- 19) 白岩: 人工鼓膜, 耳喉, 16: 520, 昭 16. 20) 昭 12. 26) 小島: 人工鼓膜, 耳喉, 10: 480,
土井: 人工鼓膜, 大日耳鼻, 45: 162, 昭 14. 21) 昭 12. 27) 讃井: 人工鼓膜, 耳喉, 11: 772,
塩原: 人工鼓膜, 耳喉, 8: 304, 昭 8. 22) 水 昭 13. 28) 添野: 中耳炎残胎症特に鼓膜穿孔と
野: 人工鼓膜, 大日耳鼻, 38: 1126, 昭 7. 23) 聴力障害との関係に就て, 日耳鼻, 53: 182, 昭 25,
武田: 人工鼓膜, 耳喉, 5: 604, 昭 7. 24) 星 (本研究には文部省昭和 24 年度科学試験
子: 人工鼓膜, 耳喉, 10: 982, 昭 12. 25) 福 研究費の援助を受けた。
地: 人工鼓膜適應症患者に就て, 耳喉, 10: 479, 原稿到着 = 昭和 27. 5. 10 日

T. TAKAFUIJ, M. D.: EXPERIMENTAL STUDIES ON THE MECHANISM OF
ALARYNGEAL VOICE OF LARYNGECTOMIZED PATIENTS.

無喉頭音声の発声機構に関する実験的研究

東京大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任 切替一郎教授)

高 藤 次 夫
タカ フジ ツグ オ

目 次

- I 緒言及び文献的考察
II 症例及びその臨床的観察
III レ線透視及びレ線キモグラフ所見
IV 発声時気管口よりの呼気圧測定
V 発声時における胸腹運動のエレクトロ
ブノイモグラフによる観察
VI その他の音声学的検査
VII 総括並びに考按
VIII 結 論

I 緒言及び文献的考察

Alexander Humbolt は「人に於て初めて言葉がある。言葉があるが故に人間である」といつている。斯の如く人間と言葉とは不即不離の関係にあるが故に、喉頭全摘出後の発声能力は患者の将来にとって極めて重大問題である。此発声法には昔から 1. 人工喉頭, 2. 代用音聲 (所謂食道音聲) の 2 法が試みられて来た。兩者共に一長一短はあるが、自力による発聲を希う事は人情の常である。

代用音聲の最初の文献として、1859 年 Czermak は聲門下にて完全閉鎖の患者が、下咽頭腔にある僅かな空気を構音域に導いて巧に話した例を報告し、又喉頭全摘出創始者 Billroth により、該手術患者は術後も呟語で會話が可能である事が唱えられた。

その後本手術が盛に行われる様になり Strübing, Nickel, Stern, Seemann, Scuri, Schmid, Landois, Gottstein 等の記載はあつたが、代用音聲として初めて食道音聲が注目されて来たのは 1903 年 Gluck が喉頭全摘の手術方法を改良した以後で、1908 年 Gutzmann も食道音聲の 25 例に就き「Stimme-u. Sprachbildung ohne Kehlkopf」として報告している。殊に Seemann は本法を推奨して「現今に於ては人工喉頭を使用する意義は無く、不斷の練習により習得し得る食道音聲を最も理想とす」とまで極言している。特に最近化学療法 of 進歩により手術の完璧が期せられるに及んで、醫師の責任は單に手術の成功にあるのみならず患者の會話の再出發の爲に充分な組織的練習法を準備すべきであると言われ、近年合衆國に於いても McCall, Martin, Froeschels 等により集團的 voice training が行われており、Greene の統計によれば約 70 % は職場へ復歸していると述べている。

本邦に於ても此方面で林、浅井氏等の詳細な報告がある。無喉頭音聲を對象とする研究は古來數多いが、其實験音聲學的研究は文献に徴するに Gutzmann (1908), Gottstein (1910), Scripture (1916), H. Stern (1920 及 1923), Burger u. Kaiser (1925), Schilling u. Binder (1926) 等で比

較的妙い。

余は東大耳鼻咽喉科教室に於ける喉頭全摘出患者の中で發聲能力のある數例を選び、諸種の臨床的觀察及び實驗的研究を行い、無喉頭音聲の發聲機構と之に基づく分類について次の如き成果を得たので茲に報告する。

II 症例及び其臨床的觀察

第1表參照。

症例の手術的所見：(1) 何れも Gluck の第2法に従い舌骨下に丁字状切開を施し、前頸筋は凡て切除した。(2) 喉頭蓋軟骨は全例にて剔出喉頭と共に除去。(3) 舌骨は全例共に保存。(4) 下咽頭收縮筋は切斷端を甲狀軟骨膜と共に正中中部にて強固に縫合した。(5) 輪狀咽頭筋及び上喉頭神經食道枝の損傷を避けた。

正常の言語發生器官としては肺、喉頭、附屬管腔があるが、喉頭摘出により氣管の斷端は前頸部の皮

第1表 症例の臨床的觀察

No.	年齢性	職業	手術年月日 練習開始	鼻腔所見	聽診所見	喉頭鏡検査	前頸部所見
1	35 ♂	古物商	1949. 5. 17. 術後 30 日	下, 中甲介 蒼白, 菲薄	発声中食道, 胃部まで連続して音を聴取, 背部同様	舌を索引したまゝで発声可能, 食道口の開閉にて音発生	発声中膨隆及び振動著明,
2	62 ♂	土建業	1949. 12. 16. 15 日後	一般に蒼白 下甲介菲薄	同上	同上	同上
3	55 ♂	魚屋	1950. 2. 14. 40 日後	下中甲介蒼白, 萎縮,	発声中, 下咽頭部に音を聴取	舌根部高まり, 之を索引すれば発声不能	発声直前に膨隆し, 会話中は收縮している。
4	57 ♂	鑄物商	1950. 6. 7. 後	下甲介蒼白	第1例と同様	第1例と同様	第1例と同様
5	61 ♂	柔道家	1950. 7. 6. 30 日後	略々正常 乾燥状	第1例と同様	第1例と同様, 発声拙劣, 咽頭筋の收縮弱	発声中の膨隆が著明でない。且振動も断続的
6	56 ♂	大工	1949. 8. 15. 15 日後	下甲介蒼白 萎縮, 乾燥	どこにも音を聴取せず	舌を索引したまゝで発声不能	発声直前に部分的に膨隆することあり
7	66 ♂	郵便局員	1951. 1. 15. 20 日後	正 常	第1例と同様	第1例と同様	発声中軽度膨隆

膚に縫い付けられて發聲に無關係となり、喉頭と共に音聲器官としての3つの中2つ迄を手術によつて失つた事になる。故に患者の發聲可能の爲には肺、喉頭に代るべき代用氣囊、代用聲門が必要となつてくる。代用氣囊としては胃、食道、下咽頭等があるが其在り場所は個々の症例に就き、又其経過に應じ同一でない。

代用聲門の位置は手術的條件或は練習法に應じて種々異なるが常に代用氣囊の上方に位し Gutzmann に依れば食道口(輪狀咽頭筋及び下咽頭收縮筋下部)は強固な筋肉輪を廣範圍に亘つて緊張出来る筋があり、管ての眞の聲門のあつた所に最も接近して存し、ここから發生する音の音色は聲帶音に最も近似するから代用聲門として最適であると云つてゐる。

余の症例は孰れも男性で第1例を除き50才以上、

特に聲を職業的に使用した者は無い。

(1) 鼻腔所見：第1, 第2, 第3, 第6例は術後1年以上を経過して居り、孰れも下中甲介は蒼白菲薄に見える事は Sternberg, Burger u. Kaiser 等の記載例と同様である。

(2) 聽診所見：第1, 第2, 第4, 第5, 第7例に夫發聲中食道或は胃部まで連續してその音響を聴取し得た事は、食道口、咽門が發聲時に開口している事を意味し、又第3, 第6例にて此音響が聴かれなかつた事は該部の發聲時に於ける閉鎖を物語るものである。

(3) 喉頭鏡検査：舌を索引したまゝで第3, 第6例のみ發聲不能、その際舌根部の隆起を認めた。他の全例に就き食道口の開閉振動と共に音の發生を確認した。

(4) 前頸部所見：發聲中に膨隆著明なもの（第1, 第2, 第4, 第5例），發聲直前に膨隆著明なもの，（第3, 第6例）に區別し得た。以上は各症例に就き夫々發聲機構を異にする重要な所見である。

更に第1例にて食道直達鏡検査を行つたが，下咽頭腔粘膜は正常色調を呈し下方に行くにつれ漏斗状に狹少となり其基底部に食道口が刺針頭大，瓣状の細隙となつて覗まれ，又食道壁は一般に蒼白，大理石様にして，上門歯より25～35cmの部位に相當し粘膜壁が左右に軽度弛緩，擴張せるを認めた。

發聲時

Ⅲ レ線透視及びレ線キモグラフ所見

螢光板透視法により濃き硫酸バリウムの粥状液を患者に嚥下せしめると，咽頭及び食道壁は其輪廓が明瞭になり，造影剤は音の發聲に何等障礙を與えなかつた。第2表参照。

(1) 舌根，下咽頭腔の形狀及び振動部位。

術後の咽頭像は正常に比して舌根部が軽度下垂し，下咽頭腔は全体として前後の方向に廣くなつてゐる。第6頸椎の高さに相當して著明な狹窄部あり，之は食道口にて此部位の上及び下部前壁は輕く囊状をなしている。發聲時第1, 第2, 第4例は略々相等しく下咽頭前壁は後方に收縮し，後壁も同時に前方に向ひ著しい隆起を形成する。即ち輪状咽頭筋の括約筋作用の結果，下咽頭腔壁が周圍より強く收縮して一つの管腔を作り，最大振動部位は食道口直上部であつた。反之第3例は舌根を含めた軟部組織と咽頭後壁及び軟口蓋間の閉鎖振動が認められ，食道口部を底とする廣い下咽頭腔は舌骨を強く後上方に牽引して，筋壁を壓縮する事により衝動的にこの空氣を發聲に利用し，前方より後方へ縮少する。此部の擴張は咽頭收縮筋及び舌骨舉上筋の弛緩により，又一部は舌根の積極的前方牽引により行われる。他例に比し共鳴腔小さく「イー」の時は聲門は前方（軟口蓋）に，「オー」の時は後方（咽頭後壁）に，「アー」は兩者の約中間にして，發聲母音の種類により發音部位に僅かの移動が認められた。

(2) 食道の運動及び形狀：特に著明な所見を呈したのは第1例で，發聲時の收縮擴張が蛇形をなし不規則な絞扼運動が見られたが（第3圖）他の例では上5/6位に局限し其下方はむしろ固定された状態であつた。

第1圖 下咽頭腔所見

(第一例)

安靜時

發聲時

(第三例)

安靜時

第2表 レ線透視所見

No.	舌根及下咽頭腔	振動部位	食道(右第一斜位)	胃 泡	横隔膜及び肋骨
1	舌根は軽度下垂し、下咽頭腔は漏斗状で前後に廣い。	食道口直上部	発声時の収縮拡張が蛇形をなし、空氣の嚥下にて再び拡張。	胃泡大、発声時各語音と共に下方へ舞踏様の運動し縮少、発声後は沈下す。	呼吸時バラドクス運動、発声時同一位相、6ヶ月後には位相が異なつた。
2	同 上	食道口直上部	発声時食道の運動は上1/3に限局。	胃泡大、発声時不変、食道内の空氣の逆流を防ぐ。	発声時位相異なる、肋骨の運動著し。
3	下咽頭腔廣し、舌根部、咽頭筋の収縮弛緩によるポンパ運動	咽頭後壁及軟口蓋との間。	食道は固定し内腔の変化なし。	胃泡稍々大、発声前後に不変、発声時腹圧認められず。	呼吸時、発声時同様にバラドクス運動。
4	第1例に同じ	食道口直上部	第2例に同じ	胃泡大、発声前後に不変、腹圧により横径長く縦径短くなる。	第3例に同じ、横隔膜運動は左側大。
6	下咽頭腔廣し、発声時この収縮が不充分。	特に無し	発声前後にて不変	胃泡稍々大、発声前後にて不変。	第3例に同じ
7	第1例に同じ、発声時収縮不充分。	食道口直上部	発声時収縮を認めず。	空氣の嚥下により胃泡大、発声と共に容積を徐々に減少して行く。	発声時第1例に同じ

第2圖 レ線透視による発声状況

(3) 胃泡：胃泡は正常に比し全例共に可成大きく特に第1, 第2, 第4, 第7例に著明に認められ、左横隔膜穹窿は安静時すでに右側の夫れと同高か或は高位にある。発声時胃泡は横隔膜と共に上昇し、各語音毎に下方へ舞踏様運動を行が全体として一層高位に向う。然し發聲後は直ちに元の大きさに戻り沈下する。胃泡の機能は練習の初期には空氣の貯藏所として發聲に利用され、著明な容積の變化も認められたが、氣嚢が食道へ移行した後も發聲機能に必要な空氣の壓力を正しく保持する事に役立つている。

(4) 横隔膜及び肋骨の運動：呼吸時各例共にバラドクス運動を営む。第1例の経過を観察するに練習の初期には、發聲時に両者は同一位相で即ち肋骨下降の際、横隔膜も共に下降し氣管口よりは呼氣の状態で、斯る横隔膜運動は正常の呼吸作用と無關係のもので、更に氣管口を閉鎖して發聲させると此事はより一層明瞭に觀察される。次いで半年後に再び檢するに其位相の關係は異なつていた。

即ち胃内及び食道下部の空氣を發聲に利用する例では横隔膜と肋骨との關係は同一位相で、胸廓運動

第3圖 食道の運動

(第1例) 不規則な収縮と絞扼運動が見られる。
 安静時
 発声時

第4圖 胃 泡

第5圖 レ線キモグラム

(第1例)

←時間の方向

と協調的に行われる小規模型では呼吸時と同様に位相が異なる。以上の事はレ線キモグラムにより明瞭に示される。

本撮影には Stumpf 式油圧制御式「キモグラフ」を應用して「フィルム」移動法にて1回の曝時々間は約5～6秒とした。

IV 發聲時氣管口よりの呼氣壓測定

無喉頭者發聲の際、著しい雑音を屢々氣管口に聴く事があるので、其際の呼氣壓を測定し發聲と呼吸作用との關係を症例につき調べた。

実験方法：目盛を附した水銀マノメーターの一端を図の如く T 字型にし其両端を開放す。

此の一端をゴム管を経て前頸部 カニューレに装着し、可及的呼氣の漏洩するを防ぐ。他端は檢者之を持ち被檢者に安靜呼吸を営ましめ発聲直前之を閉鎖し、発聲時氣管口よりの呼氣壓を目盛にて読む（單位耗）。発聲は一語々々靜かに 行い平常の会話声の調子とし、被檢者の精神状態を顧慮しつつ數回の値を平均した。

實驗結果：上記の方法により測定した結果、氣嚢として胃、食道を利用する發聲法では五十音中の動搖著しく、發聲困難なる語音に氣管口よりの呼氣の強さも大であつた。第3表の第1例にてへ行音、ン等に此事が認められる。之に反して咽頭を氣嚢に使用する第3例では此動搖が見られなかつた。即ち呼吸運動が發聲と協調的に行われるや否やにより、氣

第6圖 氣管口よりの呼氣壓測定
実験装置。

第3表 第1例

あ	3,6	い	6,7	う	8,35	え	8,35	お	3
か	7	き	3	く	5	け	4	こ	5
さ	6	し	7	す	7	せ	6	そ	5
た	4	ち	3	つ	3	て	6	と	3
な	3,3	に	4,3	ぬ	3	ね	4	の	6
は	8,6	ひ	5,7,9	ふ	6,9	へ	7,7	ほ	8,9
ま	6	み	6	む	8	め	3,4	も	6
や	5	い	5	ゆ	6	え	6	よ	5
ら	4	り	4	る	7	れ	6	ろ	5
わ	7	お	4	う	6	ゑ	6	を	5
ん	9,8								

第3例

あ	2,15,3	い	1,15,2	う	2,0,5	え	2,2,3	お	2,3
か	3,3	き	4,3	く	4	け	3,3	こ	2
さ	2,4	し	4,4	す	2,3	せ	25,3	そ	2,2
た	2,2	ち	2,3	つ	2,2	て	25,2	と	2
な	2,2,5	に	2	ぬ	2,2	ね	3,3	の	2,2
は	2,3,4	ひ	3,25,3	ふ	2,4	へ	4,2	ほ	2
ま	2,3	み	2,2	む	15,2	め	2,2	も	2
や	2,2	い	2	ゆ	25,2	え	15,2	よ	2,25
ら	2,5	り	3,15	る	2,5	れ	4,2	ろ	2,15
わ	1,5	お	2,3	う	1,15	ゑ	1	を	1
ん	2,1								

管口よりの呼氣壓は間接に食道内壓の變化を窺い得るものである。又爾後の検査により第1, 第2, 第4例等に於ても、語音による動搖が漸次少くなりつつある事が認められた。之は發聲に際し食道内氣流を同速度にし、内壓を均等にする事により正常の發聲法に近ずかんとする努力であろう。

V 發聲時における胸腹運動の エレクトロプノイモグラフに よる觀察

呼吸時、發聲時に於ける胸腹運動の時間的關係を觀察する方法としては、從來主としてプノイモグラフを用いて行われている。然し体壁を直接壓迫する装置であるから局所の加重及び壓迫感等の爲に呼吸運動に多少の影響があり、又其際空氣壓の變化をタンブールのゴム膜伸長により槓杆にて描記する事は現象の正確な描寫の點で不十分である。余はかかる缺點を補う目的にて電解質溶液による特殊のエレクトロプノイモグラフを作製し、之が呼吸運動に伴う伸長を電氣的變動として觀察した。

実験装置：2本のゴムチューブの両端に亜鉛棒を挿入して両極とし、チューブの内腔に飽和硫酸亜鉛溶液を充したものを胸部（乳線部）、腹部（剣状突起の下方5〜6横指）に安静呼吸の位置にて夫々緩

第7圖 電氣的呼吸曲線実験装置

第8圖 電氣的呼吸曲線図

(i) 第2例

(上昇：吸氣 下降：呼氣)

(ii) 第3例

く装着す。2本のゴムチューブは長さ 9.5 cm, 9.3cm 内径 0.5cm 極間の抵抗夫々 4k Ω , 3.8k Ω にて、胸腹2本のエレクトロプノイモグラフ (夫々 30V の電池を経て三要素型電磁 オシログラフ (横河電機製作所製の N-3 型) の H 型振動子に直結し、單位の長さだけ伸長する際の輝線のフレが同一なる如く調節す。発声の開始、終了及び呼氣吸氣の相は 2V 電池を経て A 型振動子に直結し電鍵の開閉により記録した。タイムは10分の1秒とす。かくしてゴムチューブの伸長により電氣抵抗の増減するに應じ、流れる電流の変化をオシログラフにより同時記録した。

結果の判定：發聲と呼吸運動との關連性に就いて上述の裝置により第1例より第4例までのプノイモグラムを得た。安静呼吸、深呼吸、母音及び単語發聲の各時期にて觀察される事は、

(1) 呼吸型：安静及び深呼吸時のブノイモグラムは正常人と同一にして、吸息期と呼息期は大体等しく呼息期の後で少時呼吸の止る休止時が見られ、Gutzmann の記載による生理的不同時性を示している。又呼吸型は第1例胸腹式、第2例胸式、第3、第4例は腹式である。

(2) 呼吸周期：正常人では発聲には呼氣を利用するから呼吸時と異なり呼息期が著しく長くなる。然るに余の症例に於ては發聲の開始と共に此關係は第4表の如く逆になり、長い吸氣運動の後に短い呼氣が続き吸息期は呼息期の約1.5～2倍の割合になる。

第4表 ブノイモグラムによる
呼吸持続時間の比

No.	安 静 時 I : E	深 呼 吸 時 I : E	発 声 時 I : E
I	1 : 1.2	1 : 1.4	1.6 : 1
II	1 : 1.6	1.5 : 1	1.4 : 1
III	1.1 : 1	1.3 : 1	1.3 : 1
IV	1 : 1.6	1 : 1.2	3 : 1

I：吸息期 E：呼息期

(3) 發聲と呼吸運動との關係：第1、第2、第4例にて發聲時は呼氣相に、空氣嚥下時は吸氣相に相當し、會話と呼吸作用との間の協調作用が大体保たれている。呼吸運動の食道内壓に及ぼす影響は Dahmann の研究に依れば、吸氣は胸部食道内腔を擴張し内壓を低下せしめ、一方腹部食道内腔を狭め壓を高める。而して呼氣は之の反對である。かゝる關係を促進せしめるものは胸廓運動にして胸廓の擴張により空氣を入れ其縮少により壓出する點、正常の發聲機構に類似している。然るに第3例は既に視診にて會話の際、胸廓の安定している事が認められるが、發聲の時期は吸氣の終りで氣管口よりの呼氣の動搖の最も少い時期に行つて居り、又肺呼吸の位相に必ずしも依存していない。即ち此發聲法と肺呼吸との關係は、咽頭ポンプ運動の支持と氣管口よりの雜音を弱める方向に行われている事が推察し得る。

(4) 長い吸氣運動による上昇曲線の經過中、波状を呈するは空氣嚥下による食道、胃内壓の動搖を意味するもので、第2例は空氣が食道に吸引される結果胸部呼吸曲線は動搖著明にして腹部曲線はむしろ

支持する形をとり、第4例は主として胃に吸引される爲、波動は腹部呼吸曲線に明瞭に示されている。又第一例の如く練習により此動搖の少いものも見られる(第8圖, iii)

(5) 發聲時の呼氣運動による下降曲線は上昇曲線と異なり、胸腹共に最小に制限された状態にして特に胸部呼吸曲線は胸部食道内壓を均等ならしむる如く、又呼氣の雜音を弱める如く作用する事が認められる。

發聲の終りに見られる2～3の高まりは、食道内空氣の残り更に胃内空氣を驅出せんとする横隔膜の衝撃的收縮を意味している(第8圖第2例)。

又下降曲線の途中に往々にして水平の時期の見られるのは、呼氣による横隔膜の上昇が一時停止して腹壓と共に胃泡を壓迫する時期に相當する(第8圖 iii 第4例)。短い發聲を促された場合には各例共に呼吸の位相に嚴密に従わず。

第8圖 iii

空氣嚥下時、腹部呼吸曲線の動搖を示す
(第4例)

發聲の前後を通じ、胸、腹部呼吸曲線の動搖が練習により少くなる(第1例)

發聲時、下降曲線の經過中水平の時期を示す(第4例)

Gutzmann, Dénes, László は不快な氣管口よりの雜音を避ける爲に發聲時呼吸との協調作用を解く

事が重要であると述べているが、患者は無意識的にも發聲中に呼吸を表在性にして雑音を弱めんとする努力を拂っており、熟練すれば殆んど支障を來さない。且正常の發聲機構に近づくことの意味に於ても必ずしも著者は此協調作用を否定しない。

VI 其他の音聲學的検査

(1) 圧出空氣量：(水との置換法)。第9図の如く

密閉した大なる硝子瓶の底部に近く排水口を設け此口の隠れる所まで水を充す。上部に2本の硝子管を付け一端は水マノメーターに接続し他の硝子管口に、口腔鼻腔より圧出された空氣を容れたるゴム球を嵌めて瓶内に圧搾して入れると圧の相異により水マノメーターの目盛が変動す。此目盛の差の無い所迄排水口より瓶内の水を排除すれば、排除された水量が求むる空氣量に該当する。

第5表 音 声 学 的 検 査

No.	圧出空氣量	發聲持続時間	會話聲の大きさ (フォン)					声 域	五十音の難易
			ア	イ	ウ	エ	オ		
I	1000cc 半年後 100cc	7.5—10"	75~80	70	70	75	70~75	Ais ₁ — Ais	ハ行, ng
II	60—80	2"	75	70	70	70	70	Gis ₂ — C	カ行, シ, ハ 行, ng
III	30—50	2—2.5"	75~65	70	63~67	65~70	70	Gis ₁ — Ais ₁	ア行, ナ行, ハ行, ng
IV	60—80	2.5—3"	60±2.5	60±2.5	70	60	70	B ₁ -d	ハ行, ガ行, ブヒアの区別

第9図 水との置換装置

上記の装置により各例に就き測定せる結果第5表の如し。就中第1例は練習後3ヶ月頃 1000cc 内外の空氣を發聲に使用していたが1年後には 100cc に減少していた。且發聲後も胃泡の空氣全部が消費されてはいなかった。

(2) 發聲持続時間：特に第1例は最弱聲 7.5 秒 (F), 最強聲 5 秒 (F) で文章朗讀にて 13 秒, 60 字を記録した。會話には吸入空氣を最も經濟的に利用し得るからである。

(3) 會話聲の大きさ：騒音計のマイクと被検者との距離を 50cm として測定せる結果第5表の如し。第1例にて最大 85 フオンに達した。

騒音計は日本電子測器株式会社製 SL-1 にして其特性曲線は 300~3000 ω に亘り平坦で 100 ω , -16 db, 200 ω , -10db, 4000 ω , -5db の偏差あるものを用いた。

(4) 聲域：ピアノ音と聲の高さとの比較及び後述の装置により得た音波形の基音の振動数を計算し聲域を測定した。Stern, Schilling は 1~2 オクターブの聲域を有する例を報告しているが、余の例に於ても各々約 1 オクターブに亘り特に第1, 第4例は聲の高さを随意に調節する事が出来たが、その他の例では可能でなかつた。

(5) 五十音に於ける發聲の難易：各例に共通の發聲困難なる語音はハ行及び N, Ng 等の鼻音であり特にハ行音は氣息音で發聲の際に大なる呼氣壓と多量の空氣を要する爲にア行に聞こえ、鼻音は第3例に不如意であつた。又第3例は聲門の形成に舌を必要とする爲、母音の發聲が却つて困難にして一般に各語音とも少々不明瞭であつた。

VII 總括並びに考按

無喉頭音聲の發聲機構に關して前記の諸検査の結果、主な代用氣囊のあり場所によつて無喉頭音聲を次の4種類に區別する事が出来た。

(1) 假性耳語：第6例は術後獨力で習得し、子音は口腔、一部下咽頭腔内の空氣の壓力で發生し、母音は獨立して出し得ず之に先行する子音の附屬物として其後續音を利用している爲に甚だ不明瞭である。發聲は舌の後部を速かに擧上して、口腔又は咽頭腔の狹隘な箇所の後方にある空氣を爆發的に出す。故に子音の口腔内で發生する箇所が前方に在れば在る程音は大きく、b, P は最大、d, t はより小さく、g, k は最も弱い。代用音聲として不適である事は Stern も夙に指摘している。

(2) 咽頭音聲：第3例は舌根を咽頭後壁及び軟口蓋に強度に近づく、下咽頭腔の縮少によるポンプ運動によつて此狹窄部位に斷續音を生ず。氣囊内の空氣量が比較的少いので數語しか云えないが嚥下運動無く、會話に休止時の無い點が特異であつた。音の高さを變化させるべき機構が無い爲に會話は單調であつたが充分に有響性である。然し Schilling, Binder は舌根の緊張を微妙に調節する事により大なる聲域と聲の高さを隨意に變える事の出来た例を述べている。又代用聲門の形成に舌根の關與する結果、共鳴腔が正常に比し小さく母音の種類によつても聲門の移動が認められ、且構音、發聲の明瞭度が害われる。發聲は常に吸氣的休止時に行われるが呼吸運動に必ずしも依存しない。Strübung は移行型として食道上部が開いて氣囊を擴張させた例を述べている。

(3) 食道音聲：發音部位は食道入口部で之より舌根部に至る管腔が振動する。食道口は數個の唇狀のひだがり輪狀咽頭筋の收縮により互に接着し強固に閉鎖されており、空氣嚥下により胸部食道内の壓が一定の大きさに達すると急に食道口を押し開き、壓が下れば再び閉じる。之が繰り返されて聲が生ずる。更に食道口の上に附屬管腔があり母音や子音となる。

此發聲法は年月の経過につれて漸次變化して行く。練習の初期には各例共に例外なく胃を氣囊とし胃泡を發聲に利用する。即ち發聲は連續せる胃よりの嚥氣にして不隨意的で、空氣の濫費著しく嚥下せ

る空氣を直ちに使用しないと胃より下方へ行く。(各例にて放屁が目立つ)が練習により全く隨意的になる。次いで此發聲法は種々の身体的異常がある爲、経過中に代用氣囊は漸次胸部食道に移動し、嘗ての胃泡は發聲機能に必要な空氣の壓力を保持する役割をする。H. Stern は之を“代用氣囊の移動”と呼んでいる。此事は第1例のレ線キモグラムにより明かにされる。即ち練習の初期、發聲時に肋骨の下降と同時に横隔膜も胃泡を壓迫する爲に下降し、正常の呼吸運動と無關係の動きを示しているが、爾後の検査により呼吸時と同様のパラドクス運動を営んでいる事は前述の通りである。斯如くして胸廓擴張時に空氣を嚥下し、胸廓收縮時に會話を行い呼吸運動と密接に結び付いて食道内壓を出来るだけ均等に保たしめ、極めて巧妙な協同性の下に行われている點、正常の發聲機構に類似している。食道内に空氣を入れる方法で E. Froeschels は嚥下法よりも吸引法を強調しているが、余の症例にても第1, 第4例に吸引法が行われて來た。又音量、及び聲の高さを隨意に變える能力も共に他型に比して優れている。

(4) 胃音聲：胃よりの嚥氣を利用し、第7例は口唇を閉じ胸廓擴張位にて鼻腔を経て空氣を吸引する。透視により胃泡の活潑な擴張と發聲時の著明な縮少が認められ、聲音部位は食道口に局限している。食道内腔の變化が食道音聲に比して殆んど認められない。かゝる發聲法は練習の初期に各例に試みられたが、嚥氣は音發生に必要な空氣量より遙に多く従つて空氣の濫費甚だしく、有響性に乏しく不鮮明であり、孰れも此方法より遠ざかつて行つた。

以上之等は便宜上の分類にして、代用聲門、代用氣囊等の形成部位許りでなく、呼吸運動に對する態度をも含めた新しい發聲機構に於て根本的の相異がある。又かゝる主要型の間には恐らく無數の移行型、變型及び混合型が存し、解剖的、精神的及び身体的條件により夫々自己に最適の發聲法を採つて行く様である。

VIII 結 論

喉頭全摘出後、自力による發聲可能の7症例を選び、その各々について發聲機構に關する種々の觀察及び實驗を試みた。

1. 診察所見とレ線透視により舌根及び下咽頭腔の形状、振動部位、食道、胃泡の形状、更に横隔膜と肋骨の動きはレ線キモグラフにより正確に観察し得た。

2. 發聲時に氣管口よりの呼氣壓を測定したが、胃、食道を氣囊とする發聲法では五十音中の動搖が著しい。特に發聲困難な語音（ハ行、ン）にて然り。又咽頭を氣囊とする例では此動搖が殆んど見られなかつた。

3. 電解質溶液を用いたエレクトロプノイモグラフにより、無喉頭者の發聲時における胸腹運動の實態を記録した。

4. その他壓出空氣量、發聲持續時間、會話聲の大きさ等を測定し、聲域は1オクターブに亘るものがあった。

5. 以上の諸検査の結果、主な代用氣囊のあり場所により無喉頭音聲を次の4種類に區別する事が出来

た。即ち、

i) 假性呬語 (Pseudo Whisper): 子音は口腔又は咽頭腔内の空氣の壓によつて生じ、母音は獨立して出せない。

ii) 咽頭音聲: 下咽頭腔の縮小により舌根と咽頭後壁との間に狹窄音を生ず。一種のポンプ運動で會話に休止時がない。

iii) 食道音聲: 氣囊は食道に、發音部位は食道入口部にあり。音量及び音高を隨意に變える能力も共に他型に比して優れている。爾後の症例に於てもこの型が最も多かつた。

iv) 胃音聲: 胃よりの嚥氣を利用し、發音部位は食道入口部で、發聲時食道内腔の運動が殆んど見られない。

これ等4型の間に勿論移行型も見られる。

(原稿到着=昭和27.5.19日)

T. TAKAFUJI, M.D.: ACOUSTIC AND VIBRATORY OBSERVATIONS OF ALARYNGEAL VOICE OF LARYNGECTOMIZED PATIENTS

無喉頭音聲の音響並びに振動學的考察

東京大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任 切替一郎教授)

高 藤 次 夫
タカ フジ オ

目 次

I	緒 言
II	実験装置及び方法
III	実験成績
IV	考 按
V	結 論
	主要文献

I 緒 言

會話の自由に出る無喉頭者に發聲させつつ、その前頭部を聴診して見ると、母音の種類によつて辨別の出来る一種の音を聴取する。そこで聴診器の代りに piezo-pick-up を使用して上記の部位に接觸させ、母

音の起り方と体壁の共振との間に如何なる關係があるかを闡明せんとして次の實驗を行つた結果、音響並びに振動學的に2,3の興味ある結果を得たので茲に報告する。

第1圖 実験装置