チタン製スパーサーとプレートによる喉頭気管の 再建を行った喉頭外傷の1例

松島 康二¹⁾・一色 信彦²⁾・田辺 正博²⁾
枝松 秀雄¹⁾

A Case of Laryngeal Trauma with Laryngotracheal Framework Reconstruction Using Spacing Device and Plate Made from Titanium

Koji Matsushima¹⁾, Nobuhiko Isshiki²⁾, Masahiro Tanabe²⁾
and Hideo Edamatsu¹⁾

Patients who suffer serious laryngotracheal stenosis due to a laryngeal trauma need to have framework and airway surface reconstruction; therefore, they require several more surgeries and protracted treatments in many cases. Patients' own tissues such as costochondral, nasal septal cartilage and conchal cartilage, as well as artificial materials such as hydroxylation apatite, titanium mesh and artificial airways developed by advances in regenerative therapy, have been used for the reconstruction framework. We reported on a traumatic laryngeal case, an 18-years-old man, with whom we obtained good result using a spacing device and a plate specially manufactured from titanium for airway reconstruction. Results from this case suggest that using instruments made from titanium for reconstruction of laryngotracheal stenosis minimizes invasive tissue harvesting and shortens the treatment period.

Key words : laryngeal trauma, tracheostomy, titanium bridge

はじめに

喉頭外傷には交通外傷、スポーツ外傷、頸部切創など外からの力による狭義の喉頭外傷（外損傷）と、気管内挿管や手術による医原性損傷、（化学）熱傷など内腔側からの力による外傷（内損傷）がある。狭義の喉頭外傷（external laryngeal trauma）は開放性喉頭外傷（penetrating laryngeal trauma）と閉鎖性喉頭外傷（blunt laryngeal trauma）に分けられる。

喉頭外傷はその病態が一樣ではないため定型的な治療法はないが、急性期の治療は気道を確保することに重点がおかれ、安定期に入って喉頭の機能障害に対して対応するケースが多い。気道確保の処置を受けた症例のなかで気道狭窄が保存的な治療で改善しなかった場合、気道再建が必要になる。輪状軟骨・気管壁の再建には様々な材料が用いられており、自家材料としては肋軟骨¹⁾、鼻中隔軟骨²⁾、耳介軟骨³⁾が、人工材料としては水酸化アパタイト⁴⁾やチタンメッシュ⁵⁾、再生医療の進歩により組織再生誘導型人工気道⁶⁾が開発・臨床応用されている。

今回我々は、喉頭外傷症例の気道再建にチタン製の特製スパーサーとプレートを用いて、良好な結果を得たので報

告する。

症例：18歳、男性

主訴：発声障害

現病歴：2007年7月初旬、自動二輪車の走行中に、前方のチェーンに気付かず頸部を損傷した。救急搬送された病院で10日間の挿管管理を受け、抜管後に両側声帯の運動障害を指摘された。抜管後2週間を経過した頃から呼吸苦を自覚し、徐々に増悪するため同病院の診察を受けたところ、高度の声門下狭窄が認められた。そのため再度気管内挿管管理となり、後に気管切開術を受けた。狭窄部位に対してレーザーによる狭窄病変の除去も試みられたが効果が低く、気管切開孔の閉鎖および音声改善の希望があり、2008年3月初旬に一色クリニック（現京都ボイスセンター）受診となった。

初診時所見：両側声帯の運動障害を認め、声門下の高度の狭窄を認めた（図1-a）。気管切開孔にはレティナカニューレが挿入されている状態であった。頸部の3DCTでは甲状軟骨に外傷の影響は認めなかったが、輪状軟骨は両側2箇所骨折し前後に押しつぶされた形に変形し、輪状

1) 東邦大学医学部耳鼻咽喉科大森病院

2) 京都ボイスセンター・一色クリニック

1) Department of Otolaryngology, Toho University School of Medicine

2) Kyoto Voice Center Isshiki Clinic

図1 初診時の喉頭所見と3DCT

- 声門下はpinhole程度(矢印)にまで高度に狭窄。
- 輪状軟骨は両側の矢印部分で骨折・変形している。
- 輪状軟骨から末梢側は高度の気道狭窄をきたしている。

表1 vocal efficiency index

	初診時	初回術後	2回目術後	3回目術後
DCフロー (mL/s)	185	509	596	673
ACフロー (mL/s)	2	122	125	287
ratio (%)	1.1	24.0	21.0	44.3
周波数 (Hz)	65	168	172	175
音圧レベル (dB)	62	82	81	88

手術毎に改善を示し、3回目術後には正常に近い値まで改善している。

軟骨直下は高度に狭窄している状態であった(図1-b.c).
初診時に行ったvocal efficiency indexを表1に示す。

治療経過：喉頭気管狭窄症に対して計3回の手術を行った。

初回手術(2008年8月下旬)は狭窄部分の瘢痕組織を除

去したのち、同部に口唇粘膜の移植を行い手術用手袋にシリコンを充填したcore moldを留置した(図2-a)。その後、9月下旬から翌年の2009年3月中旬までT-tubeを用いて内腔の保持を行った。しかし、T-tube抜去後から徐々に大きな声を出しにくくなってきたとの訴えがあり、気管内を観察したところ再狭窄を認めた(図2-b)。T-tubeを抜去した際に行ったvocal efficiency indexを表1に示す。

2回目の手術は2009年5月下旬/6月下旬/7月中旬の3期に分けて行った。まず狭窄部位の気管・輪状軟骨を切断し喉頭気管皮膚瘻を形成。次にDP皮弁を作製し、その裏面に口唇粘膜を縫合固定した(図2-c)。皮弁を元の位置に戻し縫合、粘膜を生着させた。1ヶ月後に再度皮弁を起こし、生着した粘膜部分を用いて再建した(図2-d)。2回目術後のvocal efficiency indexを表1に示す。2回目の手術後は狭窄無く経過していたが、患者から若干の息苦しさがあることと、もっと大きな声が出したいと希望があり声門部の気流量を増加させる目的で3回目の手術を予定した。

3回目の手術は2010年3月中旬に行った。前回移動した皮弁の境界に皮切を加え喉頭と気管を露出し、前回の開大部位より右側の輪状軟骨・気管を切断した(図3-a)。今回の開大位の維持には、甲状軟骨形成術Ⅱ型を行う際に使用しているチタン製のスパーサー(以下チタンブリッジ)を輪状軟骨部分に用い、特製のチタンプレートで気管部分

図2 初回手術後の喉頭所見 (a,b) と2回目手術の術中所見 (c,d)
 a. 初回手術では喉頭気管皮膚瘻を作成しcore moldを留置.
 b. T-tube抜去後に再狭窄傾向 (矢印) を認めた時の喉頭所見.
 c. DP皮弁の裏面に口唇粘膜を縫合固定 (破線部分).
 d. 粘膜が生着した1ヶ月後に再度皮弁を起こし再建.

図3 3回目手術の術中所見
 a. 輪状軟骨 (矢印：上)・気管軟骨 (矢印：下) を切断.
 b. 輪状軟骨はチタンブリッジで、気管軟骨は特製チタンプレートを用いて開大固定.

に用いた (図3-b). 内腔面のライニングは行わずにチタンブリッジ及びチタンプレートの一部が気道に露出した状態で喉頭・気管の再建を行った. 術後は順調に経過し患者の呼吸苦の訴えも無くなり, 納得できる声量も獲得する事が出来た. そして2010年8月中旬に気管切開孔を閉鎖し現在も問題無く経過している. 3回目術後の頸部3DCTを図4-aに, 術前後の声門下の所見を図4-b.cに, vocal ef-

ficiency indexを表1に示す.

考 察

喉頭はその周辺構造により保護され, 可動性のある器官であるため比較的損傷を受けにくい. しかし呼吸, 嚥下, 発声と生命活動や社会生活に必要な機能をもった器官であるため, ひとたび損傷を受けた場合はその部位と

図4 3回目手術術後の3DCTと手術前後の声門下所見

- チタンブリッジと特製チタンプレートにより気道は拡大されている。
- 術前の声門下所見，矢印で示す箇所は2回目手術の際に再建で用いた口唇粘膜。
- 術後の声門下所見，矢印で示す箇所がチタブリッジで開大した部位，上皮に覆われている。

程度により様々な障害が起こる。

急性期に優先される治療は気道確保であることに疑問の余地はないが，今回の症例では急性期の気道確保に気管内挿管が行われていた。対応する施設や医師によっては，気管内挿管の方が気管切開より行いやすい場合もあるが，挿管操作や挿管チューブ留置により喉頭・下咽頭および気管粘膜のさらなる損傷や感染を起こし，喉頭の機能障害や気道狭窄を増悪・進行させる可能性がある^{7,8)}。また皮下気腫や縦隔気腫を合併し，その原因部位が不明な場合は挿管に伴うマスク換気で気腫の増悪や感染を誘発しうる⁹⁾。今回の症例のように急性期に気管内挿管を行い気道確保した症例でも，挿管後早期に気管切開を行うべきであったと考える⁸⁾。

急性期治療後も気道狭窄が改善せず，瘢痕性喉頭気管狭窄を来した場合には気道の再建が必要になる。気道の再建は内腔を保持する適度な硬度を持った枠組みと，気道としての生理的な働きのある上皮を併せ持った状態にすることが理想である。

再建の第一歩は喉頭気管内腔を安定した状態にする必要がある，そのためには狭窄病変を除去したのち口唇粘膜で被覆し喉頭気管皮膚瘻の作成を行い，T-tubeなどのステントを留置して創の安定化を図ることが一般的である¹⁾。

輪状軟骨・気管壁の枠組みの再建にはこれまで様々な材料が用いられており，自家材料としては肋軟骨，鼻中隔軟骨，耳介軟骨が，人工材料としては水酸化アパタイトやチタンメッシュ，再生医療の進歩により組織再生誘導型人工気道が開発・臨床応用されている。自家材料の利点はその親和性の高さであるが，遊離移植の場合には生着に問題が生じる場合がある。また患者から再建材料を採取する必要があり新たな侵襲が追加される事や，採取する部位によっては材料の大きさに制限がある事，材料の希望する形への加工が難しい事が問題点として挙げられる。それに対して人工材料の利点は，材料を採取するために新たに侵襲を加える必要が無いこと，材料の大きさに制限は無く加工も容易なことである。しかし人工材料の問題点として第一に感染が挙げられ，感染が遷延する場合には再建材料の摘除を余儀なくされる。また生体親和性の高い材料を用いて再建を行っても異物反応による再建材料露出の危険性もある。

我々は2003年から内転型痙攣性発声障害の治療にチタン製の特製スパーサー¹⁰⁾を，2009年から片側声帯麻痺の治療に同じくチタン製の特製プレート¹¹⁾を使用している。これまで550例以上にチタン製器具を使用し，チタンの組織親和性の高さに驚かされた症例を何例も経験してきた。図5-aは痙攣性発声障害患者に対して初回手術4年後に声

図5 甲状軟骨形成術Ⅱ型術後の甲状軟骨・顕微鏡所見 (HE 染色) 及び声門下所見

- a-1. 再手術の際に甲状軟骨を露出すると、チタンブリッジが骨様の組織に覆われていた。
 a-2. 弱拡大：層形成のある比較的成熟した骨形成を認める。
 a-3. 強拡大：骨表層に骨芽細胞の形成を認める。
 b. 薄い上皮に覆われたチタンブリッジ。

の微調整のため再手術を行った時の画像である。術中に甲状軟骨を露出すると、骨様の組織に覆われたチタンブリッジを確認した。同組織を顕微鏡下に観察すると、弱拡大では層形成のある比較的成熟した骨形成を認め、強拡大では骨表層に骨芽細胞の形成を認めた(図5-a2.3)。図5-bは同手術を受けた他の症例の喉頭内腔の画像である。透見できるほどの薄い上皮に覆われた状態で安定して存在しているチタンブリッジを数例確認している。またこれまで経験した症例のうち、異物反応もしくは感染によりチタン製器具の排出や摘出を余儀なくされた症例は、痙攣性発声障害に対して甲状軟骨形成術Ⅱ型を行った際に、声門上の喉頭粘膜に穿孔を生じ感染を起こした症例に対してチタンブリッジの摘出をおこなった1例のみである。チタン製器具が高い生体親和性を示した症例を多く経験し、今回の喉頭気管再建にチタンブリッジとチタンプレートを使用した。

内腔面の再建には皮膚や鼻中隔粘膜が用いられおり、組織再生誘導型人工気道では気管上皮細胞の再生が確認されている⁶⁾。枠組みの再建を行う際に、非上皮成分の自家材料や人工材料が気管内腔面に露出しないようにライニングを行うことが多く、その為に一度創部近くの皮下に埋め込んで再建材料の生着を待ち、段階的に再建を行うことが一般的である。今回我々は内腔面の再建は行わなかったが、術後の喉頭・気管内腔の所見からは周囲の喉頭・気管粘膜との境界が判らない程の上皮組織にチタンは覆われていた(図4-c矢印)。このチタン露出部への喉頭気管上皮の再生は、チタンの高い生体親和性により誘発されたことが推察された。

ま と め

喉頭気管外傷症例の気道再建にチタン製の特製スパーサーとプレートを用いた症例を報告した。高度の喉頭気管狭窄状態に陥った患者は内腔の安定化、枠組みおよび内腔

面の再建と複数回の手術を余儀なくされ、治療が長期化することが多い。今回の症例から、喉頭気管狭窄の再建にチタン製器具を用いることにより患者への侵襲を減らし、治療期間を短縮できる可能性が示唆された。

謝 辞

稿を終えるのにあたり、今回の治療にご協力頂いた東京医大・渡嘉敷亮二先生、小松病院・井野千代徳先生に感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 田辺正博：喉頭外傷の外科的治療。喉頭 8：134-137, 1996.
- 2) 田中明子, 土師知行, 前田秀明ほか：鼻中隔軟骨を用いた声門下狭窄の治療。耳鼻臨床 95：387-394, 2002.
- 3) 平野 滋, 庄司和彦, 児嶋久剛ほか：耳介複合弁による喉頭・気管の再建。耳鼻臨床, 92：287-291, 1999.
- 4) Hirano M, Yoshida T, Sakaguchi S : Hydroxylapatite for laryngotracheal framework reconstruction. Ann Otol Rhinol Laryngol 98 : 713-717, 1989.
- 5) 平野浩一, 海老原敏, 小野貴之ほか：チタンメッシュを用いた喉頭気管再建の1例。喉頭 16：40-47, 2004.
- 6) Omori K, Nakamura T, Kanemaru S et al : Regenerative medicine of the trachea : the first human case. Ann Otol Rhinol Laryngol 114 : 429-433, 2005.
- 7) Schaefer SD : The acute management of external laryngeal trauma : A 27-year experience. Arch Otolaryngol 118(6) : 598-604, 1992.
- 8) 佐藤公則：耳鼻咽喉科・頭頸部外科の救急疾患－喉頭・気管外傷－。JOHNS 10：1095-1097, 1994.

- 9) 森 一功：喉頭・気管外傷新鮮例の初期治療．頭頸部外科 9：3-8，1999．
- 10) Isshiki N, Yamamoto I, Fukagai S：Type 2 thyroplasty for spasmodic dysphonia：fixation using a titanium bridge. Acta Otolaryngol 124：309-312, 2004.
- 11) 松島康二，金沢英哲，一色信彦：甲状軟骨形成術 I

型・チタンプレートによる軟骨片の固定．喉頭 23：26-29．2011．

別刷請求先 〒143-8541 東京都大田区大森西 6-11-1
 東邦大学医療センター大森病院耳鼻咽喉科
 松島康二