補聴器の音量調節に関する一考察

住友病院

高木二郎 伊藤治夫

緒言

難聴児に対する補聴器の適合については最近多くの研究が行なわれ、また臨床の実験でも新しい知見が報告されている。更に補聴器についても高性能、高出力のもので発売されて難聴児の聴能教育は数年前と比較して驚くほど発展して来た。しかしそれでも未だ補聴器の機能を十分に働かし、難聴児のもつ残存聴力が充分に利用されているかといえれば決して満足できるものではない。

補聴器の理想的な適合について Carhart は

- (i) 音量調節 (ii) 可感域* (iii) S/N
- (iv) 音の識別能力

等を測定することが必要であると述べているが、最も重要なのは音量調節であることに異論はない。とくにこれには教育効果と増巾音による聴器障害という相矛盾した要因を解決しなければならないため甚だ困難な問題がある。成人の場合は難聴者自身が適当に音量増巾を決定することができるが、難聴幼児に補聴器適合を行なう場合はそれが不可能であって audiologist や speech therapist が何とかしてこれを決定してやらなければならない。しかし現在は適当な基準がないために聴力曲線の上に補聴器の特性曲線を重ねてみたり、または訓練しながら適当に経験的に決めたりする方法がとられ、その結果甚だ不適当と思われる音量増巾で補聴器を使用している難聴児が数多くみられるのが現状である。

今回われわれはこの問題を解決する目的で現在まで有効に補聴器を使用して来たと考えられる例、すなわち、補聴器を使用しながら現在普通学級あるいは難聴学級に在籍している難聴児達の補聴器の使用状態を検査し、その結果から音量調節について検討を加えてみ

た。

検査対象

次に示す条件を満足する難聴児49例を検査対象に選んだ。

- 1) 言語習得以前に聴力障害をおこしたもの。
- 2) 補聴器を使用して言語を習得し現在普通学級、あるいは難聴学級に在籍するもの。

言語習得以後に聴力障害をおこしたものは条件が異なるので対象から除外した。反対に本来ならば普通学校に在籍し得るほどの聴力ではないが住所が非常に辺鄙で、近所にろう学校がないため仕方なく普通学校に在籍している例外的な対象も多少含まれている。

検討をすすめるにあたり、49例の対象を便宜上次の4群に分けて考えた。

- 1) 普通中学校に在籍する難聴児……………6名
- 2) 普通小学校(6, 5, 4年)に在籍する難聴児……………14名
- 3) 普通小学校(3, 2, 1年)に在籍する難聴児……………12名
- 4) 難聴学級に在籍する難聴児……………17名

これらの難聴児は朝おきると自分で補聴器の音量増巾を適当に調節して1日中使用している。

検査方法

被検児達が補聴器を使用しながら現在まで成長して来たことから考えて、彼等が自分で調節している音量増巾は適当なものであり、充分に参考になり得るものと仮定して、その場合の純音に対する矯正域値を求めた。

補聴器の音量増巾を検討する場合、語音に対する域値を求める方法と純音に対する域値を求める方法が考えられ Carhart らは専ら語音に対する域値から検討を加えているが、幼児に補聴器を適合する場合、語音は利用できないので今回は純音に対する矯正域値から検討を加えた。

* Carhart 等が tolerance limit とか psychological ceiling とかいう言葉で表現しているレベルで著者はこれを threshold of feeling と同じものではないかと解して可感域という言葉を使用した。

検査順序は

- 1) 被検児の聴力域値測定
- 2) 被検児が日常使用している音量増巾の補聴器を着用した場合の純音に対する矯正域値測定

で検査はすべて聴力検査室内で行なった。図1はそのブロックダイアグラムである。

この場合補聴器に入る入力音圧は sound pressure level で測定されるのでこれを感覚レベルに換算して域値曲線と共にオーディオグラムに記載した。

検査結果

1. 補聴器の音量調節について

a) 中学校群

図2-a は補聴器を利用しながら普通中学校に在籍し

ている6名の難聴児の聴力曲線であり、図2-b は補聴器を利用した場合の矯正聴力曲線である。聴力は他の群に属する難聴児と比較すると250Hz, 500Hz に対する域値が低いいわゆる漸傾型あるいは急墜型を示すものが多い。この群の難聴児が幼児である頃は未だ現在ほど早期聴能教育の重要性が一般に認識されておらず、従って補聴器の使用開始年齢も平均6才で決して早くないにもかかわらず普通中学校に進級するまで成長したことは聴力曲線が漸傾型あるいは急墜型であるのが言語発達に有利であるのかさらに検討を要する問題である。補聴器を利用した場合の矯正聴力曲線は聴力曲線と比較して水平型に近くなっている。

b) 小学校高学年群

図3-a は補聴器を利用しながら普通小学校6, 5, 4

図 1

図2-a

図2-b

図 3-a

図 3-b

図 4-a

図 4-b

年に在籍している14名の難聴児の聴力曲線であり、図 3-b は補聴器を利用した場合の矯正聴力曲線である。聴力は中学校群と比較すると域値の高い水平型曲線を示すものが多く含まれて来ている。しかし補聴器を利用した場合の矯正聴力曲線は中学校群と大差は認められない。この群に属する難聴児が幼児であった頃はすでに早期聴能訓練の必要性が認識されて来っており補聴器の使用開始年齢は平均4才5カ月で中学校群より相当早くなっている。

c) 小学校低学年群

図 4-a は補聴器を利用しながら普通小学校学3, 2, 1年に在籍する難聴児の聴力曲線であり図 4-b は補聴器を利用した場合の矯正聴力曲線である。この群に属する難聴児は聴力の比較的良いものと悪い者の差があ

る。検査対象の項で述べたように例外的な症例、すなわち非常に辺鄙な所に住んでいてろう学校が近くないためにやむなく普通学級に在籍している高度の難聴児や、一度ろう学校で口話法教育をうけそれを主にして在籍している高度の難聴児等が含まれている。これらの高度難聴児が更に高学年、中学校に進んで行けるか否かは経過観察の必要がある。補聴器の使用開始の平均年齢は3才6カ月で中学校群、小学校高学年群と比較して相当早くなっている。

d) 難聴学級群

図 5-a は大阪市あるいはその近郊にある難聴学級に在籍する17名の難聴児の聴力曲線であり図 5-b は補聴器を利用した場合の矯正聴力曲線を示したものである。この群に属する難聴児の聴力は普通小学校に在籍

図 5-a

図 5-b

図 6

<div>dB \ Hz</div>	500	1000	2000	3000
0 - 20	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	
25 - 30	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
35 - 40	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
45 - 50	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
55 - 60	<div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
65 - 70			<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
75 - 80				<div><div></div><div></div></div>
85 -				<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>

する難聴児の聴力と比較して特に悪いという傾向はみられない。

e) 補聴器による矯正聴力域値の分布について。

以上述べた49名の難聴児が補聴器を利用したときの矯正聴力域値の分布を示したのが図6である。500Hz, 1000Hzは大体同じ分布でほとんどの域値が50dB以内に入っている。2000Hz, 3000Hzと周波数が高くなるにしたがって分布も広くなり高い域値のものが含まれ

て来ている。この分布から平均値および信頼限界を求めた結果を表示したのが表1であり図示したのが図7である。

2. 補聴器による聴器障害について

これら49例の難聴児は定期的に聴力検査を行なって経過を観察しているのですべての結果から補聴器を使用している間におこった聴力域値の変動について検討した。表2は経過観察年数の状態である。3年以上観察

表 1

Hz	平均値	信頼限界
500	34.1dB	$30.1 < m < 38.3$
1000	43.9dB	$38.4 < m < 49.6$
2000	44.3dB	$38.9 < m < 49.9$
3000	56.6dB	$49.5 < m < 62.8$

図 7

表 2

年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計	3年以上
中学校	2	1	1						2	6	3
小学校高	3	1	1	2	1		2	3	1	14	10
小学校低	3	5	1	1	2					12	4
難聴学級	7	4	2	2	1	1				17	6
										49	23

し得た23例について域値変動を調査した。その結果

- (a) 長時間使用させると域値が上昇するが休ませると回復する, すなわち temporary threshold shift を示す例……………2例
 (b) 補聴器を使用している耳と共に他側耳の域値も上昇, すなわち進行性難聴と考えられる例…3例
 (c) 補聴器による聴器障害と考えられる例…1例を認めた。

考 按

(I) 補聴器の音量調節について

1946年 Carhart は補聴器の音量を常に一定に, し

かも効果的に調節する方法として most comfortable method を報告した。これは理論的にはごく簡単な方法で普通の会話音レベルの入力信号を最も快適に聞えるように患者自身が補聴器の音量を調節する方法である。すなわち電気音響学的な根拠で規定されるものではなくてむしろ患者の機能的根拠によって音量を定められる方法である。この方法で当然起って来る疑問は患者が調節するごとに増巾度が異なるかという問題であるが, この点について Carhart は統計的な考察から患者に何度調節させてもその誤差は非常に小さくて ± 4 dB程度であると述べている。さらにこの場合補聴器による矯正域値を語音で測定した結果 15dB 以内であることが望ましいと報告した。この方法は成人の難聴者には利用できる良い方法であるが幼小児に補聴器を適合する場合は不可能である。

難聴幼小児に対する補聴器の音量調節については1952年に Bangs らが聴能訓練を行ないながら決定する方法を報告した。われわれもこの方法を追試して好い結果を得ているが他覚的な規準性に乏しくて, 指導する audiologist や speech therapist の主観にとらわれやすい危険がある。

小倉らは1968年に会話音域平均聴力損失が 80dB までの感音難聴児の補聴器の使用状況を調査して 80dB 程度までの難聴児に対してはわれわれ正常者が聞いて不快感を感じない程度の出力音圧に調節すればよいと報告した。

今回われわれは補聴器を使用しながら普通学級あるいは難聴学級に在籍している感音難聴児達が日常使用している音量調節における純音に対する矯正域値を測定した。その結果から考察するとわれわれが難聴児に補聴器の適合を指導する場合, 純音に対する矯正域値が 500Hz, 1000Hz で 40dB, 2000Hz, 3000Hz で 50dB ないし 60dB 以内に来るように音量を調節することがひとつの規準として考えられる。この域値は Carhart が報告した 15dB とは相当の差がある。これは

- (1) J I S によって定められた 0dB の音圧と A.S.A. によって定められた音圧との差。
- (2) 純音に対する矯正域値と語音に対する矯正域値の差。
- (3) 小児による調査と成人による調査の差。

等によって異なって来ると考察されるが一般的にみて U.S.A.の方が補聴器の音量を大きくして使用する傾向にある。

難聴の程度によってはどうしても上述の規準まで矯

正域値を良くすることができない難聴児もあるがその差のあまり大きい者は教育的な考慮をする必要が起って来る。

(II) 補聴器による聴器障害について

次に起って来る問題は、この程度に音量を調節して聴器障害が起らないかということである。補聴器による聴器障害については最近数多くの報告があり、Barr, Kinney, Macrae, 角田, 小倉らはその可能性があると論じ、長期間の経過観察の必要性を述べている。われわれも今回、3年以上経過観察をした23例のうちで1例聴器障害と思われる域値上昇を認めた。しかし聴器障害があるからと言って補聴器の使用を消極的にすることは教育効果の点からみるとゆるされない。幸いに補聴器による聴器障害は早期に発見して補聴器の使用を一時中断すれば域値が回復する例があることを報告されているので定期的な聴力検査を行ないながら積極的に使用すべきであろう。

結 語

補聴器を利用しながら現在普通学級あるいは難聴学級に在籍している49例の感音難聴児が日常使用している音量調節における純音に対する矯正域値を測定した結果、補聴器の音量調節については500Hz, 1000Hzでは40dB, 2000Hz, 3000Hzでは50ないし60dB以内に矯正域値が来るように調節することが望ましいという結論を得た。さらにこの程度に音量を調節して長期間使用しても聴器障害をおこす可能性は少ないので定期的な聴力検査を行ないながら積極的に使用すべきである。

(本論文の要旨は昭和45年10月、第15回日本オーディオロジー学会において発表した。)

A Study About Volume Control Adjustment in Hearing Aid Usage.

By

Jiro Takagi and Haruo Ito

(Sumitomo Hospital)

The choice of a method for volume control adjustment in hearing aid usage presents serious problems.

For the purpose of determining standard use of

a hearing aid by young hearing impaired children, a series of investigations regarding the volume control adjustment of a hearing aid was conducted on 49 hearing impaired children who are now in normal class with hearing aid usage.

We concluded as follows.

- (1) It is advisable that the aided threshold for pure tone does not exceed 40dB at 500, 1000Hz, and 60 dB at 2000, 3000Hz
- (2) Hearing aids should be used positively with suitable volume control adjustment and periodical audiological follow up.

主要文献

- 1) Carhart, R.: Tests for Selection of Hearing Aids. *Laryngoscope*, 56; 780, 1946.
- 2) Carhart, R.: Volume Control Adjustment in Hearing Aid Selection. *Laryngoscope*, 56; 510, 1946.
- 3) Bangs, J.L.: Hearing Aids for Young Children. *Arch. Otolaryng.* (Chic.), 55; 43, 1952.
- 4) 小倉義郎, 他: 難聴児に対する補聴器装用に関する研究. *Audiology Japan*, 11; 71, 1968.
- 5) Barr, B.: Prognosis of Perceptive Hearing Loss in Children with Respect to Genesis and Use of Hearing Aid. *Acta Otolaryng.* 59; 462, 1965.
- 6) Kinney, C.E.: The Further Destruction of Partially Deafened Children's Hearing by the Use of Powerful Hearing Aid. *J. Speech and Hearing Res.*, 6; 828, 1963.
- 7) Macrae, J.H.: The Effect of Hearing Aid Use on the Residual Hearing of Children with Sensorineural Deafness. *Ann. Otol.*, 74; 409, 1965.
- 8) 角田忠信, 他: 補聴器装用による残存聴力に対する影響. *日耳鼻*, 65; 1285, 1962.
- 9) 小倉義郎, 他: 難聴児に対する補聴器装用に関する研究. *Audiology Japan*, 12; 469, 1969.
- 10) 高木二郎: 難聴児の補聴器使用と聴覚域値の変動について. *Audiology Japan*, 12; 430, 1969.

(受付 46.5.14)