■特集 <音声障害に対する学際的アプローチ>

音声外科の立場から

——声帯への手術侵襲と術後の声帯振動——

湯本 英二

要 約：過去 11 年間に入院の上でおこなった音声外科的治療の内訳は喉頭微細手術が 366 例，喉頭枠組みの手術 29 例，間接喉頭鏡下手術 11 例，その他 4 例と圧倒的に喉頭微細手術が多かった。そこで，声帯に加えた微細な手術操作が声帯振動に及ぼす影響を高速度映画撮影によって検討した。①正常例：下唇，遊離縁とも振動は対称的であった。下唇は遊離縁となって正中で左右が合した後，速やかに外側へ移動した。その後，左右の遊離縁が離開を始めるまで外側に留まり，遊離縁の外方への移動中に内方への動きを開始した。②声帯操作例：声帯膜様部の上面あるいは下面のどちらかに創を作製した場合でも，操作側遊離縁の振動は，振幅が小さくなり，位相は早くなる場合が多かった。操作側下唇の振動は，外方への動きが遅くなり，また，声帯上面の創でも大きいときは下唇の消失することがあった。声帯下面に創を作製した場合，健側遊離縁の振動も不規則になる場合が観察された。

索引用語：音声外科，声帯への手術侵襲，高速度映画，声帯振動，声帯下面

Vocal Fold Vibration After Microsurgery of the Larynx

Eiji Yumoto, M.D.

Abstract : The author investigated the influence of microsurgical intervention of the canine larynx to vocal fold vibration. (1) Normal case : bilateral lower lips and free edges vibrated symmetrically. Lower lips coincided with free edges and met together at the midline. Then, lower lips rapidly moved apart laterally. They stayed at the most lateral points until both free edges started to move apart laterally. After that, they began to move medially to meet together again when free edges were moving away laterally. (2) Cases after microsurgical intervention : a part of the mucosal layer of the upper surface or the lower surface of the vocal fold was removed. Several weeks after the procedures, vibration was observed. In either case, vibration of the free edge of the operated vocal fold became smaller in amplitude and often became earlier in phase than that of the other side. Usually lower lip of the operated vocal fold moved away slower. In addition, when the extent of epithelial removal was large vibration of lower lip was not elicited.

Key words : Phonosurgery, Microsurgery of the vocal fold, High speed movie, vocal fold vibration, Lower surface of the vocal fold

I. はじめに

発声機能を取り扱う音声外科は、多くの場合、音声の改善を目的としておこなわれ、その手法は次のように分類される。すなわち、①喉頭内腔からのアプローチによる病的組織の除去、これには一般にラリngoマイクロと呼ばれる顕微鏡下喉頭微細手術と間接喉頭鏡下手術が含まれる。②声帯に直接触れることなく声帯の位置・形態・緊張を矯正する手術で、甲状軟骨形成術に代表される喉頭枠組みの手術である。以下、③喉頭の神経・筋の機能改善手術、④喉頭の部分的欠損・変形に対する機能再建手術、⑤喉頭の全欠損に対する機能再建手術がある。

本稿では、まず著者らの行っている音声外科の手術を紹介し、次に、手術件数の最も多い顕微鏡下喉頭微細手術における手術操作が声帯振動に及ぼす影響を成犬を用いた実験によって主に声帯下面から観察検討した。

II. 当科における音声外科的治療

昭和51年10月から昭和62年9月までの11年間に入院の上で音声外科的治療を行った、延べ424例を対象にして当科における音声外科的治療の現況を述べた。

表1に疾患別の内訳を示す。非腫瘍性疾患ではポリープが最も多く、以下ポリープ様声帯、声帯結節、反回神経麻痺の順であった。腫瘍性疾患では白板症等の上皮過形成症、成人あるいは幼児の乳頭腫、喉頭癌等があげられた。なお同一患者で病名の重複するものが

表1 当科において音声外科的治療を行った、延べ424例の疾患別内訳

ポリープ	127 (例)
ポリープ様声帯	74
声帯結節	41
反回神経麻痺	30
横隔膜	11
肉芽腫	14
声帯溝症・萎縮	9
過緊張性発声障害	6
喉頭癌	38
乳頭腫・白板症等	71
その他	27
計	448

若干みられた。性別では全体として男性の方が女性より約40%多く、年齢では男性が50歳台、女性が40歳台にピークがあった。

治療手段では喉頭内腔からのアプローチ、とりわけラリngoマイクロが366例と大多数を占めていた。以下、喉頭枠組の手術が29例、間接喉頭鏡下手術が11例、その他4例であった。間接喉頭鏡下手術は現在では全身麻酔がかけられない例などに行われるにすぎない。また、通常の方法によるラリngoマイクロの他に、最近ではレーザーを用いる方法や、従来のシリコンにかわってアテロコラーゲンを声帯に注入する方法を行っているので簡単に紹介した。

著者らは主に炭酸ガスレーザーを用いており、アダプターを介して手術用顕微鏡に装着して使用する。適応疾患は喉頭癌、乳頭腫、白板症等の上皮過形成症、声帯横隔膜症、外傷性瘢痕などである。詳細は参考文献に譲る^{1,2)}。

声帯内注入剤としてのアテロコラーゲンは、仔牛真皮から抽出された異種蛋白ではあるが抗原性はほとんど認められない。教室の岡本は成犬を用いた基礎実験から、声帯注入剤としてのアテロコラーゲンの有用性および安全性を確認した³⁾ので著者らは昭和61年7月より臨床に応用してきた。昭和62年9月までに片側反回神経麻痺(7例)、声帯溝症(2例)、声帯萎縮(1例)、喉頭外傷(1例)の11例にアテロコラーゲン注入を施行した。本法の実際、注入前後の発声機能等については別稿で報告すべく準備中である。

III. 手術操作が声帯振動に及ぼす影響 ——声帯下面の観察を中心に——

1. 方法

実際には成犬を用いた。実験の前段階として、実際のラリngoマイクロを模して顕微鏡下に一側声帯膜様部中央の上面あるいは下面に浅く小さな創を作製した。創が上皮化した後、喉頭を吹鳴し声帯上面および下面から秒速約5,000駒で高速度映画を撮影した。吹鳴に際して両側声帯軟骨部を4-0ナイロン糸で縫合した。声帯振動を撮影したフィルムは1駒ごとにFilm Motion Analyzerを用いて解析した。

気管側からの声帯下面の撮影には摘出喉頭を用いた。喉頭をガラス箱にあけた小孔に固定し、ガラス箱を通して吹鳴し、吹鳴が非生理的とならないように工夫した。吹鳴音はテーブに録音し、ピッチ、ピッチのゆらぎ、H/N比⁴⁾を測定した。なお、H/N比測定のために同定した50個の周期について瞬時周波数を計算

し、相隣合う瞬時周波数の差の平均を平均周波数で除したものを百分率表示してピッチのゆらぎの指標とした。時間の制約のため声帯下面の振動についてのみ報告した。

2. 声帯上面と下面の関係

吹鳴に用いた喉頭をホルマリンで充分固定し声帯位が不動となった後にナイロン糸を除去し喉頭を正中で切断した。図1は右側喉頭を正中側からみた写真である。発声時、声帯上面と下面は平行でなく、両者の間には25度前後の角度がある。また、下面からみた声帯前端は上面のそれに比して後方にみえる。したがって、声帯下面の振動の観察には喉頭気管の長軸より後方か

図1 右側喉頭を正中側からみた写真
発声時、声帯上面と下面は平行でないことがわかる。

らみる必要があった。

3. 結果

まず正常例について述べた。声帯下面撮影時の吹鳴音はピッチ191 Hz、ピッチのゆらぎ1.0%、H/N比10.4 dBであった。下面からみて最大振幅を示す部分で両側の下唇と遊離縁の動きを分析した。声帯振動の1周期中に声帯縁の付近に唇状の隆起が2つ現れる。上の隆起を上唇、下の隆起を下唇と称する。上唇、下唇は声帯上の特定の部位ではなく、これらの唇状隆起が生じる部位は振動の伝搬とともに移動する。閉小期には下唇が上唇より内方にあり、気管側からみると上唇は観察されなくなる。開大期および閉鎖期の大部分において遊離縁は上唇の振動に等しい。

図2に気管側からみた声帯下面の振動を示す。上が左側、下が右側で、外側の線が下唇の動きを、内側の線が遊離縁の動きを表す。下唇、遊離縁とも振動は対称的であった。下唇は遊離縁となって正中で左右が合した後、速やかに外側へ移動した。その後、左右の遊離縁が離開を始めるまで外側に留まり、遊離縁の外方への移動中に内方への動きを開始した。なお、声帯振動は、声門下腔との間に生じた段差すなわちヒダ状粘膜隆起の内方で起こり、それより外方あるいは下方の粘膜は振動しない。正常例では下唇の外方への振動はこのヒダ状粘膜隆起にまで至る。

次に右声帯膜様部中央の上面に小さな浅い創を作製した場合について述べた。振動の分析点は気管側からみて最大振幅を示す部位で両側の遊離縁と下唇とした。図3に本例の声帯振動を示す。下が創を作製した右声帯の振動を表す。操作側は遊離縁、下唇とも振幅が健側よりも小さくなった。遊離縁の外方移動は操作

図2 正常例の、気管側からみた声帯下面の振動
上が左側、下が右側の振動を、外側の線が下唇の動きを、内側の線が遊離縁の動きを表す。図3～5についても同様。

図3 右声帯膜様部中央の上面に小さな浅い創を作製した例の声帯下面の振動

図4 左声帯膜様部中央の上面に先の例より広く、しかし浅い創を作製した例の声帯下面の振動

側がやや早くなった。また、操作側下唇の外方移動は速さがかなり制限され、健側のように最外方でしばらく留まることはなかった。しかしながら吹鳴音はピッチ 129 Hz, ピッチのゆらぎ 0.5 %, H/N 比 14.7 dB とまったく正常であった。

左声帯膜様部中央の上面に先ほどより広く、しかし浅い創を作製した。操作側である左声帯の下唇はまったく惹起されなかった。したがって振動の分析点は、気管側からみて最大振幅を示す部分で両側の遊離縁と右下唇とした。図4に本例の声帯振動を示す。上が操作側である左声帯の振動を表す。遊離縁の振動は振幅がかなり小さくなり、位相が早くなった。下唇の振動はまったく惹起されなかった。吹鳴音はピッチ 147 Hz, ピッチのゆらぎ 1.2 %, H/N 比 2.7 dB とかなり雑音成分の増加がみられた。声帯上面の創によって、声帯下面の粘膜はまったく正常であるにもかかわらず下唇が消失したという結果は注目値する。

最後に右声帯膜様部中央の下面に小さな浅い創を作製した場合について述べた。高速度カメラの位置がやや左側に片寄ったので健側である左声帯の外側が視野

からずれ健側の下唇の振動の一部を撮影できなかった。したがって振動の分析点は、気管側からみて最大振幅を示す部分で両側の遊離縁と右下唇とした。図5に本例の声帯振動を示す。下が操作を加えた右声帯の振動を表す。遊離縁の振動は、振幅には左右差があまりみられないものの、両側とも各周期ごとに不規則な乱れが認められた。この例では操作側である右声帯の位相がやや遅れていた。下唇の振動は振幅が小さくなり粘膜隆起まで到達しなかった。吹鳴音はピッチ 193 Hz, ピッチのゆらぎ 1.4 %, H/N 比 7.1 dB とやや悪化していた。

4. まとめ

声帯膜様部の上面あるいは下面のどちらに創を作製した場合でも、操作側遊離縁の振動は、振幅が小さくなり、位相は早くなる場合が多く観察された。操作側下唇の振動は、外方への動きが遅くなり、また、声帯上面の創でも大きいときは下唇の消失することがあった。

声帯下面に創を作製した場合、健側遊離縁の振動も不規則になる場合が観察された。

図5 右声帯膜様部中央の下面に小さな浅い創を作製した例の声帯下面の振動

IV. おわりに

先に述べたいくつかの音声外科の手法のなかで顕微鏡下喉頭微細手術の行われることが圧倒的に多い。声帯に手術操作を加えた後の創傷治癒に関する形態学的研究は少ないながらもいくつか散見される⁵⁻⁸⁾。しかし、創傷治癒後の声帯振動を系統的に分析した報告はみられない。著者は創傷治癒後の声帯振動を声帯上面と下面の両面について高速度映画を用いて検討し、若干の知見を得たので報告した。特に、声帯上面からの撮影では検出できない、下唇の振動の変化を中心に報告した。今後さらに詳細な検討を行う予定である。

(共同研究者：岡本和憲，河村裕二，黒川浩伸)

文 献

- 1) 湯本英二，岡本和憲，河村裕二，丘村 熙：喉頭癌治療におけるレーザー手術の応用と術後発声機能。日耳鼻，88：728-733，1985.
- 2) 丘村 熙，湯本英二，岡本和憲，河村裕二：喉頭のレーザー外科。日気食会報，37：141-146，1986.
- 3) 岡本和憲：声門閉鎖不全に対するアテロコラーゲン声帯内注入療法に関する基礎的研究。日耳鼻，90：394-403，1987.
- 4) 湯本英二：嗄声度の定量的指標に関する研究。耳鼻臨床，76：2151-2168，1983.
- 5) 北原 哲，福田宏之，鈴木安恒，秋田谷直，他：Laryngomicrosurgery の基礎的研究(声帯損傷の病理組織学的研究)。日気食会報，22：11-14，1971.
- 6) 平野 実：声帯の損傷と回復に関する実験的研究。耳鼻と臨床，21(補冊1)：299-306，1975.
- 7) 大築淳一：声帯創傷治癒に関する基礎的研究。耳鼻と臨床，28：53-65，1982.
- 8) 丘村 熙：声帯組織への手術侵襲と治癒機転。63-82頁。平野 実編「音声外科における最新の進歩」。医学教育出版社，1984.