研 究

新しい喉頭機能外科としての甲状軟骨形成術

1. 実 験 的 研 究

いつしき のぶひこ もりた ひとし おかむら ひろし ひらもと みちあき
一色 信彦・森田 等・丘村 熙・平本 道昭*

喉頭の3大機能すなわち呼吸、嚥下、発声のうち一次的機能というべき呼吸、嚥下機能は、比較的障害され難いが、二次的新しい機能ともいえる発声機能は障害され易く、実際、喉頭疾患症例の大多数は発声障害を主訴とする。

さて各種発声障害の治療法、予後の現状を概観すると、治療しやすく予後の良い疾患と、難治疾患が明らかに区別される。但し喉頭癌、両側反回神経麻痺は治療目標がまったく異なるので除外する。易治群はまず喉頭ポリープ、急性喉頭炎であり、難治群は喉頭外傷、声帯萎縮、声帯皺(Sulcus vocalis)、変声障害、レ線照射後の発声障害、蛋白同化ホルモンによる男性化音声、肥厚性声帯炎、過緊張性発声障害(仮声帯音声など)などである。

ポリープの様に摘出しさえすれば良いものは治療が容易であるが、声帯自身の物性、形状が変化し、声帯自身に手術的侵襲を加えねばならぬものは一般に難治である。つまり喉頭に関しては未だ摘出外科の段階であり、再建外科に入っていないといえる。再建を目的とした声帯自体に対する手術的侵襲は **contraindication** とされて来たのである。喉頭の機能外科の概念も従来は「いかに声帯にさわらずに喉頭内に入れるか」を主眼としたものであった。

声帯自身に対する手術侵襲がなぜそれ程、困難あるいはむしろ避けるべき事なのか。Sulcus vocalis を例にとって考えてみる。声帯皺の部分は索状に短縮しており声帯の粘膜移動性を阻害している。同様の状態が体の他の部分にあり運動を阻害していると仮定すれば(例えば頸部の斜癍痕が頸部運動を阻害する)、形成外科の常識としてまずZ形成による延長を考える。ところが声帯にZ形成を行う事は容易でない。最近 Kleinsasser, 齊藤らにより喉頭のマイクロサージャリーは長足の進歩をとげたが、なお現段階で懸垂直達鏡下に声帯にZ形成を行なう事はほとんど不可能に近い。これがまず第1の問題である。

従って声帯にZ形成を行おうとするならば喉頭截開術が必要となる。ところが截開術後、声帯前連合における肉芽発生を未だ完全に防止するとはいいい切れず、喉頭截開術にも躊躇する。最近では喉頭截開術を避け、声帯に達する方法も多く考案されて来たので、この問題はある程度解決され得る。最大の問題はアプローチの方法にあるのではなく、実は声帯に手術侵襲を加えた後の癒痕、その物性変化がいかに声帯振動に影響をおよぼすかにある。声帯の粘膜移動性が減少ないし消失すれば、声帯振動が大いに障害される事を我々は臨床的、経験的に知り、声帯自体に対する手術侵襲は **contraindication** とされて来たと考えられる。

術後性癒痕 → 粘膜移動性低下、この問題こそ喉頭の機能外科の最大難問と考える。即刻解決し

Thyroplasty for the Treatment of Dysphonia.

Nobuhiko Isshiki, Hitoshi Morita, Hiroshi Okamura and Michiaki Hiramoto.

* 京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室(主任: 森本正紀教授)

うる問題ではなく長期にわたる研究が必要である。

我々は摘出外科より、声帯自身への手術に至る中間段階として間接的に声帯物性、位置を変化せしめる事を考え、その一手段として甲状軟骨形成術を試みた。

従来の文献を通覧するも甲状軟骨の変形が声帯、音声にいかに関与するかについての系統的研究はまったく見られない。本稿では甲状軟骨形成術の各種についての実験成績の概要をのべる。特に音声についての成績、臨床症例については別稿にて発表の予定である。

実 験 方 法

成犬13匹を用い実験を行なった。通常ペントバルビタールソーダ(ミンタル)125mgを腹腔内に注射、仰臥位に固定する。1%キシロカインで局所浸潤麻酔を行ない気管、喉頭を広く露出する。左反回神経、左上喉頭神経を確認し、目印に軽く糸を廻しておく。舌骨を正中断し、咽頭腔に入り喉頭蓋を挙上し、声帯を直視下におき、仮声帯をふくめた水平声門上組織の除去を行なう。披裂部にはまったく手術侵襲を加えない。この声門上切除により声帯を容易に直視でき、とくに左右声帯のレベル差なども容易に判定しうるようになる。発声は疼痛刺激により誘発せしめ、種々条件下に白黒、カラー写真、カラー16mm映画、音声録音を行なった。

反回神経切断前にまず喉頭、とくに声門の対

称性を確認する。頸部のねじれ固定により声門軸の斜になっている時は固定しなおす。1匹の犬では呼吸時声帯運動が非対称的であり実験から除外した。

まず左反回神経を切断、嗄声を来さしめ、種々の甲状軟骨形成術を行なった。すなわち1. 正中線、2. 左甲状軟骨板の前1/3、3. 同中央で垂直に軟骨を切断、外側方の軟骨板を正中側の軟骨板の内側に滑り込ませ、4-0ナイロン糸で固定した。軟骨が重複する巾は2-4mmである。反回神経切断の他に、上喉頭神経外枝切断も時に追加した。他に種々の甲状軟骨切断、変形を試みたがその代表的のものを図1, 2に示す。

実 験 成 績

1. 甲状軟骨正中断 左方板を右方板の下に滑り込ませる。(図1の1, 犬No. 1.)

左反回神経切断後生じた嗄声は本手技により多少軽快したがなお嗄声であり、発声時、声門間隙も減少はしたが、なお後方にかなりの間隙が残存した。声の高さもやや低くなった。犬No. 11では甲状軟骨を正中線で縦断、彎曲を鋭角に変化せしめた。声は改善したが低く、一過性に喘鳴を伴った。

2. 左甲状軟骨板前1/3で垂直断 外側軟骨板を正中側軟骨板の下に滑り込ませる。(図1の2, 犬No. 2, 4, 7, 8, 9, 10)

左反回神経切断後の嗄声は著明に改善した。特に犬No. 4, 9ではほぼ正常声にまで良くなった。その時の声門写真を図3に示す。一般的

には声帯軟骨部になお若干の間隙が発声時残存した。声の高さの変化は著明でない。犬No. 8では、垂直切断後、正中側軟骨板の内側軟骨膜を剝離し、外側板を深く前方まで滑り込ませてみた所、声帯は著明に膨隆し、嗄声の改善はあまり見られず(氣息性→粗糙性となった)声の高さは低かった。

3. 左甲状軟骨板の前後中央で垂直断 外側軟骨板を正中側軟骨板の下に滑り込ませる。(図1の3, 犬No. 3)

嗄声改善の程度はあまり著明でなく、発声時、声門間隙が声帯全長にわたり残存した。

4. 左甲状軟骨板前1/3垂直断と同水平断 左上方板を滑り込ませる。(図1の4, 犬No. 2)

上記3法何れの場合にも、声帯軟骨部には発

図 1

声時間隙を認めた。これは甲状軟骨後方では内側に輪状軟骨があるため、輪状軟骨が邪魔になり甲状軟骨が正中方向に移動しにくいと考えられた。そこで水平切開を加え、水平切開上方の甲状軟骨のみでもより正中方向に寄せる事を考え、上記の垂直、水平切開法を試みた。このT型切開の結果は期待に反し、あまり良くなかった。つまり前筋附着部が遊離したため前筋機能が減弱、声帯は短縮やや外転した。発声時声門間隙も期待に反し、さほど減少しなかった。

5. 左甲状軟骨板前 1/3 垂直断と輪状甲状軟骨間距離の短縮 (図1の5、犬No. 6, 9)

左反回神経切断後、上喉頭神経外枝切断も追加した。まず左甲状軟骨板前 1/3 垂直術を行い外側板をすべり込ませたが(図1の2)声門間隙はあまり減少せず、左右声帯のレベル差つまり左(患側)高位が著明であった。左側声帯は弛緩しており発声の初期にわずかに振巾するのみで、すぐに声門は開いたままになってしまった。声も初めは粗糙性であるが振巾減少ないし停止とともに気息性となった。そこで4-0 ナイロン糸で輪状軟骨甲状軟骨を引き寄せ、前筋機能の代償を試みた。結果は極めて良好であり音声はほぼ正常となり、声門間隙も犬No. 6では後方にごくわずか、No. 9では間隙を認めな

図 2

かった。

6. 甲状軟骨正中両側に平行切開 (正中線より約1 cm離れて(図1の6, 犬No. 5))

反回神経切断は行なわない。図のごとく垂直平行切開を行ない、甲状軟骨の正中板を押し込んだ。声の高さは極めて低下したが嗄声にはならない。押し込んだ軟骨片をもとに引っ張り出せば声の高さも、元にもどった。

7. 甲状軟骨窓状切開, 同軟骨片の内方移動
他側より採取した軟骨片を楔として挿入(図2の1, 犬No. 12)

本手技により、反回神経麻痺嗄声は満足すべき程度に改善した。図4にその実際を示す。

8. 甲状軟骨縦切開2本, 中間軟骨片を内方へ圧迫中間に軟骨片を楔として挿入(図2の2, 犬No. 13)

本手技によりモルガニ氏洞が膨隆し声帯も浮腫状に腫脹した感あり、声は低く圧迫された軽度嗄声である。

9. 甲状軟骨正中断, 甲状軟骨の彎曲を变える(図2の3, 犬No. 14)

両側反回神経を露出, 自然発声せしめ、ついで発声時に両側同神経に電気刺激を与える。刺

激条件は0.3V, 80Herz, 5msec, の矩形波による連続刺激である。刺激により声門の強度収縮を来し声帯は短縮する。音声は低く、圧迫された嗄声となり、過緊張性音声障害を模する事ができた。この際、両側甲状軟骨断端をピンセットで把持し、声門が開大する様両甲状軟骨を外上方(外腹側方)へ引離すと音声は改善した。同様の効果を持続的とするため、鋼線を甲状軟骨に糸で固定、正中中部で甲状軟骨の彎曲角度がより鈍角になる様、鋼線を曲げたが、彎曲効果の他に声帯は短縮し声は低くなり、改善しなかった。図2の3に示すごとく合成樹脂板により甲状軟骨彎曲を増加せしめたが鋼線と同様、声帯短縮効果を伴い、音声の改善は得られなかった。

10. 輪状甲状軟骨間距離の短縮 (犬No. 14)

上記実験に用いた犬でまず甲状軟骨正中断切開端を糸で縫合固定、可及的元の状態にもどす。左反回神経、左上喉頭神経外枝を切断、発声時声門間隙とともに声帯のレベル差(麻痺側が高い)が生じた。このレベル差を軽減さすため以下の4手技を行なった。

①正中近く(左前筋の正中側縁)で輪状軟骨と甲状軟骨を引き寄せる。

図 3

②側方寄り(左前筋の斜部)で輪状軟骨と甲状軟骨を引き寄せる。

③上記2法を同時に行なう。

④甲状軟骨正中切開線で左方軟片板がやや尾側にずれる様固定する。

上記4法を試みた結果、いずれの方法でもレ

ベル差は改善されるがその効果は3, 4が大であり1ではやや少ない。つまり輪状甲状軟骨間短縮の声帯レベルにおよぼす影響は側方で行った方が正中寄りで行なうより大である。第4法ではレベル差はなくなるまで改善されるが音声はやや嗄声となる。

考

按

図 4

実験成績を通覧すると、甲状軟骨の変形により極めて効果的に、声帯の位置、緊張度を変化させる事ができる事が判った。

機能的立場から甲状軟骨形成術を検討すると次の4型に分離しうる。すなわち(図4)

1. 声帯側方圧迫(lateral compression),
2. 声帯側方拡張(lateral expansion),
3. 声帯短縮(shortening).

4. 声帯延長(lengthening).

である。

各型につき、実験成績、臨床適応について過去の文献と対比しつつ考按する。

I. 甲状軟骨形成術I型 Lateral Compression

従来片側反回神経麻痺症例に用いられた種々の方法につき文献的考察を加える。まず、1911年 Brühnings はパラフィン注入により声帯正中変位を起さしめる方法を初めて反回神経麻痺に試みた。材料がパラフィンだったためパラフィノームなど種々の合併症を来し、やがて、かえりみられなくなった。しかし最近 Arnold (1962, 1964) その他多くの人が、注入材料にテフロン、タンタルム末、シリコンなどを新たに試み、好成績をあげている。

Payr は1916年「コ」の字型(左の場合)の切開を甲状軟骨の声帯の高さに加え軟骨弁を押し込む事により声帯を正中方向に変位せしめる方

Type I : Lateral Compression

Type III : Shortening

Type II : Lateral Expansion

Type IV : Lengthening

図 5

法を試みた。弁が有茎であるため、あまり正中方向に変位せず、あまり臨床的に用いられるには至らなかった。

Meurman (1952) は始めて軟骨移植を試みた。肋軟骨を切除、甲状軟骨と内側甲状軟骨膜の間に挿入した。Opheim (1955) は甲状軟骨の一部を切除し、軟骨膜の内側に挿入した。しかし軟部組織に対する侵襲のため術後浮腫を来すもの、なかには気管切開を必要とするものがあった。沢島ら (1968) は甲状軟骨片を甲状軟骨と軟骨膜の間に入れ、優れた成績を得た。Kamer and Som (1972) は外傷性声帯麻痺症例に甲状軟骨片を甲状軟骨下縁より挿入した。

一方 Bernstein and Holt (1967) は胸骨舌骨筋を甲状軟骨と内側軟骨膜の間に挿入する方法

を実験的に検討した。披裂軟骨の回転すなわち Morrison の reverse King's Operation (1948) や Montgomery の披裂軟骨固定術 (1966) はやや技術的に困難で未だ臨床的に広く応用される所までいっていない。Mündnich (1970) も甲状軟骨に切開を加えず披裂軟骨筋突起を甲状軟骨下角に引き寄せ声帯の正中方向転位を計る方法を報告している。片側声帯麻痺に対し恐らく現在最も広く用いられているのは、合成物質の声帯注入法であろう。最近では佐藤ら (1971), Hurst (1972) のごとく経皮的に注射する方法も行なわれている。

著者らも軟骨移植、弾性シリコン声帯注入 (経皮的あるいは間接喉頭鏡下) などを試みて来たが何れもかなりの好成績が得られて来た。

人工物質の注入は最も簡便であるが欠点もちろんある。

Bernstein and Holt (1967) の指摘するごとく多くの未解決の問題が残されている。すなわち異物である以上発癌の可能性、組織外へ排出される可能性、組織内での移動、吸収の可能性もまったくは否定できず、あるいは声帯自身が固すぎてしまわないかなどの恐れもある。特に声帯辺縁近くに多量に注入された場合、声帯硬化を来し、音声の改善が得られない事は特に注意すべき事といえよう。

我々の甲状軟骨形成術は術式もさして複雑でなく、内側甲状軟骨膜より奥への侵襲が極めて少なくて済み、従って術後浮腫も少い事が考えられる。声帯麻痺ならびに声帯萎縮が本手術の適応と考えられる。

甲状軟骨形成術Ⅰ型のうちいかなる切開が最適か、本実験のみでは結論は出せない。人摘出喉頭での検討がもちろん必須である。本実験の範囲内では甲状軟骨板 1/3 の垂直切開や声帯レベルでの矩形切開、同内方移動が優れていた。

Ⅱ. 甲状軟骨形成術Ⅱ型 Lateral Expansion

甲状軟骨を外側に拡張、寄りすぎの声帯を側方にずらすのがねらいである。例えば仮声帯音声などのいわゆる過機能性音声障害がその適応となり得る。本型に関しては実際の手技もやや困難であり今後に残された問題が多い。

Ⅲ. 声帯短縮(弛緩) Shortening (Relaxation)

声帯附着部甲状軟骨片を奥に押し込み声帯を弛緩せしめる方法であり変声障害や声帯皺などによる声の高すぎ症例がその適応となる。新美らは(1973)声帯皺に対し声帯附着部甲状軟骨を四角に切り、同部軟骨片を押し込み好成績を得たと報告している。

我々の垂直平行切開法も原理的には新美らの方法と同じであるが、声帯弛緩効果は垂直平行

切開法の方が容易に得られる様に思われる。

Ⅳ. 声帯延長(緊張) Lengthening (Stretching)

ナイロン糸で輪状軟骨、甲状軟骨間距離を短縮すると声は著明に高くなった。実際の臨床例では糸のゆるみ、軟骨への糸のくい込み防止策が必要である。声の低すぎ、すなわち女性での蛋白同化ホルモンあるいは男性ホルモンによる男性化音声がその適応となる。臨床例については別稿にて詳述するが、ナイロン 3—0 を 4 本用い、くい込み防止に軟骨マットレスを用いた。

Ⅴ. 本実験の限界と将来の問題点

犬と人間喉頭の差については、いつも問題となる所であるが、特に本研究に關聯して重要と考えられる点を列記すれば、まず犬では声帯の軟骨部が相対的に人間より長い。従って本実験で見られた軟骨部の声門間隙は人間では相対的に小さな間隙となるのではないかと予想される。また犬の前筋は人間より発達しておりその収縮効果もより大である。

甲状軟骨形成術Ⅳ型は犬では人間より容易にかつより効果的に行なえる様に思われる。

本実験ではすべて反回神経ないし上喉頭神経切断直後の嗄声を基準にして甲状軟骨形成術の効果を判定した。実際人間を対象にした場合、少なくとも発症後 6 カ月を経過し声帯萎縮を伴っている症例がほとんどと考えられ、犬の場合より声門間隙が大きい様に思われる。従って甲状軟骨形成術Ⅰ型も実際の術式の選択にあたっては声帯萎縮の有無、反対側声帯の代償運動の有無も考慮に入れねばなるまい。臨床的にⅠ型を行なう場合、軟骨板の滑り込ませ型にするか、矩形軟骨片を押し込む型にするか、それらの選択は今後の臨床症例の積み重ねを必要とする問題である。人摘出喉頭についてこれらの観点から、特に声帯、甲状軟骨、輪状軟骨、披裂軟骨の位置的関係を計測、検討中である。

ま と め

甲状軟骨を変形せしめる事により声帯の位置、緊張度を変化せしめる事ができないかと考え、犬13匹を用い実験的研究を行なった。

まず犬一側反回神経を切断、嗄声を生ぜしめ、甲状軟骨前中1/3の部位で垂直切開を加え外側軟骨板を正中側の軟骨の下に滑り込ませ、麻痺側声帯を正中方向に移動せしめた。本法により嗄声は著明に改善した。その他種々の甲状軟骨形成術を試みたが機能的に以下の4種に分類した。すなわち

1. 声帯側方圧迫 Lateral Compression
2. 声帯側方拡張 Lateral Expansion
3. 声帯短縮(弛緩) Shortening (Relaxation)
4. 声帯延長(緊張) Lengthening (Stretching)

甲状軟骨形成術の利点として甲状軟骨内への手術侵襲が比較的少なく、術中、声を聞いて調節可能である事をあげた。甲状軟骨形成術は喉頭機能外科において将来性ある一手段となりうると考える。

参 考 文 献

- 1) Arnold, G.E. : Vocal Rehabilitation of Paralytic Dysphonia. Arch. Otolaryng. 76 : 358, 1962.
- 2) Arnold, G.E. : Further Experiences with Intra-chordal Teflon Injection. Laryngoscope 74 : 802, 1964.
- 3) Bruenings, W. : Ueber eine neue Behandlungsmethode der Rekurrenslaehmung. Verhandl. Verl. Deutsch. Laryng. 18 : 93, 1911.
- 4) Bernstein, L. and Holt, G.P. : Correction of Vocal Cord Abduction in Unilateral Recurrent Laryngeal Nerve Paralysis by Transposition of the Sternohyoid Muscle. Laryngoscope 77 : 876, 1967.
- 5) Hurst, W.B. : Percutaneous Injection of a Vocal cord with Teflon. J. Laryng. Otol. 86 : 633, 1972.
- 6) Kamer, F.M. and Som, M.L. : Correction of the Traumatically Abducted Vocal Cord. Arch. Otolaryng. 95 : 6, 1972.
- 7) Lewy, R.B. : Glottic Reformation with Voice Rehabilitation in Vocal Cord Paralysis. Laryngoscope. 73 : 547, 1963.
- 8) Meurman, Y. : Operative Mediofixation of the Vocal Cord in Complete Unilateral Paralysis. Arch. Otolaryng. 55 : 544, 1952.
- 9) Montgomery, W.W. : Cricothyroid Arthrodesis. Ann. Otol. Rhinol. and Laryngol. 75 : 380, 1966.
- 10) Morrison, L.F. : The "Reverse King operation". Ann. Otol. Rhinol. and Laryngol. 57 : 945, 1948.
- 11) Mueller, P.B. : Paralytic Dysphonia. Folia phoniat. 25 : 104, 1973.
- 12) Mündnich, K. : Eine einfache und verlässliche Methode zur Spannung und Verlagerung des Stimmbandes medianwärts bei Dys- und Aphonie mit phonatorische Dyspnoe. Arch. klin. exp. Ohr-, Nas.-u. Kehlk. Heilk. 196, 324, 1970.
- 13) 新美成二, 武本欣也, 設楽哲也 : 1973. 声帯ヒダ形成症に対する一手術法. 日耳鼻76, 増刊号43頁, 昭48
- 14) Opheim, O. : Unilateral Paralysis of the Vocal Cord. Operative Treatment. Acta Otolaryng. 45, 226, 1955.
- 15) Payr : Plastik am Schildknorpel zum Behebung der Folgen einseitiger Stimmbandlähmung. Deutsch. Med. Wsch. 43 : 1265, 1915.
- 16) Rubin, H.J. : Intracordal Injection of Silicone in Selected Dysphonia. Arch. Otolaryng. 81 : 604, 1965.

17) 佐藤武男, 山本邦之, 内海重光, 高山将 1971.
耳鼻咽喉科における甲状腺癌の実態と治療. 耳鼻
臨床, 64, 514. 昭46

18) Sawashima, M., Totsuka, G., Kobayashi, T.
and Hirose, H. : Surgery for Hoarseness due to
Unilateral Vocal Cord Paralysis. Arch. Otol-

ryng. 87 : 289, 1968.

原稿到着 昭和49年7月12日
別刷請求先 一色 信彦
〒606 京都市左京区聖護院川原町53
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室