A STUDY ON CLINICAL SIGNIFICANCE
OF
" BONE CONDUCTION ON CAVITAS CONCHAE "

By

MINORU TAKAKURA, TOMOMI SUZUKI, TOMONORI TAKASAKA
and RYO YUASA

*From the Department of Oto-Rhino-Laryngology, Tohoku University
School of Medicine, (Director: Professor Shuichi Katagiri)*

It is absolutely necessary to know the condition of the ossicular chain preoperatively in tympanoplastic surgery.

In addition to pure tone audiometry, patch test (covering test), Tsunoda's liquid conduction test, Onchi's bone conduction test on the pinna, and acoustic probe hearing test have been done for this purpose. Among these hearing tests, Tsunoda's and Onchi's methods are supposed to be the best way to know the condition of the ossicular chain and stapedial foot plate and can be done as a routine preoperative examination with simple equipments.

On this paper, these two tests were reconsidered on the ground of experimental and clinical studies.

The patient was placed in the lateral position with the examined ear upward and acoustic probe (10mm in diameter) was put on the cavitas conchae and another ear was masked with white noise.

The following results and conclusions were obtained;

1) The sound conduction route and its testing method based on the present experiment were termed "Meatus Conduction (M.C.) and its test".

2) M.C. may be different from ordinary bone conduction (B.C.) in quality. When the meatus was filled with water, threshold of M.C. and B.C.

were decreased; on the other hand, with mercury of the same gravity of the water, threshold of M.C. was elevated in 15db, in contrast to the fact that threshold of B.C. was decreased.

3) In this method, the vibratory sound is conducted from the bone conduction receiver to the cochlea via the bony wall of meatus and the ossicular chain in tympanic cavity, independent of condition of the tympanic membrane.

4) The result that the threshold of M.C. was variable according to the pathological changes of the ossicular chain was different from Tsunoda's theory that the degree of ossicular chain disturbance was parallel to the difference between threshold of M.C. and that of Liquid Conduction (L.C.).

5) The degree of M.C. loss and that of L.C. loss depend on the function of the ossicular chain and that of stapedial foot plate in the perforated ears respectively. Therefore, the cases with M.C. loss and normal L.C. have sound conduction disturbances in the ossicular chain with intact stapedial foot plate, and if there are both M.C. and L.C. loss, some changes around the oval window may be found.

6) The diagnostic standards obtained by analysis of 32 cases were available for differential diagnosis of conductive hearing loss.

所謂耳介腔骨導の伝音機構と その臨床的意義に就いて

(液導聴力検査の再検討)

東北大学医学部耳鼻咽喉科教室 (主任: 片桐圭一教授)

高 倉 稔・鈴木 知 水
たか くら みのる すず き とも み

高 坂 知 節・湯 浅 涼
たか さか とも のり は あさ りよう

(I) 緒 言

鼓室形成術を行なう場合に、術前に Schallsonden-audiometrie の如きことさらに煩雑な方法を用いて耳小骨連鎖の機能を診断する必要があるかという問題がある。この疑問に対して立木³⁾は1962年「最終的な結論が下されるべき時がきた…術前における微細な形での中耳内の聴覚機構の変化の診断への努力は、極言すれば労多くして効少なき事と考えざるを得ないという解答を与えている。その理由は「炎症性産物を完全に除去する事が要請され…そのような病的機転は視診によつて初めて明らかにされる」からである」と云う。

確かに Schallsonde 並びにこれに類する術前聴力検査は一部の熱心な研究者によつて、その理論的根拠と臨床的意義が主張されたにもかかわらず、現在 routine にそれを実用している人は少ないのではないかと思われる。我々も最近までは鼓膜穿孔閉鎖法 (covering test; patch test) 以外には特殊な聴力検査は行なっていないかつた。その理由は立木と同じ見解によるものであつた。

しかし鼓室形成術の経験を重ねるに従つて、1) 炎症性産物の完全なる除去は全ての症例に必要なものとは限らない。保存的に扱つた例でも聴力改善成績は勿論のこと、炎症治癒成績も悪くはない。

2) 鼓室内の病変の高度な例でも、残存耳小骨の機能を生かすような術型を選んだ方が成績が良い。例えば連鎖に変型、亜脱臼、結合組織による連絡等の異常が視診で認められても、未だ伝音機能を保っているならば、これのできるだけ保存すべきである。従つてその診断は視診のみでは不十分で機能検査を必要とする。

3) 視診の目的で外耳道壁や残存鼓膜を、部分的にせよ除くことは聴力改善の目的のためには不利を招く結果になる。又肥厚した粘膜や良性の肉芽なども機能検査の

結果によると視診で感じられた程には伝音機能の妨げにはなっていない例が多い。癒着防止の意味でも保存した方が良い場合がある。

4) covering test は方法が簡便であり、しかも術前検査としての価値は大きい。但しその陰性例では鼓膜形成だけでは聴力改善は望めないという事以外には何も云えない。又 patch による穿孔閉鎖が完全に行われていたかと云う疑問が残る。

以上のような事実を知るに至つた。これを要約すると、covering test 程度の簡便な方法で、より確実性のある術前聴力検査の手段があれば、手術の術式を選んだ予後を推測したりするのに都合が良いという事である。

耳小骨連鎖の機能の検査法として従来知られているものを列記してみると、第1表の如くその種類が多く選択

第 1 表

- (1) 鼓膜穿孔閉鎖法
- (2) 振動ゾンデ法 (Pohlman, Zöllner)
- (3) 外耳道加圧検査 (Gellé, Thullen, 松下)
- (4) 耳栓骨導検査 (Pohlmann, 恩地)
- (5) 液体負荷骨導検査 (Runge, 角田)
- (6) 液導 (聴力) 検査 (角田)
- (7) 液導検査変法, 人工鼓膜使用 (風間, 角田)
- (8) 耳栓上骨導検査 (堀, 角田)
- (9) 耳栓上骨導検査変法, 人工鼓膜使用 (角田)
- (10) 耳介骨導検査 (恩地)
- (11) 増強骨導差 (志事田)

に迷う程である。この中から実施が容易でしかも診断能力の優れた方法を選びたいというのが本研究の動機である。

振動ゾンデに就いて: 目的とする部位に直接振動を与えるのであるからゾンデ圧抵の操作が理想通りに実施されるならば最も望ましい方法と云える。しかし実際に

は、狭い外耳道を通して目的の部位にゾンデを当てることは容易でない。ゾンデの支持に熟練を要する。通常二名以上の検査員を必要とし手数が煩雑である。成績にはバラツキが多く、その成績には定性的な意味しか与えられていない等、術前の routine work としては欠点の多いことは立木³⁾の指摘している如くである。しかしこの欠点はゾンデ法そのものの欠点と云うよりは、ゾンデの挿入支持の困難さに由来するものと思われるからなお改良の余地は残されている。現在我々は手術用顕微鏡の鏡洞に支持点を置いたゾンデ支持装置を試作して術中の診断に用いているが、圧抵支持の操作が容易で安定した成績が得られ術を進めるに際して重要な指針が得られる場合が少くない。ゾンデ法は主として術中に活用されるべきものと考えている。

その他の伝音機能検査法〔第1表(3)～(11)]について：いずれも骨導聴力を指標とした方法で実施の容易なものが多く、routine に用いるのには便利である。骨導聴力の成立機構として純骨導(圧縮骨導)と慣性骨導とが挙げられているが、上記の検査法はいずれも後者即ち側頭骨と伝音系との間の相対的な動きと関係が深いものとされている。特に第1表の(3)～(5)は骨連鎖に対する負荷により慣性骨導が強められる現象を利用した方法であるとする説が有力である¹¹⁾。これに対して(6)～(11)は骨導子を耳介等外耳道附近におき、振動エネルギーを直接骨連鎖、卵円窓を介して内耳に導入しようという意図の下に生れた方法と云えよう。その意図する所はゾンデ法に近いものとみることができる。しかし結果的には(3)～(5)に近い現象とみる解釈もみられ⁹⁾¹¹⁾。それ等の伝音機構には未だ多くの疑問が残されている。第1表の(6)液導検査法は角田によれば、外耳道の水柱が振動エネルギーを内部に伝えるのであるから、鼓膜穿孔のある耳では液が卵円窓に達して直接これを振動させる可能性がある。従つて術前に鼓室の深部を探知する能力は他のいずれの方法にも勝ると考えられる。鼓室形成術の適応並にその成否を論ずる場合に卵円窓の機能の有無は重要な事柄である。その診断に液導検査法がどの程度に役立つであろうか。我々が鼓室形成術の術前検査として液導検査を採り上げたのは以上の如き理由によるものである。

本研究は液導検査法の追試に始まつたが、その途上で、耳介腔で測定した骨導聴力が臨床的に特殊な意味をもつことを知った。又実験的検討の結果その伝音機構は、気導、骨導に対して外耳道伝導(meatus condu-

ction)と呼んだ方が相応しいと思われる程特殊なものである事を知った。第1表の(6)～(11)の検査法もこの現象と関係が深いものと思われるが、それ等の伝音機構に関する詳しい解説はみられないので、我々の実験成績とそれに基づく仮説を述べる。

又液導(liquid conduction; LC)と耳介腔骨導(仮称、外耳道伝導; meatus conduction; MC)両現象の伝音機能検査法としての応用方法、価値などについて検討し、鼓室形成術の術前検査法としての意義の少なくともあることを知ったので報告する。

〔II〕装置並びに検査方法に就いて

リオン製 A-1002 (D) 型オーディオメーター並びにこれに附属する丸型の骨導子を用いた。骨導子の振動子に薄い鉄片を張り着け、直径 8mm 長さ 33mm の硬質プラスチック棒(以下 probe と略称する)に円型の永久磁石を接着し磁力を利用して骨導子に接続させる方法を用いた。同じ骨導子を一般の骨導測定にも用い得る利点がある。

被検者の後頭部に良く適合する曲面の腕状の金属板を広幅のゴムバンドで固定する方法を用いた。この金属板に屈曲自在の金属製蛇管並びにその先端に金属製の関節を介して、円筒状のケースを附けた。その中にスポンジを入れ、骨導レシーヴァーを挿入するようにした。以上の支持装置は頭部に対する固定が強固でしかも、目的の位置に毎回ほぼ一定の圧力で probe を圧抵するのに都合がよい。この装置により「手持ち法」で測定した場合に問題になった測定値の分散をほぼ一般の骨導値の分散の程度にまで減少させることができた(第1図、第2図参照)。又「手持ち法」では検者は最低二名必要であるが上記の方法を用いれば一名で足りる。

検査は坐位で行つた。被検者の頭部を検耳が上になる

第1図 乳突部骨導値の分散

正常耳 11 耳, probe 使用, OdB は probe を用いない場合の正常者骨導平均値

第2図 液導値並に耳介腔骨導値の分散

正常耳 11 耳, 0dB は prob を使用した場合の乳突部骨導正常者平均値

ように傾け、枕に相当する台の中に気導レシーヴァーを嵌め込んで対側耳を白色騒音 (50dB) で遮蔽した。周波数は 250, 500, 800, 1000, 2000, 4000c/s を用いた。1 耳の検査に要する時間は 6 周波数を測定しても 10 分以内で終り、被検者にも特に苦痛を与えないようである。臨牀的には、250, 500, 800c/s の三周波で目的を達することができる (第 5 章参照)。

(III) 液導差について

先ず正常者 11 耳の液導値並びに耳介腔骨導値を測定した。その成績は第 1 図並びに第 2 図に示した如くであった。図中の 0 level は probe を用いての乳突部骨導の平均値である。測定値の分散を比較する目的で標準偏差を求めたが、図中に記入した如く、液導値 4.1dB～8.7dB 耳介腔値 5.1dB～7.1dB で骨導値 3.9dB～7.2dB と比較して大きな差異はみられなかつた。

ところで角田は、上述の耳介腔骨導値を基準とし、これと外耳道に液を注入した後の液導値との差を「液導差」と呼び、その大小を以て主として鑑骨の可動性を論じている。耳介腔で測定した骨導値が、彼の言う如く乳突部の骨導値と同じ意味の骨導値であるならば、この

液導差を以て論じる方法に問題はなさそうにみえる。

ところが先ず慢性中耳炎の患者 12 名について同様の測定を行つてみると、その耳介腔値の閾値が異常に高く、且つその分散も大きいという事に気付いた (第 3-A 図)。試みに正常耳と患耳との乳突部骨導値を全く同じ装置を用いて測定してみたが、第 3-B 図に示した如く

第3図 同一被検者の耳介腔骨導値と乳突部骨導値の比較

(A) 耳介腔骨導値

(B) 乳突部骨導値

著しい差異はみられない。第 3-A 図に示した成績は耳介腔骨導値が乳突部骨導値とは異つた性質のものである事を物語るものである。又、角田のいう「液導差」の基準になるべき骨導値が、中耳内の病変によつて著しい変化を示すという事は問題である。角田の方法で「液導差」を求めることに疑問を持った我々は、ここで次の如き実験的検討を試みることにした。

(IV) 所謂耳介腔骨導の伝音機構に関する実験並びにその考察

乳突部と耳介腔との距離は約 2cm に過ぎない。同じ装置・方法を用いて測定した「骨導値」がこの僅かな測定部位の差のみで伝音系の異常による影響を異にすることは興味ある事である。

耳介腔骨導値の方は、その圧抵部位から推して、気導聴力が主な成分を占めているのではないかと疑われる。

もしそうであれば、鼓膜に穿孔を有する耳で covering test 陽性の例では、耳介腔値の方も covering の有無で感度に変化する筈である。骨連鎖の異常は殆んどないと思われる穿孔性中耳炎の患者を選び、穿孔を塞ぐ前後の気導聴力並びに耳介腔値を比較してみると第2表に示す如き結果を得た。気導聴力は著しい改善を見たのに反

第2表 鼓膜穿孔閉鎖の効果
(単位はデシベル)

		c/s	250	500	1000	2000	4000
気導差	例						
	A	15	15	30	20	20	
	B	25	30	15	5	-10	
	C	15	15	30	20	20	
	D	20	5	15	5	5	
平均値			21	16	23	13	20
耳介腔導差	例						
	A	5	0	5	0	0	
	B	-10	0	15	0	-10	
	C	5	0	5	0	0	
	D	5	0	5	15	-5	
平均値			1.3	0	7.5	3.8	-3.8

例えば被検者 A に対して 1000c/s で試験した結果気導聴力は covering の効果で 30dB 良くなったが、耳介腔骨導値は殆んど変化しなかった (5dB) ことを示す

して、耳介腔値の方には covering の影響は殆んど見られない。従つて耳介腔骨導が、外耳道あるいは鼓室内に放散した気導音が、鼓膜を振動させる現象ではないことが解つた。

次に、正常耳の外耳道に液体を注入し、その骨導聴力に及ぼす影響を、乳突部並びに耳介腔部で測定して比較してみた。液には水と水銀を用いた。

実験成績は第4図の如くであつた。横軸には液の質量を、縦軸には聴力を示した。0dB は無負荷時の聴力の閾値、検査音として 250c/s 純音を用いた。先ず乳突部に probe をおいて測定してみると、水・水銀いずれの場合でも図中に鎖線で示した如く、液の質量とともに感度が上昇し、約 0.5g でほぼ一定値 (聴力損失 -15dB) に達する。水と水銀の質の差はみられない。伝音系に対する質量の効果が主であることを裏付けるもので、慣性骨導の増強と説明されている現象である。

次に骨導子を耳介腔部に移して、同じ事を繰返してみ

ると、乳突部骨導とは全く異つた成績を得た。水銀を負荷した場合には図中の太い実線の如く、約 0.5g 附近から感度の低下を示し始め、外耳道を充たす水の質量に匹敵する 1.2g では約 15dB に達した。乳突部骨導で測定した場合に見られた感度の上昇 (感性骨導の増強) が見られない事は注目に値する事実である。

一方水を外耳道に注入して、同じく耳介腔骨導聴力に対する効果をみると図中の細い実線の如く、水銀の場合とは全く逆の現象がみられた。約 0.5g 附近から感度増加の傾向がみられ、液の増加とともに急激に感度が上昇して液が probe に接する前に既に最大値に達することを知つた。試みに外耳道内の水柱のみに同じ probe を接触させて測定してみると、第5図に示す如くその感度は無負荷時の耳介腔骨導聴力 (図中鎖線) を下まわるものであつた。従つて液導現象は probe の振動が直接に液柱に伝わるのではなく、外耳道壁が probe と液との間の振動伝搬の役を受持つていること、外耳道壁の振動が不可欠であることは強調されねばならない。

この場合に外耳道の役割は、振動子と液柱との間のインピーダンス整合の働きをしているものと考えられる。外耳道は恰も水を入れた円筒状の容器の如き状態となり、probe の振動が容器の振動を誘発して液体と probe 間の接触面積の拡大に役立っているであろう事、更に液柱の往復運動を惹き起していること等が想像される。先に述べた如く慣性骨導の増強が耳介部骨導では起らないという事実（第4図参照）は外耳道壁が、その振動を考える場合には他の頭蓋部に対してある程度遊離した状態にある事を裏付けるものである。

又その際水銀負荷即ち質量の負荷によつて、耳介腔骨導の感度が低下した事実から、その振動伝搬の経路は、外耳道の振動が伝音系（耳小骨連鎖）を経て内耳に伝わるものであると解釈される。

これは恰も、振動ゾンデを用いて耳小骨を振動させる様式に近いものである。

そのゾンデに相当するものは外耳道の軟部であろうか、あるいは骨部であろうか、乳突部と耳介腔とがわずかに 2cm の距離にありながら、夫々の部位を振動させた場合の振動様式に差がある事実から、耳介腔骨導の特殊性には、外耳道の軟部が関与している事も考えられる。

上記の疑いを解く目的で、鼓室形成術中に外耳道皮膚を剝離除去する前後の耳介腔値の測定を試みた。その結果は第6図の如くで、模式図に斜線で示した部位の皮膚を筒状に除いたが、その前後の耳介腔値には殆んど差異が認められなかつた。

第6図 外耳道皮膚除去前後の耳介腔骨導値

斜線部の皮膚を除去した

第7図

耳介腔骨導値はその名の如く、骨部を介して振動が伝わることは確実である。

以上の実験成績から想像される耳介腔骨導並びに液導の伝音機構を第7図に模式図で示した。図中にデシベルで示した数値は、250c/s 純音を用いて測定した乳突部骨導閾値 (0dB) に対する耳介腔骨導の各種径路の感度比である。又図中のバネ印は外耳道壁が振動様式上頭蓋他部に対して遊離していることを意味している。外耳道入口部は probe と共に良く振動し、これが液に伝えられ伝音系に達する。従つて振動伝達の能率は極めて良く、乳突部骨導に比して 50dB に及んだ。これが液導効果である。液の量が減じて 0.2cc 以下になるとその効果が減じて殆んど無負荷時と等しくなる（第4図参照）。無負荷時の成績（所謂耳介腔骨導値）は乳突部骨導に比してなお 20dB 感度が良い。この状態では、鼓膜輪部の振動が主として槌骨の靱帯を介して骨連鎖に伝わるものと思われる。後述するように骨連鎖全欠損例では耳介腔値は乳突部骨導値よりも更に約 15dB 感度が悪くなる。これは模式図中のバネの効果により純骨導（圧縮骨導）に関与するエネルギーが減衰するためであ

ると解釈できる。又慣性骨導は頭蓋と骨連鎖との相対運動を意味するものであるが、先に述べた如く質量負荷のみでは耳介腔骨導の増強が見られなかつたのは、増強分(15dB)が、上記の純骨導エネルギーの減衰(15dB)と打済し合つて検出できなかつたものと説明できる。

以上の如く耳介腔骨導並びに液導現象は外耳道骨壁の振動様式の特異性に由来するものである。又その経路は慣性骨導による骨鼓室伝導と呼ばれているものと同じく伝音系を介するものであるが、1) 外耳道壁以外の頭蓋の振動を必要としない事、2) 骨連鎖の慣性増強による効果が「慣性骨導」の場合とは逆に感度の低下を示すこと(第4図参照)。3) 従つて振動子のエネルギーが恰もゾンデ法におけるが如く直接的に連鎖に作用すると考えられる事、などから従来骨鼓室伝導と呼ばれていた現象とは区別されるべきものと考ええる。

緒言にも述べた如く、我々はこの現象を外耳道伝導

(meatus conduction: MC) と呼んでいるのは上述の理由によるのである。又液導(liquid conduction: LC)は、MCと同じ質のものであるが液の介在によつて振動が能率良く中耳内に伝搬される現象であると云うことができる。

〔V〕 Meatus Conduction (MC) 並びに Liquid Conduction (LC) の臨床への応用

1) 測定方法並びに記載方法

測定装置並びに方法は第2章に述べたものと同じものを使用した。症例の記載に便利のように第8図のような用紙を使用した。同図の0dBは正常耳の乳突部骨導平均値を意味し、MC, LCの正常者平均値(第2章参照)を印刷して用いた。検査音の周波数は250, 500, 800, 1000, 2000, 4000, c/sを使用した。診断の目的には250, 500, 800サイクルの3種で足りると思われる。特殊な骨導子を用いるのであるから、オージオメーターの

第8図 西○は○子18才

目盛の読みに補正を加える必要がある。その要領は一般の気導・骨導レンシーウアーの補正值を求める要領と同様である。症例では一般に第8図に記載した如く、正常値を下廻る結果が得られる。我々は便宜上正常値との間に、MCは赤色、LCは青色の斜線を施して異常の程度が読み易いようにしている。更に、異常の程度を数値で表わすために、MC, LCともに250, 500, 800, 3周波数における正常値との差の平均値を求めてみた。

液導現象は、200～800間に特に著明である故である。MCの方は比較的高い周波数まで認められるが、やはり500c/s, 800c/sに山が認められる(第1-b, 1-c図参照)。従つてLCと対応するように両者同じ周波数を選んでみた。又気導聴力も、MC, LCと比較して考察する場合は同じ3周波数の平均値を用いた。

判定基準の作成：上記の方法により伝音系に關係のある3種の情報、耳介腔骨導損失(MC loss), 液導損

第9図 Relatihn to Pre-operative AC

失 (LC loss), 並びに気導損失 (air-bone gap) を求め, これを第9図の如き座標に plot してみた。横軸には MC loss, 縦軸には LC loss をとり, air-bone gap は点の濃度で表わした。従つて MC loss の高度のものほど右方に, LC loss の高度のもの程上方に位置する結果になる。又 MC, LC 同程度の損失を示す例は座標上 45° の鎖線上に位置することになる。

症例32耳をまとめてみると同図の如く, air-bone gap の軽度の例では MC loss が LC loss に比して優位を占める傾向がみられる。air-bone gap が高度の症例では一般に LC loss も大となり, MC loss よりも大きい値を示す例もみられる。既述の如く, MC loss は骨連鎖の機能と関係の深い値であると考えられるので, 連鎖の手術時の所見との関係を検討してみたのが第10図である。連鎖の欠損, 脱臼, あるいは肉芽多量のため可動性の著しく損われていた例は22例中18例あつ

第10図 Relation to Blocking of chain

たが, これらはすべて MC loss が 25dB 以上を示している。これらの群の中には LC loss 0dB のものから 45dB 以上の高度のものまで幅の広い分散を示すことを知つた。LC loss の軽度のものは, 離断はあつても鑑骨の側はまだ可動性を保っており, 液の振動がそこまで届いたものと思われる。それに反して, LC loss の高度のものは鑑骨側の可動性が制限されているか, 又はこれが肉芽などで覆われて液の振動が鑑骨まで達しなかつたものと思われる。

多くの症例に術中ゾンデ法を行つて残存耳小骨 (主として鑑骨) の可動性を測定してみた。術中ゾンデ値で損失の大なる例, 並びに鑑骨あるいはその底板附近に肉芽癒着などの病変の認められた例を check してみると第11図の如く, これらの LC loss はほぼ 25dB 以上を示すことがわかつた。LC loss の大なる例でも肉芽除去直後のゾンデ値は正常であつた例もある。同図中に

第11図 Relation to findings of oval window niche, and to results of sound-probe examination

第12図 Relation to Post-operative AC

26→N と記載した症例は、鐙骨が肉芽に埋れていた例で、その上でゾンデ法を行つたところ 26dB の損失のあったものが、清掃後正常値を得た例である。しかし一般に LC loss の大なる群ではゾンデ値も悪く、従つて術後成績も思わしくない例が多い。第 12 図に術後聴力を記載した。これと術前聴力（第 9 図）とを比較すると、LC loss が術後成績と関係が深いことがわかる。

以上の臨床成績から MC loss, LC loss を XY 座標で表現する方法は症例の判定に便利な方法であることがわかる。即ち夫々の損失 25dB の位置に境界線を設け、座標を 4 分して、問題の症例がそのいずれに位置するかを知れば、連鎖の機能障害の程度、並びに鐙骨附近の病変の有無を術前に予測することができるのである。

〔VI〕 総括並びに按考

第 1 章でも触れたように液導の伝音機構については未だ定説がない。角田⁹⁾は骨導子→外耳道内水柱→耳小骨→内耳の経路で振動が内耳に達すると考えているが、武山⁹⁾は液体の荷重により慣性骨導のエネルギーが増加する現象と考え角田の説を否定している。切替等¹¹⁾は、「上説のいずれかによるものであろうが現状ではそのいずれとも決定するだけの根拠がない……」と述べている。我々はこの点に関して実験的考察を行ない第 4 章に述べた。その結果液導現象は角田の主張する通り骨導子の振動エネルギーが直接的に伝音系を経て内耳に達するものであることがわかった。

外耳道内に液体を入れた場合に、骨導子を乳突部におくか、耳介腔部におくかによつて骨導の感度が良くなる機構が全く異なることを知った（第 4 図参照）。この 2 つの現象は、それに関与する部位並びに結果が一見良く似ているために従来混同されてきたように思われる。我々は水と水銀という物理的性質の極端に異なる液体を用いることにより耳介腔骨導の特徴を捉えることができた。耳介腔骨導は骨を振動が伝わるには違いないが、純骨導とは全く性質の異なるものである。あたかも骨導子を外耳道に沿つて引き延ばして槌骨上に当ててゾンデ法を行なつているが如き現象である。

角田が液導の基準値として耳介腔値を用いたのは、恐らくは基準になるべき骨導聴力をなるべく同じ条件下で測定しようと考えて、液注入前の耳介腔値を採用したのであろう。しかし耳介腔値が乳突部骨導（主な成分は純骨導）とは明らかに差のあること、とくに伝音系の異常によつて大きな変化を示すことが明らかになった現在「液導差」を液導値と耳介腔値との差と定義することに

は賛成できない。例えば、非穿孔耳で骨連鎖のいずれかに軽度の異常（損失約 35dB 以内）があるときは MC, LC いずれも同じ程度の損失を示すことになるから、両者の差（角田の云う液導差）は正常値を示す結果になる。それ以上高度の損失がある時は MC の効果はなくなり、その測定値は一定値（真性骨導）を示すことになる。

一方、LC はなお約 30dB の dynamic range を残しているから、この時期になつて初めて角田の云う液導差が異常値を示す事になる。彼も「液導差」は連鎖の軽度の障害を検出できない事を認めており、耳栓骨導差と較べて液導の方は「液導振動が強いために……強い耳小骨連鎖の運動障害を必要とする……」と述べている。しかし我々は、この問題は前記の如く MC 値を基準値と定めたために生じたものであると指摘したい。第 5 章でも述べたように我々の処理方法によれば鐙骨部の軽度異常例でも液導値に損失がみられる例が少くない。又、角田の挙げた症例では慢性穿孔性中耳炎では、その液導差の平均値が正常値に比して異常に高い値を示している。我々の症例で明らかなように初期には LC は正常に近く、MC のみ低下してくる傾向がみられるので、MC を基準にした彼の「液導差」は当然高値を示すわけである。我々の方法では、彼の云うような正常値を上まわる傾向は全く認められなかつた。

液導値の基準値に関しては角田（1956）並びに恩地（1965）は耳介腔骨導値を用いると述べ、一方堀口（1960）並びに切替（1964）は骨導値（乳突部）を用いると述べている。しかしいずれもその理由を明らかにしていない。

第 4 章に述べた如く、穿孔のない耳においては LC も MC も外耳道骨壁の振動が骨連鎖に伝わるという点では同じ性質の現象である。従つて穿孔がなければ、わざわざ液体を注入しなくとも MC のみで同じ診断目的は達せられることになる。第 1 表の（8）～（11）の方法はこの原理と同じ内容のものではないかと思われるがいずれもその伝音機構に関する説明がない。これらの方法は外耳道を覆うようにしてその上から振動を与えるのであるから気導音の影響を無視できないと思われる（第 13 図参照）。特に（8）の方法は耳栓そのものを振動させるので気導の要素が特に大きいと思われる。従つて角田は穿孔耳では第 1 表（9）の方法、即ち人工鼓膜で穿孔を閉鎖した上で（8）の方法を行なつている。

我々の挙げた成績は、（8）～（11）の如き特殊な操作を

第 13 図

(堀, 1955)
耳栓上骨導検査(恩地, 1961)
耳介骨導検査(志井田, 1962)
“増強骨導差”

行なわなくとも、耳介腔値の処理のみでその目的が達せられることを物語っている。第3章で検討した如く、この方法によれば気導音の影響を殆んど考慮に入れる必要のない事、換言すれば穿孔の有無、大小を考慮に入れなくとも良い点は特に強調してよいであろう。第8図に示した例は両側の慢性穿孔性中耳炎で気導聴力は左右とも非常に似た型を示している。我々の検査方法（ML test と仮称す）では、同図の右図の如く左耳は右耳に比して耳小骨連鎖並びに鐙骨附近の病変がより高度であろうと思われる成績を得た。手術時の所見は術前診断と良く合致するものであった（第15図）。右耳はⅠ型、左耳はⅢ型の適応症であった。このように ML test の診断と鼓室内の所見との間に高度の相関関係のあることは第5章に述べた32例の統計的観察でも明らかである。

方法はゾンデ法に比してその実施が極めて容易である。検者も一名で足りる。検査に要する時間は10分位で済むし、covering cest の如く技術の習熟に意を用いる必要もない。例えば covering test は専門医でなければ不可能であるが、本方法は audiometrist に測定をまかせることもできよう。測定方法が簡単であるから反覆測定によつて測定値のバラツキを更に少なくすることも可能であろう。又術後聴力改善の思わしくない例では、その骨連鎖の状況を測定するための手掛りとなる成績が得られる。

要するに労は少く、術前検査としての意義は大きい検査方法と云えよう。我々は術前に routine これを行な

い、更に必要あれば術中ゾンデ法で再確認の上、残された伝音機能をできる限り自然の姿のまま保存し利用する方法をとつている。現在迄の成績では、聴力改善成績は勿論、炎症治癒成績も radical な方法よりも良いようである。

結 語

(1) 鼓室形成術の術前検査として、液導検査法の価値は大きい。但し従来の方法ではその特長を十分活かしているとはいえない。

(2) 液導効果（液導差）の大小は、乳突部骨導を基準として判定すべきである。耳介腔骨導を基準値とする方法は誤りではないが、異常の軽度のものは検出できない。

(3) 耳介腔骨導の伝音機構は、骨導子→外耳道骨壁→耳小骨連鎖→内耳の経路によるものである。従つてこの現象を骨連鎖の機能の診断に用いる。

(4) 液導現象は骨導子→外耳道骨壁→外耳道内液体→耳小骨連鎖→内耳の経路によるもので、外耳道骨壁の振動が不可欠である。

(5) 鼓膜に穿孔のある耳では、一般に耳介腔骨導値の損失は骨連鎖の機能低下の程度を表現し、液導値の損失は卵円窓（又はその附近）の機能低下の程度を表わす値とみなされる。両者の相関関係を知る事によつて鼓室内の伝音系の障害を推測できる。我々は両者の値を夫々 X 軸・Y 軸にとつて、平面図形上の位置により障害の程度を判定する方法を考案し、症例（32 耳）の鼓室内所

見をもとにして判定の基準値を求めた。

文 献

- 1) 角田忠信：耳小骨機能検査法（液体荷重骨導検査法）に就いて。日耳鼻，57：571，1951。
- 2) 角田忠信：鑑骨固着度の検出法。日耳鼻，59：1939，1956。
- 3) 立木 孝 他：鼓室形成術における Schallsonden audiometrie の意味について。耳喉，34：361，1962。
- 4) 立木 孝：Schallsonde による伝音機能の検査。耳喉，34：913，1962。
- 5) 風間保彦：鼓室形成手術の術前検査としての液導検査の意義。Audiology，6：188，1963。
- 6) 鈴木達児：伝音系障害の聴力検査法の研究。日耳鼻，69：149，1966。
- 7) 志井田守 他：簡易な一検査法の伝音分析能力について。耳喉，34：237，1962。
- 8) 恩地 豊：鑑別診断用耳介骨導検査。日耳鼻，64：594，1961。
- 9) 武山貢次 他：Operation Audiometry について。日耳鼻，62：suppl. 102，1959。
- 10) 恩地 豊：耳介骨導検査法，耳鼻咽喉科診断学，76：医学書院，1965。
- 11) 堀 昭雄：耳栓上骨導検査法（恩地法変法）。耳喉，27：132，1955。
- 12) 切替一郎 他：液導聴力検査，聴覚検査法，100，医学書院，1964。
- 13) 角田忠信 他：高度の聴覚障害者に対する更生医療について。お茶の水医学雑誌，7：241，1959。
- 14) 角田忠信：恩地法の変法。日耳鼻，58：1066，1955。
- 15) 恩地 豊：耳栓骨導差の成立機転。耳喉，27：118，1955。
- 16) 森本正紀 他：耳介骨導検査，聴力検査の手引，63：医学書院，1961。
- 17) 切替一郎：伝音機構と骨導に関する基礎的研究。日耳鼻，60：1791，1959。
- 18) 大内 仁：Schallsonde による聴力検査の検討。日耳鼻，62：supple 100，1959。
- 19) 横矢聰佑：振動ゾンデ法の検討。日耳鼻，65：472，1962。
- 20) 丹羽一成：先端に窪みを有するナイロン製ゾンデによる Schallsonde 法の研究。日耳鼻，67：1285，1964。
- 21) Tsunoda, T.: Liquid Conduction Test, Revue de Lar.-oto.-rhino., 7～8，473，1960。
- 22) 堀口申作 他：Stapes mobilization 及び Stapes fenestration に就いて。お茶の水医誌，7：565，1962。
- 23) 恩地 豊：耳栓骨導検査の研究。耳喉，20：145，1954。
- 24) 渡井弘一：耳栓骨導差の成因に関する研究。Audiology，1：71，1958。
- 25) 松下早苗：音伝音系の可動性に関する臨床的研究（特に一検査法について）。日耳鼻，60：763，1957。
- 26) 高倉 稔 他：現在我々の行なっている中耳手術（鼓室形成術）について。青森県立中央病院誌，10：360，1965。
- 27) 高倉 稔 他：鼓室形成術，我々の経験 fascia graft に就いて。耳喉，37：115，1964。
- 28) 高倉 稔 他：槌骨を利用した鼓室形成術，malleostapediopexy について。耳喉，38：615，1966。
- 29) 高倉 稔 他：液導検査の再検討，Audiology，9：198，1966。

稿を終るに臨み、御校閲をいただいた恩師片桐主一教授に深甚の謝意を捧げるとともに、数々の御便宜をいただいた立木孝博士、原田隆宜博士、武山貢次博士、角田忠信博士に厚く御礼申し上げます。

本論文の要旨は、第11回日本オーヂオロジー学会並びに日耳鼻東北地方会第40回総会兼131回例会において発表した。

（原稿到着＝昭和42.2.13日）