があり、このうちの 12 例は 4kHz のみの欠如であると報告している⁸⁾。このような SR 欠如例は 0~3 歳では約 20% になると言われ、ここにも ped-audiometry としての限界があり、他の検査との併用が重要になってくる。ただしこうした SR 欠如の原因

として Jerger は耳小骨連鎖の固着や脳損傷があると考えている⁷⁾。

ところで SR 域値がわかって、ここから聴力損失値を求めるのは困難であるが¹⁷⁾、多くの統計から Jerger は、SR (+) のものでは聴力損失 85dB 以下の可能性が 50%、100dB 以上の可能性は 10% にすぎず、他方 SR (-) のものでは聴力損失 85dB 以上の可能性 50%、60dB 以下の可能性は 10% にへると報告しており⁹⁾、われわれの症例でも SR が全く認められなかったにも拘らず、他の検査結果から聴力はほぼ正常とした例はない。

3. SR と ERA

SR は正常耳では 70~80dB の間に域値があり、ERA は聴覚域値上 20~30dB で反応域値が得られるといわれている。従って反応の有無という点では当然 ERA の方が良い検出率を示す¹⁵⁾。斎藤も指摘しているように、SR は正常耳では 70~90dB の間に域値を求められるが、感音難聴耳となると補充現象の影響が加わることもあってバラツキがふえるし、他方 ERA は、睡眠深度、精神発達の異常の存在、個人差、試行差などの影響が大きい。従って SR と ERA の両者の域値を比較して問題にすることは図 3~図 6 に示したように、余り意味がなさそうである。むしろ聴能訓練、言語指導という観点から聴力の有無程度の定性的な判断を行う材料として、SR と ERA の組み合わせ検査の意義が生ずると思われる。

4. SR と蝸電図、BSR

ERA、蝸電図、BSR にくらべ SR の scale out 例が多いことは、SR の測定が聴覚域値を決めるという点で余り利点がないことを示している。しかも SR は非聴覚性の刺激、たとえば耳介周囲への触覚刺激でもおこるとされている。

6 歳以下の 398 例に impedance audiometry を施行した Jerger は、398 例中の 90 例 (22.6%) は失敗例で検査不成功であったと述べている⁹⁾。また、前述したように純音聴力検査で正常であった子供のうち 2% の 12 例で SR がでなかったという報告もある²⁾。

以上 SR 域値検査の欠点を述べてきたが、他方、SR 域値検査は、時間が短かくて済み、反射の有無の判定が容易という利点があり、高度な聴力障害の有無を定性的に調べるのには非常に便利であると思われる。

5. 聴力損失値の推定

Jerger の計算式でわれわれの症例を検討すると高度難聴者、正常あるいは中等度難聴者を区別すること

ができ、より実状に近い分類ができる。他方 Niemeyer の計算式では 4kHz の SR 域値が必要であり、症例数が限られてしまう難点がある。しかしこちらの計算式で得られる値も実状に近いものと言え、両方法とも利用価値があると考えられる。ただし Jerger の計算式で得た $10 < D < 19$ の値になるものが、中等度難聴者が正常聴力者かを区別することにはかなり困難な点がある。

6. Tympanometry

正常耳 109 耳について検討した市村¹⁸⁾によれば、A 型 107 耳、B 型・C 型が各 1 耳であり、その peak 値は A 型では 0~7.5 に分布しており、その正常範囲は 1.5~7.4 であると報告しており、Jerger らの報告とは若干異なる。また、市村は、tympanogram で B 型や C 型をとるものについては約 90% の確率で異常が推定できると述べている。

他方、tympanogram の限界を示す報告も多い。Blue-stone は、聴力正常で鼓膜所見に異常がないもので、tympanogram のピークが 0 以下になるようなものがあると報告している¹⁾。Jerger は、正常聴力者でも約 9% が type B, type C, type AS, type AD などの異常型をとりうるとしている。更に 70dB 以内の難聴耳 (511 例) では、type B あるいは type C を示すものが 7%、type AS, AD を示すものが 18% となり、70dB 以上の難聴者 (240 例) では 48% が異常 tympanogram となると述べている。Jerger は 6 歳以下の症例の tympanogram についても検討し、聴力正常児あるいは 70dB 以内の感音難聴児では 86% が type A、70dB 以上の感音難聴児では 70% が type A であると述べている⁹⁾。われわれの成績でも各種難聴を含めた 32 名について、A 型以外の tympanogram を示した者が 15% であった。なお、生後 2.5 時間~151 時間の新生児を対象として研究した Keith によれば、type AD が多くとし、その原因は鼓膜の可動性がきわめて大きいためであるとしている⁹⁾¹⁰⁾。これらの結果から impedance audiometry は新生児の聴力域値検査として用いるより、中耳伝音機能の精密な検査として役立つのが良いと思われる⁹⁾。ただし、Liden が指摘したように type E, type D などの tympanogram を得るためにも probe tone は 220Hz 以外の音が必要と考える。

7. Static compliance

static compliance に関する報告を一覧にしたものが表 10 である。年齢により static compliance 値は異なり、男女でも差があるが、加齢と共に減少するとい

表 10 static compliance に関する報告

報 告 者	対 象	static compliance (cc)
Brooks (1971)	4 ~ 11歳	0.35 ~ 1.40 (0.70)
Jerger (1972)	2 ~ 5歳	0.30 ~ 1.65 (0.67)
Keith (1973)	36 ~ 150 時間	0.54 ~ 1.75 (1.10)
Jerger (1974)	6歳以下	(0.55)
Robinette (1974)		0.25 ~ 0.53 (0.42)
Keith (1975)	2.5 ~ 20 時間	0.25 ~ 1.65 (1.20)
神 崎 (1974)		0.3 ~ 1.5
市 村 (1976)		0.23 ~ 1.22

うのが定脱のようである⁸⁾¹⁶⁾¹⁸⁾。しかし Jerger は、static compliance は30~39歳台で最も大きく6~9歳台とは約0.2cc異なると報告している⁸⁾。われわれの成績では static compliance が非常に小さかったがその原因は不明である。

V 結 論

- ① SR域値は white noise に対して最も低い。
- ② 聴力正常児でも 4,000Hz に対する SR 欠如例は度々認められる。
- ③ ERA と SR の反応の有無を比較すると ERA の方が反応検出率が高い。
- ④ 低音残聴型では、ERA, SR, 蝸電図, BSR のいずれでも反応が得られないことがある。
- ⑤ SR 域値と ERA, 蝸電図, BSRの反応域値との間に一定の関係は見出せなかった。
- ⑥ Jerger および Niemeyer らの計算式による聴力損失値の推定法は便利で有用である。
- ⑦ tympanometry では type A を示す者が多く、中でも peak の比較的浅いものが多かった。
- ⑧ static compliance は、聴力正常児で平均0.29ccであった。
- ⑨ SR は乳幼児の聴力検査法の1つとして、正常耳を選び出すには簡便で良いが、域値検査としては限界があり、他の他覚的聴力検査法の併施が望ましい。
- ⑩ 乳幼児では、伝音機能の精密な検査法として tympanometry を役立てることが重要である。

Impedance Measurement in Infants —Clinical Evaluation of the Impedance- metry as the Objective Audiometry—

Tadahiko Ino, Jin Kanzaki and Hiroshi Ono
(Dept. of Otorhinolaryngology, School
of Medicine, Keio Univ.)

Keijiro Koga

(National Children's Hospital)

Results of impedance audiometry were analysed in 56 infants complaining of hearing loss or speech retardation. These infants were received other audiological examinations at the same time such as ERA, BSR and Electrocochleography. The results were as follows:

- 1) In the normal hearing infant, predicted by other objective audiometries, the stapedius reflex threshold to white noise was the lowest.
- 2) Even in the normal hearing infant, the reflex to 4,000 Hz were often absent.
- 3) The stapedius reflex was not useful as a diagnostic procedure of hearing threshold determination.
- 4) The results of static compliance measurements indicated a median of 0.29 cu. cm.
- 5) Most of infants (about 90%) indicated type "A" of tympanogram.

参 考 文 献

- 1) Bluestone, C.D. et al: Audiometry and tympanometry in relation to middle ear effusions in children. Laryngoscope, **83**: 594-604, 1973.
- 2) Brooks, D.N.: The role of the acoustic impedance bridge in pediatric screening. Scand.

- Audiol. 3; 99-104, 1974.
- 3) Fee, W.E. et al: Nonacoustic stimulation of the middle ear muscle reflex. Ann. Otol. 84; 80-87, 1975.
- 4) Habener, S.A. and Snyder, J.M.: Stapedius reflex amplitude and decay in normal hearing ears. Arch. Otolaryngol., 100; 294-297, 1974.
- 5) Jerger, J.: Clinical experience with impedance audiometry. Arch. Otolaryngol., 92; 311-324, 1970.
- 6) Jerger, J. et al: Studies in impedance audiometry. I. Normal and sensorineural ears. Arch. Otolaryngol., 96; 513-523, 1972.
- 7) Jerger, J. et al: Predicting hearing loss from the acoustic reflex. J. Speech Hearing Disorders. 39; 11-22, 1974.
- 8) Jerger, S. et al: Studies in impedance audiometry. II. Children less than 6 years old. Arch. Otolaryngol., 99; 1-9, 1974.
- 9) Keith, R.W.: Impedance audiometry in neonates. Arch. Otolaryngol., 97; 465-467, 1973.
- 10) Keith, R.W.: Middle ear function in neonates. Arch. Otolaryngol., 101; 376-379, 1975.
- 11) Liden, G. et al: Tympanometry for the diagnosis of ossicular disruption. Arch. Otolaryngol., 99; 23-29, 1974.
- 12) Niemeyer, W. and Sesterhenn, G.: Calculating the hearing threshold from the stapedius reflex threshold for different sound stimuli. Audiology, 13; 421-427, 1974.
- 13) Peterson, J.L. and Liden, G.: Some static characteristics of the stapedial muscle reflex. Audiology, 11; 97-114, 1972.
- 14) Robinette, M.S.: Effects of secobarbital on impedance audiometry. Arch. Otolaryngol., 100; 351-354, 1974.
- 15) 斎藤(瑛), 他: 小児難聴における ERA とアブミ骨筋反射 (インピーダンスオージオメトリー). Audiology Japan, 16; 245-246, 1973.
- 16) 神崎 仁, 他: インピーダンスオージオメトリーによる難聴の診断: その 1. 鼓膜に穿孔のない伝音難聴の診断. Audiology Japan, 17; 162-171, 1974.
- 17) 神崎 仁, 他: インピーダンスオージオメトリーによる難聴の診断: その2. 感音難聴中枢性障害例におけるアブミ骨筋反射域値の測定. Audiology Japan, 17; 172-182, 1974.
- 18) 市村恵一, 他: インピーダンス聴力検査の判定基準の検討ならびに伝音難聴耳への応用について. 日耳鼻, 79; 555-567, 1976.

(受付 51.10.6)