

音声障害に対する音声外科の進歩

平 野 滋

要旨 音声外科は各種の音声障害に対する手術治療としてこの40年間に大きな進歩を遂げてきた。その守備範囲は声帯の炎症性疾患、神経原性疾患、機能性障害、良性・悪性腫瘍など多岐にわたるが、多くの疾患は音声外科の発展により解決するに至った。音声外科の手術は声帯に直接侵襲の加わる喉頭マイクログサージ（ラリngoマイクロサージャリー）から、声帯を触らず音声を変化させる枠組み手術、神経を扱う手術など多彩である。声帯ポリープ、結節、ポリープ様声帯などの炎症性・外傷性疾患はラリngoマイクロサージャリーのよい適応であり、その術式には多くの工夫がなされてきた。重要な点は病変の除去と同時に声帯粘膜組織をできる限り温存する点にある。声門閉鎖不全の是正や声帯の緊張の調節には枠組み手術が有効である。癒痕声帯や声帯溝のような声帯の物性が変化した疾患に対しては従来効果的な方法がなかったが、最近はこのに対する筋膜移植などの新しいアプローチも試みられている。本稿では音声外科の歴史と発展、各手術手技の進歩につき概説する。

（キーワード：音声障害，音声外科，ラリngoマイクロサージャリー，喉頭枠組み手術）

Advancement of Phonosurgery for Voice Disorders

Shigeru Hirano

（Key Words：voice disorder, phonosurgery, phonomicrosurgery, laryngeal framework surgery）

はじめに

音声障害をきたす疾患は多岐にわたり、(1)声帯ポリープ、結節、ポリープ様声帯、声帯嚢胞など声帯粘膜に発生する炎症性、外傷性疾患、(2)癒痕声帯、声帯萎縮、声帯溝など声帯粘膜の変性に起因するもの、(3)反回神経麻痺、痙攣性発声障害などの神経原性疾患、(4)変声障害、過緊張性・低緊張性発声障害などの機能性発声障害、(5)良性・悪性新生物、などが含まれる。音声外科はこれらの音声障害の外科的治療のために開発されたが、そもそも音声外科（phonosurgery）という言葉は1963年 Hans von Leden により提唱されたとされ¹⁾、その後めざましい進歩を遂げてきた。音声外科の黎明期においては、その基礎となるべき声帯の組織、生理、病理学的研究、および手術手技の開発に日本はリーダー的役割を果たした。その後、さらなる喉頭鏡の開発・改良や手術器具の整備、手術法や技術の進歩など、多くの技術革新により、一部

の疾患群を除いては音声障害の多くは解決されるに至った。本稿では、音声外科の発展の歴史と現況について解説する。

喉頭の解剖・生理

音声外科を適切に行うためには喉頭の解剖、生理をよく理解しておく必要がある。喉頭は第5-6頸椎の高さに位置し、吻側は咽頭腔から続き、尾側には気管が連続する。枠組みを形成する軟骨（甲状軟骨、輪状軟骨）と内腔の組織（声帯、仮声帯など）からなり、音声は声帯の振動により発生する。声帯は左右一対の長さ10数mmから20mm程度の粘膜であり、呼吸の際には外転して声門を開き、発声のときには閉鎖（声門閉鎖）し、呼気圧とベルヌーイ効果により規則正しい振動をおこす（図1）。声帯振動は1秒間に100回から200回、ソプラノでは1000回近くおこり、この振動が少しでも阻害されると音声障害をきたすことになる。

京都大学大学院医学研究科 耳鼻咽喉科・頭頸部外科
別刷請求先：平野 滋 京都大学大学院医学研究科 耳鼻咽喉科・頭頸部外科
〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町54
(平成17年12月21日受付)
(平成18年1月20日受理)

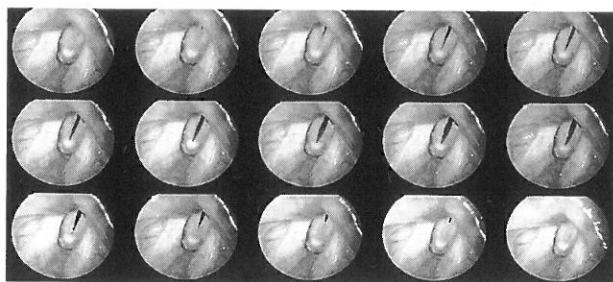


図1 ストロブスコープで観察した声帯振動
左から右に経過。

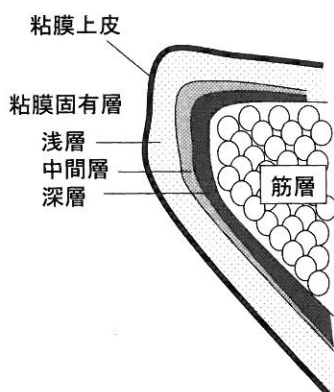


図2 声帯粘膜の冠状断における組織構造の模式図

声帯粘膜の組織構造はきわめてユニークであり、厚さ1 mm程度の粘膜に整然とした層構造を有する(図2)²⁾³⁾。表層から上皮(扁平上皮)、粘膜固有層浅層、中間層、深層がそれぞれの層を築いており、中間層には主に弾性線維、深層には主に膠原繊維が分布し、この2層で声帯靱帯を形成する。浅層は線維成分に乏しく、代わりにヒアルロン酸や間質性蛋白に富み、適度な粘弾性を有する⁴⁾。組織の粘弾性の観点からみると、浅層が最も柔らかく、深層にいくほど硬くなっており、声帯振動は主に上皮と浅層とでおこる。深層よりさらに深部は声帯筋層となり、発声に際しては収縮し堅固な土台を形成する。このように、強固な土台の上を柔らかい組織が振動する組織構築が振動体として理想的と考えられており⁵⁾、このような組織構造は他の器官には認められない。音声外科手術においてはこの組織構造を常に念頭において操作する必要がある。

音声の調節は5つの内喉頭筋により行われ、これらが声帯の内転、外転、弛緩(短縮)、緊張(伸長)をコントロールし、声の音量、高さなどを規定する。この機構を理解すれば、音声外科的に声の高さや強さを変化させることが可能である。

声帯粘膜に対する音声外科 —ラリngoマイクロサージャリー—

喉頭内腔の観察は1855年に Manuel Garcia が喉頭鏡を用いて声帯運動の観察をしたことに始まり⁶⁾、これが現代の喉頭科学の礎とされている。ただし、これに先立って1852年に Horace Green が舌圧子のような形の喉頭鏡を用いて声帯のポリープを摘出したとしており⁷⁾、これが声帯の腫瘍性病変に対する経口的手術の第一号と考えられている。その後、Gustav Killian が今の直達喉頭鏡に近い硬性喉頭鏡を用いた声帯の手術を報告し⁸⁾、1960年代に Oscar Kleinsassar が現代の喉頭マイクロ手術を確立し世界に普及した⁹⁾。現在、声帯への直接的な手術操作にはこのラリngoマイクロサージャリーがスタンダードとなっており、声帯ポリープや結節、良性腫瘍、がんなど多くの声帯の器質性疾患が対象となる。

(1) ラリngoマイクロサージャリーの体位と喉頭展開

本手術の前提として声門の視野が十分確保できることが挙げられるが、経口的に喉頭鏡を挿入し喉頭展開するのに適切な体位は古くから研究されてきた。その結果、硬性の食道鏡を挿入するときのような懸垂頭位は喉頭展開には向いておらず、声門全体の視野の確保には頸部屈曲・下顎伸展がよいとされている¹⁰⁾¹¹⁾。喉頭鏡の挿入により内腔を展開し、頸部からカウnterプレッシャーをかけることで良好な視野を得ることができるようになった(図3)¹²⁾。

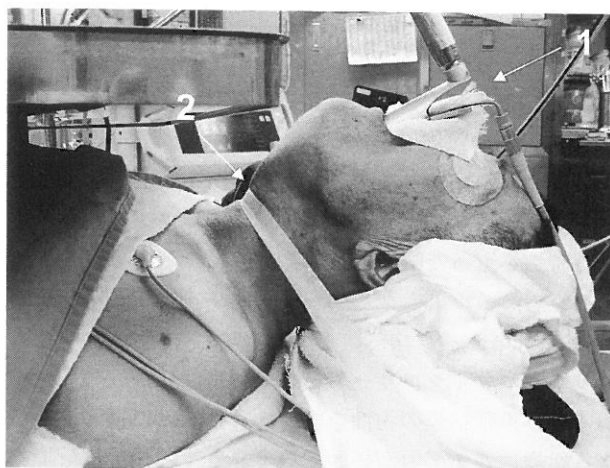


図3 ラリngoマイクロサージャリーの体位
1: 喉頭鏡, 2: カウnterプレッシャー。

(2) 直達喉頭鏡の開発・改良

直達喉頭鏡の形状は術野の展開に大きな影響を与え、それゆえに多くの喉頭鏡が開発されてきた。最も基本的なものは円筒形のもので、日本では Kleinsassar タイプ

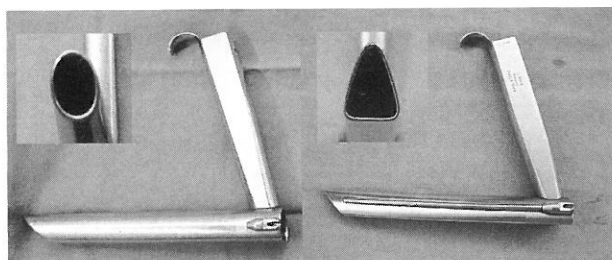


図4 各種喉頭鏡

左：Kleinsassarrの円筒形喉頭鏡，右：Rudertの三角形喉頭鏡。

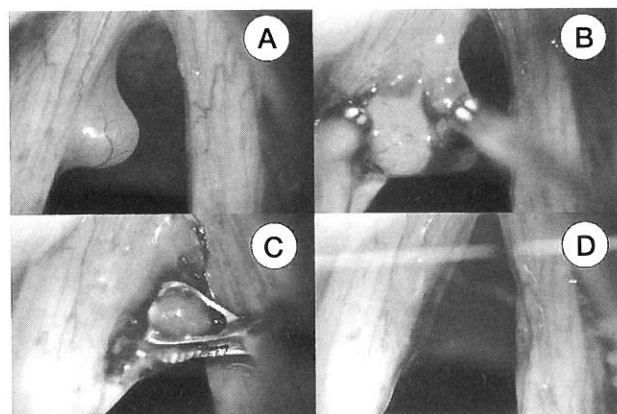


図5 三角形喉頭鏡を用いた声帯ポリープの手術

Microflap法を用いて、ポリープの内容物のみを除去し粘膜組織を極力温存する。

や永島医科のものが普及している。Weerda型のような開閉式のものでは声門上部の操作などに適しており、最近では三角形をしたRudert型やZeitels型が開発された(図4)。三角形タイプは声門が三角形をしているのに合わせたもので、展開の難しい前方も含めた声門の描出に有効である(図5A)。ただし、声門上部の操作には不向きである。各喉頭鏡は長所、短所を有しており、ラリngoマイクロサージャリーにおいては2-3種類の異なる特性をもった喉頭鏡を備えておくことが望ましい。

(3) ラリngoマイクロサージャリーの技術革新—Microflap法—

ラリngoマイクロサージャリーの目的は病変の除去にあるが、声帯粘膜の物性を維持するためには極力温存できる組織は残す努力が必要である。とくに振動部分である粘膜上皮や粘膜固有層浅層をできる限り温存することが望まれ、そのために開発された方法がMicroflap法である¹³⁾⁻¹⁵⁾。従来声帯ポリープなどは上皮ごと切除されていたが、Microflap法では上皮を温存して上皮下のポリープの内容物のみを核出する(図5)。これにより上皮と粘膜固有層浅層の組織が最大限に保存されることになる。この方法はアメリカではすでに1980年半ばに考案さ

れていたが、普及したのは1990年半ばになってからである。現在世界のスタンダードになりつつある。

Microflap法を容易にするための一つの方策としてエピネフリンの上皮下注射が考案された¹⁶⁾。エピネフリンを上皮下に注入することで上皮下の病変を浮き立たせ、Microflapを挙げるためのスペースを確保できると同時に、エピネフリンによる止血効果も期待できる。Microflap法では上皮、粘膜固有層浅層、声帯靭帯と病変との位置関係を正確に把握することが要求され、そのためには術野の出血を抑え常により視野を得ることが重要である。術中よくみられる上皮下の微小血管に対してはKTPレーザーを用いた光凝固も出血のコントロールとして有用である¹⁷⁾。

(4) レーザー手術

1970年代にStrongらは喉頭がんの直達鏡下手術にCO₂レーザーを導入し¹⁸⁾、以来、ラリngoマイクロサージャリーにおいてはレーザー手術が定着するようになった。適応となる疾患はがんや乳頭腫などの腫瘍性病変、肉芽腫、白斑症などであるが、その後に登場したKTPレーザーは血管性病変の光凝固に適しており、喉頭や下咽頭の血管腫の治療に威力を示している。最近ではこれに類似したpulsed dye laserを用いて白斑症や乳頭腫を粘膜組織の損傷を最小限にして治療する方法も試みられている¹⁹⁾。

声帯注入術

声帯注入術は主に反回神経麻痺などによる声帯麻痺に対する声門閉鎖不全の是正のために行われる。基本的には注入物質を声帯筋層から外側に注入し、麻痺声帯の内方移動を図るもので、多くの場合麻酔が不要で外来で簡便にできるのが利点である。注入経路には経口と経皮とがある。

1911年にBruningがパラフィンを注入した²⁰⁾のが始まりで、その後さまざまな注入物質が考案され、一時、テフロンが広く使われるようになった²¹⁾。しかし、その異物性から肉芽腫を形成することが多く長期成績が不良なことがわかり、最近では悪性疾患などで予後不良な患者の短期間のQOL向上の目的ぐらいにしか使用されなくなった。日本の一部の施設では一時期シリコンが用いられたが²²⁾、これも注入用シリコンの発がん性が問題となり、現在行われることはまずない。現在最も多く用いられるのはコラーゲン²³⁾⁻²⁵⁾か自家脂肪²⁶⁾である。コラーゲンにはウシ由来コラーゲン²³⁾、自家コラーゲン²⁴⁾、同種コラーゲン²⁵⁾などが使われる。手技的に簡便で嚙声改善の効果は高いが、時間とともに吸収される欠点があり注

入の反復が必要である。脂肪注入は自家組織を用いるので異物反応の心配はないが、注入後にある程度吸収されるので注入量の調整が難しく、また全身麻酔を必要とするのが欠点であろう。以前は、長期的にはかなりの部分が吸収されるといわれていたが、最近は数年間経っても吸収されずに効果を持続するとの報告もみられる。

声帯注入術は後で述べる杵組み手術に比べると、皮膚切開も不要で比較的簡便な手技であるが、理想的な注入物質はまだ開発されておらず、異物反応や吸収の問題が残されている。最近ではヒアルロン酸²⁷⁾、ヒトマトリックス製剤 (Allo Derm)²⁸⁾、水酸化アパタイト²⁹⁾などの声帯注入の試みも始まっており、今後の成果が期待される。

声帯内筋膜移植

1998年 Rihkanen は声帯麻痺に対する声門閉鎖不全の改善のために細切した筋膜を声帯に注入し良好な結果を報告した³⁰⁾。これは先にのべた声帯注入術と同様のことであったが、その後 Tsunoda ら³¹⁾³²⁾は声帯溝に対する筋膜移植手術を考案した。まず声帯粘膜外側に切開をいれ Microflap を挙げ、次に声帯粘膜固有層を剥離してポケットを作り、そこに筋膜を移植し Flap を縫合するというものである(図6)。その結果、術後数カ月目から徐々に粘膜振動の改善とともに音声の改善を認め、この効果は最長3年間継続したとしている。この報告は、変性した声帯粘膜の物性が筋膜移植により回復する可能性を示している点で画期的である。声帯の物性を変える技術は現時点では確立されておらず、声帯溝や癰痕声帯の治療はきわめて困難であるのが現状である。移植した筋膜がどのような生理的作用を及ぼすのかは今のところ不明であるが、筋膜移植は声帯の物性をかえることのできる新たな医療の展開を示すものと思われる。

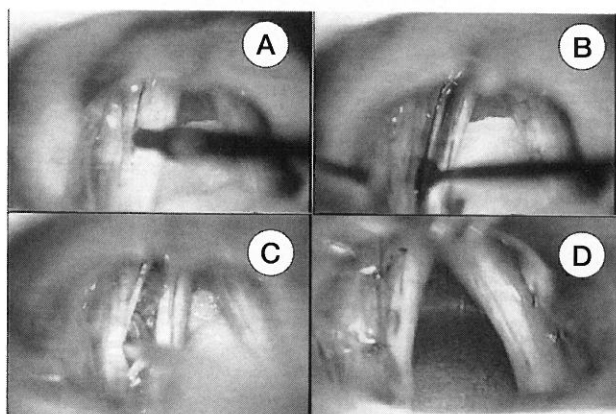


図6 声帯溝に対する筋膜移植手術

ラリngoマイクロサージャリー下に、(A) 声帯粘膜外側を切開し、(B) 粘膜固有層浅層にポケットを作成、(C—D) 筋膜を移植して縫合する。

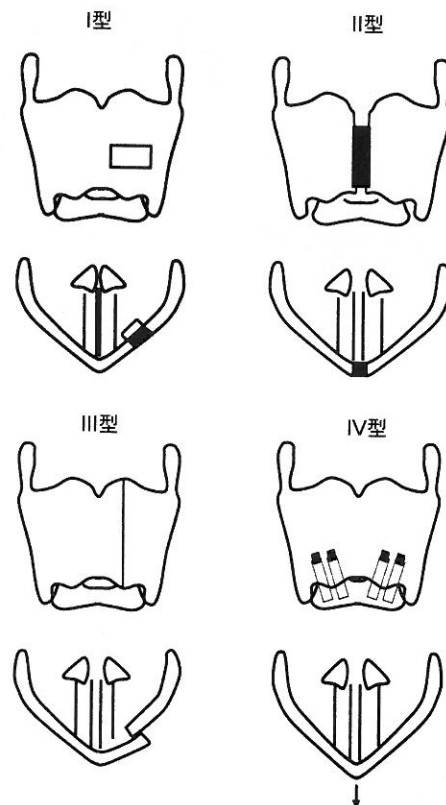


図7 甲状軟骨形成術

I型：声帯内方移動、II型：声帯外方移動、III型：声帯の弛緩、IV型：声帯の緊張。

喉頭杵組み手術

これまでの手術手技はすべて声帯粘膜に直接アプローチする方法で、声帯組織の損傷や癰痕化の危険性が多少とも危惧される。これに対し、声帯粘膜には侵襲を加えず、杵組み(軟骨)のみを扱って音声障害を治療するのが喉頭杵組み手術である。1974年に日本の一色が開発した方法であり³³⁾、その後甲状軟骨形成術(Thyroplasty)として世界中に普及した画期的手術である。原法では4つの型に分けられており、I型が声帯内方移動、II型が声帯外方移動、III型が声帯の弛緩、IV型が声帯の伸張を目的とし、いずれも局所麻酔下、頸部皮膚の小切開で可能である(図7)。

I型は声帯麻痺に対する声帯内方移動術として頻繁に行われる手術で、麻痺声帯レベルで甲状軟骨に小さな窓枠を設け、外から声帯を内方に押し込み固定する(図8)。固定材料として当初自家軟骨片が用いられたが、簡便性からシリコンブロックが頻用されるようになった。しかし前述のようにシリコンの異物性が問題となり、最近では水酸化アパタイト³⁴⁾やチタン³⁵⁾、ゴアテックス³⁶⁾などが使われるようになっている。外切開を要するが、先の注入物質と異なり永続的效果が期待できるのが利点のひ

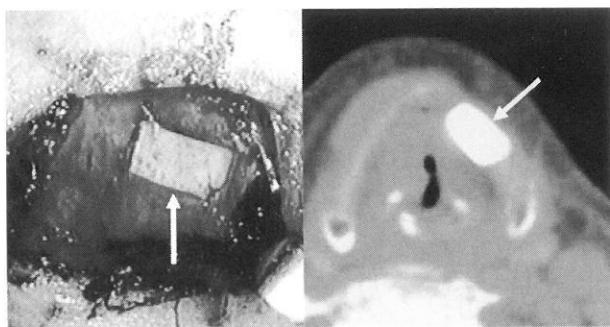


図8 甲状軟骨形成術Ⅰ型

左：シリコン（矢印）で窓枠を固定，右：術後CTでシリコンが適正の位置にあることを確認。

とつである。麻痺声帯のほかにも声帯萎縮や瘢痕、溝などに対する声門閉鎖不全の是正にも用いられる³⁷⁾。

Ⅱ型は声帯を外方に移動するもので、痙攣性発声障害が適応となる。痙攣性発声障害については後述する。

Ⅲ型は声帯の長さを短くして弛緩し、声を低くする手術で、変声障害がよい適応である。変声障害は思春期を過ぎても声が低くならず安定しない状態を指し、主に男性に認められる。機能的側面を持ちつつも、喉頭の成長が不十分で声帯緊張に不均衡が生じることが一因しており、甲状軟骨形成術Ⅲ型が著効する。他に、性同一性障害で声を低くしたい女性にも適応となる。

逆に声帯を伸張し声を高くする手術がⅣ型である。これは甲状軟骨と輪状軟骨を前面で接近させて固定する方法で、これにより声帯は伸張する。蛋白同化ホルモンによる男性化音声の女性患者や、性同一性障害で声を低くしたい女性などが適応となる。

甲状軟骨形成術は低侵襲で劇的な音声の変化をもたらす手術であり、minor changeはあるものの、ほぼ確立された術式といえる。

痙攣性発声障害に対する手術

痙攣性発声障害は発話中におこる内喉頭筋の不随意的なバーストにより音声途切れ途切れになる疾患群である。多くは声帯筋などの声帯内転筋群の過剰収縮によりおこる内転型であるが、外転筋の突然の収縮により発話中に失声する外転型、さらに両者の混合型がある。従来、日本におけるこの疾患に対する世間や医療サイドの認知率は低く、治療を受けられずに放置されてきた症例もかなりあったものと推測される。現在、喉頭に発生する局所型ディストニアとして知られるようになったが、難治性の疾患であることに変わりはない。音声外科の歴史を紐解くと、この疾患への挑戦として1976年に Dedo が反回神経切断術を試みた³⁸⁾。術後の短期成績は良好であっ

たが、副作用として声帯麻痺による嚥声が発すること、長期的には再発率が高いことがわかり、現在行われることは少ない。

現在、欧米で最も普及しているのがボツリヌス毒素注入である³⁹⁾。ボツリヌス毒素は神経筋接合部でのアセチルコリン放出を阻害し神経筋伝達をブロックする。内転型に対しては声帯筋に経口的、あるいは経皮的に注射することにより同筋の麻痺をもたらし、その過剰収縮を抑えることができる。注射後2～3週間は声門閉鎖不全による嚥声がおこるが、その後音声は安定し3～4ヵ月効果が持続する。しかし、その後は効果が消失するので、繰り返し注射する必要がある。日本ではボツリヌス毒素の喉頭への注射は保険で認められていないため普及率は極めて低い。

ボツリヌス毒素が使えない場合や効果が少ない場合に手術治療が選択され、多くの術式が考案された。先のDedoの反回神経切断は今では通常用いられないが、その後、反回神経内筋枝切断や内筋枝—頸神経ワナ縫合術などの選択的神経切断（再建）術⁴⁰⁾が考案され成果をあげた。しかし、これらの手術は手技的に煩雑で難しい欠点がある。

神経の代わりに筋肉をターゲットにした術式として、声帯筋切除術が考案されている。1990年、Wooは甲状軟骨を切開し声帯筋を切除する術式を初めて報告した⁴¹⁾。最近ではラリngoマイクロサージャリー下に行う施設もある。

甲状軟骨形成術Ⅱ型は、甲状軟骨を正中で切り離し外方に移動する術式で、声帯が外方に移動するため過剰な内転を防ぐことができる(図9)。一色が考案し短期・長期的に安定した術後成績を報告した⁴²⁾。この方法は、

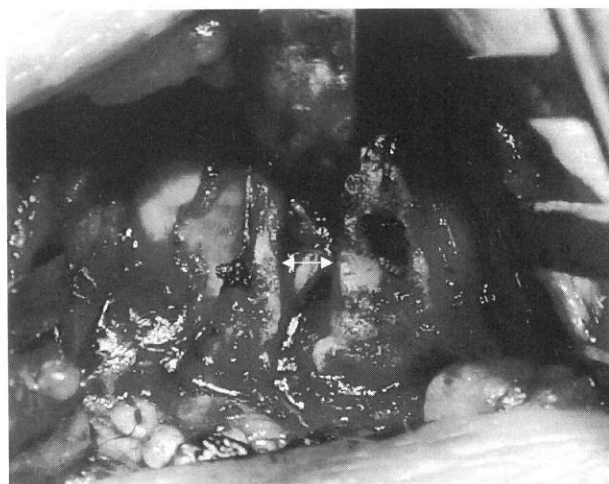


図9 甲状軟骨形成術Ⅱ型

甲状軟骨を正中で離断し、約4mm（矢印間）左右に開く。

前述の神経や筋肉をターゲットとした術式がある意味破壊的な手術であるのに対し、軟骨を変形させるだけの形成術として捉えられ、声帯組織に対しては最も保存的な方法といえる。どのような治療法を選択するかは各症例のニーズに合わせて考える必要があると思われる。

結 語

本稿では主な音声外科の手技とその発展について紹介した。ここに紹介したもの他にまだまだ多くの問題となる疾患や手術手技上の課題はあるが、約40年前に音声外科という概念が提唱された当時に比べると飛躍的な進歩を遂げており、ほとんどの音声障害は一応の解決をえたといえる。残されたものとして、瘢痕声帯や声帯溝など声帯の物性の変性をきたす疾患は大きな課題といえるし、痙攣性発声障害を含めた神経原性疾患に対しても治療法の改良・開発が必要である。今後さらなる発展が望まれるところである。

文 献

- 1) Hirano M: Chevalier Jackson Lecture 1995: Phonosurgery: past, present, and future. Transactions of the American Bronchoesophagological Association 22-30, 1995
- 2) 平野 実: 音声外科の基礎と臨床. 耳鼻と臨 21: 239-245, 1975
- 3) 栗田茂二郎: 人声帯の層構造—形態学的研究— 耳鼻と臨 26: 973-997, 1980
- 4) Gray SD, Titze IR, Chan R et al: Vocal fold proteoglycans and their influence on biomechanics. Laryngoscope 109: 845-854, 1999
- 5) Hirano M: Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. Folia Phoniat 26: 89-94, 1976
- 6) Garcia M: Observations on the human voice. Proc Royal Soc London 7: 397-410, 1855
- 7) Green H: Morbid growths within the larynx. In: On the surgical treatment of polypi of the larynx, and oedema of the glottis, GP Putnam, New York, NY, 1852
- 8) Killian G: Demonstration of an endoscopic spatula. J Laryngol Rhinol 25: 549-50, 1910
- 9) Kleinsasser O: Microlaryngoscopic and endolaryngeal microsurgery. Philadelphia, Pa, WB Saunders, pp48-62, 1968
- 10) Jackson C: Position of the patient for peroral endoscopy. In: Peroral Endoscopy and Laryngeal Surgery. The Laryngoscope Co, St. Louis, Mo, pp77-88, 1915
- 11) Jackson C, Jackson CL: Bronchoscopy, esophagoscopy, and gastroscopy. 3rd ed. WB Saunders, Philadelphia, Pa, 1934
- 12) Zeitels SM, Vaughan CW: "External counterpressure" and "internal distention" for optimal laryngoscopic exposure of the anterior glottal commissure. Ann Otol Rhinol Laryngol 103: 669-675, 1994
- 13) Sataloff RT: The professional voice. In: Cummings CW, et al: Otolaryngology-Head and Neck Surgery, vol 3, Mosby, St. Louis, pp2051, 1986
- 14) Sataloff RT, Spiegel JR, Heuer RJ et al: Laryngeal mini-microflap: a new technique and reassessment of the microflap saga. J Voice 9: 198-204, 1995
- 15) Courey MS, Garrett CG, Ossoff RH: Medial microflap for excision of benign vocal fold lesions. Laryngoscope 107: 340-344, 1997
- 16) Kass ES, Hillman RE, Zeitels SM: Vocal fold submucosal infusion technique in phonosurgery. Ann Otol Rhinol Laryngol 105: 341-347, 1996
- 17) Hirano S, Yamashita M, Kitamura M et al: Photocoagulation of microvascular and hemorrhagic lesions of vocal fold with the KTP laser. Ann Otol Rhinol Laryngol (in press), 2006
- 18) Strong MS, Jako GJ: Laser surgery in the larynx: early clinical experience with continuous CO₂ laser. Ann Otol Rhinol Laryngol 81: 791-8, 1972
- 19) Zeitels SM, Franco RA, Dailey SH et al: Office-based treatment of glottal dysplasia and papillomatosis with the 585-nm pulsed dye laser and local anesthesia. Ann Otol Rhinol Laryngol 113: 265-76, 2004
- 20) Bruning W: Über eine neue Behandlungsmethode der Rekurrenslähmung. Ver Deutsch Laryng 18: 93-151, 1911
- 21) Nakayama M, Ford CN, Bless DM: Teflon vocal fold augmentation: failures and management in 28 cases. Otolaryngol Head Neck Surg 109: 493-498, 1993
- 22) Hirano M, Tanaka S, Tanaka Y et al: Transcutaneous intrafold injection for unilateral vocal fold paralysis: functional results. Ann Otol Rhinol Laryngol 99: 598-604, 1990
- 23) Ford CN, Martin DW, Warner TF: Injectable collagen in laryngeal rehabilitation. Laryngoscope 94:

- 513-518, 1984
- 24) Ford CN, Staskowski PA, Bless DM: Autologous collagen vocal fold injection: a preliminary clinical study. *Laryngoscope* 105 : 944-948, 1995
- 25) Kriesel KJ, Thibeault SL, Chan RW et al: Treatment of vocal fold scarring: rheological and histological measures of homologous collagen matrix. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111 : 884-889, 2002
- 26) Mikaelian DO, Lorry LD, Sataloff RT: Lipoinjection for unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 101 : 465-468, 1991
- 27) Hertegard S, Hallen L, Laurent C et al: Cross-linked hyaluronan used as augmentation substance for treatment of glottal insufficiency: safety aspects and vocal fold function. *Laryngoscope* 112 : 2211-2219, 2002
- 28) Pearl AW, Woo P, Ostrowski R et al: A preliminary report on micronized AlloDerm injection laryngoplasty. *Laryngoscope* 112 : 990-996, 2002
- 29) Lee B, Woo P: Use of injectable hydroxyapatite in the secondary setting to restore glottic competence after partial laryngectomy with arytenoidectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 113 : 618-622, 2004
- 30) Rihkanen H: Vocal fold augmentation by injection of autologous fascia. *Laryngoscope* 108 : 51-54, 1998
- 31) Tsunoda K, Baer T, Niimi S: Autologous transplantation of fascia into the vocal fold: a new phonosurgical technique for glottal incompetence. *Laryngoscope* 109 : 504-508, 1999
- 32) Tsunoda K, Kondou K, Kaga K et al: Autologous transplantation of fascia into the vocal fold (ATFV): long-term result of type-1 transplantation and the future. *Laryngoscope* 115 (12p+2 Suppl 108) : 1-10, 2005
- 33) Isshiki N, Morita H, Okamura H et al: Thyroplasty as a new phonosurgical technique. *Acta Otolaryngol* 78 : 451-457, 1974
- 34) Cummings CW, Purcell LL, Flint PW: Hydroxyapatite laryngeal implants for medialization. Preliminary report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 102 : 843-851, 1993
- 35) Friedrich G: Titanium vocal fold medializing implant: introducing a novel implant system for external vocal fold medialization. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 108 : 79-86, 1999
- 36) McCulloch TM, Hoffman HT: Medialization laryngoplasty with expanded polytetrafluoroethylene. Surgical technique and preliminary results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 107 : 427-432, 1998
- 37) Isshiki N, Kojima H, Shoji K et al: Vocal fold atrophy and its surgical treatment. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 105 : 182-188, 1996
- 38) Dedo HH: Recurrent laryngeal nerve section for spastic dysphonia. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 85 : 451-459, 1976
- 39) Blitzler A, Brin MF, Fahn S et al: Botulinum toxin (BOTOX) for the treatment of "spastic dysphonia" as part of a trial of toxin injections for the treatment of other cranial dystonias. *Laryngoscope* 96 : 1300-1301, 1986
- 40) Berke GS, Blackwell KE, Gerratt BR et al: Selective laryngeal adductor denervation-reinnervation: a new surgical treatment for adductor spasmodic dysphonia. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 108 : 227-231, 1999
- 41) Woo P: Carbon dioxide laser-assisted thyroarytenoid myomectomy. *Lasers Surg Med* 10 : 438-43, 1990
- 42) Isshiki N, Tsuji DH, Yamamoto Y et al: Midline lateralization thyroplasty for adductor spasmodic dysphonia. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 109 : 187-193, 2000