OBJECTIVE AUDIOMETRY USING PSYCHOGALVANIC SKIN RESPONSE

By

T. YAMADA, M.D.

*From the Department of Otolaryngology, Nihon University School of Medicine
(Director: Prof. S. Nakamura, M.D.)*

The author conducted experiments with objective audiometry using psychogalvanic skin response, applying endsomatic method with balanced negative feed-back amplifier system. This apparatus could eliminate the disadvantages of exosomatic method which has been in use. Using this apparatus author tested 85 cases (7 months-62 years of age) with from normal hearing to severe hearing loss.

The results obtained were as follows:

- 1) Thirty-six cases, 68 ears (5.1-62 years of age) were tested by both P.G.S.R. audiometry and standard pure tone audiometry. Reliability in these two methods were within $\pm 5\text{db}$ in 53.2%, and were within $\pm 10\text{db}$ in 79.8%.
- 2) Average difference were 6.6db lower by P.G.S.R. audiometry than standard pure tone audiometry.
- 3) Eighty-five cases were classified to three groups:
 - A) Cases responded to sound and shock and conditioned readily, 45 case, 52.9%.
 - B) Cases responded to sound and shock and difficult or impossible or conditioning was not attempted, or threshold was not measured, 25 cases, 17.6%.
 - C) No response to sound or shock graphically, 15 cases, 17.6%.
- 4) Difficulty were increased under three years of age. The youngest subject successfully examined by P.G.S.R. audiometry was 2 years and 11 months old.
- 5) P.G.S.R. audiometry was successful in 80.6% over 10 years, and were successful in 37.0% under 10 years of age. Rate of successful test was higher in the group with hearing loss, especially in children under 10 years, satisfactory results were obtained in 41.8%.
- 6) Rate of successful test was not so high in P.G.S.R. audiometry alone. It is desirable to use several tests, such as play audiometry, speech audiometry and etc, so that more satisfactory results are obtained in clinical application.

Psychogalvanic Skin Response による他覚的 聴力検査法について

日本大学医学部耳鼻咽喉科教室 (主任: 中村四郎教授)

山 田 恒 雄
ヤマダ ツネオ

I. 緒 言

自覚的聴力検査の成績に全く信頼がおけない小児や幼児, または, 意志の疎通をかく一部の大人や子供, あるいは機能的難聴や聴器詐病者などに対して, 患者の意志

に左右されることなく, 聴力を他覚的に測定して診断の助けとし, また治療上の方針を決定することは, 臨床的に極めて重要な問題である。殊に難聴児の言語習得や知能的発育を促すためには, なるべく早期にこれらの訓練を

与える機会を与えるべきで、5才以後になつては、これらの社会適応性の訓練を始めるにはおそすぎ、遅くとも2才半〜3才頃からはじめることが望ましいと思われる。ところがこのような年少者の聴力障害の有無を早期に診断するためには、どうしても他覚的に測定しうる聴力検査法の出現が必要となってくる。

他覚的に聴力を測定する臨床的な方法としては、これまでかんたんな startle reflex test をはじめとし、play audiometry や脳波測定的应用、あるいは皮膚電流反射など、いろいろなものが工夫され、また現在も研究されつつあるが、それらは、原理的には簡単であつても信頼性がうすかつたり、あるいは実施上に無理な点があつたりして、なかなか私共の希望を満足させてくれるようなものは、見出し難い現状である。しかしこれらのうちでも、Bordley & Hardy⁷⁾ (1949) によつて着目された Pavlov の条件反射及び精神電流反射 (psychogalvanic skin response, P.G.S.R.) を応用した方法、すなわち、psychogalvanic skin response audiometry (P.G.S.R.-audiometry) は最も合理的であり、また臨床的応用の可能性も多いものであると思われるが、その装置の複雑さや、検査成績の信頼度、またそれに由来する各研究者の成績に不一致な点もみられるので、私はこの装置にさ

らに改良を加え、本検査成績の信頼度を追求し、その臨床的応用の価値を検討したので、その結果をここに報告する。

II. 実験装置

P.G.S.R. 装置としては、第1図の如き平衡負饋還増幅方式 balanced negative feed-back amplifier system で、初段、C-R 1 段差動増幅器、2, 3, 4 段、直結3段直流増幅器を用い、安定化電源は差動率、 1×10^{-3} 、時定数は1.5秒である。電気刺激は5~80V 迄可変の蓄電気放電電流である。音源は小林理研製 Model 1002C audiometer を用い、発振周波数は125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, cps で最低 -10db, 最高 65~90db 迄の出力である。レシーバは切替装置のついた両耳性のものをヘッドバンドで固定し、又幼児で装着を嫌う者は同伴者に手で測定耳にあてさせた。記録装置はエスターライン社製ペン書き記録装置を用い、送り速度は1分間75mm である。記録には2本のペンを馳動し、そのうちの1本は P.G.S.R. の記録を、他の1本は電気刺激及び音刺激を同一紙面上に記録し観察を便利にした。電極は P.C.S.R. 用に 1×1 cm のプラチナ円板電極2枚を、大人では手掌及び前膊に、子供では足趾及び下腿に、電極糊で包帯固定し、検査中の電極動揺による波形の乱れを

第1図 P.G.S.R. AMP ブロック ダイアグラム

方式 平衡負饋還增巾器
初 段
2. 3. 4 段
安定化電源

CR 1 段差動増巾器
直結 3 段直流増巾器
差動率 1×10^{-3}

少なくするように力めた。電気刺激用電極は $1.0 \times 1.5 \text{ cm}$ の銀板電極2枚を、大人では指尖又は上膊に、幼児では下腿外側腓腸筋中央部に附着した。

III. 実験方法

実験はすべて、日大医学部耳鼻咽喉科教室の縦横 $3 \times 4 \text{ m}$ のシールドされた air conditioning の防音室で行った。室温は大体 20°C 前後に一定し、P.G.S.R. の発現に充分な条件に保った。私の用いた P.G.S.R. 記録装置は $50 \text{ K}\Omega$ まで測定可能なので、測定にさきだち皮膚基本抵抗を測定し参考の一助にした。被検者が十分に落着き P.G.S.R. の基線が安定するのをまつて、被検者に充分聞えると思われる条件刺激音を $5 \sim 8$ 秒間聞かせ、ついで $0.5 \sim 1$ 秒後に $10 \sim 30 \text{ V}$ 迄の無条件刺激である電

気刺激を与えた。P.G.S.R. は暗算や音刺激によく反応することから、急に音を聞かせると $1 \sim 2$ 秒後に無条件反射が起るので、これからだけでも残聴の確認になるが、この現われる反射量の大きさから装置の感度を調節した。このように、予め皮膚基本抵抗を測定した後、条件づけを開始した。聴力正常者には 1000 cps , $40 \sim 50 \text{ db}$, 中等度以下の難聴と思われるものには 500 cps , 又は 1000 cps , $70 \sim 90 \text{ db}$ 迄の音を与えた。このように音刺激と電気刺激を続いて与えると、最初は両者による反応が共に起こるが、通常音刺激による反射は音刺激を数回くりかえした後は消失し、電気刺激のみの反射が持続する(第2図 A-a, b, c, および B-d, e, f)。この場合、刺激時間及び電気刺激量は適当に調節して、時間条件反

第 2 図

(付図説明)

図は、条件反射形成過程の P.G.S.R. の波形で、右から左の方向に向つて記録されている。各図の上部の記録は P.G.S.R. の波形である。下部の矩形波中、巾の広いものは音刺激による音表出時間の長さをしめす。小さなチェックは電気刺激の表出をしめす

A 図: 条件づけ開始の波形で、最初は音および電気刺激共、大きな反射が起つているが、a~c では音刺激による反射は消失し、電気刺激のみの反射が続いている。

B 図: d~f では未だ電気刺激のみの反射が続いているが、g では条件反射があらわれてきたことをしめしている。

C 図: 条件づけ後の音刺激のみによる波形で、h, i, j では音が聞えないため、反射波形があらわれていない。

射形成、及びなれによる反射量減退を防ぐことが必要である。これを約 10～20 回くり返えすと、条件反射が成立し（第 2 図, B-g, および C）音刺激だけで十分に反射が得られるようになるから（第 2 図, C）, 音刺激のみで、5～10db, step で音を減弱し閾値を決定した（第 2 図参照）。

しかし、この閾値測定操作中に、反射量が減退し、測定に困難を感じた場合には、測定途中にて、更に電気刺激を与えて、条件づけの強化をはかった。さらに子供では測定に時間がかかる関係上、その測定途中で休みを与えたり、子供の興味をひくために、玩具や絵本、キャラクター等を与え、泣いたり、あるいはつかれて睡りこむことを防ぎ、検査を可能ならしめるよう努力した。このため、測定は 30 分～1 時間以内に終るように力めたが、症例によつては、目的を達成するまでに数日かかるような場合もあった。また P.G.S.P. の信頼度の比較実験として自覚的聴力検査が可能なる者には、測定前、又はその後自覚的聴力検査 (standard pure tone audiometry) を同一 audiometer で行ない、両検査法による成績を比較した。

IV 実験成績

被検者は 7 ヶ月～62 才迄の耳鼻科外来、入院患者および学生など総数 85 名を対象とした。その年令別と性別は（第 1 表）の如くである。（男：女=2：1）またこれらの疾患別は（第 2 表）の如くである。

測定の信頼限界を求めるため、自覚的聴力検査と比較しえた、5 才 1 カ月から 62 才迄の 36 人、68 耳の成績は（第 3 表）の如くで、P.G.S.R.-audiometry の結果が自覚的聴力検査の結果より良い場合を（-）、悪い場合を（+）とすれば、両者の差異は、-15db～+30db の範囲に分布し、各サイクルにおける分布状態は表に見る通りであるが、信頼限界を各サイクル別に見ると、125cps では両者の一致するものは、23.2%。±5db の範囲のもの 48.2%。±10db の範囲のもの、75.0%。250cps では一致は、24.6%。±5db, 47.6%。±10db, 75.3%。500cps では一致は、25.7%。±5db, 53.0%。±10db, 78.7%。1000cps では一致は、35.3%。±5db, 66.1%。±10db, 87.6%。2000cps では一致は、25.4%。±5db, 54.2%。±10db, 84.7%。4000cps では一致は、24.5%。±5db, 52.6%。±10db, 84.2%。8000cps では一致は、22.4%。±5db, 51.0%。±10db, 73.4% となり、これを平均すれば、両者の一致するものは 25.8%、±5db 以内にとれば平均して 53.2% が、±10db 以内にとれば平均し

第 1 表 年令及び性別表

年令別 \ 性別	男	女	計
0.7 ~ 1.0 年	3	2	5
1.1 ~ 2.0	2	4	6
2.1 ~ 3.0	6	4	10
3.1 ~ 4.0	5	2	7
4.1 ~ 5.0	3	1	4
5.1 ~ 6.0	6	2	8
6.1 ~ 7.0	2	0	2
7.1 ~ 8.0	4	1	5
8.1 ~ 9.0	3	1	4
9.1 ~ 10.0	2	1	3
10.1 ~ 15.0	1	2	3
15.1 ~ 20.0	5	2	7
20.1 ~ 62.0	16	5	21
總 計	58 人	27 人	85 人

第 2 表 疾患別分類表

正常者（耳疾患なき者）	21
先天性又は原因不明の難聴者	33
慢性中耳炎（他の伝音性難聴含む）	7
S.M.性難聴	6
慢性小児麻痺	4
メニエル氏病	3
頭部外傷後遺症	2
家族性難聴	1
小耳症	1
Epilepsy	1
外傷性 Aphasia	1
先天性梅毒	1
先天性言語障害	1
脳腫瘍	1
外傷性健忘症	1
漿液性髄膜炎	1
	85

第3表 自, 他覚的聴力検査を比較した
5.1~62 年, 36 名, 68 耳の成績

周波数 月数 誤差	125 cps	250	500	1000	2000	4000	8000	計
	56	65	66	65	59	57	49	417
-15 db	0	0	1	0	0	0	0	1
-10	2	2	1	0	0	0	0	5
-5	2	2	4	5	3	3	0	19
0	13	16	17	23	15	13	11	108
+5	12	13	14	15	14	14	14	96
+10	13	16	16	14	18	18	11	106
+15	10	12	9	6	6	7	10	60
+20	1	3	2	1	2	1	2	12
+25	2	0	1	1	1	0	1	6
+30	1	1	1	0	0	1	0	4
± 0 db	23.2%	24.6	25.7	35.3	25.4	24.5	22.4	25.8
± 5 db	48.2%	47.6	53.0	66.1	54.2	52.6	51.0	53.2
± 10 db	75.0%	75.3	78.7	87.6	84.7	84.2	73.4	79.8
平均誤差	6.6 db							

て 79.8% が自覚的聴力検査の結果と一致する。又 (-) のものは 8%, (+) のものは 92% で, 自覚的聴力検査の結果より聴閾値が上昇しているが, 平均誤差は 6.6db 以内である。

更に 10 才以上群, 24 名 (平均年令 27 才), 45 耳と, 10 才以下群, 12 名 (平均年令 7 才 8 ヶ月), 23 耳について信頼限界の比較は (第 4, 5 表) の如く, 前者における両検査成績の一致は, 27.6%. ±5db 範囲内のもの, 58.0%. ±10db 以内のもの, 82.4% であり, 後者における両検査成績の一致は 19.4%. ±5db 以内 41.9%. ±10db 以内 74.0% となり, 10 才以下群の成績は 10 才以上群における成績よりも幾分悪くなっている。平均誤差は夫々 3.8db, 及び 8db 以内である。

次に, 正常聴力者群 10 名 (平均年令 18 才), 20 耳と, 難聴者群 26 名 (平均年令 21 才), 48 耳の信頼限界の比較は, (第 6, 7 表) の如くで, 前者における P.G.S.R. と自覚的聴力検査成績との一致は 21.2%, ±5db 以内 42.5%, ±10db 以内 75.6%。後者における両成績の一致は 27.1%, ±5db 以内 57.8%, ±10db 以内 80.8% で, 平均誤差は夫々 8.4db, 及び 6.1db 以内で, 難聴者群の方

第4表 10 才以上群, 24 名, 45 耳の自, 他覚的
聴力検査比較成績

周波数 月数 誤差	125 cps	250	500	1000	2000	4000	8000	計
	41	45	44	43	41	40	37	294
-15 db	0	0	0	0	0	0	0	0
-10	0	0	1	0	0	0	0	1
-5	2	2	2	3	3	2	0	14
0	12	13	13	16	8	10	10	82
+5	11	7	12	12	12	9	10	73
+10	7	12	8	9	13	13	8	70
+15	8	10	7	3	3	6	7	44
+20	1	1	1	0	2	0	2	7
+25	0	0	0	0	0	0	0	0
+30	0	0	0	0	0	0	0	0
± 0 db	29.3%	28.9	29.6	37.2	19.5	22.2	27.1	27.6
± 5 db	61.0%	48.9	61.4	72.2	56.1	62.5	54.2	58.0
± 10 db	78.2%	75.6	81.8	93.0	87.8	85.0	75.7	82.4
平均誤差	3.8 db							

第5表 10 才以下群, 12 名, 23 耳の自, 他覚的
聴力検査比較成績

周波数 月数 誤差	125 cps	250	500	1000	2000	4000	8000	計
	15	20	22	22	18	17	12	126
-15 db	0	0	1	0	0	0	0	1
-10	2	2	0	0	0	0	0	4
-5	0	0	2	2	0	1	0	5
0	1	3	4	7	7	3	1	26
+5	1	6	2	3	2	5	4	23
+10	6	4	8	5	5	5	3	36
+15	2	2	2	3	3	1	3	16
+20	0	2	1	1	0	1	0	5
+25	2	0	1	1	1	0	1	6
+30	1	1	1	0	0	1	0	4
± 0 db	6.8%	15.0	18.1	31.8	38.8	17.6	8.3	19.4
± 5 db	13.3%	45.0	36.3	54.5	50.0	52.9	41.6	41.9
± 10 db	66.6%	75.0	72.7	77.3	77.7	82.3	66.6	74.0
平均誤差	8 db							

第6表 正常聴力者群。10名、20耳の自、他覚的聴力検査比較成績

同法 可聴 誤差	125 cps	250	500	1000	2000	4000	8000	計
	18	20	20	20	20	20	18	136
-15	0	0	0	0	0	0	0	0
-10	0	0	0	0	0	0	0	0
-5	0	0	1	0	0	0	0	1
0	3	3	3	7	4	5	5	30
+5	2	4	6	6	3	4	4	29
+10	7	5	4	5	11	6	5	43
+15	5	7	6	1	2	5	3	29
+20	1	1	0	1	0	0	1	4
+25	0	0	0	0	0	0	0	0
+30	0	0	0	0	0	0	0	0
± 0 db	16.6%	15.0	15.0	30.0	20.0	25.0	27.7	21.2
± 5 db	27.7%	30.0	50.0	65.0	30.0	45.0	50.0	42.5
± 10 db	66.6%	60.0	70.0	90.0	90.0	75.0	77.7	75.6
平均誤差	8.4 db							

第7表 難聴者群。26名、48耳の自、他覚的聴力検査比較成績

同法 可聴 誤差	125 cps	250	500	1000	2000	4000	8000	計
	38	45	46	45	39	37	31	281
-15 db	0	0	1	0	0	0	0	1
-10	2	2	1	0	0	0	0	5
-5	2	2	3	5	3	3	0	18
0	10	13	14	16	11	8	6	78
+5	10	9	8	9	11	10	10	67
+10	6	11	12	9	7	12	6	63
+15	5	5	3	5	4	2	7	31
+20	0	2	2	0	2	1	1	8
+25	2	0	1	1	1	0	1	6
+30	1	1	1	0	0	1	0	4
± 0 db	26.3%	28.8	30.4	35.5	28.2	21.6	19.3	27.1
± 5 db	57.8%	53.3	54.3	66.7	64.2	56.8	51.7	57.8
± 10 db	78.9%	82.2	82.6	88.7	82.0	89.2	71.0	80.8
平均誤差	6.1 db							

第 8 表

群別分類	各群別 検査人数	小群別分類	各小群別 検査人数	各小群別 P.G.S.R.成功例数 成功率(%)	各群別 P.G.S.R.成功例数 成功率(%)
10才以上群	31人 (平均28才)	正常者	10人 (平均22才)	8人 80.0%	25人 80.6%
		難聴者	21人 (平均30才)	17人 80.9%	
10才以下群	54人 (平均47.7才)	正常者	11人 (平均42.4才)	2人 18.1%	20人 37.0%
		難聴者	43人 (平均48才)	18人 41.8%	
正常者群	21人 (平均12才)				10人 47.6%
難聴者群	64人 (平均13才)				35人 54.6%

が正常聴力者群より信頼限界は良い結果となつている。

次に以上の各群の P.G.S.R.-audiometry の成功率を見ると(第8表)に示す如く、10才以上群、31人(平均年齢28才)中の成功は25人にして、その成功率は80.6%、同群の正常聴力者10人中の成功は8人(80%)、難聴者21人中の成功は17人(80.9%)である。10才以下群についてみるに、54人(平均年齢4才7.7月)中の成功は20人(37.0%)にして、同群中の正常聴力者11人中の成功は2人(18.1%)、難聴者43人(平均年齢4才8.8月)中の成功は18人(41.8%)である。また、正常聴力者21人(平均年齢12才)中の成功は10人(47.6%)、難聴者群64人(平均年齢13才)中の成功は35人(54.6%)である。なお本実験中、自覚的聴力検査可能の最年少者は4才10ヵ月であり、P.G.S.R.-audiometry 可能の最年少者は2才11ヵ月である。両者共可能であつた最年少者は前述の如く5才1ヵ月であつた。

さらに検査成績を条件づけの程度に応じた成功率から3群に分けて見ると次のようになる(第9表)。

(A) 容易に音及び電気刺激に反応し、条件づけが容易な者。45人、52.9%。

(B) 音及び電気刺激に反応するが、種々の原因で条件づけが困難か、ないしは不可能で正確な測定が出来難い者。25人、29.4%。

(C) 音及び電気刺激に全く反応を示さない者。15人、17.6%となる。

この成功率を各年齢別にみると、第9表に示すように、2才以下では0%、2.1~3.0才で初めて10%となり、3.1~4.0才から急に増加して28.5%となり、それ以後は50%、80%、100%と成功率は増大するが、これは必ずしも年齢の増加とは比例せず、20.1~62才の成人においても71.4%にとどまつている。

第9表 全症例 85 例の年齢別成功率別成績

年 令	例数	A	B	C	成功率%
0.7 ~ 10 ^年	5	0	0	5	0%
1.1 ~ 2.0	6	0	1	5	0%
2.1 ~ 3.0	10	1	6	3	10%
3.1 ~ 4.0	7	2	3	2	28.5%
4.1 ~ 5.0	4	2	2	0	50%
5.1 ~ 6.0	8	4	4	0	50%
6.1 ~ 7.0	2	2	0	0	100%
7.1 ~ 8.0	5	4	1	0	80%
8.1 ~ 9.0	4	2	2	0	50%
9.1 ~ 10.0	3	3	0	0	100%
10.1 ~ 15.0	3	3	0	0	100%
15.1 ~ 20.0	7	7	0	0	100%
20.1 ~ 62.0	21	15	6	0	71.4%
計	85	45	25	15	
成功率(%)		52.9%	29.4%	17.6%	

A: 容易に音及び電気刺激に反応し、条件づけ容易な者。

B: 音及び電気刺激に反応する種々の原因に条件づけが困難な、可能な判定が難しい者。

C: 音及び電気刺激に全く反応を示さない者。

V. 総括並びに考按

被検者の皮膚の2カ所に不分極電極をつけ、これを鋭敏な電流計につないだ後、急に被検者に大きな音を聞かせたり、または針をさして痛みをあたえるなど、外部からの刺激をあたえるか、あるいは暗算させるとか、または被検者みずからが興奮するような時に、一時的に電流変化が見られる。これが P.G.S.R. の原理であるが、P.G.S.R. の歴史は、Vigouroux, Féré, Tarchanoff, Veraguth, の頃から始まるとされている。

この発生機転は、間脳の視床下部 (hypothalamus) や大脳の運動領 (pre-motor cortex = Brodmann's area-6) に反射中枢をおき、こゝが興奮すると、その神経衝動は脊髄交感神経節を通り、交感神経の節後線維によつて遠心路を形成し、反応器官である汗腺に伝えられる自律神経反射であるとしてされている。これによつて汗腺細胞が興奮を起こすとそこに活動電流が起きるし、又、汗腺の細胞形質膜の電気的透過性 (分極) の一時的減少が見られる。従つてこれらの変化を見る方法として、皮膚に電流を流し細胞形質膜の一時的分極性の低下を見る方法、す

なわち、Féré 現象は、通電法と言われて一般的に今日まで行われてきた方法である。これに反して、電流を通さず刺激によつて起こる汗腺細胞興奮の活動電位を見る方法、すなわち、Tarchanoff 現象は、電位法といわれている。原理的には両者は異つているようであるが、汗腺の興奮を見ようとするにはかわりはないようである。これらの現象は、情緒的体験を直接測定できる方法として、心理学者、又は生理学者には利用されてきたのであるが、最近これらの現象の本体に関する研究が進むにつれて、これは精神作用と直接関係ある現象ではなく、大脳を除去しても現われる現象であるとされている。藤森²⁾、新美³⁾等の研究によれば、これらの現象は種々の条件、すなわち、身体部位差、皮膚温、発汗状態、年齢、温度、湿度、電極の良否、測定装置等によりその現われ方が違つてくると言われている。近年医学の進歩と共にこの現象を臨床医学に応用せんとする活動が盛んになり、殊に耳鼻科領域においてもこれを聴力測定の具に供しようとする考え方が盛んになってきた。1947年 Michels & Randt⁴⁾ が脳波記録器を用いて、条件づけを行わず音だけにより、主として軍人の詐病の発見のために用いたのがこの分野への応用のきざしである。P.G.S.R. 施行上一番困難な問題は順応現象 (adaptation) である。第3図に見られる通り、音刺激、または電気刺激単独では、adaptation が早くおこることが分る。しかるにこれに Pavlov の条件反射を加えて条件づけを行うと、adaptation は起り難いことが分る。

第 3 図

P.G.S.R.に条件反射を応用して研究したのは、Ishronsky だと言われている⁶⁾。これらの研究を基として今日の P.G.S.R.-audiometry の基礎を築き上げた最初のものは、Bordley & Hardy⁷⁾ (1949) である。その後欧米においては P.G.S.R.-audiometry に対する数多くの批判や研究の論文が発表された⁸⁾⁻³⁵⁾。

本邦においても森本、志井田³⁶⁾を初め数種の研究が発表されている^{37) 38) 39) 40) 41)}。

私はこれらの研究を参考にし、P.G.S.R. 装置についても種々、改良を加え、一応の成果を得たので、従来の研究者の成績と比較検討したい。

P.G.S.R. 装置について：一

前述のように P.G.S.R. を測定する方法としては、通電法、および電位法の2つがあるわけであるが、いずれにしても両電極間の皮膚の impedance を確実にとらえる高感度の測定器がまず必要である。Bordley 以来一般的に使用されている、Wheatstone-bridge 回路、補償結合回路は、P.G.S.R. を左右する上記の条件のほかに、使用電圧や電流値が加わり、零点調整のための手数が更に加わる。蓄電気式回路では、波形の歪みが著しいなどの欠点もある。私は、操作し易いという点から考えて、電位法による測定装置を作つた。この一般的特徴は、(1) 負帰還増幅方式であるため、増幅器で生ずる歪みを少なくし、その増幅度は、電極や電圧、その他真空管の挿し替えに対しても無関係にすることができるばかりでなく、位相差、周波数歪みを著しく減少することができること。(2) 外部電圧による障害を除くため、差動増幅器を用いたこと。(3) 90~110V までの電圧変化に対して装置は安定であること。(4) 安定化電源は差動率、 1×10^{-3} であること。及び(5) 時定数は 1.5 秒としたことなどである。

藤森²⁾は、時定数は最低 1.5 秒、できるだけ、3 秒程度が良いと言っているが、私の研究では、皮膚抵抗の長い変化を見るのではなく、反射の有無を見ることゝ、対象が主に子供である点などを考えて、時定数が小さい方が反射の観察に便利であると考えたしだいである。Stewart¹⁸⁾は従来の bridge 回路の不備を除いた差動回路による新しい装置を作成し記録の単純化をはかった。Kirschner⁸⁾は P.G.S.R. は複雑な要素が入るので、1つの switch で行えるような簡易性が望ましいことをのべている。臨床的には通電法は前述したような種々の欠点を含むものとして、電位法によるものゝほうが便利であると思われるので、本研究においては、この電

位法を採用した。

測定条件について：一

無条件刺激には何が適当かという問題に関して、Tato²⁰⁾は、光刺激による P.G.S.R.-audiometry を行つた成績から、失敗は 29 人中 5 人であり、充分に実用的であるとしている。光刺激は被検者に不快感を与えない点便利であるが、暗室で行わねばならぬ欠点がある。清水³⁸⁾は、絵及び光刺激は、反射が小さく adaptation も早くて条件づけが困難であると言っている。このような点から一般に電気刺激が多く用いられており、私も感應電流及び蓄電器放電電流を使つて見たが、感應電流は上腕及び下腿につけた場合でも不快感よりも痛覚が強く、かつ短絡などによる危険をさけることができない。これに反して蓄電器放電電流は全く痛覚がなく、不安期待感の増強には適しており、危険もないのでこれを使用したのである。また電極の装着部位については、年長者の場合は、指尖に電極をつけたほうが不安感は同一ボルトでも増大するから都合がよい。子供は大人に比し、強い電気刺激にたえるが、P.G.S.R. の反射量及び被検者の状態を見て、最初は弱く次第に強くして、通常 10~30V の範囲で電圧を変化させながら条件づけを行つたほうが反射の持続には効果があつた。P.G.S.R. 電極は乳幼児では足趾につけたが、手背につける場合でも、きょ腕と反対側につければ子供の不満感を除去しうる。刺激音は正常聴力者では、1000cps 40~50db を与えたが、難聴者の場合、参考にすべき資料がないときは原則として、500cps 70~90db を与えた。Merister & Doerfler¹⁹⁾の研究によれば、同一サイクルにおける 30db 群と、30db, 50db, 70db の各種の変化群との間には、消去反応数に著しい相違はみられなかつたと言っているので、条件刺激音の強さの変化は意味がないし、操作自体を複雑にするばかりと思われる。

また刺激音の持続時間については、P.G.S.R. は 1~2 秒の潜伏期をえて、3 秒程で頂点に達するので刺激音の持続時間があまり短いと、被検者に充分音を認識させることができず、また次に与える電気刺激による反射波形と重なる場合もあるから少くとも 4~5 秒間は開かせる必要がある。この観点から、私は刺激音の持続時間として 5~8 秒を採用した。また電気刺激は私は、刺激音の 0.5~1 秒後に与えているが、Goldstein, Ludwig & Naunton¹³⁾はその実験成績から 0.5 秒を推奨し、条件づけ難いものに対しては 5 秒後に与えている。また Bordley⁷⁾は 1.5 秒後に、Goodhill, Rehman & Brock-

man²¹⁾ 4~5秒後に与えているように、この時間的間隔については、各研究者により一定していない。一般に多くの研究者は、早期(1~2秒後)に与えているが、それぞれの成績には著しい相違はみられない。刺激音の間隔はできるだけ短縮して検査が短時間に終るのが望ましいが、あまり間隔を短かくすると自発反射をうる公算が大となり、adaptationも早くおこるようになり、基線そのものも落ちつかないから、検査が容易なものには、短い間隔で行ない、一般には20秒~1分間を任意に変化させた。なお通電法を使用している人々は、装置そのものの性質から50~60秒間隔を主張している。

前にものべたように、P.G.S.R.は聴覚刺激のみならずその他の異った刺激からも誘発することができるので、聴覚刺激に特有な反射ではない。したがってこの特殊性の不足から、本検査は無条件刺激によつて条件づけられねばならないわけであるが、さらにいかにしたら効果的に条件づけ後の反射の持続を保ちうるかという問題にも関連して、条件づけの方法に2つのいき方があるように思われる。すなわち(1)音刺激毎に電気刺激を加えて条件づける方法。すなわち、全体的増強法と、(2)電気刺激を音刺激の数と無関係に at random に加えて条件づける方法。すなわち、部位的増強法とである。前者は、Bordley & Hardy⁷⁾、清水³⁸⁾、金谷³⁹⁾等によつて広く一般的に行われてきた方法であり、後者は、Merister¹⁵⁾、Doerfler¹⁶⁾、Goldstein³⁴⁾、Stewart¹⁹⁾、Goodhill²¹⁾等によつて行われてきた方法である。そして条件反射は通常10~20回の条件づけで充分に成立し、通常30分は持続すると、Bordley²⁸⁾は述べており、清水³⁸⁾は10~20分の条件づけで、3サイクルまでの測定は可能であると言っている。金谷³⁹⁾は、50回、約40分間の条件づけを行なっているようであるが、Merister、Clay & Doerfler¹⁵⁾の研究によれば、100%増強法と、40%増強法の間には、条件づけ後の反射数の相違があり、40%増強法が良いことをのべている。実際には(1)の方法のみを取っている人は少なく、最初は全体的増強法により、反射量を観察しながら途中で4~5回の部分的増強法を加えた行き方が検査には便利なので、私はこの方法を採用した。検査の所要時間は私の成績では20分~1時間半にわたつたが、子供の場合は彼等が緊張してられる時間は、15~20分程度であるので、途中数回の遊びを入れたりしても、1時間を限度とし、検査が終了しない者には翌日また行うようにした。

検査は大人に対しては、下降法と上昇法の両者を比較

してみたが、反射数の著しい相違は見られなかつた。小西、福島、瀬川⁴⁰⁾は、adaptationの考慮から下降法を否定しているが、下降法の方が反射波形の観察に便利だし、間違いが少ないように思われる。原則として、私は、10db stepの下降法を用いたが、特にこれにこだわらず、閾値附近と思われる所までできるだけ早く下げ、閾値附近では5db stepで観察した。この方法では検査時間の短縮と、adaptationを十分にさげ得るし、125cps~8000cpsまでの検査音の測定が十分可能であつた。P.G.S.R.による波形そのものは、脳波ほどの複雑性はないから簡単であるが、音だけに特有な波形はない。深呼吸、思考過程、筋肉の動き、音以外の内部的や外部的刺激でも同じような波形がえられる。従つて波形そのものは区別が困難であるが、Stewart¹⁹⁾は彼の装置の電気的特性から45°の反射勾配に合致するもののみが容認できる反射であるといっている。また彼は自発反射をうる公算は20%であるが、不用意に、音をきかせないで電気刺激を与えると、これらの自発反射は増すと言っている。音に対する反射は100%あるとは限らない。従つて自発反射と、音刺激による反射とが、同時に重なつて現れた場合には、両者の厳密な区別は不可能である。Doerfler¹⁶⁾は、潜伏期、波形の最小振幅、勾配から区別しようと言っているが、Goldstein、Ludwig & Nantunton¹⁴⁾及びWithrow³⁴⁾は音刺激後1~3秒迄に起らないものは音反射とは認められないとして除外しているが、Goodhill²¹⁾等は、潜伏期が4~5秒のものもあつたと言っている。実際にそうように潜伏期が大きいものでは、私の経験でも条件づけが甚だ困難であり失敗に終っている。波形の分析は、被検査者、及び疾患によつて幾分の相違はあるが、慣れればそれ程困難ではない。

検査成績について：—

P.G.S.R.-audiometryは、このように主観的解釈の相違から、十分に客観性をもつた検査法としての技術に異論があり、従つて各研究者の成績にも相違がある。私は検査成績を各群に分類し、それぞれについて各研究者の成績と比較検討を試みた。

10才以上群について：— 31人(平均年齢28才)中条件づけに成功したものの25人、失敗6人で、その成功率は80.6%であつた(第8表参照)。この成功例のうちでは、聴力正常者と難聴患者との間にその成功率では殆んど差がなく、80.0%~80.9%であつた。しかし失敗は20才以上の者が全部で、その内訳は労働者で手掌皮膚の非常に厚い者2名、外傷性Aphasia 1名、身体的には全

く異常なく数十回の条件づけにも拘らずなお条件反射が起り難かつた者3名である。Goldstein³²⁾は、20人の大人の非器質性難聴の条件づけの成功率は50%であると言っているが、彼の測定装置や方法が私と同一条件ではないので比較し難いが、Bordley²⁸⁾は、成人20人中の失敗は2%以内であつたという。しかし成人には、生活条件に伴う個体差やその他の不明の原因によつて条件づけ難いものが多いように思われる。

なおこの群における自覚的および他覚的聴力検査の両者を比較し得た成績は24名(平均年齢27才)45耳で、(第4表参照)、その誤差範囲は-10db~+20dbにわたつて分布したが、125cps~8000cpsの7種類の平均値は、58.0%が±5dbの範囲内に、82.4%は±10dbの範囲内にあり、平均誤差は3.8db以内であつた。Maspetiol⁹⁾は成人では10~20db高いと言いが、Bordley²⁸⁾は5db以内であるといふ、Doerfler¹⁶⁾等も±5db以内であり平均3.5dbであると言っている。大人における成績は、他の研究者の報告でも良好で、これには異論がないようである。P.G.S.E.-audiometryの大人における適用範囲は、小児の場合よりもはるかに少なく、主に詐病、特に非器質性難聴と器質性難聴との鑑別にあると思われるが、Glorig⁴²⁾は、P.G.S.R.も脳波も器質性、機能性の区別は可能であるが、機能的なものを更に、詐病と精神作用による制圧によるものとに区別できなければ結果的には鑑別の正確な方法とはならないという。しかし詐病についての従来までの検査法のうちdelayed speech testを除いた他の方法、すなわち(1)最小可聴閾値のくりかえし検査。(2)Lombard test。(3)Stenger testなどよりもP.G.S.R.法は実用的価値があるように思われる。

10才以下群について:—54人(平均年齢4才7ヵ月)中、条件づけに成功したものは20人、失敗は34人で、その成功率は37.0%であつた。これは本検査が4才以下の年齢層に重点を置いたため、この年齢層に被検者が多かつたので成功率は比較的低かつた。P.G.S.R.-audiometryの困難性や失敗の問題は、殆んどがこの年齢層に集中されている。なお正常聴力をもつた子供のstandard pure tone audiometryは、私の成績は4才10ヵ月が最年少者であつたが、Irwin & Shreve⁴³⁾は4~6才迄の子供は訓練によつて可能であるという。しかし信頼しうるstandard pure tone audiometryは一般的には5才以上でなければ困難であろう。

P.G.S.R.-audiometryは年令的制約をうけるか否か

に関して、幼児の自律神経機構の発育過程についてのくわしい文献がないのでよくわからないが、幼児は一般に自律神経反射の発育がおそく、その完全な機能は4~5才でなければ完成されないとされている^{21), 28)}。一方Marcus⁴⁴⁾は条件反射システムで信頼できる程度に行われるのは2~2才半位からであるという。Goldstein, Polito-Castro & Daniels²⁵⁾は32人(7才6ヵ月~12才8ヵ月、平均年齢9才10ヵ月)の正常な聴力者及び正常な知能者の条件づけの研究から、この年齢層においては、容易度は、知能指数、性、年齢、きこ腕、皮膚抵抗及びその変動性、潜伏期、明白な反応動作などと無関係であると言ひ、18人は容易で14人は困難であり、正常児童はAphasieの児童に似た反応を示すように思われると言っている。私の研究では、この年齢層の例数が少なかつたので比較し難いが、年齢が若くなるにつれ検査の失敗例は増大した。殊に4才以下の幼児ではこの傾向は大きかつた。すなわち成功率は2才~3.0才で10%、3.1才~4.0才で28.5%にすぎなかつた。金谷³⁹⁾は検査不安の解消が成功をもたらす場合が多いことをのべており、またHardy & Pauls¹⁰⁾等は検査前の準備中のくつろぎの必要性を強調するが、検査の測定条件及びこれらの身体的条件が十分に満たされた場合でも、4才以下では反射が起らない場合が多かつた(71.5%)。2才台10人のうち、成功は2才11ヵ月の1例(10.0%)で、他の9人は何等かの原因で失敗した。また1年未満の5人はP.G.S.R.が全く見られなかつた(第9表参照)。Bordley²⁸⁾は、1.8年では検査はさほど困難ではないが、それ以下では非常に失敗が多かつたと述べ、Barr³⁴⁾は、2.5年以下では成功率は50%にも達しなかつたと言っている。Statten & Wishart³³⁾は、2才以下の成功は42人中、わずかに2例であつたという。Maspetiol, Gougerot & Korin⁹⁾は、4才以下では困難であると述べているが、私の成績からすれば、2才以下では成功せず、3才以下では稀に成功し、4才になつて約30%の成功率になるといつてよいと思われる。しかし4才以上になつても100%の成功率になるとはいえない。清水³⁸⁾は、1.1年の検査を、金谷³⁹⁾は、1.9年の検査の成功をのべているが、私の成績からみれば、これらは例外的なものに入れるべきではないだろうかと思われる。またこの群における自覚的および他覚的聴力検査の両者を比較した成績は、12名(23耳、平均年齢7才8ヵ月)にして、その最年少者は5才1ヵ月であるが、両者による誤差範囲は、-15db~+30dbにわたつ

て分布し、殊に脳性小児麻痺患者の誤差分布範囲は大であつたが、検査した全周波数音の平均値は41.9%が $\pm 5\text{db}$ 以内にあり、74.0%は $\pm 10\text{db}$ 以内であつた。そして平均誤差は8db以内であつた(第5表参照)。この結果は10才以上群よりやゝ悪い結果を示している(前者:後者=41.9%:58.0%, 74.0%:82.4%)。年少者における比較成績は検査方法によつても異つてくると思われるが、Bordley & Hardy²⁸⁾は、39人(4才~18才)平均8才の61~73%は5db以下であると言つている。Faure²⁹⁾は、真の閾値はP.G.S.R.法により得た閾値より2才~4才では15db下であり、4才~7才では10db下であると言つている。Maspetiol, Gougerot & Korin³⁰⁾は、4才~8才では15~20dbの相違があるという。Portmann, M. & Portmann, C.²⁷⁾は、4才~7才では10db下であると言つている。自覚的聴力検査の結果が年少者では殊に、真の閾値と言ひ難いが、 $\pm 10\text{db}$ の許容範囲を認めるなら私の成績は比較的満足できる結果であろう。

次に正常聴力者群と難聴患者群とにおけるP.G.S.R.の成功率と比較考察してみよう。

正常聴力者群:—21人(平均年令12才)のうち、条件づけに成功したものは10人、失敗は11人で、その成功率は47.6%であつた(第8表参照)。また同群における自覚的および他覚的聴力検査比較成績は、10人20耳(平均年令18才)、で両者の誤差範囲は $-5\text{db} \sim +20\text{db}$ にわたつて分布し、42.5%は $\pm 5\text{db}$ 以内であり、75.6%は $\pm 10\text{db}$ 以内であつた。そして平均誤差は8.4db以内であつた。これに反して、

難聴者群:—64人(平均年令13才)のうち、条件づけに成功したものは35人、失敗は29人で、その成功率は54.6%であつた(第8表参照)。すなわち、P.G.S.R.の成功率は、正常聴力者群よりも、難聴者群がやゝ優れている。また同群における自覚的および他覚的聴力検査を比較した26人48耳(平均年令21才)の成績は $-15\text{db} \sim +30\text{db}$ にわたつて分布し、57.8%は $\pm 5\text{db}$ 以内であり、80.8%は $\pm 10\text{db}$ 以内であつた。平均誤差は6.1db以内であつた。

正常聴力者群と難聴者群の両者を比較すれば、難聴者群の方が条件づけ易く、かつまた自覚的および他覚的聴力検査比較成績も良いことが分る。その理由は、現在明らかではないが、恐らく難聴者にとって、音が聞えるということが正常聴力者には想像もできないほどの刺激を彼等に与える結果ではなからうか。この成績は金谷³⁰⁾、

Goldstein, Polito-Castro & Daniels⁵⁸⁾らの報告にも認められる。10才以上群では、正常聴力者、難聴者共にその成功率は約80.0%という同じような結果を得たが、10才以下群では、正常聴力者11人中の成功は2人(18.1%)であり、難聴者43人中の成功は18人(41.8%)でやはり難聴者群の成功率が正常聴力者群よりもよい。これは難聴幼児では殊に音に対して注意を引き易いためではないだろうかと推察される。なお全症例85名(5.1才~62才)のうち、その成功率は52.9%(45名)である。これら成功例のうち、自覚的および他覚的聴力検査を比較した36人、68耳の成績は、53.2%が $\pm 5\text{db}$ 以内であり、79.8%が $\pm 10\text{db}$ 以内で、平均誤差は6.6dbであつた(第3表参照)。失敗例40名のうち25名(29.4%)は音および電気刺激に対してP.G.S.R.は起つたが、種々の原因で条件づけができ難かつたか不可能であつたものであり、全く反応を示さないものが17.6%であつた(第9表参照)。これからみて、P.G.S.R.-audiometryは、さらに研究する余地が残されてはいるが、現在のところではまず臨床的には価値があると思われる。play audiometryでは条件づけができなければ音への反応の有無の客観的基準を全く持ちえない。Hardy & Pauls¹⁰⁾は、実際問題として検査音の表出中の容認可能な時間内に発生する波形は、どれも反応として重大である。いくつかの例では検流計の休止さえも重大な反応であるかも知れないと言つている。Goldstein¹⁴⁾は、皮膚抵抗の変化からと同様に、P.G.S.R.が出なくても音を聞いて、泣いたり、困惑したりする児童の動作から多くの知識をうるから、他の検査の資料に附加すべき貴重な資料を提供すると言つている。従つて第9表のA、Bの合計82.3%は臨床的には価値があり、放棄すべき成績ではないと思われる。

P.G.S.R.-audiometryは、1才未満の乳児の検査には、未だ十分実用的ではない。これら乳児に対しては、Froeschels⁴⁵⁾ 46)の直接音挿入法、Wedenberg⁴⁷⁾の音響性耳-眼瞼反射、Unger⁴⁹⁾の音響性耳-瞳孔反射、Wishart⁴⁸⁾の笛その他種々の道具からの、発育過程における正常動作反応の知識から難聴の有無を見る方法などが役立つと思われる。P.G.S.R.法と並んで現在研究されている方法に、脳波を利用する方法がある^{14) 34) 42) 44) 50) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58)}。脳波は年令的制限がないように思えるが、P.G.S.R.以上の複雑さと、熟練を要する点などからなお研究の余地があり、今後の発展が期待される。

standard pure tone audiometry のできない年少幼児に対しては、さらに play audiometry がある^{24) 39) 54) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67)}。従つてこれらの 低い年齢層に対する P.G.S.R.-audiometry の信頼限界に関する研究では、主に脳波法および play audiometry との比較があげられる。Statten & Wishart³³⁾ は、101 人の幼児の P.G.S.R. 法による成功は 50% であり、play audiometry では 63% が成功したといふ、Barr²⁴⁾ は、7 才以下の音に反応ある幼児 115 名の P.G.S.R. 法による成功は 95 名、83%、play audiometry は 72 名、63% が可能であり、play audiometry と P.G.S.R. 法によつて得られた閾値は測定しえたものでは實際的に一致したと言つている。Schulz³⁰⁾ は、7 才以下 29 名の、光を無条件刺激として用いた P.G.S.R. 法と、play audiometry との比較において、75% は 5db またはそれ以下であつたと言つている。金谷³⁹⁾ は 23 名中 P.G.S.R. 法による成功は 16 名、70%、play audiometry によるもの 13 名、57%、でこの中 67% は ± 5 db 以内であつたと言つている。Withrow & Goldstein³⁴⁾ は、脳波法と P.G.S.R. 法との比較で両者の反応の誤差は ± 10 db 以内であつたと言つている。さらに脳波による疑反応は、P.G.S.R. より多く、従つて P.G.S.R. 法より信頼性が少ない。しかし脳波は年齢の制限はないように思うと言つている。これから見れば、現在のところ P.G.S.R. 法は play audiometry や脳波法よりもすぐれているように思われる。

P.G.S.R.-audiometry の実用性については、他の test でもそうであるが、どんな精巧な P.G.S.R. 装置をもつてしても聴力検査ができない場合があるように、これだけで満足すべきものではない。従つて P.G.S.R. 法は他覚的聴力検査としての最後の決定的な解答ではなく、他覚的聴力検査の附加的存在であると考えらるべきであるが、しかし実用価値のある検査法であることは間違いない。さらに play audiometry, speech audiometry などと併用して行えば、さらに臨床的診断に確実性を増す実用的検査法であると考えられる。

VI. 結 語

P.G.S.R.-audiometry を電位法により、7ヵ月～62才にわたる 85 名に施行し、次の成績を得た。

(1) 自覚的および他覚的聴力検査の両者を施行しえた、5才1ヵ月～62才までの 36 名、68 耳の信頼限界を比較して、誤差範囲を ± 5 db にとれば、53.2% が一致し、 ± 10 db にとれば、79.8% が一致した。

(2) P.G.S.R.-audiometry は standard pure tone audiometry よりも閾値の上昇が認められたが、平均誤差は、6.6db 以内であつた。

(3) 全症例を 3 群に分けて観察した結果は次の通りになる。(A) 音および電気刺激に良く反応し条件づけが容易なもの、45 名、52.9%。(B) 音および電気刺激に反応するが、種々の原因で条件づけが困難か不可能で、正確な測定ができ難いもの。25 名、29.4%。(C) 音および電気刺激に全く反応しないもの 15 名、17.6%。

(4) 3 才以下では、P.G.S.R.-audiometry の困難性が増し、種々の原因で失敗に終ることが多い。測定し得た最年少者は、2 才 11 ヶ月であつた。P.G.S.R.-audiometry は、他覚的聴力検査の補助的存在として実用価値があり、本法単独での成功率は低かつたが、他の検査法との併用でさらに臨床の実用性が増すものと思われる。

(5) P.G.S.R.-audiometry の成功率は 10 才以上の者では 80.6%、10 才以下の者では 37.0% であり、また正常聴力者よりも難聴者に成功率が多く、殊に 10 才以下の難聴者では 41.8% の成功率を示した。

文 献

- 1) 新美, 相場: GSR 研究の手引, 山越製作所, 昭 32.
- 2) 藤森: 医学 ユレクトロニクス, 南山堂, p. 318~327, 1954.
- 3) 藤森: 臨床電気生理学, 医学書院, p. 85~96, 1955.
- 4) 藤森: 脳と神経, 5 巻, 5 号, p. 259~283, 1953.
- 5) Michels, M.W. and Randt, C.T.: Galvanic skin response in the differential diagnosis of deafness. Arch. of Otolaryng. 45: p. 302~311, 1947.
- 6) 古武, 新浜: 条件反応, 共立出版株式会社, 1956.
- 7) Bordley, J.E. and Hardy, W.K.: A study in objective audiometry with the use of a psychogalvanometric response. Annals of Oto. Rhino. & Laryng., 58: 3, p. 751~760, Sept., 1949.
- 8) Kirchner, J.A. and Haggart, H.H.: A skin resistance audiometer. Arch. of Otolaryng. 52: 6, p. 952~956, Dec., 1950.
- 9) Maspetiol, G. and Korine.: Objective audiometry based on the psychogalvanic reflex. Presentation of an apparatus for the measurement of GSR technique of examination. Excerpt. Med. Sec. 11. 5: p. 225, 1592.
- 10) Hardy, W.G. and Pauls, M.: The test situation in PGSR audiometry. Journal of S. & H. Disorders. 17: 1, 13~24, March. 1952.
- 11) Faure, J. Portmann, M. and Portmann, C.: The

- possibilities and limitation of psychogalvanometry in audiology. Excerpt. Med. Sec 11, 6, p. 153, 1953.
- 42) *Barr, B.*: Psychogenic deafness and objective audiometry. Excerpt. Med. Sec 11, 6, p. 310, 1953.
- 13) *Goldstein, R., Ludwig, H. and Naunton, R.F.*: Difficulty in conditioning galvanic skin responses: Its possible significance in clinical audiometry. *Acta Oto-Laryng.*, 44: 1, p. 67~77, 1954.
- 14) *Goldstein, R.*: Detection and assessment of auditory disorders in children less than three years old: A critical review. *The Volta Review*. Reprint No. 661.
- 15) *Merister, Clay, L. and Doefler, L.G.*: The conditioned GSR under two modes of reinforcement. *Journal of S. & H. Disorders*, 19: 1, p. 350~359, 1954.
- 16) *Doerfler, L.G. McClure, Catherine, J.*: The measurement of hearing loss in adults by GSR. *Journal of S. & H. Disorders*, 19: 1, p. 184~189, 1954.
- 17) *Dupon-Terson, Y.E.*: Der galvanische Hautreflex und seine Brauchbarkeit in der klinischen Audiologie. *Zentralblatt für Hals-Nasen und Ohrenheilkunde*. Bd. 50, 220, 1954.
- 18) *Stewart, K.C.*: A new instrument for detecting the galvanic skin response. *Journal of S. & H. Disorders*, 19: 1, p. 169~173, 1954.
- 19) *Stewart, K.C.*: Some basic consideration in applying the GSR technique to the measurement of auditory sensitivity. *Journal of S. & H. Disorders*, 19: 1, p. 174~183, 1954.
- 20) *Tato*: Objective Audiometrie. *Arch. Ohr- usw. Heilk. u. z. Hals usw. Heilk.* Bd. 164, p. 447~486, 1954.
- 21) *Goodhill, V., Rehman, I. and Brockman, S.*: Objective skin resistance audiometry. *Annals of Oto-Rhino-Laryng.*, 63: p. 32~38, 1954.
- 22) *Portmann, M. and Portmann, C.*: The value of various audiological tests in infants. Excerpt. Med. Sec. 11, 7, p. 276, 1954.
- 23) *Bordley, J.E. and Haskins, H.L.*: The role of the cerebrum in hearing. *Ann. Oto. Rhino. & Laryng.*, 64: p. 370~382, 1955.
- 24) *Barr, B.*: Pure tone audiometry for pre-school children. A clinical study with particular reference to children with impaired hearing. *Acta Oto-Laryng. Suppl.* 121, 1955.
- 25) *Goldstein, R. Polito-Castro, Sara, B. Daniels, J.T.*: Difficulty in conditioning electrodermal responses to tone in normally hearing children. *Journal of S. & H. Disorders*, 20: 1, p. 26~34, 1955.
- 26) *Harriet, L. and Haskins, A.M.*: Differential diagnosis of hearing problems of adult patients. *Laryngoscope* 66: 6, p. 658~666, 1956.
- 27) *Portmann, M. and Portmann, C.*: Die Bedeutung der objectiven Audiometrie in der klinischen Otologie. *Zentralblatt für Hals-Nasen und Ohrenheilkunde*, Bd. 55, 307, 1956.
- 28) *Bordley, J.E.*: An evaluation of the psychogalvanic skin resistance technique in audiometry. *Laryngoscope* 66: 9, p. 1162~1185, 1956.
- 29) *Maspétiole, R., Pigement, M. and Tronche, R.*: Information by objective audiometry using the psycho-galvanic reflex. (PGR) Excerpt. Med. Sec 11: 9, p. 27, 1956.
- 30) *Benicioline, F. and Fraccaroli, L.*: Conditional reflex as a test for the simulation of deafness. Excerpt. Med. Sec. 11: 9, p. 175, 1956.
- 31) *Rosen, J.*: The place of GSR audiometry in work with young children. *The Volta Review* 58: 9, 1956.
- 32) *Goldstein, R.*: Effectiveness of conditioned electrodermal responses (EDR) in measuring pure-tone thresholds in cases of non organic hearing loss. *Laryngoscope* 66: 2, p. 119~130, 1956.
- 33) *Statton, P.*: Pure tone audiometry in young children, psychogalvanic skin resistance and peep-show. *Annals Oto. Rhino. & Laryng.* 65: 2, p. 511~534, 1956.
- 34) *Goldstein, R. and Withrow, F.B.*: An electrophysiologic procedure for determination of auditory threshold in children. *Laryngoscope* 68: 9, p. 1674~1699, 1958.
- 35) *Schulz, E.*: Der Lichtreiz bei der psychogalvanischen Reflexaudiometrie. *Arch. Ohren, Nasen und Kehlkopf Heilkunde*, Bd. 172, 553~559, 1958.
- 36) 森本, 志井田: 他覚的聴力検査法の経験 (第1報), 耳鼻咽喉科臨床, 45巻, 2号, 昭27.
- 37) 島: 私共の他覚的オーディオメトリーについて, 耳鼻咽喉科, 24巻, 11号, 昭27.
- 38) 清水, 管野, 瀬川: PGSR-Audiometry に関する一考察, 耳鼻咽喉科, 28巻, 3号, 昭31.
- 39) 金谷: PGSR 法に関する研究, 日耳鼻会報, 62巻, 9号, 昭34.
- 40) 小西, 他: Psych-galvanic-skin-reaction による聴力検査法の検討, *Audiology* 1: 1, 1958.
- 41) 江崎: 条件反射による聴覚検査の研究,

日耳鼻会報, 58 卷, 臨時号, 昭 30. 42) *Glorig, A.* Malingering. *Annals of Oto-Laryng.* 63, p. 3, 802 ~815, 1954. 43) *Irwin, J.A. and Shreve, A.R.*: Hearing and language evaluation with hard of hearing children. *Arch. of Otolaryng.* 59: p. 186~191, 1954. 44) *Marcus, R.E. and Gibbes, E.L.*: Hearing and speech problem in children observation and use of electroencephalography. *Arch. Otolaryng.* 53: 2, p. 134~146, 1951. 45) *Froeschels, E.*: Testing the hearing of young children. *Arch. Otolaryng.* 43: p. 93~98, 1946. 46) *Froeschels, E. and Beebe, H.*: Testing the hearing newborn infant. *Arch. Otolaryng.* 44: p. 710~714, 1949. 47) *Wedenberg, E.*: Audiometry tests on newborn infants. *Acta Oto-Laryng.* 46: 5, p. 446~461, 1956. 48) *Wishart, D.E.S.*: The hard of hearing infant. *Annals of Oto-Rhino-Laryng.* 63: p. 378~393, 1954. 49) *Unger, M.*: Objective measurement of hearing. *Arch. Otolaryng.* 29: p. 621~623, 1939. 50) *Gidoll, S.H.*: Quantitative determination of hearing to audiometric frequencies in the electroencephalogram: A preliminary report. *Arch. Otolaryng.* 56: 5, p. 597~601, 1952. 51) *Derbyshire, A.J. and McDermott, M.*: Further contribution to the EEG method of evaluating auditory function. *Laryngoscope* 68: 3, p. 558~570, 1958. 52) *Aubert, M. et Martin, P.*: Electro-encephalographic and audiometric study of deafmutism. *Excerpt. Med. Sec* 11, 4: 331, 1951. 53) *Yamamoto, H., Nishikawa, H. Nagata, M. and Itakura, S.*: The objective hearing test in young children and deafness. *Nagoya J. of M.S.* 6: 2, 1953. 54) 板倉: 脳波と音響刺激 (第 3 篇), 日耳鼻会報, 60 卷, 6 号, 昭 32. 55) 寿原, 他: 脳波による聴力測定について, 脳神経領域, 7 卷, 2 号, 昭 29. 56) 浅輪: 音響刺激による覚醒時人間大脳の誘発電位とその他覚

的聴力検査法への応用, 日耳鼻会報, 62 卷, 4 号, 昭 34. 57) 板倉: 他覚的聴力検査法 (EEG による方法) *Audiology*, 2: 2, 1959. 58) 河村, 他: 脳波による他覚的聴力検査, *Audiology*, 2: 2, 1959. 59) *Dix, M.R. and Hallpike, C.S.*: The peep-show, a new technique for pure tone audiometry in young children. *Brit. Med. J.* 115: p. 719~723, 1947. 60) *Guilford, F.R. and Haug, C.O.*: Diagnosis of deafness in the very young child. *Arch. Otolaryng.* 55: 2, p. 101~106, 1952. 61) *Siegenthaler, B.M. and Kaplan, H.*: A comparison of picture response and hand-raising techniques for pure tone audiometry with young children. *Laryngoscope* 68: 3, p. 548~558, 1958. 62) *Meyerson, L.*: Hearing for speech in children: A verbal audiometric test. *Acta Oto-Laryng. Supp.* 128, 1956. 63) 竹内: 小児の聴力検査法, 日耳鼻会報, 59 卷, 1 号, 1956. 64) 花岡: Play audiometry による幼児の正常聴力について, 日耳鼻会報, 60 卷, 7 号, 昭 32. 65) 服部: 聴覚の臨床的研究, 耳鼻臨, 47 卷, 10 号, 1954. 66) 渡部: 小児聴力検査法の研究, 日耳鼻会報, 62 卷, 7 号, 昭 34. 67) *Shimizu, H. and Nakamura, F.*: Pure tone audiometry in children lantern-slides test. *Annals Oto-Rhino-Laryng.* 66: p. 392~398, 1957.

稿を終るにあたり, 終始御懇切な御指導と御校閲を戴いた 恩師中村教授に心より感謝の意を表します また本研究のための装置の作製をお願いした赤木一光氏, および御協力を戴いた教室員の方々に謝意を表します

本論文の要旨は, 日耳鼻関東地方会第 365 回例会において発表した。

(原稿到着=昭和 35. 4. 9 日—急載)