28. 6) *Weber, M.*: Otoklerose und Umbau des Labyrinth Kapsel Leipzig 1935. 7) *Hans Engström*: Acta Otolaryng Vol. 27, 1939. 8) *Fowler Jr.*: Annals of. at Rh. & L. Vol. 43, 1934. 9) *Guild, S.*: Annals of Ot. Rh. & L. Vol. 53, 1944. 10) *Shambough, G. E.*: Acta Otolaryng Supp, 79, 1949. 11) *Nager, F. R.*: J. Lary. Otol. Vol. 43, 1928. 12) *Shambough, G. E.*: Arch Otolaryng Vol. 19, 1933. 13) *Cawthorne*: Acta Otolaryng 1951~52. 14) *Johansen, H.*: Acta Otolaryng Supp. 74, 1948. 15) *Woods, R. R.*: Arch Otolaryng Vol. 47, 1948. Vol. 51, 1950. 16) *Nilsson*: Acta Otolaryng Supp. 98. 17) *McConnell, Carhart*: Laryngoscope Vol. 62. 18) *Juergs, A. L.*: Annals of Ot. Rh. & L. Vol. 57. 19) *Carhart, R.*: Arch of Ot. Vol. 51, 1950. 20) *Carhart, R.*: Tr. Am. Acad, Ophth Vol. 56, 1952. 21) *Shambough, G. H.*: Laryngoscope Vol. 62, 1952. 22) *Shambough, G. H.*: Carhart, R. Arch of Otol. Vol. 54, 1951. 23) 恩地: 耳喉, 23 卷, 7 号, 昭 26. 24) 恩地: 耳喉, 24 卷, 13 号, 昭 28. 25) *Onchi*: Ann. of Ot. Rh. & L. Vol. 63, 1954. 26) 角田: 日耳鼻, 57 卷, 6 号, 昭 29.

(原稿到着 = 昭和 30.7.15 日一急載)

K. KAWADE, M.D.: EXPERIMENTAL STUDIES ON SOUND CONDUCTION SYSTEM

音 傳 導 系 の 實 験 的 研 究

第 1 篇 模 型 實 験

第 2 篇 動物實驗 (生理篇)

第 3 篇 動物實驗 (鼓膜穿孔篇)

第 4 篇 動物實驗 (耳小骨連鎖障礙, 耳内筋麻痺, 上鼓室液体潑溜)

名古屋大学医学部耳鼻咽喉科教室 (主任 後藤修二教授)

専攻生 川 出 薫
カワ デ カオル

本論文の要旨は日本耳鼻咽喉科学会東海地方会第 137 回(28.7.19), 第 138 回(28.9.20), 第 139 回(28.11.22), 第 140 回(29.1.24), 第 141 回(29.3.21) 例会及び第 55 回日本耳鼻咽喉科学会総会(29.5.3) 並びに第 67 回名古屋医学会(29.5.30), 第 14 回近畿耳鼻咽喉科学会(29.6.6) に於て発表したものである。

第 1 篇 模 型 實 験

目 次

第 1 章 緒 言

第 2 章 実験材料

第 1 節 模型鼓膜

第 2 節 発振器と発音体

第 3 節 カートリッジ

第 4 節 増幅器

第 5 節 真空管電圧計

第 3 章 実験方法

第 1 節 実験装置

第 2 節 測定方法

第 4 章 実験成績

第 5 章 総括及び考按

第 6 章 結 論

第 1 章 緒 言

状況を詳細に知る必要があるが, 生体鼓膜では, 鼓伝音機構の様相を覗うには, 先ず生体鼓膜の振動 膜張筋や鐙骨筋の生理作用が関与するために, 純物

理的な振動様式をのみ取り上げたい場合には不適当な問題を含む事になるのである。即ち中耳伝音系は元来純物理的な振動伝達が主になつており、生物学的な要素は甚だ少いので寧ろ模型実験に依つた方が振動伝達様式研究には至便ではなからうかと思われる。一般に膜の振動は其の形の他に支持の場所や方法が関係するため極めて複雑である。依つて模型鼓膜に依り其の振動状況を解明する必然性を生ずる。鼓膜はその周辺部は鼓膜輪に固定され、且つその中心は槌骨柄に附着している。従つて周辺帯と中間帯と中心部では振動状況が異なる筈である。然るに周辺帯、中間帯、中心部と区分して其の振動状況を研究したものは少い。茲に於て先づ模型鼓膜に就いてこの問題を検討してみたのである。円錐形の振動膜の振幅状況を研究した実験には二村(1951)、宮城(1954)等の業績があるが夫れ等は何れもスピーカー或いはマイクロホンの改良を主眼としたものである。然しスピーカーやマイクロホンの中には人体鼓膜と形態的に酷似しているものがあるが、その機能に就いては同日に論ずる事は出来ない。故に私は聴器の一部としての円錐形振動膜即ち模型鼓膜に就いて検索を進めたのである。更に第3篇でも述べるが如く生体鼓膜に関しても同様な実験を行い、此の模型鼓膜の成績と比較研究を試みたのである。

第2章 実験材料

第1節 模型鼓膜

実験に用いた模型鼓膜はスピーカーのコーンと同じ材質で円錐型を作り、大きさは直径12cm、高さ2cm、斜高7cmである。周辺部をビスナットで厳重に固定し中心部の頂點は輕度固定して、且つ少しは運動可能な状態にした。即ち人体鼓膜の膈部の状態に可及的類似する様に努めて作製した。

第2節 発振器と発音体

発振器として永島製オーディオメーターを使用し、発音体にはパーマメント型演奏用8吋拡声器を用いて両者を連結した。

第3節 カートリッジ

模型鼓膜の各点に於ける振動圧を測定するにはクリスタルピックアップを利用した。即ちクリスタル

ピックアップはロッシェル塩クリスタルの持つ圧電効果に依り、ピックアップの針先の振幅に比例して起電力を生ずるのでこれを増幅して測定したのである。尚カートリッジを使用した他の理由はロッシェル塩が鉛の箱に封入されてあるため、発音体よりの直接気導音を防ぐに最適であつたからである。カートリッジはP 152型リオンクリスタルを用い、其の周波数特性は第1図の如くである。又カートリッジの針の代りに金属棒を製作し、其の先端は球状にした。然しこの金属棒は高音程吸収し易い事は明らかであるので125c.p.s.より4000c.p.s.までの刺戟音に就いて測定を行つた。

第1図

第4節 増幅器

第2図 増幅器 No. 1 の配線図

第3図 増幅器 No. 2 の配線図

本実験に使用した増幅器は次の様である。増幅器 No. 1 は音源に対する電力増幅器であり、増幅器 No. 2 は振動圧増幅用電圧増幅器である。其の配線図は第 2, 3 図の如くであり、其の周波数特性は第 4 図の如くである。

第 4 図

第 5 節 真空管電圧計

観測々定器として東京通信工業株式会社製 NP-2 型を使用し、電氣的誘導をさけるため防音室外に装置した。

第 3 章 実験方法

第 1 節 実験装置

実験装置は第 5 図に示す様に防音室並びに電氣的にシールドした室内に準備し、発振器の音を増幅器 No. 1 で増幅し、これをスピーカーに連結して其の前方 30cm の距離に模型鼓膜を置いた。而してスピーカーと模型鼓膜は其の台を隔離し、スピーカーの共振が器物を介して模型鼓膜に入らない様に意を用いた。一方模型鼓膜の各点より其の振動圧をカー

第 5 図

トリッジで電氣的變動に転換し、更に増幅器 No. 2 で増幅し真空管電圧計にて測定した。入力音は 125 c.p.s. より 4000 c.p.s. の音を用いた。

第 2 節 測定方法

オーディオメーターを発振させるとスピーカーの前方に置いた模型鼓膜はその刺激音を受けて振動始める。此の時カートリッジの針先を模型鼓膜の所要の一点に軽く触れ、其の接触時の電圧を真空管電圧計にて読みとる。次で針先を模型鼓膜より遊離させ、其の電圧を真空管電圧計にて読む。遊離した場合の電圧即ち入力電圧を V_1 、接触時の電圧即ち出力電圧を V_2 とする時はこの両者の比 V_2/V_1 は鼓膜の其の点に於ける増幅率である。又 $20 \log_{10} V_2/V_1 = \text{db}$ と云うあらわし方により db に換算した。

第 4 章 実験成績

音響による鼓膜の振動状況を模型によつて測定したのでその成績に就いて述べる。鼓膜を中心帯、中間帯、周辺帯に分ち其の振動状況を知るため、模型鼓膜の各点に於て測定することにした。即ち中心点、中心より 0.5cm の点、中心より 1cm の点、中心より 2cm の点、中心より 3cm の点に於て実験を行つた結果は第 1 表の如くである。実験は各々 3 回宛行い数値は電圧の比を示している。250 c.p.s. 及び 500 c.p.s. に於てその数値が他の周波数に比較して稍々大なる値を示しているのは、カートリッジを支持したアームの共振に依るためであろうと思われる。カートリッジの針先を模型鼓膜の希望する点に把持するためにはアームを適宜調節しなければならぬ。従つてアームの共振が実験の都度多少変化を来したものと推察される。

第 1 表より db に換算して図示すると第 5~10 図

第 1 表

		4000	2000	1000	500	250	125
中心点	1000	1.88	5.21	2.66	6.14	6.80	4.16
	2000	2.14	7.30	7.15	5.85	15.7	4.30
	3000	2.00	5.70	5.15	7.30	14.9	5.00
中心より 0.5cm	1000	2.12	4.89	4.80	12.90	8.80	3.80
	2000	2.31	7.85	5.82	16.40	17.80	6.58
	3000	2.14	5.67	4.28	15.90	16.70	4.14
中心より 1cm	1000	2.32	5.60	4.50	11.50	6.00	3.58
	2000	2.75	5.62	4.86	17.40	12.50	4.12
	3000	2.38	6.88	4.88	16.50	12.80	4.12
中心より 2cm	1000	2.12	5.85	5.86	8.82	7.50	3.20
	2000	2.55	12.4	5.85	17.0	20.00	3.75
	3000	2.16	6.70	7.20	11.5	9.53	3.76
中心より 3cm	1000	1.52	6.20	6.20	4.50	2.00	1.76
	2000	1.66	37.0	6.55	2.52	6.55	2.55
	3000	1.66	2.60	1.64	2.67	4.46	1.76

電圧比

の如くなる。4000c.p.s. では周辺帯より中間帯、
中間帯より更に中心部へと進むにつれて高い値を示

第 5 圖

第 6 圖

第 7 圖

第 8 圖

第 9 圖

第 10 圖

し、中心部が最もよく振動していることを示す。2000c.p.s. も同様である。1000c.p.s. 及び 500c.p.s. では中心部よりも中間部へ偏倚した点に於て最も高い値を示しているが、250c.p.s. 及び 125c.p.s. に於ては中心部より中間部、中間部より更に周辺部に於ける方が遙かに高い値を示し、最もよく振動している点が周辺部に存在する事をあらわしている。又中心部に於ては各周波数共最も低い値を示し最も振動が少い事を物語っている。

第 5 章 総括及び考按

Békésy は種々の哺乳類の鼓膜を研究し、鼓膜進化の程度を測定するためにゴム膜で人工鼓膜を作つて実験しているが、それによると (a) 膜を少しも固くせずにした場合、(b) アルミ管を膜に放射状につけた場合、(c) 1 枚の板を膜の中央につけて固くした場合、等の中で c の場合に於て周波数帯が最も良好な成績を示した事を報告している。即ち (c) の場合が最も人体鼓膜に近い状態であるので、私の模型鼓膜も Békésy の (c) の場合に相似したものを製作して実験を進めたのである。

其の結果は振動数が低い程、周辺部に於いてよく振動し振動数が高くなるにつれて中間部へ、又更に高音になるにつれて中心部へと最大振動部が移動していく事を前章に於いて示した。

宮城 (1954) はコーンに直径 4mm, 8mm, 20mm, 30mm, 50mm の孔をあけて其の周波数特性の変化を測定している。それによると直径 4mm の孔では全然その差異は認められないが直径 8mm 程度では低音に変化があり、直径 20mm 程度ではやつと全般的に特異の変化が認められ特に低音部に於て著明であると述べている。即ち中間部の損傷は低音に与える影響が大である事を示して居り、私の実験に於て中間部及び周辺部が低音によく振動している事実と一致する。

阪本氏 (1952) は 10 吋程度のスピーカに於いて 700c.p.s. 附近まではコーンがピストン運動をしているが、振動数が高くなると周辺部に於てコーンの直径の部分の節とする振動姿勢が現れる事を説明している。又 Murlan Corrington (1951) はコーンの振幅を中心から周辺部にそつて連続的に検索した

結果、700c.p.s. 附近に於いて周辺部に不快な共振が現れて周波数特性上に不規則な山や谷を作ると述べている。そして更に中、高部の場合にこの周辺部の不快な共振を如何にして防禦するかに苦心を払つて居るのである。即ち中音から高音を入力音とする時に中間部から中心部にかけて最も有効な振動を示し、周辺部は寧ろ関与しない方がよい結果となつて居る。この結果は私の実験成績と何ら抵触するところがない。即ち周波数特性上に現れる音圧はスピーカー前面におかれたマイクロホンの位置に於けるコーン各面よりの音圧の積分値であるから、周辺振幅の最も大きい周波数では周辺部分の面積も相当に大きいので、その音圧は可成上昇して特性上に山となつて現れている。この周辺部の共振はコーンの振動で励起された周辺が其の共振周波数で振動している時であり、其の周波数をすぎると急に振幅を減じて特性上谷となつて現れている。この様な不快な共振をさけるためには阪本氏はなるべく周辺部分の面積を小とする必要があると説いている。又同氏は周辺部分の面積を小とする許りでなく更に小さい山の形にした方がよいと結論を下し、この様な観点からコーンの周辺部分のプレスを下げて紙自体を柔くしたり、周辺部分に柔い皮を使用する方が有効であると言う。

茲で人体鼓膜を見るに人体鼓膜の周辺部には特に

第 11 図

小さい山の形をなしている部分がある。Békésy は人体鼓膜が其の上縁及びその切線の方角を軸として廻転すると言ひ、又軸の附近では動きが小さくて特別弾力ある構造を必要としないが軸の反対側即ち鼓膜の下縁では大抵の場合著しい皺が見られ、円錐形振動膜の自由な運動を可能とすると述べている。

この鼓膜の「ひだ」は Békésy の説く如く鼓膜の振動が自由となるために必要な事は勿論であるが、その他に周辺部の低音共振を防禦する上にも非常に有意義な事は先述の論理より容易に推論出来るのである。

第6章 結 論

模型鼓膜による実験の結論を述べれば次の如くである。

(1) 低音に於ける最大振幅部位は鼓膜周辺部である。

(2) 中音より更に高音と振動数が大となるに従つて其の最大振幅部位は中間部より中心部へと移行する。

(3) 鼓膜周辺部は中、高音に於ては共振を惹起する場合がある。

(4) 周辺部の共振を防止するには周辺部に皺を作る事は有効であり、人体鼓膜に於いて其の下縁に皺が存在するのも周辺部の共振防禦と言う見地より重大な意義あるものと推察される。

以上の結論から生体鼓膜に対する様相を覗い知る事が出来たので次に動物実験を施行して本模型実験と比較検討する必要がある。

第2篇 動物実験 (生理篇)

目 次

第1章 緒 言

第2章 実験材料

第1節 実験動物

第2節 実験装置の各部分

第1項 発振体

第2項 発音体

第3項 カートリッジ、増幅器 No. 2

第4項 真空管電圧計

第3章 実験方法

第1節 刺戟音及び与え方

第2節 内耳振動圧測定法

第4章 私の内耳振動圧測定法、検討に

第1章 緒 言

中耳伝音機構に関する研究は古来より幾多の学者により、あらゆる方面より検索が進められている。即ち鼓膜に関しては既に18世紀頃より始められ、Valsalva, Winslow, Schrapnell, Helmholtz, Politzer, Rauber-Kopsch 等の形態学的観察があり、物理学生理学の発達に伴ひ次第に詳細を極め特に1930年 Wever-Bray が蝸牛電気反応を発見して以来、本反応を利用した研究が旺んとなり Crowe, Hughson, Békésy, Frederich, Githier 等に

関する実験

第1節 中耳骨胞閉閉の影響

第2節 蝸牛殻自体の骨振動の影響

第5章 実験成績

第1節 正常時内耳振動圧

第2節 刺戟音減衰時の内耳振動圧

第6章 総括及び考按

第1節 中耳骨胞閉閉の影響に就いて

第2節 蝸牛殻自体の骨振動の影響に就いて

第3節 正常内耳振動圧に就いて

第4節 刺戟音減衰時の内耳振動圧に就いて

第7章 結 論

より其の振動状況が明らかにされつゝある。耳小骨連鎖に就いても模型や屍体標本、或いは動物実験等に於て光学的記録装置を用いた Dahman, Köhler やストロボスコープを利用した R. Guelke, J. A. Keen 等の業績がある。

又耳内筋に就いても Kobark, Politzer, Kato, Wiggers, Lorente de Nó 等の報告もあり、或いは Fletcher, Perterson, Bogert 等の理論的数学的研究も進められている。

これら先人の研究により中耳伝音機構は解明さ

れ、幾多の成績や推論が発表されているが、又未だ定説を見ない問題も少くない。

例えば中耳伝音系が低音及び高音に対する寄与度の問題、鼓膜各点に於ける振動状況の問題、或いは耳内筋と強音防禦の問題等である。又音感受機転に関しても Helmholtz の共鳴説や Ewald の響像説以来、著明な発展を見せている。Perterson 及び Bogert は 1950 年 Pressure Theory を考えた。即ち音波が蝸牛内に伝わる時、前庭階と鼓室階との間に圧力の差を生じ、有毛細胞はこの圧力差を生じた部位で感受すると云い、Fletcher は 1951 年、圧力の波が音の速さで蝸牛内を伝わるが、その時基礎膜特有の Element が個々の共鳴の性質に従つて圧力に反応すると説いている。又 Davis は 1952 年 National Academy の会合に於て microphonic は有毛細胞自身から起るのではなく、毛そのものから起り毛の屈曲又は伸展に依つて電圧を生ずるのであると報告している。斯くの如く聴覚生理は非常な進展を示しているが、この聴覚生理を考究するに際して内耳振動圧を等閑視する事は出来ないのである。殊に中耳伝音機構は振動の機械的伝達が主である。即ち純物理的なものであるが故に蝸牛電気反応の如き生物学的反応を応用する事は、その反応の性質上限度が存在する筈である。蝸牛電気反応の聴覚機構に対する意義に関しても、未だ詳細に知られていないのであるが、少くとも聴覚機構の一環としての意義は少いように思われると Davis も述べている。

従つて中耳伝音系の研究には蝸牛反応よりも内耳振動圧を利用すべきではないかと思惟する。然るに内耳振動圧の研究は非常に乏しく、当教室の稲波の実験的研究が存在するのみである。稲波の内耳振動圧の研究は内耳疾患に於ける内耳振動圧の変化を追及しているが、中耳に関しては詳細な報告はない。

特に病態生理に到つてはあまり研究が進んでいないのであるが、臨床家の目的はこの病態生理を追求してその治療や予防に資するにありと思われる。ここに於いて内耳振動圧を指針として中耳伝音機構の解明をなさんと本実験を行い、先ず正常の状態に就いて検索を進めたのである。

第2章 実験材料

第1節 実験動物

動物は 600g 前後の海猿を用い、耳鏡検査上外耳道清浄で鼓膜所見に異常のないものを撰び使用した。他の動物に比較して海猿の蝸牛殻は中耳胞内に突出して居り、且つ各廻転を鮮明に見究わめる事が可能なる故、本実験には海猿が最適であつた。

手術方法は動物を背位に固定して 10% ウレタンの麻酔の下に前頸部を正中線上に 4~5cm 切開をなし、胸鎖乳様筋、二腹頸筋を切断、中耳胞を可及的に広く露出する。次で中耳胞骨壁を開孔し蝸牛殻に達し、其の測定せんとする廻転に尖端約 50 μ の鉄製ドリルを使用して手動にて小孔を穿ち、その孔より内耳振動圧を測定した。

教室の稲波も述べておる様に一つの蝸牛殻に数個の開孔をなす時は内耳振動圧が其の孔を介して Filter となる為、実際の圧よりも小となり測定に誤差を生ずる。又一耳で実験した後に於いては、同じ動物の他耳の内耳振動圧測定は内耳静水圧下降のため不可能となる。故に 1 匹の動物に於て蝸牛殻の一個所に就いてのみ測定したのである。

実験は先述の如く 10% ウレタン麻酔に依つたが、成る可く深麻酔期をさけて測定した。その理由は麻酔が耳内筋に迄及び、中耳伝音機構を惑乱する因子に成る事を恐れたからである。即ち四肢は全く弛緩することなく他動的運動に対して稍々抵抗を感じ、角膜反射、瞳孔反応も活潑ではなく僅に存する状態の時期を選んで実験を行った。

第2節 実験装置の各部分

実験に使用した各種器具に就いて主要なるものに若干の説明を加える。

第1項 発振器

発振器としては永島製オーディオメーターを準備し、実験目的に依りその出力を最大にし或いは漸次減衰して用いた。

第2項 発音体

発音体としては小林理研製 R 318 クリスタルレシーバーを用いた。刺戟音を実験中一定ならしめるためにクリスタルレシーバーの先に漏斗を取りつけ、動物外耳に挿入し、スプリングで密着固定した。このクリスタルレシーバーの特性試験票は第

12図の如くであつた。

第 12 図

第3項 カートリッジ、増幅器 No. 2

カートリッジは P 152 型リオンクリスタルを用い、其の特性は第 1 図の如くである。カートリッジの先に金属棒をつけ、その先端は絶縁 エナメルで絶縁した。この絶縁は蝸牛殻電気反応や動物に入つた Induction を防ぐために絶対必要であつた。又針の最尖端には封蠟をつけた。増幅器 No. 2 に就いては第 1 篇で既述したので省略する。

第4項 真空管電圧計

真空管電圧計は東京通信工業株式会社製 NP-2 型を用い、第 14 図の如く連結した。

第3章 実験方法

第1節 刺激音及び与え方

オーガノメーターとクリスタルレシーバーを連結し、それから発生する音を刺激音として動物外耳に導いた。然しこの刺激音はクリスタルレシーバーを介して動物外耳に入るため其の特性を知る必要がある。そこで騒音計（日本電子測量株式会社性 S.L.T. No. 49042 1950 12 製）を以て測定した。その結果は第 13 図の如くであつた。

第 13 図

クリスタルレシーバー特性

第2節 内耳振動圧測定法

教室の稻波氏の創意になる方法を用い、これを一部改良して測定した。発振器より発生した刺激音をクリスタルレシーバーを介して動物外耳に導き入力音とする。

一方手術した動物の内耳液表面にクリスタルカートリッジの針先を接触させる。斯くしてその内耳振動圧を電気的変動に換え、接触させる。増幅器 No. 2 に連結して電圧増幅をなしオシロスコープでその波形を観測し乍ら真空管電圧計にてその電圧を測定した。この装置は第 14 図の如くなり防音室内に於て実験を行つた。尚この防音室は電気的にも Shield した部屋であり発振器、真空管電圧計、オシロスコープ等は室外に装備した。

此の実験方法ではクリスタルカートリッジの針の尖端を内耳液面に接触させた場合、クリスタルレシーバーより発する刺激音は中耳、内耳を経由して針に伝導する径路と、中耳、内耳に関係なく直接気導を介して針に到達する径路の二者が存在する訳である。即ち内耳液面より伝導したものを直ちに内耳振動圧と定めることが出来ないのである。そこで私は内耳液に接触した場合と遊離した場合との比を以て内耳振動圧とした。

第 14 図

換言するならば、遊離した場合の電圧が V_1 ボルトの時、接触した場合の電圧が V_2 ボルトであつたとする。中耳、内耳を経ることに依り V_1 ボルトが V_2 ボルトに増幅された事に成り、この利得は V_2/V_1 倍となる。

この二つの伝導路を通る音の間には時間的の差が存在し、更に高音になる程この伝導路は「ずれ」を生ずることに成る。又クリスタルカートリッジの針に高音程吸収され易いので本実験では 4000c.p.s. 以上は測定することが出来ないのである。

クリスタルカートリッジの針が内耳液面以外の処に接触した場合はオシロスコープに不整波を生じ、且つ真空管電圧計は大きく変動するので、内耳液面を注視せずとも察知する事が出来る。

第4章 私の振動壓測定法の検討に 關する實驗

第1節 中耳骨胞閉開の影響

鼓膜、耳小骨、耳内筋等の音伝導機構を研究するには中耳骨胞を開閉せずに正常の状態に保持して実験を行うのが理想である。然し乍ら耳小骨連鎖を離断したり、或いは強直させたり、又耳内筋に操作を加えるためには中耳骨胞を開閉せずして実験は出来ない。

又内耳圧を測定するには蝸牛殻を露出しなければならず、従つて中耳胞を開閉せずに本実験を行う事は不可能である。こゝに於てどの程度の中耳胞閉開が中耳伝音機構研究に許容されるかと言う事を知る必要がある。

動物外耳より気導を介して 8000c.p.s., 4000c.p.s., 2000c.p.s., 1000c.p.s., 500c.p.s., 250c.p.s., 125c.p.s. の各刺激音を与え、その各々の場合に於て中耳胞骨壁の一定点に於ける振動状況を測定した。

そして中耳胞を開閉しない場合と直径 1mm 位の小孔をあけた場合と、骨胞表面積の 1/4 位の大孔をあけた場合を比較検討して見ると第2表の如くなる。更に之をグラフに図示すると第15図の如くなる。即ち中耳胞を開孔した場合と開孔しない場合では明らかに中耳胞骨壁の振動が異なる。殊に 2000c.p.s. 以上に於ては顕著である。2000c.p.s. 以下では開孔しない場合、小孔をあけた場合、大孔を開けた場合の順に中耳胞骨壁の振動は不良となる。2000c.p.s. 以下では小孔を開けた場合と大孔を開けた場合の中耳胞骨壁の振動に対する影響では顕著な差は見られなかつたが、一般に周波数が低くなるにつれて中耳胞開孔の影響は大となる傾向がある。

第 2 表

c.p.s.	8000	4000	2000	1000	500	250	125
中耳胞密閉	7.6	17.0	41.2	35.5	29.4	32.6	20.0
中耳胞小孔	5.2	30.0	39.9	34.3	25.3	24.2	23.1
中耳胞大孔	10.0	31.0	38.6	34.3	26.0	24.2	17.5

第 15 図

即ち 2000c.p.s. では中耳胞密閉 41.2 中耳胞小孔が 39.9, 中耳胞大孔 38.6 となり, 500c.p.s. では中耳胞密閉 29.4, 中耳胞小孔 25.3, 中耳胞大孔 26.0 となる。又更に低音の 125c.p.s. では 20.0, 23.1, 17.5 と言う結果になった。2000c.p.s. 以上の刺激音に於ける場合は、成績が区々として居り、それ等の数値からは意義を見出し難い。

第2節 蝸牛殻自体の骨振動の影響

クリスタルレシーバーを動物外耳に挿入して刺激音を与えたので、気導音とは別に音波は頭蓋に伝わり、骨振動に依つて内耳振動圧上昇を見る場合が考えられる。又中耳伝音障碍の或る場合として鼓膜全欠損の状態に於て、刺激音が鍍骨板より或いは正円窓より蝸牛殻内へ伝わる径路の外に、音波は直接蝸牛殻骨壁を振動させ内耳圧に影響を与えるだろうと云う事が考えられる。斯る理由より気導を介して刺激音を与えた場合の蝸牛殻各廻転に於ける骨導を測定して見たのである。

第一廻転に於ては鼓室階と前庭階とは肉眼的觀察により鑑別出来るのでその各々に就て測定した。基礎廻転を除く他の廻転に於ては表面積が小さいので鼓室階前庭階と分けて測定することは出来なかつた。

其の成績は第3表の如くであり、之を図示すると第16図の如くなる。

第 3 表

中耳音障各迴転に於ける骨振動

迴転	2000	1000	500	250	125
第一迴転(鼓室階)	28.6	10.4	10.6	5.62	6.65
第二迴転(前庭階)	30.9	16.7	11.7	8.11	5.00
第三迴転	25.0	12.5	14.4	6.82	5.00
第四迴転	28.4	13.7	10.6	4.30	6.65

第 16 圖

鼓室階に於ては一般に前庭階に於ける骨振動よりは小であつた。2000c.p.s. と 1000c.p.s. の場合には第一迴転に於て最大振幅を示し、500c.p.s. では第二迴転に於て、250c.p.s. 及び 125c.p.s. では尖端迴転に於て夫々最大振幅を示した。

其の骨振動は一般に低音に於て小さく、刺戟音周波数が大きくなるにつれて骨振動が大となる傾向を示している。

第5章 實驗成績

第1節 正常時内耳振動圧

第2章に於て述べた實驗方法により正常時内耳振動圧を測定した結果は次の様である。但しここに示した正常時内耳振動圧の成績は第3篇以下で行つた中耳伝音障の操作を加える直前に於て測定した例を集めたものであり、正常時の内耳振動圧の傾向として重要性を認めると共に、後述する中耳伝音障例と比較対照して一層有意義となるものである。2000c.p.s., 1000c.p.s., 500c.p.s., 250c.p.s., 125c.p.s. の各刺戟音に就いて第一迴転に於いて測定した結果は第4表の如く、第二迴転のそれは第5表の如く、第三及び第四迴転は夫々第6、第7表の如くであつた。

この成績を見るに測定値は区々として不定の如き

第4表 第一迴転に於ける正常内耳振動圧

迴転	2000	1000	500	250	125
第一迴転	28.6	10.4	10.6	5.62	6.65
第二迴転	30.9	16.7	11.7	8.11	5.00
第三迴転	25.0	12.5	14.4	6.82	5.00
第四迴転	28.4	13.7	10.6	4.30	6.65

第5表 第二迴転に於ける正常内耳耳圧

迴転	2000	1000	500	250	125
第二迴転	30.9	16.7	11.7	8.11	5.00
第三迴転	25.0	12.5	14.4	6.82	5.00
第四迴転	28.4	13.7	10.6	4.30	6.65

感を与えるが、その理由には次の事が考えられる。第一に増幅器の感度に関する問題である。これは稲波も述べておる様に増幅器の増幅度は蓄電池の充電度、大氣の湿度等のため常に一定になし難い憾みがある。

第二は蝸牛殻に開孔した孔の位置である。基礎迴転では前庭階の圧を測定したのであるが、第二、第三、第四迴転に於ては主として前庭階、鼓室階に耳

第6表 第三廻転に於ける正常内耳圧

周波数 Hz	2000 c.p.s.	1000 c.p.s.	500 c.p.s.	250 c.p.s.	125 c.p.s.
3	2.40	2.80	2.40	5.00	6.00
4	1.80	3.20	2.80	2.75	2.25
5	1.80	4.60	2.75	2.50	3.20
10	2.40	3.40	4.60	5.00	2.70
11	2.15	3.00	2.00	2.20	4.10
12	2.15	3.20	2.75	2.20	1.00
14	2.00	3.20	2.75	2.00	7.15
20	2.10	3.40	2.75	2.11	5.00
24	1.80	1.70	2.40	1.20	2.00
46	2.50	4.10	2.70	2.50	2.50
47	2.60	2.50	2.75	1.25	6.60
60	2.00	5.00	2.80	3.75	2.00
61	1.80	1.80	2.10	4.75	2.20
111	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
121	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
122	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
123	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
124	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
125	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
126	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
127	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
128	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
129	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
130	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
131	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
132	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
133	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
134	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
135	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
136	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
137	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
138	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
139	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
140	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
141	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
142	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
143	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
144	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
145	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
146	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
147	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
148	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
149	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
 
194	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
195	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
196	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
197	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
198	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
199	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00
200	1.80	1.80	1.10	2.75	2.00

第7表 第四廻転に於ける正常内耳圧

周波数 Hz	2000 c.p.s.	1000 c.p.s.	500 c.p.s.	250 c.p.s.	125 c.p.s.
6	2.00	1.80	2.80	5.00	3.10
7	1.80	2.00	1.80	4.00	2.60
12	2.20	2.80	2.20	4.00	2.70
22	2.20	2.60	5.20	4.15	2.70
36	1.35	1.40	1.20	2.50	2.00
37	2.20	2.80	2.20	4.00	2.70
38	1.80	2.80	2.20	4.00	2.70
40	2.00	2.70	2.50	1.60	1.40
41	2.10	4.20	3.20	1.50	2.70
42	2.50	2.80	5.10	2.80	4.20
43	1.80	2.50	3.20	1.50	1.50
44	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
45	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
46	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
47	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
48	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
49	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
50	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
51	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
52	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
53	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
54	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
55	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
56	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
57	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
58	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
59	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
60	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
61	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
62	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
63	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
64	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
65	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
66	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
67	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
68	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
69	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
70	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
71	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
72	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
73	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
74	2.10	2.80	3.20	4.20	5.00
75	2.00	1.60	2.20	9.75	4.60
76	1.60	1.80	3.20	10.00	3.80
75	1.80	2.10	3.10	4.00	4.00
86	1.80	1.30	1.30	1.80	2.00
87	1.30	1.30	1.30	5.75	1.70
88	1.80	1.30	1.30	5.75	4.15
89	1.10	1.30	2.25	4.00	3.90
120	1.50	1.40	3.50	7.20	2.80
125	1.40	2.50	2.00	7.20	6.00
126	1.70	1.50	1.80	3.10	2.30
127	2.10	2.75	2.75	2.15	4.20
128	2.70	2.00	1.50	7.95	1.00
129	1.70	1.40	2.70	2.70	2.70
130	1.10	1.10	2.80	4.30	4.40
131	2.40	2.70	2.80	9.30	2.70
132	2.00	1.40	3.50	8.15	3.30
133	1.70	2.00	3.00	5.00	3.00
138	1.60	2.20	2.70	3.10	4.15
139	2.00	2.00	3.00	5.00	2.30
140	1.50	3.00	3.20	5.00	8.15
141	1.20	1.70	2.50	9.50	7.20
142	1.00	2.70	4.50	11.70	6.80
143	2.00	2.80	5.20	3.80	3.30
144	1.70	3.70	8.00	20.00	14.00
145	2.10	1.80	1.80	1.40	2.50
146	2.10	3.10	3.80	2.80	4.10
147	2.10	3.70	3.70	13.00	2.75
148	2.80	3.60	4.00	22.00	12.00
149	2.80	3.00	9.00	17.20	10.00
150	1.20	1.20	1.50	3.10	1.60
151	1.40	1.70	2.40	2.60	1.80
152	1.50	3.00	4.00	13.70	13.60
153	2.00	2.00	2.30	16.00	13.60
154	2.00	3.30	2.50	11.30	5.60
155	2.20	4.20	4.20	8.60	4.60
156	2.20	1.50	3.30	2.30	3.80
157	2.60	1.60	4.00	17.00	8.00
158	2.20	1.30	3.00	12.00	2.30
 

耳振動圧分布曲線は如何に変化するかを実験したのである。其の結果は第9表の如くである。

2000c.p.s. の刺激音を 90db, 85db, 80db, 75db, 70db と漸次減衰させると第一廻転に於ては 2.85, 2.46, 2.22, 2.03, 2.01 となり刺激音の減衰に比例して内耳圧の降下が見られる。その内耳圧降下度は上方廻転に進む程少い。即ち第17図に図示する如くである。

第 17 図

1000c.p.s. の刺激音を漸次減衰させると基礎廻転では 3.85, 3.76, 3.42, 3.42, 2.57 と内耳圧降下は著明に見られ他の廻転に於ても僅か乍ら内耳圧の降下は見られる (第18図)。

第 18 図

500c.p.s. の場合は全ての廻転に於て刺激音の減衰に比例して内耳振動圧は下降して居り、特に上方廻転に於て顕著である (第19図)。

第 19 図

250c.p.s. の場合、全ての廻転に於て内耳圧は刺激音減衰時に比例して下降しているが特に上方廻転に進むにつれて、その下降比率は大となり尖端廻転に於ては最も大なる開きを見せている。即ち第20図の如くである。

125c.p.s. の場合は内耳圧降下は全ての廻転に於

第 20 図

て著明に見られ、250c.p.s. の場合のそれよりも更に大である。各廻転を比較して見るに内耳振動圧の下降率は基礎廻転より尖端廻転に進むにつれて大となっている (第21図)。

第 21 図

第6章 総括並に考按

第1節 中耳骨胞開放の影響に就て

中耳伝音機構を研究するに際して中耳骨胞開孔が如何なる影響を与えるかと言う事を知るために此の実験を行つたのであるが、その結果中耳骨胞を開孔した場合と開孔せざる場合では中耳骨胞共振状態は異なつた様相を示し、4000c.p.s. 以上の高音部と2000c.p.s. 以下の中音乃至低音部では全く相反した傾向を示した。その理由は次の如き因子が考えられる。

刺激音がロツシエル塩に伝導される径路に2通りある。即ち外耳、中耳、内耳を經由してクリスタルカートリッジの針からロツシエル塩へと伝導される径路と、直接気導を介してロツシエル塩に達する径路とあつて、其の所要時間に差を生ずるため高音になればなる程二つの音波の相の差が大である。又カートリッジの針に高音程吸収され易い性質があるにより4000c.p.s. 及び8000c.p.s. では第15図の如き結果になつたものと思われる。

然るに2000c.p.s. 以下では開孔しない場合、中

耳骨胞正常なる時は開孔した場合に比較してよく共振して居り、これは中耳振動特性が音声周波数帯域内に於て存在する事と関連がある。

中耳振動特性の研究者等の成績を見ると、Békésy による鼓膜の 1000c.p.s., Frank による中耳全骨の 1200c.p.s., Perlman による耳の全特性の 750c.p.s. の如く何れも 2000c.p.s. 以下である。又教室の稲波、滝本は晒日人頭蓋を用いて中耳腔の振動特性を検したる処、中音部より低音部へかけて良好な増幅率を示した事を報告して居る。

先述した如く私の内耳振動圧測定法では刺戟音に高音を用いる事は不可能であるが、中耳伝音機構の研究には中音部より低音部までの刺戟音に就ての実験で充分意義ありと思われる。

2000c.p.s. 以下の刺戟音に於て、中耳骨胞の共振は骨胞開孔した場合と開孔しない場合には差を生ずるが、其の差は同一動物に就いて伝音機能障害を与えた前後を比較検討する場合には何等抵触しない程のものである。

直径 1mm の開孔をした場合と骨胞表面積の 1/4 欠損の開孔した場合を比較するに 2000c.p.s. では前者 39.9, 後者 38.6, 1000c.p.s. では前者 34.3, 後者 34.3, 500c.p.s. では前者 25.3, 後者 26.0 となり著明な変化は認められない。

従つて実験操作を容易にするため骨胞表面積の 1/4 位の開孔を行つても、内耳圧測定実験には大なる考慮は必要ないと思われる。

第2節 蝸牛殻骨振動の影響に就て

頭蓋振動様式を Georgy v Békésy が研究し圧縮骨導説を発表し、Békésy は慣性による骨導説を発表した。

即ち Békésy は 1500c.p.s. 迄は頭蓋は振動体と同じ方向に平行に全体として動き、1600c.p.s. では後頭部に何等の振動も見られず、1800c.p.s. では後頭部は前頭部と逆の方向に等しい振幅の振動を示す云う。又更に高振動では頭蓋はいくつかの部分に分れて振動すると説いたのである。Barany は 435 c.p.s. では頭蓋に近似的に全体として同一方向に平行に動き両極の振幅は等しく位相の差は 10° を越えない云うのである。

この両者の説を総括して、Hirsch は低い振動数

では内耳及び中耳機構の慣性が主として働き、高い振動数では主に内耳の圧縮が作用すると述べている。

扱、私の実験に於て蝸牛殻各廻転に於ける骨振動を見るに、2000c.p.s. は 1000c.p.s. 以下の振動数に比例して一段と高い値を示しており、125c.p.s. より 1000c.p.s. までの間では振動数が高くなるに比例して大きい値を示している。私のこの実験は Georgy. v. Békésy, Barany, Hirsch の述べておる骨導とは勿論関連を持つているが、私の実験ではそれとは又別な意義を有するものである。

即ち第 16 図は氣導による音刺戟を与えた場合、内耳振動圧が蝸牛殻骨壁に及ぼす影響を吟味した曲線である。従つて入力音（第 13 図参照）により支配され、又海猿頭蓋骨の振動特性に影響されるのである。而して正常内耳振動圧測定値の共振部位と骨壁振動のピークが概ね一致する事から、この蝸牛殻骨壁の振動は内耳液圧の共振部位を忠実に現わしていると云えるのである。

第3節 正常内耳振動圧に就て

正常海猿に音を与えた場合の内耳振動圧を測定した結果を総括し、他の方面より研究された成績と比較考按する。

一定の周波数に対して、最大振動圧部位は蝸牛殻の如何なる部分に存在するかと言うことは音感受問題を研究する上に重要なことである。従つてこの問題には色々な方面より検索が進められている。即ち蝸牛殻電気反応を以てしたものには Culler, Walzel and Borddey, Tasaki, 豊島等の実験があり内耳振動圧を以てしたものには Békésy, 稲波, 豊島等の実験があり、更に又数学的研究にてこの方面へ進んだものには Perterson, Bogert, Harvery Fletcher の業績がある。最近では Hind の如く脳波を蝸牛電気反応と共に利用して聴覚機構の解明に努力している人もある。

Békésy は 1949 年人間や動物の蝸牛殻の新鮮標本に於て、蝸牛殻頂を開きリンパ液を炭汁や微粒金屬粉を含有する液体で置き換えて、この微粒子の振動をストロボスコープによつて観察している。それによると 2000c.p.s. の場合は基底膜に全長に亘つて振動しているが、6000c.p.s. に対しては振動した

部分はその2/3の長さの部分であつたと報じている。

又稲波は海猿に於て内耳振動圧を測定した結果、同様な成績を得て居り即ち第10表に示す如く高音は基礎廻転に低音は尖端廻転に最大振幅部を見出している。

第10表

部位	256	512	1024	2048	4096
基礎廻転	1.5A	3.4A'	1.0A'	2.4A'	4.1A'''
第一廻転	1.0A	2.1A'	0.7A'	1.9A'	0.3A'''
第二廻転	2.6A	2.9A'	2.0A'	0.9A''	0
第三廻転	2.9A	2.3A'	0.7A'	1.0A''	0.3A'''

稲波の此の第1実験の値と私の実験値とは多少差異ある如き感を与えるが、これはその用いた実験装置の相違によるものと思われる。即ち増幅器、クリスタルレシーバー、カートリッジの周波数特性が異なるためによるものであろう。又稲波も正常動物に同一入力音を与えても内耳圧の大きさが異なる事を、クリスタルに取付ける金属棒の長さを変えた実験に於て証明している。即ち彼の第2実験(クリスタルの中央の棒を0.5cm 延長した場合)の成績は第11表の如くである。これに依つても判然とする如く其の実験方法の些細な変化に依り得た値は異なるのである。

第11表

部位	256	512	1024	2048
基礎廻転	4.7B	2.9B'	7B'	2.1B''
第一廻転	4.5B	3.6B'	4.9B'	0.3B''
第二廻転	5.0B	3.6B'	0.8B''	0
第三廻転	2.5B	2.2B'	0.9B''	0

然し乍ら稲波の実験と私の実験に於て、其の最大振動部位を比較して見ると第12表の如く其の傾向は殆ど一致を見ている。

第12表

	125 cps	250 cps	500 cps	1000 cps	2000 cps
稲波	第一廻転	第一廻転	第二廻転	第一廻転	第一廻転
川出	第一廻転	第一廻転	第二廻転	第一廻転	第一廻転

500cps. 及び 250cps. では共振部位に差異が視

られるが、これは入力音の強さによるものと思われる。即ち Békésy も 1949 年人屍体に於て入力音の強さに依つても共振部位が移動する事実を認めているのである。

次に蝸牛電気反応を利用してこの種の研究を行つた Culler, Tasaki, 豊島の成績と比較すれば第13表の如くである。

第13表

	250 cps	500 cps	1000 cps	2000 cps	4000 cps	6000 cps
Culler	第一廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転
Tasaki		第二廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転
豊島	第一廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転	第二廻転

豊島は基礎廻転に損傷を与えたその前後に於て蝸牛電気反応を測定したる処、損傷後最も大きく減弱を来たしたのは 4000c.p.s., 6000c.p.s. であり 2000c.p.s. 以下の音では反応の減弱が比較的軽微か、或いは殆ど現われなかつたと述べている。

Tasaki は海猿の前庭階と鼓室階に2つのニクロム線を入れて蝸牛電気反応を検したがそれによると高音では第一廻転の正門窓に近い部分のみに反応を示し、中音は基礎廻転から第二〜第三廻転となり、低音は全域にわたり反応を示した事を認めている。

以上述べて来た如く、蝸牛電気反応を指針として行われた実験結果は私の内耳振動圧の実験成績と略ぼ一致を見ているのである。

仲村は結核アレルギーによる聴器病変の実験的研究を行い、高音が低音に比して明らかに低下した動物に就いてその組織学的検索を進めた処、上方廻転に於ける変化が軽度であり、下方廻転に於ける変化が高度であつたことを報告している。

Crowe は生前高度難聴者の聴器を組織学的に観察したる処、コルチ氏器の第一廻転に障害のあつた事を認め、Rüedi は海猿のストレプトマイシン中毒に於て基礎廻転に病変を見ているのである。

即ち Crowe, Rüedi, 仲村等は聴器機能に於て高音が侵された場合の組織学的所見は基礎廻転に変化があると証明しているのであるが、これは私の内耳振動圧の実験に於て、高音は基礎廻転に最大振幅部位の存する事実とよく一致しているのである。

Perterson-Bogert は基底膜の振動を物理数学的

に解明し、その結果卵円窓より 0.6cm の距離にある基底膜上では 1000c.p.s. の音波に対する共鳴峰があり、1.7cm には 3160c.p.s., 2.8cm には 1000 c.p.s. の共鳴峰が夫々あり 500c.p.s. の音波に対しては共鳴が著明でない事を述べている。即ち第 22 図の如くである。

第 22 図

Harvey Fletcher は Békésy の実験を基礎としてそれに合致せしめんとし物理数学的に圧分布曲線 ($S_x P_x / S_0 P_0$) を求めた結果は第 23 図の如くである。

第 23 図

Ranke は液体の振動に関する運動方程式をたて、実験的に定められた諸因子を代入してこの微分方程式を解いた結果、一定振動数で鎗骨が振動した場合に基底膜上の一定部分に最大振動を生じその部の内耳液の圧変動があると考え、この部位は振動数が小さければ蝸牛孔近くに生じ、振動数が大きければ前庭窓近くに生ずると報告している。

これら数学的に求めた結果を、私の内耳振動圧測定結果と比較すると殆ど同じ様な成績を認めているのである。

第 4 節 刺戟音減衰時の内耳振動圧に就て

或る純音に対して反応する蝸牛殻基底板の範囲は、その純音の強弱により決定されると言う事が聴神経単一線維の動作電流より推定されている。

Galambos and Davis は刺戟音の強さに依る影響を研究した結果 2000c.p.s. 閾値上 10db の音で刺戟すると蝸牛地図上の 1600~2000c.p.s. の範囲で反応が起り、90db では更に広く 220~2500c.p.s. の範囲が反応する事を確め、その反応強度は蝸牛地図上のその刺戟音の位置が最大であり、周辺部は比較的小なる事を認めている。又 Gary はこの様な場合、感覚として最大の刺戟を受けた部位の興奮が優勢であると述べている。

私の実験に於て刺戟音減衰時の内耳振動圧の変動を見るに、刺戟音減衰度に比例して内耳振動圧は下降を示し、特に最大振幅を示す廻転に於て顕著であつた。然し乍ら他の廻転に於ては、2000c.p.s. では殆ど影響なく低音になるに従い其の影響を受ける範囲は拡大しているのである。この事は Galambos and Davis の研究とよく一致している。

又最大振幅部位以外の廻転に於ては刺戟音減衰度と内耳圧降下度は必ずしも比例せず、弱刺戟音の方が強刺戟音よりも内耳圧の高い場合もあつた。

これは矛盾した如く見えるが Gary も述べておる様に、音感受に際しては最大刺戟を受けた部位の興奮のみが問題となるのであるから聴覚生理上から見てもさして不合理ではなからう。

第 7 章 結 論

内耳振動圧測定法検討に関する実験並びに正常内耳振動圧を測定した結果、次の様な結論を得た。

(1) 中耳骨胞の開孔時と非開孔時では中耳骨胞の共振特性に変化があり、2000c.p.s. 以下の刺戟音では中耳胞開孔せざる場合、小孔を開けた場合、大孔を開けた場合の順に中耳胞の共振特性は不良となる。

(2) 然し乍ら、2000c.p.s. 以下の刺戟音に於て中耳骨胞非開孔時と小開孔 (直径 1mm 位) 時の差は大であるが、小開孔時と大開孔 (骨胞表面積の約 1/4) 時の差は殆どない。

(3) 中耳振動特性は 2000c.p.s. 以下に存在する。

(4) 蝸牛殻各廻転に於ける骨導は 125~1000 c.p.s. までの間では振動数が高くなるに比例して大となる。

(5) 蝸牛各部位に於ける内耳振動圧を測定した結

果、最大振動圧部位は高音の場合基礎廻転に於て見られ、中低音と振動数が小となるに従い順次尖端廻転に移動する。

(6) 此の事實は Békésy の基礎膜共振に関する実験、稲波の内耳振動圧に関する実験、仲村、Crowe 等の組織学的研究、豊島、Tasaki 等の蝸牛反応による実験、或いは Fletcher の理論とも略々一致した。

(7) 刺激音減衰時の内耳振動圧を測定したる処、低音に於いては、その影響が全廻転に及び高音に於ては基礎廻転にのみ及ぶ。又高音、低音を問わず最大の影響を受けるのはその最大振動圧を示す廻転であつた。

(8) この刺激音減衰時の内耳圧の成績は Galambos, Davis の研究成績と一致した傾向を示した。

第3篇 動物實驗(鼓膜穿孔篇)

目次

第1章 緒言

第2章 実験方法

第3章 実験成績

第1節 鼓膜を四象限に区分した場合

第2節 鼓膜を中心帯、中間帯、周辺帯と区分した場合

第1章 緒言

鼓膜に関する研究は18世紀から Valsalva, Morgani, Winslow 等により行われ、19世紀には Huschke, Schrapnell をはじめ Helmholtz, Politzer, BezoId, Spalteholtz, Rauber-Kopsch 等の業績があり之等は何れも解剖学的な見地より形態学的な観測をなし或いは生理学との関連に於て観察しているのである。

最近物理学生理学の発達に伴い、殊に電気生理学の長足の進歩によりこゝ数年間の内に実験方法や実験装置の改善に依つて目ざましい研究が行われる様になった。

鼓膜とその聴力の関係に就ては古くから色々な見解が支持されており、Treitel, Bingham, Crowe, Hughson 等は鼓膜穿孔によつても聴力低下しない事を述べている。然るに Minton, Békésy 等は主として低音に影響があつて高音に対して殆ど影響しないか、或いは極く僅少に影響すると主張し古典的耳科学者の説に一致した見解を持つている。又 Lorrente de Nó, Pohlman の如く鼓膜は低音にも高音にも重要であると説き、諸説紛々としている。

其の実験方法に就ても、鼓膜や耳小骨の振動を検

第4章 総括及び考按

第1節 鼓膜を四象限に区分した場合

第2節 中心帯、中間帯、周辺帯と区分した場合

第5章 結論

するには、小さい鏡を貼りつけその運動を観測する光学的な方法により Köhler や Dahman は実験しているし、又 Crowe, Hughson, Bordley, Hardy, Frederich, J. Githler, 金武, 浮田, 日比野等は蝸牛電気反応を利用して研究している。Békésy は鼓膜の前面に細い針金を固定し、鼓膜とこの針金をコンデンサーの両極となしこの間の電気容量変化を測定して鼓膜の振幅を見ている。

前述の如き光学的な方法或いは電気的な方法にて鼓膜自体の振動状態を観察して、内耳液圧に及ぼす影響を推論するには中耳の持つている空気と内耳のインピーダンス整合の問題を等閑視する恐れがある。

こゝに於て鼓膜穿孔時の内耳振動圧の変動に就いて知る必要がある。然し乍ら鼓膜穿孔が内耳振動圧に及ぼす影響に関してはその報告が殆どなく、皆無と称しても過言ではない。そこで鼓膜穿孔の面積と位置が内耳振動圧に及ぼす影響に就いて実験を行い鼓膜と音感受の問題について一分野開拓を試みたのである。

第2章 実験方法

前篇に於て詳述したる装置により、正常時海狸の

内耳振動圧を測定したる後、鼓膜穿孔を起させて其の時の内耳振動圧を測定した。

鼓膜穿孔に就いては其の位置及び大きさに注意を払い第一群に就いては最初穿孔した穴を漸次拡大する方法をとつた。穿孔は大きさにより P_1 , P_2 , P_3 の3段階となし、 P_1 は直径 0.25mm, P_2 は直径 1mm, P_3 は鼓膜全面積の 1/4 の欠損を生じた場合である。穿孔には尖端の鋭利な針を用い繊維方向に裂けるのを可及的避ける様にした。全欠損に就ては槌骨になるべく触れない様にして鼓膜を除去した。穿孔の位置に関しては第1群と第2群に分つて実験を行った。

第1群は槌骨柄に直角に臍部の処で一線を引いて上下を分ち、槌骨柄に沿つて一線を引いて前後に分ち、前上、前下、後上、後下の四象限に区分した。

又臍部に於ける穿孔は槌骨柄の周囲をめぐる如く(即ち第24図)切開を加えた。

第2群は鼓膜臍を中心として二つの同心円を描き、周辺帯、中間帯、中心帯と区分し、更に鼓膜臍より放射状の直線 A, B, C, D, E, F, G を仮定し、之等各直線上の周辺帯、中間帯、中心部に穿孔を起させた。

この場合の穿孔は大きさを一定とした。

第 24 図

第3章 実験成績

第1節 鼓膜を四象限に区分した場合

鼓膜を四象限に区分し、前上、前下、後下、後上となし、其の各部分に穿孔を生ぜしめ、蝸牛の各廻転の内振動圧を測定した成績に就て述べる。穿孔の大きさにより P_1 , P_2 , P_3 となし鼓膜全欠損を D として記載したのが第14—17表である。次にこれら修正値の平均を求めて図示したのが第25—28図である。

第14表 前上穿孔

廻轉	操作	2000 c/s	1000 c/s	500 c/s	250 c/s	125 c/s
2 I	N	3.62	2.85	3.78	3.83	3.61
	P ₁	2.00	1.57	1.64	1.67	1.92
	P ₂	2.26	1.79	2.18	2.21	3.00
	P ₃	1.82	1.49	1.60	1.63	1.74
	D	1.50	1.18	1.60	1.63	1.92
30 II	N	3.00	2.50	3.80	3.83	3.39
	P ₁	2.64	2.20	2.50	2.52	2.46
	P ₂	2.26	1.90	1.18	1.19	2.46
	P ₃	2.06	1.71	1.25	1.26	2.03
	D	2.05	1.70	1.23	1.24	1.67
3 III	N	2.00	2.01	2.83	2.87	2.43
	P ₁	1.91	1.92	2.67	2.71	2.25
	P ₂	2.29	2.30	1.50	1.52	1.84
	P ₃	1.93	2.01	3.70	2.87	2.90
	D	1.84	1.91	1.63	1.26	1.54
4 IV	N	1.84	1.91	1.10	1.10	2.38
	P ₁	2.20	1.84	1.86	1.04	2.22
	P ₂	1.60	1.41	1.71	1.71	2.08
	P ₃	2.19	1.96	1.34	0.77	2.18
	D	2.19	1.96	1.34	0.77	2.18

第15表 前下穿孔

廻轉	操作	2000 c/s	1000 c/s	500 c/s	250 c/s	125 c/s
7 I	N	3.78	3.12	2.75	3.12	2.75
	P ₁	2.02	1.57	1.64	1.67	1.92
	P ₂	2.26	1.79	2.18	2.21	3.00
	P ₃	1.82	1.49	1.60	1.63	1.74
	D	1.50	1.18	1.60	1.63	1.92
8 II	N	3.00	2.50	3.80	3.83	3.39
	P ₁	2.64	2.20	2.50	2.52	2.46
	P ₂	2.26	1.90	1.18	1.19	2.46
	P ₃	2.06	1.71	1.25	1.26	2.03
	D	2.05	1.70	1.23	1.24	1.67
9 III	N	2.00	2.01	2.83	2.87	2.43
	P ₁	1.91	1.92	2.67	2.71	2.25
	P ₂	2.29	2.30	1.50	1.52	1.84
	P ₃	1.93	2.01	3.70	2.87	2.90
	D	1.84	1.91	1.63	1.26	1.54
10 IV	N	1.84	1.91	1.10	1.10	2.38
	P ₁	2.20	1.84	1.86	1.04	2.22
	P ₂	1.60	1.41	1.71	1.71	2.08
	P ₃	2.19	1.96	1.34	0.77	2.18
	D	2.19	1.96	1.34	0.77	2.18

一般に穿孔の位置に関係なく、総べての振動数に於て振動圧は可成低下し、1000c.p.s. に於ては全廻転に亘つて低下を認めるが、特に基礎廻転に於て著しい。

500c.p.s. 以下に於ても全廻転に亘つて圧の低下を認めるがこの場合は上方廻転に於て顕著である。2000c.p.s. に於ては下方廻転に於ける内耳振動圧が著明に下降し局在性の傾向が強い。

次に鼓膜穿孔の大きさを漸次増大して行くと、概ね

第16表 後上穿孔

操作	2000 c/s	1000 c/s	500 c/s	250 c/s	125 c/s
23 I	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81
24 I	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81
25 I	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81

第17表 後下穿孔

操作	2000 c/s	1000 c/s	500 c/s	250 c/s	125 c/s
13 I	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81
14 II	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81
15 III	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81	N 2.46 2.81 2.46 2.81 2.22 2.78 1.60 1.69 2.46 2.81 2.22 2.78 P 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 D 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81 2.46 2.81

その大きさに比例して次第に振動圧は低下し大きさが鼓膜全面積の1/4位に達すると鼓膜全欠損時に於ける振動圧と略々等しく成る。然し乍ら、鼓膜全欠損を起させても内耳振動圧は零となることはない。而して鼓膜穿孔の増大に応じて現れる内耳圧降下は、その刺激音の最大共振を示す廻転に於て最も顯著であり、他の廻転に於ては比較的不明瞭である。例えば 2000c.p.s. の場合、鼓膜穿孔を拡大する時は第一廻転に於てのみ振動圧は次第に低下するが、他の廻転に於ては低下する事もあり、上昇する事もあり

第 18 表 中心部穿孔

No.	通称	穿孔	2000 %		1000 %		500 %		250 %		125 %	
			前上	前下	後上	後下	前上	前下	後上	後下	前上	前下
44	I	N	2.62	2.27	4.21	3.77	6.44	6.77	7.73	7.19	3.56	3.77
		P ₁	1.73	1.64	3.61	2.18	2.41	1.77	4.67	1.77	2.66	3.68
		P ₂	2.77	1.72	2.44	3.24	2.71	1.91	1.90	2.76	2.79	3.46
		D	2.77	1.67	2.14	1.46	2.92	1.93	1.87	2.10	2.56	3.11
45	II	N	2.72	1.62	3.71	3.94	5.77	1.64	2.68	2.77	3.22	6.11
		P ₁	2.70	2.12	2.44	1.94	3.16	2.04	1.76	4.69	2.13	3.67
		P ₂	2.50	2.81	2.20	2.72	3.20	2.94	2.64	4.29		
		D	2.40	2.23	2.40	2.37	2.47	2.38	2.44	2.47	2.75	3.78
46	III	N	2.32	2.23	1.78	1.77	3.08	2.76	4.14	1.60	3.00	4.74
		P ₁	2.70	2.27	2.77	2.87	2.76	2.63	3.39	4.46		
		P ₂	4.70	2.67	4.12	2.87	2.77	3.64	2.76	4.77	2.78	4.27
		D	2.40	2.63	1.77	1.18	1.78	4.71	4.22	3.64	2.27	3.40
47	IV	N	1.81	2.27	1.17	0.76	1.88	0.72	4.70	3.14	2.27	3.00
		P ₁	1.77	1.19	1.70	0.97	1.78	0.67	1.17	0.67	2.70	4.27
		P ₂	1.67	1.66	1.70	0.87	1.71	0.66			2.70	4.27
		D	1.77	1.60	1.77	0.77	0.67	1.33	1.68	2.70	4.27	
48	V	N	1.70	1.66	1.73	0.87	2.45	0.74	1.57	1.66	2.50	4.27
		P ₁	2.40	2.17	2.70	2.87	3.74	3.22	1.27	4.17	4.67	4.27
		P ₂	1.80	1.77	1.77	2.16	2.70	2.45	4.64	4.76	3.40	4.14
		D	1.77	1.77	2.16	2.16	3.13	3.72	4.17	4.17	1.00	3.78
49	VI	N	1.77	1.77	2.16	2.16	3.13	3.72	4.17	4.17	1.00	3.78
		P ₁	1.77	1.77	2.16	2.16	3.13	3.72	4.17	4.17	1.00	3.78
		P ₂	1.77	1.77	2.16	2.16	3.13	3.72	4.17	4.17	1.00	3.78
		D	1.77	1.77	2.16	2.16	3.13	3.72	4.17	4.17	1.00	3.78

振動圧変動には一定の傾向は見られなかつた。

又穿孔時に於て最も顯著に内耳振動圧の低下を示す筈の最大共振廻転に於てさえも、内耳振動圧は逆に上昇した例も存在した。即ち No. 7 の 2000c.p.s., No. 37 の 500c.p.s., No. 41 の 125c.p.s., No. 37 の 125c.p.s., No. 48 の 125c.p.s. 等の例である。

鼓膜臍部に於ける穿孔では第 18 表の如き成績となり、その修正値の平均にて図示すれば第 30～34 図の如くである。

即ち臍部穿孔では他の如何なる部位の穿孔より振動圧低下は著明であり、1000c.p.s. 以上の刺戟音に於て最も強い影響を受け、125c.p.s. では其の影響が比較的小なる傾向にある。

No. 44 に於て 2000c.p.s. の P_1' と 1000c.p.s. の P_1' を比較するに前者は内耳振動圧が 1/2 に減少しているに反して 1000c.p.s. P_1' の場合は僅少の低下を見るのみである。然し乍ら P_2' を比較するに 2000c.p.s. では僅か乍ら圧の上昇を見ているが、1000c.p.s. では圧は半減しているのである。

即ちこれ等の成績よりして、この部分の穿孔は著明な圧降下を示すのであるが、穿孔の程度により鼓膜共振点の変調を招来するから圧低下の程度には差異を生ずるものと思われる。

次に鼓膜を四象限に分け、穿孔部位による影響を比較した。即ち前上、前下、後下、後上の平均値を

第 19 表

廻転	CPS	前上	前下	後下	後上
I	2000	1.57	3.38	1.26	2.40
	1000	1.67	3.32	1.15	3.44
II	500	6.30	4.01	2.74	3.83
IV	250	2.17	6.60	3.32	4.18
	125	7.45	5.01	2.82	5.24

第 20 表

廻転	CPS	最大低下——最少低下			
I	2000	後下	前上	後上	前下
	1000	後下	前上	前下	後上
II	500	後下	後上	前下	後上
IV	250	前上	後下	後上	前下
	125	後下	前下	後上	前上

求め、各刺激音の最大共振を示す廻転に於ける P_1 の群を表示すると第 19 表の如くになり、其の内耳圧に及ぼす影響を比較すると第 20 表の様になる。

前表の内、「前上」は例数が少く、且つ実験後鼓膜を検したるに穿孔は規定の大きさより稍々拡大して、繊維方向にさせていたのである。

従つて「前上」は更に実験を要すると思われるのでここに結論を出す事は差し控えたいが、大体の傾向として後部は前部に比して圧低下の傾向強く、下部は上部に比して遙るかに振動圧が低下すると推論出来るであろう。

然し乍らこの推論は次の第 2 群の実験によりより詳細に立証されているのである。

第 2 節 中心帯、中間帯、周辺帯と 区分した場合

鼓膜臍部を中心として放射線上の各点に就いて穿孔を起さしめ、第一廻転に於て内耳圧を測定した結果は第 21～23 表の如くである。

第 21 表 周辺部穿孔

周波数	種別	2000 9/s	1000 9/s	500 9/s	250 9/s	125 9/s
70 A	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 B	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 C	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 D	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 E	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 F	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 G	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 H	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 I	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 J	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 K	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 L	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 M	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 N	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 O	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 P	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 Q	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 R	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 S	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 T	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 U	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 V	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 W	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 X	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 Y	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 Z	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100

第 22 表 中間帯穿孔

周波数	種別	2000 9/s	1000 9/s	500 9/s	250 9/s	125 9/s
70 A	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 B	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 C	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 D	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 E	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 F	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 G	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 H	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 I	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 J	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 K	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 L	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 M	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 N	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 O	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 P	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 Q	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 R	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 S	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 T	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 U	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 V	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 W	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 X	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 Y	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
70 Z	N	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100
	R2	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100	1.24 100

第 23 表 中心帯穿孔

周波数	種別	2000 9/s		1000 9/s		500 9/s		250 9/s		125 9/s	
		時間	百分率	時間	百分率	時間	百分率	時間	百分率	時間	百分率
100 A	N	2.71	100	2.05	100	2.18	100	2.18	100	1.63	100
	R2	1.00	42.8	1.15	16.1	1.17	44.5	1.92	82.0	1.67	92.2
		1.64	59.9	1.62	46.9	1.60	74.5	2.46	66.7	0.80	49.8
								2.71	76.6		
100 B	N	1.68	100	1.30	100	1.30	100	1.62	100	2.58	100
	R2	1.17	69.6	1.32	60.6	2.30	87.9	4.60	79.3	4.30	90.0
		1.23	73.1	1.47	55.6	3.00	91.0	5.33	73.4	2.20	68.0
		1.28	60.1	1.73	64.1	3.74	66.3	5.73	87.6		
100 C	N	1.23	100	1.23	100	1.23	100	1.03	100	1.28	100
	R2	1.23	100	1.23	100	1.23	100	1.03	100	1.28	100
		1.23	100	1.23	100	1.23	100	1.03	100	1.28	100
		1.23	100	1.23	100	1.23	100	1.03	100	1.28	100
100 D	N	1.14	67.1	2.15	81.3	2.18	68.8	2.08	100	1.16	87.1
	R2	1.00	67.2	2.68	73.5	2.68	87.6	2.20	97.5	1.68	90.3
		1.64	100	3.21	100	4.34	100	3.80	100	6.24	100
		1.64	100	3.21	100	4.34	100	3.80	100	6.24	100
100 E	N	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100
	R2	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100
		1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100
		1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100
100 F	N	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100
	R2	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100
		1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100
		1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100	1.64	100

を下降させ周辺帯が之に次ぎ、中心帯は其の影響最も僅少であつた。

即ち振動数が高い程中心帯の影響は大であり振動数が低くなるに従い中間帯の影響が大であり、更に低い振動数では周辺帯の影響が最も大であると推論出来るのである。

第4章 総括及び考按

第1節 四象限に区分した場合

鼓膜の振動状況に就いては幾多の業績がある。1910年 Köhler は小さな鏡を鼓膜に貼りつけて鼓膜の運動を観察しているし、又 Dahman (1929) も同様の方法で鼓膜の振動を観察している。岡本

(1929) は正常鼓膜に就きジグレ拡大鏡を用いてその運動を研究している。Wilska (1935) に可動線輪型の Speaker のコイルに細い棒をつけて鼓膜に触れさせ、45~900c.p.s. の閾値について測定している。1941年 Békésy は細い針金を鼓膜から 0.5 mm 位の処に固定して振動面とこの針金をコンデンサーの軸としてこの間の電気容量の変化を測定した。1952年切替等は光擬子及び Preice 廻転を利用して微小静電容量変化測定法により鼓膜の各点に於ける振動を測定した。1955年米田は家兎を用いストロボスコープにて鼓膜各部の振幅の大きさを測定している。

Frederich. J. Githler (1952), 浮田 (1951), 金武 (1954) は蝸牛殻反応を指針として鼓膜穿孔の実験を行っている。

斯くの如く諸学者が種々の方法で検索を進めているにもかかわらず、その振動様式に就いては諸説紛糾として一定せるものがない。即ち岡本は正常鼓膜に於て、その運動は後上部最も顕著で後下部は第2位、前下部は第3位であり前上部は最も運動不著明であつたと述べ、更に病的鼓膜に就いては前下部及び後下部運動不良のものが最も多いと報じている。切替等も鼓膜の振幅は後上部、臍部及び周辺部が最大と述べているし、Helmholz も臍部が最大の振幅を有すると考えたが、Dahman は之に反対を唱え、臍部は動きは小さく最大の振幅はこの点と外線の間にあると説いている。Békésy はこれに反して鼓膜の張力は各方向共同じてあり 2400c.p.s. までは鼓膜の中央部は剛いコーンの如く振動し、鼓膜の上辺を廻転軸となし最大振幅は鼓膜の下辺にあるとしている。

米田はストロボスコープにて観察した結果、鼓膜面上振幅の大小は部位により多少相違したが、鼓膜中間帯が最も振幅大であり、臍部の振幅は之に劣りほぼ 1/3~1/2.5 大であつたと報告し、前後部の振幅値の比較では後部は前部に比し大と述べているのである。

私の実験では内耳振動圧を指針としたので実験方法はこれら先人のものと全く異なるが、其の成績に就いて見ると略々似た傾向を示している。私の成績でも前上、前下、後上、後下の小群平均値を比較す

ると内耳振動圧に及ぼす影響は後下が最も大であり、次いで後上、前下の順となつてゐる。即ち下部は上部に比して振動が大であり、Békésy の説に一致する。又前部は後部に比して振幅小であり、米田、岡本の結果に一致する。

鼓膜穿孔の内耳圧に及ぼす影響により、穿孔部位の順位を定めようとしたが実験成績の項で述べた如く、大体の傾向は知り得ても、刺激音により又実験例により一定したものは見られなかつた。これは鼓膜を四象限に幾何学的に或いは形態学的に便宜上区分したゝめと思われる。即ち槌骨柄柄に直角に臍部の処で一線を引いて上下を分ち、槌骨柄柄に沿うて一線を引いて前後に分つたゝめ、鼓膜の振動学的の区分ではない。鼓膜振動の等振幅の各点は必ずしも対称的ではないのである。

即ち幾何学的には「前下」と区劃された範囲内の或る点を鼓膜の振動学的に見る時は、「後下」と区劃された範囲内の一点であるかも知れないのである。

即ちこれら非対称性の各等振幅点を対称的に仮定した線で区分せんとした処に誤りがあるのではなからうか。思地も鼓膜振幅をストロボスコープの下に実験的に観察してその非対称性であることを強く主張しているのである。こゝに於て鼓膜の振動研究には可及的多くの点に就いて実験を行うべきであると考へ第2群の実験を行つたのである。

第2節 周辺帯、中間帯、中心帯と区分した場合

前節で述べた様な観点より鼓膜を中心帯、中間帯、周辺帯と分ち更に臍部を中心として放射状に七つの線を仮定して夫々が交わる点に於て内耳振動圧に及ぼす影響を検討したのである。其の結果は第35—39図の如く各刺激音共に穿孔の位置が前部より下部に移行するに従い、内耳圧に及ぼす影響は大であり、下部より後部へ推移するに従い影響は小となる。

然し更に後上部へ進むと再び内耳圧は最も大なる影響を受けるに到る。

又この実験により低音程周辺帯に於てよく振動し、刺激音の振動数が高くなるに伴い、鼓膜の最大振幅部は中間帯となり更には中心帯へと移行するこ

とも判明した。この事実は第1篇で行つた鼓膜の模型実験の成績にもよく一致しているのである。

Frederich. J. Githler は猫を使用して鼓膜穿孔が蝸牛殻反応に及ぼす影響に就いて実験を行つてゐる。鼓膜穿孔は漸次拡大する方法に依つてゐるが、彼によると鼓膜の最初の10%の除去はその何れの部分の10%の拡大よりも機能減退を招来し、鼓膜の大部分を除去する迄の過程に於て2000c.p.s.以下に於ては反応減退は可成平坦で且つ2000c.p.s.以上に於けるよりも反応減退が大であつたと言う。

次に彼等は鼓膜穿孔の部位に就て実験を行い、100—2000c.p.s.の振動数に対して後部位の鼓膜の僅少の除去は大なる反応減退を来とし、次で前部位が大きく、尖端部（私の実験ではD線上の穿孔に相当する）は最も少いと報じてゐる。私の実験成績と比較するに前部と後部の差に就いてはよく一致しているが、鼓膜下部穿孔の成績では相反している。

鼓膜の前後部の差異に就いてはGithlerは鼓膜の厚さを計測し、槌骨柄の上半分に於ては前部の鼓膜が後部に比して厚いからであると論じてゐる。

古城(1954)は人間鼓膜の形態に関する研究を行い、詳細な観察を発表している。即ち槌骨柄が鼓膜の中心をはずれて附着し、鼓膜臍が鼓膜の後上縁より前下縁に近く位置しており、その結果鼓膜の輪廓は後上部に最も広くなつてゐる。又その厚さを計測した処、中間帯が鼓膜臍及び周辺帯に比して薄く特に後上部が薄い事を述べてゐる。

荒木も組織切片により測定して次の如き値を得てゐる。これらの成績により鼓膜の厚さは後部は前部に比して薄い事が判明する。

第 24 表

測定者	前 部	後 部	下 部
古 城	0.06 ± 0.01	0.055 ± 0.005	0.06 ± 0.015
荒 木	0.10	0.098	0.093

即ちこゝに於て鼓膜の後部特に後上部が振幅が大きいと言う事実と後上部は最も面積も広く且つ厚さに於ても特に薄いとの事実は密接な関連性があるものと推察される。

私の実験に於て鼓膜穿孔を起した場合その穿孔に

比例して漸次内耳圧は低下する例の外に若干例に於て逆に内耳圧の上昇したものがあった。Frederich Githler も穿孔時の蝸牛反応が正常標準値よりも遙るかによくなった例を観察しているし、Crowe Hughson も蝸牛反応により鼓膜諸方向離断時並に全欠損時反応を観測しているが、離断時は緊張部にて種々なる方向に之を行つても正常時よりの反応に比し僅少なる反応移動を見るのみであり、殊に 500 c.p.s., 1000c.p.s. 2000c.p.s. の中音部に於て却つて正常時より大なる反応値を示した事を認めている。

之等の実験結果は臨床上の成績との比較に於て解釈に苦しむ処である。関谷 (1946) は慢性穿孔性中耳炎に於ける鼓膜穿孔と聴力の関係に就いて臨床的に調査せる処、前下部及び後下部、一般に下方に穿孔を有する場合が前上部及び後上部即ち上方に穿孔を有する場合より聴力障害が著明である事を述べており、橋本は鼓膜穿孔を有するもの 34 例の観察に於て全例共可聴閾の低下を見ている。

即ち臨床に於て鼓膜穿孔時に聴力増進した例は 1 例も見出し得ないにも拘らず、鼓膜穿孔の動物実験では逆に蝸牛反応や内耳圧が増加するのは甚だ矛盾した事の如くに思われる。

然し乍ら鼓膜穿孔時に於て鼓膜の共振点に変化を招来する事は容易に考えられる事であり、その結果刺激音によつては蝸牛反応が低下したり或いは却つて上昇したりするであろうと言う事は推定に難くない。

No. 112 の例で E 線上に於て周辺帯に穿孔を加えた処、内耳圧は低下したが更に同じ大きさの穿孔を B 線上の周辺帯に追加した処内耳圧は逆に上昇を示したのである (第 25 表)。

第 25 表

No.	帯	f	2000 cps		1000 cps		500 cps		250 cps		125 cps	
			dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
E	R2	1	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
		2	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
		3	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
		4	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
B	R2	1	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
		2	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
		3	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
		4	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117

この例に於て鼓膜穿孔の数が増加しても、必ずしも鼓膜の振動は不良になるものではなく、鼓膜穿孔

という因子に依り逆に鼓膜振幅が大となる場合の存する事を知つたのである。Crowe, Hughson, Frederick, J. Githler 等や私の場合の如く動物実験では純粋な鼓膜穿孔例に就いて検索を進める事が出来るため、鼓膜穿孔時が正常より振幅大となる事があり、関谷、橋本等の臨床例では穿孔を残して治癒せる中耳炎後胎症であるからこの場合の病変は鼓膜穿孔以外に中耳腔内の肉芽組織、結締組織、耳小骨連鎖の強直程度、正円窓、卵円窓の状態等其の他不明の因子を含み純粋な鼓膜穿孔のみの影響を観察することは出来ない。これ等の諸点を吟味した上でなければ動物実験と臨床例とを比較する事は困難である。

次に鼓膜穿孔が如何なる周波数に影響を与えるかと云う問題であるが、Bordley, Hardy (1937) は鼓膜を 4 区分に分けて切開し大体全周波数に平行に蝸牛反応の低下を観ている。

Békésy (1939) は人屍体に於て直径 1mm の鼓膜穿孔の場合、耳小骨連鎖の振幅減少は 400c.p.s. 以下に対して著明であり、その以上の周波数に対しては殆ど変化を見なかつたと云つている。金武は鼓膜穿孔 (1mm×3mm) によつて各周波数共反応低下を示したが其の低下の割合は低音に於て最も多く 256c.p.s. で 23db, 中音域で之に次ぎ 1024c.p.s. で約 19db, 高音域では最も少く 4096c.p.s. で約 10db の反応低下を観ている。

浮田は鼓膜離断を行う時は離断前に比し、各周波数に於て反応電圧の低下が見られるが其の反応損失は鼓膜以外の他部を傷けない限り最大 15~20db 以内に止り且つ其の際反応損失は必ずしも低音部のみに見られるものではないと述べている。

私は 2000c.p.s. 以下の刺激音に於いて実験を行い、それ以上の高音に就いては測定出来なかつたので、鼓膜穿孔の影響を低音と高音で比較することは出来ない。

然し乍ら 2000c.p.s. 以下の音に於て鼓膜の最大共振部位は振動数が漸次高くなるにつれて周辺帯より中間帯へと移行し更に中心帯へと推移する事が判明した。

鼓膜穿孔が音感受に及ぼす影響は、刺激音周波数に依つて異なるは勿論であるが鼓膜穿孔の位置に依つても大いなる差が存在する事を知つたのである。

第5章 結 論

内耳振動圧を指針として鼓膜穿孔時の内耳振動圧を測定した結果次の様な結論を得た。

(1) 鼓膜穿孔は其の位置に関係なく総べての振動数に対して振動圧は可成低下し、低音に於ては全廻転に亘つて低下を認めるが、特に上方廻転に於て著しい。

2000c.p.s. に於ては下方廻転に於ける振動圧のみが著しく低下する。

(2) 鼓膜を四象限に分けて、夫々の部位に穿孔を起させると後部は前部に比して振動圧の低下の傾向が強く、下部は上部に比し遙るかに振動圧が低下する。

(3) 穿孔を漸次拡大していくとそれに応じて次第に振動圧は低下し、大きさが鼓膜全面積の約1/4に達すると鼓膜全欠損時に於ける振動圧と略々等しくな

る。

然し全欠損の場合でも振動圧は零となることはない。

(4) 鼓膜を中心部、中間部、周辺部と区分して穿孔を起させると 2000~1000c.p.s. では鼓膜中心部に於ける穿孔が最も内耳圧を下降させ次いで中間部、周辺部の順である。

500c.p.s. では中心部、中間部、周辺部の差が顕著ではないが 125~250c.p.s. では中間部に於ける穿孔が最も内耳圧を下降させ、次いで周辺部、中心部の順である。

(5) 鼓膜穿孔の内耳振動圧下降に及ぼす影響は鼓膜の前上、前、前下、真一下、後下と前部より後部へ進むにつれて大となり後上は特に影響が大である。

第4篇 動物實驗(耳小骨連鎖障礙, 耳内筋麻痺, 上鼓室液体渚溜)

目 次

第1章 緒 言

第2章 耳小骨連鎖障礙時に於ける内耳圧

第1節 實驗方法

第2節 實驗成績

第3章 鋸骨筋麻痺に於ける内耳振動圧

第1節 實驗方法

第2節 實驗成績

第4章 上鼓室に液体渚溜時の内耳振動圧

第1節 實驗方法

第2節 實驗成績

第5章 総括及び考按

第1節 耳小骨連鎖障礙時に於ける内耳振動圧に就いて

第2節 鋸骨筋麻痺に於ける内耳振動圧に就いて

第3節 上鼓室に液体渚溜時の内耳振動圧に就いて

第6章 結 論

第1章 緒 言

1938年 Lempert により内耳開窓術が実施されて以来、耳硬化症は顕著な聴力恢復を示し該患者に福音を齎したのに引き換えて、慢性中耳化膿症は根治手術と称しても聴力問題は全く考慮されていないと云つても過言ではない。然るに最近斯界に於てもこの難聴に対してもあらゆる研究が積み重ねられ、内外諸国の権威者が一斉にこの方面へ努力を向けたかの如き感があり、後藤修二教授も1952年以来幾多の研究発表を行つている。而してこの聴力増進中耳手術にしても、内耳開窓術にしても耳小骨連鎖や耳内

筋の問題は手術成績に関係する処が大である故その研究も等閑視することは出来ない。

扱て中耳伝音系に或る障礙が起つた時、内耳振動圧が如何に変化するかと云う事は内耳圧が聴力に関連しているため、非常に興味ある問題である。

而して中耳伝音系障礙に於ける聴力の問題は従来多くの人々により臨床的並に実験的に検索されて来たのであるが未だに詳細にされていないのである。

こゝに於て聴力問題も内耳振動圧の方面より解明を企てるならば或る程度の結論が得られるのではないかと云う期待の下に、耳小骨連鎖、耳内筋等に就

いて実験を行つたのである。

耳小骨連鎖に関しては Helmholtz 以来 Dahman, Wever, Békésy, Guelke, Keen, 浮田, 金武等が既に実験的に研究している。然し乍ら耳小骨連鎖と内耳振動圧に関しては研究が少い。

鑑骨筋にしてもその切断法は聴力回復の一方法として行われた手術であるが、最近の聴力増進手術により特に重要視されるに至つたので、私は鑑骨筋機能脱落を実験的に生ぜしめ、その時の内耳振動圧に就いても内耳圧の変動を追求したのである。

第2章 耳小骨連鎖障時時に於ける内耳振動壓

第1節 実験方法

既に記載した装置により 400~700gr の成熟海獅を用い、その正常時内耳振動圧を測定したる後、耳小骨連鎖を槌骨と砧骨の間に於て離断しその内耳振動圧を測定した。

次に上鼓室へセメダインを注入して耳小骨連鎖の強直を起さしめ、その時の内耳振動圧を測定した。

耳小骨連鎖の離断或いは強直の成否は、その度毎に耳小骨或いは鼓膜を鑷子にて触れ圧力を加え、その圧が内耳に及ぼす影響を蝸牛殻に開孔した窓より観察して確めた。

又別の1群に於て耳小骨を離断して測定したる後に鼓膜の全部を除去して内耳振動圧を測定した。No. 72 は強直の程度を変えるためにセメダインの量を少い場合と多い場合に就いて実験したのである。

第2節 実験成績

耳小骨連鎖を離断した場合及び強直を起させた場合の内耳振動圧の結果は第26表の如くである。

各実験は既ね2回宛測定したのでそれ等の平均値を以て図示すると第40~44図の如くなる。

耳小骨連鎖を離断した場合、内耳圧を測定するに刺激音の周波数により多少の差は存するが概して内耳振動圧は下降するのである。

即ち 2000c.p.s. に於ては其の内耳圧下降の影響は基礎廻転のみに現われて他の廻転には殆ど及ばないのである。1000c.p.s. に於ては基礎廻転と第二廻転に於いて著明に圧下降を見るが、500c.p.s. 以下

第26表 耳小骨離断と耳小骨強直

No.	種別	2000 c.p.s.		1000 c.p.s.		500 c.p.s.		250 c.p.s.		125 c.p.s.	
		正常	強直	正常	強直	正常	強直	正常	強直	正常	強直
71	離断	2.87	2.55	2.26	1.85	1.72	1.47	1.22	1.07	1.05	1.07
	強直	1.87	1.76	2.14	2.02	2.00	2.14	1.87	1.65	1.50	1.78
	正常	2.87	2.87	1.64	1.68	2.07	2.13	1.62	1.52	1.20	1.02
	強直	2.64	1.73	1.27	1.18	1.00	0.96	0.65	0.54	0.70	0.21
72	離断	2.77	2.14	1.54	1.35	0.82	0.76	0.55	0.54	1.77	0.41
	強直	2.00	2.00	1.79	1.79	1.02	0.80	1.12	0.78	1.22	0.71
	正常	2.17	2.07	2.40	2.13	2.70	2.15	0.62	0.27	1.70	0.55
	強直	2.22	2.12	2.17	2.21	0.77	0.60	0.76	1.19	0.36	0.36
73	離断	2.77	1.43	1.63	1.48	0.80	0.72	0.61	0.42	0.77	0.22
	強直	2.50	1.77	1.15	1.21	1.07	0.72	0.29	0.16	0.16	0.05
	正常	1.30	2.01	1.34	2.07	1.17	0.86	1.12	0.75	2.12	0.71
	強直	1.24	1.12	1.37	1.22	1.16	0.97	0.60	0.77	1.19	0.25
74	離断	1.17	1.09	1.03	1.13	1.07	1.12	2.34	1.17	1.07	0.72
	強直	1.18	1.27	1.16	1.20	1.14	1.26	0.78	0.77	1.33	0.42
	正常	1.26	1.25	1.17	1.14	1.03	0.96	1.02	1.00	1.07	0.77
	強直	1.02	1.02	1.17	1.02	0.82	0.82	0.77	0.77	0.77	0.77
75	離断	2.00	2.22	2.27	2.22	2.02	1.02	0.80	0.60	1.05	0.47
	強直	1.77	2.16	2.06	2.16	1.02	0.72	0.72	0.72	1.26	0.38
	正常	1.06	1.06	1.03	1.03	1.00	0.97	0.82	0.80	0.80	0.80
	強直	1.06	1.06	1.02	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
76	離断	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	強直	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	正常	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	強直	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
77	離断	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	強直	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	正常	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	強直	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06

第40図

第41図

第42図

第43図

第44図

第27表 耳小骨離断と鼓膜全欠損

振動数	正常	2000 cps	1000 cps	500 cps	250 cps	125 cps
第1図	2.52	2.55	2.6	2.62	2.65	2.68
第2図	2.20	2.25	2.3	2.35	2.4	2.45
第3図	2.15	2.2	2.25	2.3	2.35	2.4
第4図	2.1	2.15	2.2	2.25	2.3	2.35
第5図	2.05	2.1	2.15	2.2	2.25	2.3
第6図	2.0	2.05	2.1	2.15	2.2	2.25
第7図	1.95	2.0	2.05	2.1	2.15	2.2
第8図	1.9	1.95	2.0	2.05	2.1	2.15
第9図	1.85	1.9	1.95	2.0	2.05	2.1
第10図	1.8	1.85	1.9	1.95	2.0	2.05
第11図	1.75	1.8	1.85	1.9	1.95	2.0
第12図	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9	1.95
第13図	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9
第14図	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85
第15図	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8
第16図	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75
第17図	1.45	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7
第18図	1.4	1.45	1.5	1.55	1.6	1.65
第19図	1.35	1.4	1.45	1.5	1.55	1.6
第20図	1.3	1.35	1.4	1.45	1.5	1.55
第21図	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45	1.5
第22図	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45
第23図	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4
第24図	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35
第25図	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3
第26図	1.0	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25
第27図	0.95	1.0	1.05	1.1	1.15	1.2
 
第84図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第85図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第86図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第87図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第88図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第89図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第90図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第91図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第92図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第93図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第94図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第95図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第96図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第97図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第98図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第99図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
第100図	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

に於いては全ての廻転に於て圧降下を見る。

其の圧降下の程度を夫々の最大振動圧部位に於て検するに 2000c.p.s. に於ては 0.16, 1000c.p.s. では 1.80, 500c.p.s. では 2.69, 250c.p.s. に於ては 6.83, 125c.p.s. に於ては 3.78 となり振動数が小となるにつれて正常時と離断時の差は大となるのである。この場合特に 250c.p.s. に於ては稍々大なる値を示すのは測定装置の共振が入つたのであらうと云う事は先述した通りである。

この結果により耳小骨連鎖は中音及び低音伝導に重大な意義を有する事を知つた。

次に耳小骨連鎖強直の場合を測定した成績に就いて述べる。

耳小骨連鎖強直の場合は耳小骨連鎖離断の場合程内耳圧が下降する事は少く、却つて刺激音によつては正常時よりも内耳圧が上昇したものもあつた。即ち 2000c.p.s. では 3.49, 1000c.p.s. では 0.66 上昇を認め(何れも第一廻転に於て)、反対に 500c.p.s. では 0.08, 250c.p.s. では 4.05, 125c.p.s. では 3.6 の下降を見たのである。

即ち中音より高音にかけては正常時よりも内耳圧が上昇し、低音に於ては下降するのを認め、其の圧の最大変動部位は蝸牛殻の最大振幅廻転に一致するのである。又内耳圧変動の及ぶ範囲は高・中音に於ては比較的に限局性を持ち、低音に於ては全ての廻転である。

耳小骨離断の場合に於いて鼓膜を全部除去して内耳圧を測定した結果は第27表の様である。而してこれを平均した値にて図示すると第45~49図の如くなる。

即ち耳小骨離断時の内耳振動圧と殆ど一致した傾向を有し、耳小骨連鎖離断後に於ては鼓膜の意義は殆どないと云つても過言ではあるまいと思う。

第3章 鋸骨筋麻痺に於ける内耳振動壓

第1節 実験方法

実験装置は既に記載した通りであるから鋸骨筋麻痺の方法のみを述べる。

海馬を背位に固定した後、後耳介部を剥離して骨部を露出せしめ莖乳口を捜し顔面神経を鉗子にて抜去する。この方法により顔面神経麻痺即ち鋸骨筋の麻痺を惹起せしめた。

抜去した顔面神経の長さにより、この神経が内耳道入口附近にて切断されたのを知つたが、更に実験終了後剖見して顔面神経切断術の成否を再検した。

第28表 鋸骨筋麻痺

No.	種別	2000 cps		1000 cps		500 cps		250 cps		125 cps	
		正常	鼓膜全欠損	正常	鼓膜全欠損	正常	鼓膜全欠損	正常	鼓膜全欠損	正常	鼓膜全欠損
74	I	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	F	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	N	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	D	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
75	I	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	F	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	N	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	D	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
76	I	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	F	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	N	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	D	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
77	I	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	F	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	N	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	D	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
78	I	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	F	1.0	2.2	1.0	1.8	2.0	1.6	2.2	2.2	2.2	1.2
	N	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	D	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2

N……正常 F……鼓面神経切断 D……鼓膜全欠損

第50圖

第51圖

第52圖

第53圖

第54圖

尙鋸骨筋麻痺の内耳振動を測定したる後、鼓膜を除去して再び内耳振動圧を測定した。

第2節 実験成績

2000c.p.s., 1000c.p.s., 500c.p.s., 250c.p.s., 125c.p.s. を刺激音として、鋸骨筋麻痺時の内耳振動圧を各廻転に於て測定した成績は第28表の通りである。

各廻転の修正値より平均を求めて内耳振動圧分布曲線を作れば第50～54図の如くである。

鋸骨筋麻痺を起させると 2000c.p.s. に於ては内耳振動圧は僅かに下降するがその内耳圧下降は第一廻転のみに見られ、他の廻転には影響は少い。然るに 1000c.p.s. に於ては全ての廻転に於て正常時よりも内耳圧は亢進し、殊に第一廻転では著明であるが上方廻転に進行するに従い、その上昇の程度は僅少となる。

500c.p.s., 250c.p.s., 125c.p.s. に於ても正常時より内耳振動圧は上昇するがこれら低音の場合は其の影響が全ての廻転に及び 500c.p.s. に於ては第三廻転, 250c.p.s., 125c.p.s. では第四廻転で最大となる。

第4章 上鼓室に液体滯溜した場合の内耳振動壓

中耳伝音系の種々なる部分に与えられた条件がその振動伝導に及ぼす影響を検索せんとして鼓膜、耳小骨連鎖、鋸骨筋麻痺に就て実験を重ねて来た。本章では中耳腔特に上鼓室に液体滯溜した場合に就いて観察した。

第1節 実験方法

実験装置及び測定法に就ては先述したので中耳腔の液体滯溜に関して述べる。

2000c.p.s., 1000c.p.s., 500c.p.s., 250c.p.s., 125c.p.s. の各音について正常時内耳振動圧を測定したる後、鼓室上部に於て耳小骨連鎖を包埋する如くリングル氏液を注入して、再び内耳振動圧を測定した。次に鼓室上部のリングル氏液を全量吸引除去し、グリセリン溶液を前と同様に注入して其の内耳振動圧を測定した。

第2節 実験成績

上鼓室にリングル液或いはグリセリン溶液を注入した場合の内耳振動圧を蝸牛殻の各廻転毎にまとめて表示すると第29表の如くである。

第29表 上鼓室液体潴留

年	月	日	2000 %	1000 %	500 %	250 %	125 %
1971	1	1	216	285	111	165	132
1971	1	15	176	417	563	115	267
1971	1	10	297	167	228	239	126
1971	1	12	267	591	175	400	417
1971	1	16	267	186	265	168	168
1971	1	22	267	186	265	168	168
1971	1	23	267	600	185	230	173
1971	1	10	187	210	285	265	591
1971	1	13	226	278	267		
1971	1	14	267	300	277	556	168
1971	1	23	267	326	185	200	600
1971	1	24	267	518	552	265	265
 
1971	1	28	126	172	148	267	162
1971	1	29	126	172	148	267	162
1971	1	30	126	172	148	267	162
1971	1	31	126	172	148	267	162

各廻転毎に1群となし平均値を求め、この値にて内耳振動圧分布曲線を作り図示すると第55~59図の如くである。

鼓室上部に液体を貯留せしめた場合はリンゲル液
 だとグリセリン溶液だとを問わず、即ち貯留液
 の濃度には関係なく内耳振動圧の低下を見た。唯そ

の低下の程度は刺戟音の周波数によつて或いは踏溜液の性状によつて異なる事を示した。

一般にグリセリン溶液の場合の方がリンゲル液よりも内耳圧降下度は大であつた。

2000c.p.s. の場合には第一廻転に於て最大の降下を示し、尖端廻転へ進むにつれて内耳圧降下度は小となる。1000c.p.s. の場合は第56図を見るに第二廻転の方が第一廻転より著明に下降した如く見える。これは No. 24 の如くリングルを上鼓室注入の場合に於て正常内耳振動圧より上昇した例が存在したので平均値は比較的大となつたのである。従つてこの様な例を考慮に入れると 2000c.p.s. 及び 1000e.p.s. に於ては、内耳振動圧降下度は基礎廻転に於て著明で尖端廻転へ進むにつれて内耳圧降下度は少いと云える。500c.p.s. の場合第二廻転に於てリングル液注入時の平均値を見るにその内耳振動圧降下度が少いのは、No. 14 の如く正常時より、リングル液の場合の方が圧の上昇を見た例が含まれているからである。

第5章 總括及び考按

第1節 耳小骨連鎖障礙時に於ける内耳振動圧に就いて

Helmholz が耳小骨連鎖は一つの槓杆として振動し、関節運動は見られないと述べた時代以来、耳小骨連鎖の機能に就いては種々の研究が行われている。即ち Dahman は屍体標本により槌骨、砧骨並に鐸骨板に小さい鏡を附し、光学的記録装置により詳細に観察した結果高音刺激によつても低音刺激よりも振幅は小さいが耳小骨の振動のある事を述べているし、Wever は蝸牛電気反応を指標として中耳伝音機構の保存されたものと完全に除去されたものとの発生電位の差を求め、これを鼓室小骨連鎖の振動特性と考えた。それによると鼓室小骨連鎖により低音は 24db, 中音は 33db, 高音は 26db, 平均して 28db の増幅がなされることを報告している。

Békésy は鼓膜前面の音圧と鐙骨底の音圧を測定し、5000c.p.s. の近くまで約 10~20 倍の圧増強が鐙骨底上に起ることを認めている。更に Békésy は新鮮な 屍体に於て直径 1mm 鼓膜穿孔時の耳小骨連鎖の振動を観察した結果、低音では著明に振幅

減少し、400c.p.s. 以上では殆ど変化のない事を述べている。これら先人の業績では耳小骨連鎖は中音以下の音伝導に重大な意義を認めているのである。

然し乍ら Wien は伝音系障病に於ける聴力損失は必ずしも低音部のみが存在しない事を指摘し、又 Dean, Ruf, Fowler, de Nó も同様な見解を持っている。金武は鼓膜、耳小骨連鎖の除去した場合としからざる場合に就いて実験の結果、鼓膜、耳小骨連鎖は全可聴周波数を伝導しており伝導周波数の制限はないものと結論を下している。

私の実験では 2000c.p.s. 以下の刺激音についてのみ実験を行ったので、高音に就いては論及する事が出来ないが、その成績に於ても振動数が高くなるに従つて耳小骨連鎖離断の内耳圧に及ぼす影響は少くなる事を示し、Békésy や Wever Lawrence と同様な傾向を見せているのである。

次に耳小骨連鎖強直の場合を考按して見る。Crowe, Hughson はパラフィンを上鼓室に注入して耳小骨連鎖の強直を作り、実験の結果、低音域、中音域の低下を認めたが 4096c.p.s. 以上では殆ど変化のない事を述べている。

金武は歯科用セメントにて耳小骨連鎖の強直を起させ、低音域では著明な低下、中音域にも相当な低下を見たが高音域では遙かに少い低下を見ており、浮田は鼓室上部に水銀を注入して槌砧関節附近に於て強直を起し、蝸牛電気反応を検したる処、256c.p.s., 1024c.p.s., 4096c.p.s. の各周波数に於て反応低下を見、その電圧損失は 2.5—9.0db であつたと報じている。

私の実験では低音域では著明な内耳振動圧の降下を認めているが、中音に於ては却つて内耳圧の上昇を示し Crowe, Hughson, 浮田、金武等の成績と比較するに中音に就いては異なつた結果となつている。こゝでその理由に就いて考察を加えて見る。

先述した研究者は、耳小骨連鎖強直を惹起させるのに、パラフィン、水銀、歯科用セメントを用いたが私はセメダインを使用したのでこれら物質の硬化状態が異なる事は勿論であるがそれ以上に肝要な事は正円窓、卵円窓及び鐙骨板のことである。

私の場合は耳小骨連鎖強直の外、卵円窓、鐙骨板が膠着した様な状態にあつた。又耳小骨連鎖の全て

の関節が強直状態を呈した結果、鐙骨板の強音に対する廻転軸の順応態勢が感乱されたのではなからうかと考える。即ち鐙骨板の振動は弱音刺激に対しては鐙骨板の後縁を軸としてかすがい様運動をするが、強音刺激に対しては軸は 90° 廻転して鐙骨板の長軸を中心に廻転するのである。

新鮮な屍体標本に就ての Békésy の観察では 100c.p.s. 以上の強大な音響では鐙骨板は前述の2つの廻転運動が混合してあらわれている。この様な廻転軸の変化により強振動から内耳を保護する事は出来るが、衝撃音に対してはかゝる変化は認められない事を Perlman は述べている。

R. Guelke J. A. Keen は人屍体に於てストロボスコープを用いて耳小骨の振動に就いて実験を行い、耳小骨の運動の長さや方向に就いて観察した。その結果は第60図に示す様に槌骨、砧骨の両者の運動は最高の強さまで直線的であるが、鐙骨の運動は最大 0.01 耗に達すると直線的でなくなり鐙骨の運動はこの点を超えないのである。要約するならば砧骨は刺激音の強度に比例して槌骨の振動について動くが、鐙骨の振動は強音刺激時の砧骨の振動には比例しないのである。且つ 640c.p.s. と 300c.p.s. の場合を比較するに槌骨や砧骨の振れは 640c.p.s. に於て大きい値を示している (第61—63図)。

第 60 図

扱、私の実験では槌骨と砧骨の関節附近に於いて第一操作として連鎖を離断し、然る後に第二操作としてセメダインにより連鎖強直の状態にしたため

第 61 圖

第 62 圖

第 63 圖

正常なる連鎖を最初から強直にした状態とは異なるのは当然である。即ち前述の Keen 等の実験に判明した様に、生理的には砧骨と鐙骨は振動様式が異なるはずである。然し私の実験では砧骨と鐙骨が全く同じ振動様式をとらざるを得ない様な状態に強直を起したため鐙骨板は砧骨と同様に刺激音の強度に

比例して動き、内耳振動圧が充進したのではなからうかと推察するのである。

即ち連鎖強直の状態が特殊なるために鐙骨板は砧骨と振動様式は全く同一となり刺激音強度が大となるにつれて内耳振動圧は充進したのではなからうかと考えるのである。

鼓膜張筋を牽引することにより耳小骨連鎖強直に似た状態を起し其の場合の振動伝達状況について検索を進めた報告がある。

浮田は鼓膜張筋腱に重錘をかけて耳小骨連鎖の可動性に制限を加え蝸牛反応の変化を観察しているが、低音、中音に反応低下を認めている。然し乍ら 2048c.p.s. の高音部に於ては一定負荷重錘 (12gr) を与えた場合に 7g の負荷重錘を与えた例よりも反応電圧利得は却つて大となる事を認め、この傾向は 8192c.p.s. では一層著明な利得を示したことを述べている。

Crowe, Hughson, Wever-Bray も同様な研究を行い、耳小骨連鎖の運動制限を与え、低音域及び中音域に反応低下を見、低音域が最も低下大であり高音域では重錘の量によつて却つて反応が増加した例を報じて居り、金武はこれ等に就いて随に重錘をかけたことは連鎖の強直性を増加したことになりその結果低音域に於て連鎖の振動低下を齎し、重錘の量によつては高音域に於て振動性能の良好となる点の存することは理論的に当然と思われると論じている。

私の実験に於て耳小骨連鎖を強直させたセメダインが蝸牛の下方廻転に附着するため、結果的には蝸牛殻壁より音刺激を与えたとも考えられる。Herzog も模型実験の結果から、骨伝導に依つて刺激した場合内耳液の運動は耳小骨連鎖の強直によつて強められ、正円窓膜強直に依つて妨げられると述べているのである。

次に鼓膜除去例について考按する。

Wever, Lawrence Smith は猫に於て鼓膜、耳小骨を除去して実験を行つた結果各周波数に於て反応低下を認め殊に中音域の低下が最も大であつたと述べている。金武も同様な実験を行い、各周波数共著明な反応低下を示し、1024c.p.s. 附近の中音域に著明なる事を見ている。

私の内耳振動圧を指針とした実験でも鼓膜耳小骨連鎖を除去した例では著明な内耳圧降下を見て、Wever, Lawrence, Smith, 金武等の成績と一致を見ている。耳小骨離断の場合の値と、鼓膜除去した場合の値と比較考察して見るに両者は殆ど大差のない事から耳小骨離断後は鼓膜の意義は殆どないものと考えられる。

然し乍ら鼓膜及び槌骨砧骨を除去した後に於ても空気蝸牛伝導により内耳振動圧が存在する事を明らかにしたのである。この場合骨伝導が存在する事は勿論であり、この事実は蝸牛反応により同様な実験を行った金武が測定可能な反応が残存すると報じている事とよく一致している。

第2節 鐙骨筋麻痺に於ける内耳振動圧に就いて

鐙骨筋が収縮すれば鐙骨小頭を下後方に牽引し、鐙骨を外方に突出せしめ鼓膜張筋が収縮する時は槌骨を内上前方に牽引し、槌砧関節はその結合が疎となるのである。従つてこれら鼓室小骨筋の収縮により耳小骨連鎖の振動は抑制され、反対にこの筋の弛緩或いは麻痺により耳小骨連鎖の振動は促進されることになりその結果内耳圧は降下したり上昇したりする筈である。既に塚本は鼓室小骨筋の収縮により音響刺激に対する内耳圧の減少を見ている。

Wiggers は鼓室小骨筋収縮による聴覚感度の変化を研究した結果、聴覚感度は 1500c.p.s. に於て増大し、1100c.p.s. では変化なく、100c.p.s. では 45db の低下を認めている。

山根は音響刺激時に於ける家兎中耳筋の疲労に就て観察し、鼓膜張筋収縮の上音界は略々 1500c.p.s.、鐙骨筋は 1600c.p.s.、耳小骨連鎖の固有振動数は略々 1875c.p.s. 附近に存在するだろうと推論している。

私の実験に於て 2000c.p.s. で内耳圧減少し、1000c.p.s. 以下で内耳圧の亢進すると云う事と、Wiggers 及び山根の成績はよく一致して居り、中耳伝音機構の振動特性と云う観点より之を見るに前章の耳小骨連鎖の実験結果にもよく合致している。

浮田は鼓膜張筋の切断実験を行い、其の切断前後に於て蝸牛電気反応を観測し、周波数特性の変動形式に一定せるものは認められずその反応損失は観察

せる全周波数範囲に亘り見られたと云い、Crowe も亦、鼓膜張筋腱切断実験を行い聴神経よりの反応変化を検し、切断直後或いは2日後に於ても認むべき変化は見られなかつたと述べ、Wigger 等の成績とは全く相反している。

私の実験では鐙骨筋麻痺の例であり、浮田、Crowe 等は鼓膜張筋切断例であるから同日に論ずることは困難であるが、耳内小筋として槌砧関節を緊疎となす機能より見る時には鐙骨筋も鼓膜張筋も同一の目的を持つていのであるから何れの筋が機能喪失しても内耳圧は亢進するであろうと思われる。従つて蝸牛電気反応が低下する事は考えられない。

又臨床的観点から論ずるに、後藤修二教授はその提唱する聴力改善手術に於ても鐙骨筋の切断により相当数の症例に於て聴力増進を見ているし、Wullstein もこの筋切断を行つている。又鼓膜張筋に就ても古くは Politzer, Schwarze Hartman, 最近では高原教授もこの腱切断により聴力回復を企図している。又顔面神経麻痺患者に於て音が耳に強く響きすぎるといふ訴へはよく遭遇する処である。

これ等の事から考究しても耳内筋の機能喪失により内耳圧上昇は必然であり、Crowe, 浮田の如く反応低下を見たのは他の因子が存在したのではなからうかと推察するのである。

第3節 上鼓室に液体滲溜時の内耳振動圧に就いて

中耳伝音機構により与えられたる障碍は、その部位によつて可聴域に与える影響は一様でない。

橋本は滲出性中耳カタル 37 例に於て 17 例は高音域のみ或いは主として高音域に於て可聴域移動を有し、15 例が全可聴域周波数に亘つて略々一様な移動を有し、僅か 3 例に於てのみ低音域に著しい移動を示すものを見たと述べ、更に橋本は中耳腔を粘稠なる液体で充した場合を観察している。即ち中耳の完全血鼓室症例を経験してその可聴域は各周波数に対して移動するも高音域に於て著明であることを認めている。

私の実験では鼓室に滲溜液の充たされた場合を仮定したのである。その成績は低、中音に於て著明な低下を見たのであるが高音に就いては実験が行われ

ていないので論ずることは出来ない。

然し乍ら橋本氏は高音域のみ低下の例を多数示しており、この事は私の実験成績と異なつた様相を呈しているわけであるが、橋本氏は陳旧なものを多数に含むが故に中耳腔圧下降し、中耳腔の漿液を以て充たされる場合の純粹なる影響を観察するには不適当なるものも少なくないと断わっている。又私の例は中耳腔は開放してあり従つて陰圧ではない。更に中耳に於ける炎症の有無が問題となる。

即ち急性中耳炎の場合に、中耳腔の炎症が主体であるのは勿論であるが、当教室の内耳液性状に関する研究や稲波の内耳圧変動に関する研究に於て判明した如く内耳も急性中耳炎により影響されるのである。後藤修二教授は内耳液疾患を提唱されたが急性中耳炎時に於ける内耳液の変動も亦内耳液疾患の一である。即ち橋本の観察した例は滲出性中耳炎の場合であり従つて内耳液疾患をも包含しているものと推定されるが、私の場合は滲出液の代用としてリンゲル或いはグリセリン溶液を用いたのであるが内耳液にまで病変が影響しているわけではない。従つてその成績に於ても橋本の如く内耳液疾患例を含んでいる場合と、私の実験例の様に單純なる液体潑溜の場合とでは其の差異は避けられないものと思う。黒住は耳管中耳カタルに就いて臨床例を多数観察した結果、潑溜液除去による聴力恢復は65%の例に見られ、除去した液量の多いものには恢復度の多いものが多いこと及び恢復度の大きいものは低音より高音に多い事を知つた。又黒住はこの際陰圧除去による聴力の恢復と潑溜液除去による恢復とを比較すると陰圧除去による恢復の方が稍々著しい事を述べている。

中耳腔潑溜液により中耳伝音機構は一般に侵され、その内耳振動圧に及ぼす影響は比較的大であり、液体の粘稠なるもの程内耳振動圧は下降することも大である。

これらの成績は中、低音については黒住、橋本の成績とも似た傾向を示している。

然し乍ら高音に関しては更に研究を重ねる必要があり直ちに結論を出す事は出来ない。

第6章 結 論

海濱を用いて、耳小骨連鎖の強直離断、鐙骨筋麻

痺、或は上鼓室にリンゲル氏液又はグリセリン溶液を潑溜させた場合の内耳振動圧を測定して内耳振動圧分布曲線を作製し次の如き結果を得た。

(1) 種々の中耳伝音障害を与えた場合、一般に内耳振動圧降下は刺激音の最大振幅廻転に於て最も大である。即ち中音域に於ては内耳振動圧降下は基礎廻転のみであるが、低音域に於て全ての廻転に内耳圧の降下を見た。

(2) 耳小骨連鎖を槌砧関節附近に於て離断した場合、中音低音に於て著明な内耳振動圧の降下を見た。耳小骨連鎖強直の場合は、離断時よりも内耳圧下降する事は少く且つ刺激音に依つては正常時よりも却つて上昇したものもあつた。その理由に就ては、耳小骨連鎖強直様式の変化、鐙骨板強直のため振動が異様な状態を呈したものと思われる。

(3) 耳小骨連鎖離断時と、更に鼓膜錘骨砧骨を除去した場合を比較するに兩者共内耳振動圧は全音域に於て著明に下降するが、その程度は大差なかつた。

尙鼓膜錘骨砧骨除去後も音伝導は存在する。

(4) 鐙骨筋麻痺の場合、2000c.p.s.に於ては僅少乍ら内耳振動圧は低下し、特に第一廻転に最も著明で上方廻転にはその影響が少い。

(5) 鐙骨筋麻痺の場合、1000c.p.s.以下の刺激音に於ては内耳振動圧は一般に上昇する。而してその最大上昇部位は1000c.p.s.では第一廻転、500c.p.s.では第三廻転、250c.p.s.及び125c.p.s.では第四廻転である。

(6) 鐙骨筋麻痺の成績はWigger, Tsukamoto, 山根等の成績とよく一致し、鐙骨筋は低音伝導に際して振動抑制作用が存在するものと思われる。

(7) 上鼓室にリンゲル氏液、或いはグリセリン溶液を注入潑溜させ、耳小骨連鎖に可動性制限を加えた処、一般に内耳振動圧は下降を示した。

(8) 10%グリセリン溶液を注入した場合はリンゲル氏液注入の場合よりも内耳振動圧降下の度合が遙かに大である。

(9) 上鼓室液体潑溜の成績は臨床例を観察した黒住、橋本の報告と似た傾向にあるが、高音に就いては更に実験を必要とする。

主 要 文 献

1) 岡本良清: 正常鼓膜及び病的鼓膜の運動について, 耳喉, 第2巻, 第1号, 1929. 2) 山根弘一: 中耳生理補遺, 耳喉, 18巻, 2号, p. 36, 1945. 3) 橋本正治: 伝音障害における可聴域周波数特性に関する研究, 日耳鼻, 52巻, p. 59~71, p. 105~108, 1949. 4) 黒住静之: 耳管中耳カタルにおける鼓室内気圧及び滯溜液と聴力障害の關係について, 日耳鼻, 53巻, p. 11, 1950. 5) 二村忠元: 円錐型動電拡声器研究, 日音響会誌, No. 11, 1951. 6) 高原滋夫: 鼓膜癒着症の病理と治療, 耳喉, 24巻, p. 638, 1952. 7) 切替一郎: 人間鼓膜の形態及びその振動について, 日耳鼻, 55巻, p. 224, 1952. 8) 浮田実三: 中耳伝音系障害時における電氣的蝸牛反応の特性について, 日耳鼻, 55巻, p. 3~p. 7, 1952. 中耳の機械的振動伝達に及ぼす鼓膜張筋の影響について, 日耳鼻, 55巻, p. 3, 1952. 9) 後藤修二: 第53回日本耳鼻咽喉科学総会宿題報告, 1952. 10) 切替一郎: 日本耳鼻咽喉科全書, 第1巻, p. 15, 1953. 11) 勝木保次: 聴覚生理研究の最尖端, 科学, p. 263, mag 1953. 12) 後藤修二: 内耳液疾患の提唱, 耳喉, 25巻, 4号, p. 1, 1953. 13) 古城恭哉: 人間鼓膜の形態に関する研究, 日耳鼻, 57巻, 2号, p. 115~122, 1954. 14) 大和田健次郎: 最近の聴覚生理から, 耳喉, 26巻, 13号, p. 571, 1954. 15) 金武正射: 電氣的蝸牛反応より視たる中耳伝音器並びに正円窓, 卵円窓障得に関する実験的研究, 日耳鼻, 57巻, p. 41~45, 1954. 16) 稻波実: 内耳圧変動に関する研究, 日耳鼻, 57巻, p. 629~660, 1954. 17) 仲村信夫: 結核アレルギーによる聴器病変の実験的研究, 日耳鼻, 57巻, p. 975, 1954. 18) 後藤修二: 聴力増進手術について, 耳喉, 27巻, 4号, p. 19, 1954. 19) 米田恭一: 鼓膜の振動に関する研究, 日耳鼻, 58巻, 臨時号, p. 176, 1955. 20) 豊島貢: 蝸牛電氣反応に関する研究, 日耳鼻. 21) *Lorente de No and Harris A. S.*: Experimental Studies in Hearing Laryngoscope 43, 315~326, 1933. 22) *Wiggers H. C.*: The function of

intra auramuseles. Amer. J. Physiol 120, 771~780, 1937. 23) *Stevens SS and Davis*: Hearing New York 1938. 24) *Wever. E. G. Lawrence M. and Smith. K. R.*: The middle ear in sound conduction Arch. Oto-Laryng 48, 19~35, 1948. 25) *Wever, E. G.*: Thory of Hearing New York 1949. 26) *G. V. Békésy*: On the resonance curve and the decay period at various points on the Cochlear partition J. acoust. soc. amer 21, 245, 1949. 27) *G. V. Békésy*: Vibration of the cochlear partition in anatomical preparations and in model of the inner ear. J. acoust. soc. amer. 21, 233, 1949. 28) *P. J. Kosteljk*: Theories of Hearing. p. 55, 1950. 29) *Merle Lawrence*: Recent Investigations of sound conduction. Part. 1 normal ear Annals of Oto-Rhino-Laryngology 59, 1020, 1950. 30) *Ernest Wever*: Recent Investigations of sound conduction. Part II The ear with conductive impairment. Annals of Oto-Rhino-Laryngology 59, 1037, 1950. 31) *L. C. Perterson und B. P. Bogert*: Dynamical theory of the cochlea J. acoust. soc. amer. 22, 380, 1950. 32) *L. Ruedi*: Some animal experimental findings on the function of the inner ear. Annals of Oto-Rhino-Laryngology 60, p. 993, 1950. 33) *Harvy Fletcher*: On the dynamic of the cochlea J. acoust. soc. amer 23, p. 637, 1951. 34) *Frederich J. Githler*: Effects of perforations of the tympanic membrane on cochlea potentials A. M. A. ARCHIV of Oto-Laryngology p. 666~672, 1952. 35) *Guelke Keen*: A study of the movements of the audiotory ossicles under stroboscopic illumination J. physiol 116, p. 175~188, 1952. 36) *I. Tasaki H. Davis and J. P. Legaux*: The space-time patten of the cochlear microphonics (guinea pig) as recorded by differential electrodes J. of acoust. soc. amer 24, p. 502, 1952. 37) *J. E. Hind and H. F. Shnknecht*: A cortical

test of auditory function in experimentally
deafened cats J. acoust. soc. amer. 26, 89, 1954.

本研究は昭和28, 29年度文部省科学研究
費による所が多い。

拙筆するに当り御懇切なる御指導・御校
閲を賜った恩師後藤修二教授に深甚なる
感謝の意を表する。

(原稿到着＝昭和30.5.17日一急載)

局所血管収縮剤

プリビナ 液 0.05%

- ① 持続作用のあること ③ 不快なる副作用のないこと
- ② 高度の効力があること ④ 局所麻酔時における効力増大

包 装 瓶 入 10 cc 及び 100 cc

本剤に関する医療関係向説明書及び文献はテバ製品株式会社より送呈す。

提 携 テバ製品株式会社 製 造 武田薬品工業株式会社
大阪市東区西久太郎町4丁目25番地大和ビル 大阪市東区道修町2丁目27番町

粘膜の異状分泌に

耳鼻科領域の粘膜膜異常分泌に強力な効果を發揮してその臨床的價値
が注目されている睡蓮科植物の有効成分「デスクレン」と、強力な
抗ヒスタミン剤 PIPHENHYDRAMIN HYDROCHLORIDE
(U.S.P. XIV) を配合し獨特の相乗作用を期待。

【適應病】 急性鼻炎、慢性浸出性鼻炎、各種蓄膿症、
急性・慢性中耳炎等

新デスクレン

【包装】 2cc, 5管, 10管,

日本新薬株式会社 京都市中京區壬生下町38