TE シャント 発声 と 下咽頭収縮筋

西澤 典子*, 小橋 眞美子*, 酒井 昇*
犬山 征夫*, 田中 克彦**, 加藤 充孝***
関 恵貞***, 高橋 誠***, 伊福部 達***

Inferior Pharyngeal Constrictors in Tracheoesophageal Phonation

Noriko Nishizawa, M.D.,* Mamiko Kobashi, M.D.,* Noboru Sakai, M.D.,*
Yukio Inuyama, M.D.,* Katsuhiko Tanaka, M.D.,** Mitsutaka Kato,***
Heajung Min,*** Makoto Takahashi, D. Eng.,***
and Toru Ifukube, D. Eng.***

*Department of Otolaryngology, School of Medicine, Hokkaido University, Sapporo,

ENT Clinic, Sapporo National Hospital, Sapporo, and *Research Institute of
Electronic Science, Hokkaido University, Sapporo

It has been suggested that the pseudoglottis in tracheoesophageal (TE) and esophageal phonation is formed by the activity of the inferior pharyngeal constrictor muscles. However, the physiology of these muscles has not been entirely investigated in laryngectomized patients. In the present study, the behavior of the pharyngoesophagus in eight TE speakers were investigated during swallowing, phonation and rest. Video-fluoroscopy revealed a single mucosal fold in the posterior wall of the PE segment in the resting state, as well as in phonation, which partially disappeared and dilated the pharyngoesophagus during swallowing. During phonation, the "pseudoglottis" was formed in the upper part of the mucosal fold. On the other hand, the lower part of the fold dilated and did not participate in the formation of the pseudoglottis. Intraluminal pressure-monitoring of the pharyngoesophagus was performed using four subjects. In three of the four subjects examined, the "high pressure zone" was present just below the level of the pseudoglottis at rest, and the pressure was lowered during phonation and swallowing. It was suggested that the pseudoglottis was formed by the activity of the thyropharyngeus muscle, and that the high pressure zone was formed by the constriction of the cricopharyngeus muscle. During phonation, the suppression of the crico-pharyngeus muscle activity seemed to be effective for dilating the high pressure zone and lowering the airway resistance.

Key words : 喉頭全摘術, TE シャント発声, 下咽頭収縮筋, 仮声門, 嚥下

*北海道大学医学部耳鼻咽喉科学教室, **国立札幌病院耳鼻咽喉科, ***北海道大学電子科学研究所感覚情報研究分野

別刷請求: 〒060 北海道札幌市北区北15条西7丁目
北海道大学医学部耳鼻咽喉科学教室
西澤典子

投稿受付: 1993年9月22日

I. はじめに

喉頭全摘出術後の音声言語機能回復のために, 近年 TE シャント形成術が広く行われるようになってきた。TE シャント発声は, 食道発声とともに患者の残存機能を最大限に活用するという意味ですぐれた方法であり, 発話明瞭度に

においても平均的な成績は食道発声と同程度である。また食道発声と比べて獲得が容易であるという利点をもつ。

TE シャント発声の振動源は、食道発声と同様下咽頭食道入口部 (PE segment) 粘膜に存在することが報告されている¹⁻⁴⁾。すなわち、再建された下咽頭食道入口部に後壁から突出した粘膜襞が前後方向の狭めを作り、下方からの気流によって励振される。この粘膜襞のうち振動源となるのは、その上端に近い部分であり、起源は甲状咽頭筋とする説が有力である^{2,3,5,6)}。一方、甲状咽頭筋の直下に位置する輪状咽頭筋は、代用音声において空気摂取および発声の障害となるような過緊張を呈することがあると言われている^{3,6,7)}。

下咽頭収縮筋群は本来、主に嚥下時の下咽頭、喉頭の協調運動に関与する筋肉である。したがって TE シャント発声者の下咽頭食道入口部の動態を、本筋群の活動を念頭におきながら、安静時、嚥下時、発声時で比較検討することは、発声の機構を理解するために意義がある。本研究では、X 線透視と食道内圧測定の手法を使ってこの問題を検討した。

ここでは、TE シャント発声者の下咽頭食道入口部を閉鎖する後壁の粘膜膨隆部のうち、発声時にも膨隆がみられる部分をとくに“仮声門”と呼んだ。

II. 対象と方法

1. 対 象

対象は、TE シャント発声を日常のコミュニケーションに活用している 8 例である。症例の内訳を表 1 に示した。いずれも喉頭全摘出術時一期的に気管食道直接法⁸⁾による TE シャント形成術を行った。下咽頭収縮筋の処理についてみると、正中で縫合した症例が 5 例、縫合しなかった症例が 3 例であった。

2. X 線透視による観察

8 例中 7 例に行った。安静時、嚥下時、定常発声時の下咽頭食道入口部を側方から X 線透視下に観察した。透視画像は毎秒 30 フレームで VTR に録画し、1 フレームごとに解析して、仮声門の位置と形態を検討した。

表 1 症例の内訳

症例	年齢 (歳)	性	舌骨の処理	下咽頭収縮筋の処理
1	52	女	保存	縫合
2	67	男	切除	縫合
3	69	男	保存	非縫合
4	63	男	切除	縫合
5	71	男	切除	非縫合
6	50	男	切除	縫合
7	66	男	保存	非縫合
8	61	男	切除	縫合

図 1 実験装置の模式図

3. 仮声門上下の内圧測定

8 例中 4 例について行った。実験装置の模式図を図 1 に示した。

仮声門上下の圧を測定するために体内用小型圧トランスデューサ (Camino 420XP) を 2 本用いた。この圧モニター用カテーテルの外径は 4Fr で、感圧部はカテーテル先端に内蔵されており、先端方向を向いている。したがって受圧面が食道粘膜に接触せず、安定した計測ができる。周波数特性は 120 Hz、温度誤差は 22~38°C の範囲内で、3 mmHg 以内の直線誤差である。温度誤差を最小限に抑えるため、カテーテルは測定直前まで 37°C の恒温槽に浸した。

まず、気切口からシャントを介して挿入した圧トランスデューサのカテーテル先端部を仮声門の直下に固定した。カテーテルの定位のために経鼻的に挿入したファイバースコープで、発

声中の仮声門下腔を観察し、カテーテルの先端が仮声門直下の含気腔にあることを確認してからファイバースコープを抜去した。次に、経鼻的に挿入した2本目のカテーテルを中咽頭のレベルに固定した。この状態で、母音定常発声および唾液の嚥下を繰り返し、出力をデータレコーダに記録した。

結果の解析にあたっては発声および発声と発声の間の安静時において、圧波形が安定した部分約300 msを選択して1サンプルとした。1被検者について安静時、発声時それぞれ7~30個のサンプルを解析した。記録をサンプリング周波数2 kHzでパーソナルコンピュータに読み込み、解析区間の仮声門下圧(対大気圧)の平均値を算出した。嚥下については経時的な仮声門下圧の変化を口腔内圧と対比して検討した。

III. 結 果

1. 下咽頭食道入口部の動態(安静時, 嚥下時, 発声時の比較)

安静時, バリウム嚥下時, および発声時の下咽頭食道入口部側面像を解析した。記録の1例を図2に示す。この症例では発声時において、後壁からの粘膜の膨隆は第4頸椎の高さに認められ、粘膜の振動はこの上端に認められた。この下咽頭食道入口部の膨隆は発声時だけでなく、安静時にも認められ、その上縁の高さは発声時とほぼ等しかった。嚥下時に後壁膨隆部は一過性にその前後長を減じて入口部を開大し

た。同時に中咽頭を上から下へ移動してバリウムの送り込みを行う収縮波が見られるが、入口部の膨隆はこれとは別に、しかも中咽頭の収縮波が消失する直下に存在した。中咽頭から下へ向かう収縮波と独立した下咽頭食道入口部の膨隆は、7例中症例3を除く6例に認められ、嚥下の経過を通じて消失することはなかった。症例3では、安静時および発声時に、下咽頭食道入口部後壁の膨隆が一定の位置に認められることは他の症例と同じであるが、この膨隆はバリウムの充盈とともに一旦完全に消失し、中咽頭からの収縮波が連続的に下咽頭食道入口部に移行した。

2. 下咽頭食道入口部後壁の膨隆の形態(安静時, 発声時の比較)

前述のように、安静時にも下咽頭食道入口部は後壁から膨隆する粘膜襞によって閉鎖している。この粘膜襞の位置を定常発声時と比較してみた(図3)。

検討した7例中2例(症例1, 2)では、発声時, 安静時に膨隆部の上端, 下端の位置は変化しなかった。残りの5症例では安静時に比べて発声時に膨隆部の上下長が短縮した。発声時に膨隆部が短縮した症例では、全例で発声時に膨隆部の下端がより著明に上昇する傾向がみられた。上昇の程度は頸椎々体の高さにして0.5~2個分(平均1.4個分)に相当した。膨隆部の上端では下端に比べて高さの変化は少なく、安静時に比べて椎体0.5~1個分の上昇を認

症例7

図2 下咽頭食道入口部の経時変化(症例7)

安静時にも後壁膨隆部が認められ、上縁は安静時の仮声門の高さにほぼ一致する。嚥下では下咽頭食道入口部は一過性に開大するが、後壁膨隆部は完全には消失せず、中咽頭を下へ向かう収縮波とは独立に下咽頭食道入口部の定位置に陰影欠損が認められる。

図3 発声時と安静時の比較

上段に頸椎の高さを基準とした後壁膨隆部の位置を、下段に仮声門直下で測定した内圧を、それぞれ安静時、発声時で比較して示した。

図5 嚥下時の圧変化(症例3)

2回分を重ね書きした。嚥下開始(口腔内圧上昇)に同期して後壁膨隆部内の絞扼部では一過性の内圧低下が起こる。

図4 発声時と安静時の圧測定点

圧測定用カテーテルの先端は仮声門(発声時の後壁膨隆部)直下の含気腔の高さにある(矢印)。発声時に後壁膨隆部の下半が開大する症例(A)では、安静時の圧測定点は後壁膨隆部の下半にかかり、閉鎖腔の中にある(A2)。後壁膨隆部の上下長が変化しない症例(B)では安静時にも圧測定点は後壁膨隆部の下になる(B2)。

めたもの2例、変化しなかったものが3例(平均0.3個分)であった。要するに、7例中5例に

おいて安静時に閉鎖していた膨隆部の下方の部分が発声時に開大する所見が示された。

3. 仮声門直下の圧

前述のように、圧測定用カテーテルの先端は発声時に仮声門の直下となる位置に固定されている。したがって安静時と発声時で後壁膨隆部の下端の高さが変化しない症例1では、安静時のカテーテルの位置は後壁膨隆部より下に位置し、発声時に後壁膨隆部の下方が開大する症例3, 4では、安静時のカテーテルの位置は膨隆部の下半にかかっていることになる(図4)。症例8については食道透視を行っていないため、安静時のカテーテルと後壁膨隆部の位置関係は不明である。

安静時と発声時の内圧を図3下段に示した。安静時と発声時で後壁膨隆部の下端の高さが変化しない症例1では、安静時の仮声門直下の圧はほぼ大気圧と等しく、発声時に上昇した。発声時の仮声門下圧の平均値は22.2 cmH₂Oであった。一方発声時に膨隆部の下端が上昇した症例3, 4および透視を行わなかった症例8では、安静時の仮声門直下(膨隆部下半)の圧は大気圧より高く、平均値はそれぞれ166.9, 75.6および58.0 cmH₂Oであった。これら3症例では、発声時には安静時と比べて仮声門直下の圧が低下し、その平均値はそれぞれ53.5, 25.6および30.8 cmH₂Oとなった。

嚥下時の圧測定は症例3, 4, 8について行っ

た。3 症例とも発声時と比べて安静時に内圧の高値を示した症例である。これらのうち少なくとも症例 3, 4 では、発声時に後壁膨隆部の下方が開大し、安静時のカテーテルの位置は膨隆部の下半にかかっている。図 5 に症例 3 の嚥下における仮声門下食道内圧の経時的変動を示した。仮声門直下の内圧は安静時に高い値を示しているが、嚥下開始（口腔内圧上昇）とともに一過性に低下した。嚥下における仮声門下食道内圧の一過性の低下は 3 例すべてに認められた。

IV. 考 察

1. 下咽頭収縮筋

食道発声、TE シャント発声において振動部とされる後壁膨隆部上端の粘膜の位置は、X 線所見上甲状咽頭筋のレベルに相当し、発声に際して自発放電が記録されることから、これら代用音声における仮声門の起源は、下咽頭収縮筋、とくに甲状咽頭筋の筋活動に由来するという考えが近年ほぼ定まっている^{3,5,6)}。

下咽頭収縮筋群は、正常人においては下咽頭から食道への移行部に位置し、嚥下第 2 期に關与する他の筋と協調して、巧妙なタイミングで収縮弛緩を行うことにより、食塊の食道内への送り込みを行う。とくに輪状咽頭筋は食道入口部の upper pinch cock として安静時持続的な収縮を示し、嚥下では直上に位置する甲状咽頭筋の収縮に同期して一過性に弛緩した後、強い収縮を起こすことが知られている。嚥下第 2 期における輪状咽頭筋の一過性の弛緩は、外喉頭筋による喉頭の枠組みの前上方への牽引と協調して食道入口部を開大させる^{9,10)}。また下咽頭収縮筋群は、喉頭防御機構による反射性の喉頭閉鎖に対しても、内外喉頭筋と協調した活性化あるいは抑制を示すとされている。このとき甲状軟骨の上昇に伴う輪状甲状間距離の変化に対して甲状咽頭筋と輪状咽頭筋は拮抗的に働き、喉頭反対における制御の様式も異なるとの説がある。これらの調節の背景には、喉頭知覚神経から中枢を介した制御が想定されているが、筋知覚を含む末梢受容器を介した反射機構の影響が存在する可能性も示唆されている¹¹⁻¹³⁾。

喉頭全摘出術において、下咽頭収縮筋に及ぼ

される直接的、間接的な影響を考えると、本筋群は喉頭付着部で切断され、後半だけが残存することになる。術式によっては正中で再縫合され、輪状に再建されることがある。咽頭神経叢からの神経支配が絶たれていない限り、本筋群には喉頭全摘出術後も筋活動が残存することが筋電図学的に確認されている^{3,5,14)}。しかし嚥下機能などに関する協調は、反回神経、上喉頭神経などへの侵襲によって様々な障害を受けることが、本筋群への神経制御の様式から推察できる。Ogura ら⁹⁾による動物実験では、X, XII 脳神経への侵襲によって呼吸および嚥下運動の協調が障害されること、さらに喉頭水平部切後輪状咽頭筋の気管前縫合を行った例で、輪状咽頭筋の安静時収縮の増強と嚥下時の一過性弛緩の抑制がみられることなどが報告されている。また嚥下における食道入口部の開大が、単に入口部の弛緩と内圧の上昇だけでなく、喉頭の挙上運動などによる外力の影響によって保証されていることを考えると、喉頭および舌骨下筋群の切除摘出によって、嚥下時に下咽頭食道入口部に及ぼされる外力のバランスは術前と比べて変化しているものと想像される。

2. 安静時の下咽頭食道入口部

本研究の X 線透視所見では、全例において下咽頭食道入口部後壁の膨隆は発声時だけでなく、安静時にも認められた。その上端のレベルは仮声門の上端とほぼ等しい。言いかえると、TE シャント発声者の下咽頭食道入口部は安静時にもほぼ仮声門上縁のレベルで閉鎖している。この所見は、同じく喉頭全摘術後症例の透視を行った McIvor ら¹⁾によっても確認されている。本研究の症例で安静時にみられた下咽頭食道入口部後壁の膨隆は、その位置を考えると仮声門の形成と同じく下咽頭収縮筋に由来するものであり、上縁は甲状咽頭筋に相当するものと推察される。

発声時仮声門となる位置の直下で内圧の測定を行った 4 症例中 3 症例（症例 3, 4, 8）において、安静時の圧は大気圧より明らかに高値であり、正常人の食道入口部の upper high pressure zone における静止圧¹⁵⁾に匹敵する。この 3 症例のうち 2 症例では、圧測定用カテーテルの感圧部は後壁膨隆部の下半に位置するこ

とが透視所見から推定される。したがって、TE シャント発声者の後壁膨隆部の下半では、安静時に絞扼部が形成されている症例があると考えられる。このことは Welch ら¹⁶⁾ の報告と一致する。

甲状咽頭筋の直下に位置する輪状咽頭筋は、正常でも安静時の絞扼を示す。後壁膨隆部の上端（仮声門上端）には甲状咽頭筋が位置するとの推定に基づけば、本研究で認められた後壁膨隆部の下半に位置する絞扼部の由来は、輪状咽頭筋の持続的な収縮、あるいはれん縮と推察される。一方、安静時の後壁膨隆部より下の位置で圧を計測した症例 1 では、安静時にはほぼ大気圧に等しい内圧が計測されており、この部位（おそらく食道内腔）で絞扼を示す所見はない。

3. 嚥下時の下咽頭食道入口部

嚥下時の下咽頭食道入口部の動態をみると、すべての症例で、安静時にこの部位を閉鎖していた後壁の粘膜襞が、バリウムの通過に際してその前後長を減じて、入口部は開大している。膨隆部下半の絞扼部での内圧測定(症例 3, 4, 8)においても、嚥下時の口腔内圧上昇に同期した一過性の弛緩が起こることが示されている。これらの所見は、喉頭全摘術後に下咽頭収縮筋が喉頭付着部で切断された状態にあっても、嚥下における下咽頭食道入口部の一過性の弛緩、開大という協調が残存していることを示唆する。

嚥下における後壁膨隆部の部分的な消失という所見の背景には、下咽頭収縮筋群の活動に対する一過性の抑制だけでなく、術後に残存した舌骨上筋群、咽頭筋群などによる口腔、中咽頭の緊張の増加があるのではないかと想像される。しかしながら下咽頭食道入口部後壁の膨隆が、嚥下の経過で完全に消失し、入口部が完全に開大するという所見を示したものは 7 例中 1 例(症例 3)にすぎず、他の 6 例では下咽頭食道入口部にバリウムが充盈してもなお後壁の膨隆が残存していた。

これは、喉頭全摘術における頸部の神経筋系への侵襲のために、正常であれば内外喉頭筋との協調のもとに制御されるべき下咽頭収縮筋群の調節が、部分的に障害され、さらに喉頭および舌骨下筋群の切除摘出によって、嚥下時の下

咽頭食道入口部開大に必要な諸組織の力学的バランスが変化したためと考えられ、Ogura⁹⁾, Murakami ら¹¹⁻¹³⁾ の動物実験による所見を裏づける。

嚥下時に下咽頭食道入口部の完全な開大が認められない症例は、McIvor ら¹⁾ によると spastic type に分類され、この部の絞扼が強すぎるために代用音声の獲得が困難であるとされているが、少なくとも TE シャント発声を行っているわれわれの症例は、全例良好な会話能力を有している。

4. 発声時の下咽頭食道入口部

甲状咽頭筋の直下に位置する輪状咽頭筋は、代用音声において空気摂取および発声の障害となるような過緊張を呈することがあり、術式のうえでの配慮が強調されている。食道発声について廣戸ら⁷⁾ は、喉頭全摘後の再建で本筋を縫合しない方法を推奨している。さらに Singer ら²⁾ は、下咽頭食道入口部の緊張が強いために食道発声ができない例では、積極的に本筋を切断することで発声の改善がみられると報告している。TE シャント発声についてみると、大森ら³⁾ は発声において実際に振動源となる部位の下にも絞扼が存在し、気流に対して抵抗となっていると指摘し、やはりこの絞扼部の由来を輪状咽頭筋とした。

一方これら下咽頭収縮筋群は、喉頭全摘術後に代用音声の生成に対して合目的的な調節を“再獲得する”という考えがあり^{17,18)}、食道発声における下咽頭の抵抗減弱のために輪状咽頭筋が弛緩する可能性が示唆されている¹⁸⁾。実際に Welch ら¹⁶⁾ は、食道発声者の下咽頭食道入口部の内圧測定において安静時に絞扼を示す部分が存在し、発声時には様々な程度に弛緩することを観察している。

TE シャント発声者について行った本研究結果においても、X 線所見上定位置に観察された安静時の後壁膨隆部は、発声時にその上縁の位置がほぼ不変であり、下半の部分が 7 例中 5 例で開大することが示された。さらに安静時の後壁膨隆部のうち、発声時に開大する部分では、内圧測定において安静時の絞扼と安静時の弛緩が認められている。すなわちこれらの症例では、安静時に認められる下咽頭食道入口部の後壁膨

隆部のうち, 下半の部分が発声時に仮声門の形成に関与していないと考えられる。

嚥下所見との比較から, この絞扼, 弛緩を示す部位に位置するのは輪状咽頭筋であろうと考えられる。後壁膨隆部の下半が発声時に弛緩することは発声に際して気道抵抗を減弱させるために効果的であり, 効率のよい発声を行うためには合目的である。しかし, これが発声のために再獲得された調節^{17,18)}であるのか, あるいは単に嚥下第2期にもみられる甲状咽頭筋と輪状咽頭筋の相反性⁹⁻¹³⁾に基づくものかは, 今のところ不明である。

5. 術式と機能

本研究の症例中には, 下咽頭収縮筋の縫合を行った症例と行わない症例が含まれている。今回は症例数が少ないために, 術式の相違と機能の関係は検討していない。しかしおそらく本筋群に対する再建方法の相違, さらに舌骨の切除による舌骨上筋群や中咽頭収縮筋への侵襲の有無は, 嚥下, 発声における協調様式, あるいは下咽頭食道入口部の力学的バランスに影響し, 術後の機能的な成績を左右すると推察される。今後はこの点に留意して, 術式と術後機能の関連を検討することが必要である。

V. ま と め

TE シャント発声者について, 安静時, 嚥下時, 発声時の下咽頭食道入口部の動態を比較検討した結果, 以下の所見が得られた。

1) 下咽頭食道入口部は安静時も後壁の膨隆によって閉鎖していた。

2) 安静時の後壁膨隆部の上縁はほぼ仮声門上縁の高さに相当した。

3) 安静時の後壁膨隆部の下半に絞扼部が形成される症例があった。

4) 嚥下時には後壁膨隆部が一過性にその前後長を減じて下咽頭食道入口部が開大するが, 後壁膨隆部が完全に消失するのは7例中1例にすぎなかった。

5) 発声時には後壁膨隆部下半の絞扼部が弛緩し, 仮声門の形成に関与しない症例があった。

文献的な考察から, 安静時の後壁膨隆部の上縁(仮声門上縁)は甲状咽頭筋, 下半の絞扼部は輪状咽頭筋に由来すると推定した。この推定に基

づけば, 上記の所見は下咽頭収縮筋群の生理的機構と, 喉頭全摘による本筋群への影響から説明可能であり, とくに安静時の後壁膨隆部下半の弛緩は, 代用音声の生成に有利と考えられた。

X線検査についてご指導ご援助を賜った北海道大学医学部放射線科藤田信行助教授に深謝する。

文 献

- 1) McIvor, J., Evans, P.F., Perry, A., et al.: Radiological assesment of post laryngectomy speech. Clin. Radiol., 41: 312-316, 1990.
- 2) Singer, M.I., and Blom, E.D.: Selective myotomy for voice restoration after total laryngectomy. Arch. Otolaryngol., 107: 670-673, 1981.
- 3) 大森孝一: 気管食道シャントによる発声機構. 耳鼻臨床, 85: 447-461, 1992.
- 4) 西澤典子, 田中克彦, 犬山征夫・他: 食道発声とTEシャント発声—同一被験者による比較—。日耳鼻, 96: 1058-1064, 1993.
- 5) 天津睦郎: 喉頭摘出後の音声再建外科. 第93回日本耳鼻咽喉科学会総会宿題報告, 1992.
- 6) Singer, M.I., Blom, E.C., and Hamaker, R. C.: Further experience with voice restoration after total laryngectomy. Ann. Otol., 90: 498-502, 1981.
- 7) 廣戸幾一郎, 森満 保, 小宮山荘太郎・他: 無喉頭者の音声リハビリテーションに関する基礎的研究. 耳鼻, 20: 362-363, 1974.
- 8) 田中克彦, 末永 通, 大橋正実・他: 多量線量照射例に対するTEシャント造設術の経験. 日気食会報, 38: 361-365, 1987.
- 9) Ogura, J.H., Kawasaki, M., and Takenouchi, S.: Neurophysiologic observations on the adaptive mechanism of deglutition. Ann. Otol., 73: 1062-1081, 1964.
- 10) 進 武幹: 嚥下時の喉頭閉鎖. 日気食会報, 26: 131-142, 1975.
- 11) Murakami, Y., and Kirchner, J.A.: Mechanical and physiological properties of the reflex laryngeal closure. Ann. Otol., 81: 59-71, 1972.
- 12) Murakami, Y., and Kirchner, J.A.: Reflex tensor mechanism of the larynx by external laryngeal muscles. Ann. Otol., 80: 46-60, 1971.
- 13) Murakami, Y., and Kirchner, J.A.: Electrophysiological properties of laryngeal reflex closure. Acta Otolaryngol., 81: 416-425, 1971.
- 14) Shipp, T.: EMG of pharyngoesophageal musculature during alaryngeal voice production. J. Speech Hear. Res., 13: 184-192, 1970.

- 15) 森 敏裕, 丘村 熙 : 嚥下圧測定の臨床的意義.
日気食会報, 35 : 241-249, 1984.
- 16) Welch, R.W., Luckmann, K., Ricks, P.M., et al. : Manometry of the normal upper esophageal sphincter and its alterations in laryngectomy. J. Clin. Invest., 63 : 1036-1041, 1979.
- 17) DeCroix, G., Libersa, C., and Lattard, R. : The anatomical and physiological foundation of voice reeducation in laryngectomees. J. Franc. d'Otolaryngol., 7 : 549-573, 1958.
- 18) Storchi, O.F., and Michili-Pellegrini, V. : A proposito dell' innervazione ricorrente del muscolo cricofaringeo e della sua importanza nella fonazione dei laringectomizzati. Bolletino del Malettie dell' Orecchio delle Gole Naso, 77 : 3-14, 1959.