チタンメッシュを用いた喉頭気管再建の1例

平野 浩一¹⁾・海老原 敏²⁾・小野 貴之¹⁾・甲能 直幸¹⁾

Laryngotracheal Framework Reconstruction with Titanium Mesh

Koichi Hirano¹⁾, Satoshi Ebihara²⁾, Takayuki Ono¹⁾
and Naoyuki Kohno¹⁾

The use of implanting titanium mesh for laryngotracheal reconstruction is explained in this report. A titanium mesh with a thickness of 0.4mm was used as a framework for full thickness defects of the larynx and trachea after resection of locally advanced thyroid carcinoma (T4). First, it was implanted next to the laryngotracheal stoma, which had been made during the initial treatment of the thyroid carcinoma. About three weeks after the implantation of the titanium mesh, a hinged flap including cervical skin and platysma was harvested and used for the closure of the stoma. The internal lining of the reconstructed airway was covered with cervical skin. The skin defect on the neck created from harvesting the hinged flap was covered with rotational flap advancement without requiring skin grafts. The diameter of the airway was sufficiently maintained.

This method of reconstruction using titanium mesh and a hinged cervical skin flap had no major complications or difficulties, with an absence of exposure or rejection of the titanium mesh. This material has an affinity to the human body and is very easy to obtain and utilize safely for operations.

Key words: titanium mesh, laryngotracheal framework, laryngotracheal reconstruction, thyroid carcinoma

局所進行型甲状腺分化癌の手術においては周囲組織の合併切除が必要となることがある。前頸筋や咽頭収縮筋といった筋肉組織では再建の必要はないが気道や下咽頭、頸部食道の大欠損の場合には再建が必要となることが多い。気道の全層欠損の場合、小欠損であれば欠損部の内腔面を頸部皮膚にて再建するだけでよい。しかし、全層の大欠損の場合には気道内腔面の再建と気道の前後径を保つためのframeworkが必要となる。今回、局所進行型甲状腺乳頭癌の切除にともなって生じた甲状軟骨、輪状軟骨、気管軟骨の2/3周の欠損を含む気道の全層欠損の再建をチタンメッシュを用いて行い、良好な結果を得たので報告するとともに、過去に報告された気道の全層欠損の再建法と比較検討を行う。

症 例

74歳 女性
現病歴

2001年11月 咽喉頭異常感を主訴とし、杏林大学病院外科より紹介。初診時、前頸部に腫瘍が認められ、右反回神経麻痺も認められた。CTでは甲状腺右葉に腫瘍が認めら

れ、更に気道への浸潤が疑われた。気管内視鏡検査で気道内腔に浸潤する腫瘍性病変を確認(図1)。同部より生検施行し乳頭癌の診断を得た。頸部リンパ節に転移を疑わせる腫脹は認められなかったため甲状腺癌T4N0と診断した。2002年2月13日、当院外科にて甲状腺全摘、気管輪状甲状軟骨合併切除、喉頭気管瘻造設術が施行された。図2に切除標本を示す。2002年8月20日、喉頭気管瘻閉鎖につき耳鼻咽喉科紹介された。

受診時現症

喉頭気管瘻は3.0×1.8cmで、軟骨は甲状軟骨下端から第3気管輪までが最大で2/3周に渡って切除されていた(図3)。この時点で右反回神経麻痺が認められたが誤嚥はなく経口摂取は可能であり、喉頭気管瘻を自分の手で閉鎖することにより会話は可能であった。

手術計画

気道の軟骨が最大2/3周切除されているため、再建にあたっては気道の前後径を保つために、何らかのframeworkが必要であると判断した。自家軟骨移植を検討したが、欠損の大きさと形態から、自家軟骨を用いた手術は難しいと判断し、人工材料を使用することとした。材料の生

1) 杏林大学医学部耳鼻咽喉科学教室

2) 国立がんセンター東病院頭頸科

1) Kyorin University School of Medicine, Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery

2) National Cancer Center, East, Department of Head and Neck Surgery

図1 左図 内視鏡所見
気道に浸潤する甲状腺癌が認められた。
右図 CT 所見
甲状腺右葉に腫瘍性病変が認められ、さらに気道への浸潤が疑われた。

図2 切除標本
甲状腺全摘が行われた。さらに甲状軟骨下端から第3気管輪までの気道軟骨が最大2/3周にわたって合併切除された。

体親和性、加工の容易性、入手の容易性から判断し、チタンメッシュをフレームとして用いることに決定した。チタンメッシュは基本的に皮膚の質量および瘢痕拘縮に耐えられればよいと判断し、強度的にはあまり強いものは必要無いと判断し、0.4mm厚のものを用いることとした。

再建に際しては、瘻孔に接するようにチタンメッシュを

皮下に挿入し、メッシュを含め広頸筋下に挙上翻転するhinged flapを作成し、頸部の皮膚を内腔面に用いることにより気道を再建する予定とした。一期手術も可能とは考えられたが、挿入したチタンメッシュへの感染および、挿入部の皮膚の浮腫に伴う気道狭窄の危険性を考慮し、チタンメッシュの挿入と瘻孔閉鎖の二期手術とした。また挿入から閉鎖までの期間は創の安定を考え3週間以上置くこととした。

手術

チタンメッシュ挿入術

2002年8月28日全身麻酔下チタンメッシュ挿入術を施行した。当初、局所麻酔下の手術を想定していたが患者は咽頭反射が強く、また本人も全身麻酔を強く希望したため全身麻酔下での手術とした。瘻孔閉鎖時に気道内腔を広く保ち、かつメッシュの強度を向上させることも目的とし、frameworkとして用いるチタンメッシュを挿入時に背側に凸となるようにわずかに湾曲させた(図4)。また瘻孔閉鎖時にチタンメッシュの患側断端が総頸動脈に対向するため、その断端による褥創により総頸動脈が損傷することを防ぐために閉鎖時に患側となる断端はロール状に加工した(図5)。

瘻孔右側の皮膚を切開し、皮下、広頸筋上にポケットを作成し、ここにチタンメッシュを背側に凸となるように挿入し、広頸筋との間に5-0ナイロン糸にて固定した(図6)。

図3 左図 甲状腺癌術後の臨床所見
3.0×1.8cm の喉頭気管瘻が作成されている。
右図 甲状腺癌切除後の頸部 CT 所見
気道軟骨が約 2/3 周切除された。気管膜様部も一部切除されている。

図4 左図 0.4mm 厚チタンメッシュ
強度および加工性を考慮し0.4mm 厚のチタンメッシュを用いた。
右図 チタンメッシュへの加工1
チタンメッシュには挿入時に背側に凸になるように湾曲を加えた。

術後2～10病日まで挿入部皮膚は浮腫状に腫脹しメッシュの形態が分らなかったが約2週間で浮腫は消失した。またこの間に明らかな創感染は認められなかった。

瘻孔閉鎖術

2002年9月25日喉頭気管瘻閉鎖術を施行した。閉鎖にあたっては喉頭気管瘻周囲にhinged flapをデザインし(図7)、チタンメッシュを露出しないように広頸筋下で皮弁

図5 チタンメッシュへの加工2
チタンメッシュを翻転した際に断端が総頸動脈
に対向するため、断端をロール状に加工した。

図6 チタンメッシュ挿入後
挿入したチタンメッシュが移動しないように、
5-0 ナイロン糸にて固定した。

図7 閉鎖術1
チタンメッシュを含み、縫合する際に十分な縫
いしろを持つように、hinged flap を作成する。

図8 閉鎖術2
チタンメッシュが露出しないように慎重に広頸
筋下にフラップを挙上しバイクリル4-0にて
皮膚面に糸が露出しないように皮下縫合を行っ
た。

図9 閉鎖術3

- 左図 喉頭気管瘻の内腔面および framework が作成されている。チタンメッシュと残存喉頭軟骨を4-0 ナイロン糸にて固定した。
- 右図 皮膚欠損を補填するため rotation advancement flap をデザインし広頸筋下に挙上し、欠損部を閉鎖した。

図10 左図 10病日の気管内視鏡所見

内腔面に面した皮膚が腫脹し、気道が狭窄している。

右図 術後5ヶ月の気管内視鏡所見

皮膚の腫脹は消失し、気道は十分な広さを有している。チタンメッシュの露出もない。皮膚面への喀痰の付着が認められる。

図11 術後10ヶ月の頸部所見
皮膚の発赤やチタンメッシュの露出は認められない。

を挙上した(図8)。また翻転したメッシュを残存甲状軟骨および輪状軟骨に4-0ナイロン糸にて固定した。瘻孔閉鎖部の皮膚欠損に対しては欠損部に隣接して rotation advancement flap をデザインしこれを広頸筋下に挙上し、皮膚欠損部を閉鎖した(図9)。

術後経過

術当日に抜管し、第1病日より経口摂取を開始した。第2病日までは吸気時に強い抵抗感を伴う呼吸困難感を訴えたが、血液ガス分析では特に問題はなかった。10病日と術後5ヶ月の気管内視鏡所見を図10に示す。10病日では気管内面の皮膚はまだ浮腫状に腫脹していたが、5ヶ月では完全に浮腫は消失していた。術後は特に問題なく10月26日退院し、2003年12月現在メッシュの露出は認められず、気道の狭窄もなく患者は階段の昇降に際しても呼吸困難は訴えていない(図11)。

考 察

種々の原因で気道の全層の再建が必要となることがある。原因としては抜去困難症や外傷があげられるが、頸部の悪性腫瘍の切除にともない再建が必要となる場合もある。頸部食道癌や下咽頭癌の気道浸潤では喉頭全摘となることが多く、切除後に気道の再建を行う例は少ない。それに対して局所進行分化型甲状腺癌の切除に際しては、切除断端がわずかも確保できれば局所制御が可能な場合が多いため、患者のQOLを考慮し喉頭全摘を行わず、気道の部分的な合併切除が行われることが多い。その場合、気管軟骨、輪状軟骨、甲状軟骨の部分切除を要することはまれではなく、切除の深さも粘膜を残せず全層欠損となることも少なくない。ただし小欠損の場合には当然 framework は必要なく気道内腔面の再建のみを行えばよい。この場合にはわれわれは甲状腺癌切除時には喉頭気管瘻を作成し、その後二期

的に閉鎖している。閉鎖時には頸部の皮膚を hinged flap として用いて容易かつ安全に再建を行うことができる。軟骨を2/3周以上切除するような場合には気道の前後径を保つために framework の再建が必須である。frame の再建では種々の方法が報告されている。framework としては大きく分けると人工材料を用いる方法¹⁻⁵⁾と生体材料を用いる方法^{6-14, 17, 18)}に分けることができる。人工材料としては平野ら¹⁾がハイドロキシアパタイトを用いる方法を報告している。またマーレックスメッシュを用いる方法を Biller らが報告している²⁾。他には Lindholm らはプロプラストを用いる方法³⁾を報告している。またチタン製再建プレートを用いた再建も報告されているが⁴⁾、framework としてではなく、再建に用いた筋体を固定するために用いており、自験例のようにチタンメッシュを framework として用いる再建法とは異なるものであった。自験例とは皮弁の用い方が異なるが、海老原はチタンメッシュを用いて、喉頭癌再発例の切除後の再建を行なっている⁵⁾。これらに対して生体材料を用いる再建は従来より数多くの報告がある。framework としては、舌骨⁶⁻⁸⁾、甲状軟骨⁹⁾、腸骨¹⁰⁾、鎖骨¹¹⁾、耳介軟骨¹³⁾、鼻中隔軟骨^{14, 18)}、肋軟骨¹⁷⁾を用いる方法が報告されている。また気管と喉頭を直接吻合する方法も報告されている^{15, 16)}。

人工材料の利点と欠点はそのまま逆に生体材料の欠点と利点であることが多い。人工材料を用いた場合の最大の利点は、再建材料の採取が必要ないことである。生体から再建材料を採取する必要が無いため術創以外の部分にドナーサイトとして侵襲を加える必要が無い。また採取に必要な時間を節約することができるため手術時間の短縮も可能である。さらに人工材料であるので、その大きさも基本的には制限がない。そして基本的には加工が容易である。人工材料の問題点としては、第一に感染の問題が挙げられる。また、生体親和性についても、拒絶が強いような材料では露出の問題が生ずるだろう。また材料によってはハイドロキシアパタイトのように基本的に術前に用意した材料の大きさや形態が変更できないものもある。ただしこの点についてはそれ以外の材料は加工が容易である。

生体材料の利点としては、親和性については自家移植であれば問題は生じ得ない。また遊離移植の場合には生着の問題があるが有茎皮弁として用いる場合にはその問題も生じにくい。生体材料の問題点としては、まず第一に患者からの再建材料の採取が必要なことである。これにより、術創以外に新たに創ができることが多く、さらに材料によっては採取できる大きさに制限がある点も問題である。また材料の加工性の問題が挙げられる。生体材料の場合には frame に曲率をつけるような加工は困難が伴う場合が多い。喉頭と気管を直接吻合する術式^{15, 16)}は人工、生体を問わず再建材料を新たに調達することなく再建する方法であり、優れたものであるが、創にかかる緊張による離開は時に致死となる可能性もある。また再建可能な距離にも制限があるため、術式としては難易度も高く、術者の技術

を要するものと考えられる。

自験例ではチタンメッシュを framework として用い、内腔面は頸部の皮膚を用いた。この方法の利点は人工物の利点に挙げた項目に加え、入手が非常に容易であること、また加工も極めて容易であることがあげられる。切断は通常のワイヤーカッターで容易に行うことができる。また曲率をつける場合でも手で容易に加工することができる。さらにそのような易加工性にもかかわらず、frame としての十分な強度が期待できる。チタンは現在用いられている人工手術材料のなかで、もっとも生体親和性の高いものである。自験例でも術後約15ヶ月で露出の兆候はまったく認められていない。ただし、人工物であるので、長期の経過観察は必要であり、15ヶ月の経過観察期間が十分とはいえないが、他の分野でもチタンは再建材料として多用されており、信頼度は高いといえる。実際の再建に当たっては、メッシュ挿入部皮膚の浮腫および創感染の危険性を考慮して今回は二期手術とした。挿入後の約10日間は挿入部の皮膚に浮腫が生じたため、判断としては誤りではなかった。しかし閉鎖術の術後10日目の気管内視鏡所見では内腔面に用いた皮膚に再度、腫脹が認められた。そして気道に狭窄があることから、吸気時に呼吸困難感を訴えた2病日までには気道狭窄が強かった可能性が考えられ、気道管理に一考を要すと思われた。具体的には数日間は挿管にて管理すべきと考えている。術後5ヶ月の内視鏡では気道は十分に保たれており問題ないと考えている。今回の術式では瘻孔に隣接してメッシュを挿入し、その部に hinged flap を作成し、メッシュを含む形でフラップを挙上し翻転することにより瘻孔を閉鎖している。さらに閉鎖部の皮膚欠損は rotation advancement flap により閉鎖した。術式そのものは広頸筋以外の筋肉組織や骨、軟骨などを動かさず、体表のみの操作にて完成する。安全性も高く簡便であることから、従来の再建法と比較しても非常に優れた再建方法であり今後も広く活用していきたいと考えている。

内腔面の再建では頸部の皮膚²⁾ か鼻腔粘膜^{13, 18)} を用いる方法が多く、frame ほどの多様性は認められない。また筋肉、軟骨など非上皮が内腔に露出し内腔面のライニングを行わないとする報告^{5-7, 12, 17)} も認められるが、われわれはやはり何らかの上皮によりライニングされるべきと考えている。自験例では内腔面のライニングとしては皮膚を用いているが、やはりその部への喀痰の付着は避けることができない。皮膚面が小さければ付着も少ないが、今回のような範囲となった場合には患者にとって喀痰の咯出は負担であり、何らかの改善が必要と考える。ライニングとして理想的なのはやはり粘膜が考えられ、粘膜をあらかじめ内腔に当たる部位に移植する方法も可能とは思われるが、フラップとして挙上した際の血流の問題や治療期間の延長の問題を考えた場合実用的かどうかには疑問が残る。本法の改善点として内腔面の再建は考慮が必要と考えている。

また人工材料と生体材料の中間として、新鮮死体より採取した気管軟骨を放射線照射後、加熱さらに凍結すること

により、抗原性および感染性の問題を回避しそれを移植するという方法が Kunachak らにより報告¹⁶⁾ されている。平均観察期間1年以上で問題ないとのことであり、ドナーの問題、感染症の問題および倫理的な問題が解決できるのであれば有効な方法といえよう。

ま と め

チタンメッシュを framework として用いた頸部 hinged flap による喉頭気管全層欠損の再建を行い良好な結果を得た。

本論文の研究は厚生労働省がん克服新10カ年戦略プロジェクト研究の支援をうけ行われた。また本論文の要旨は第15回日本喉頭科学会(平成15年4月、秋田)において口演した。

参 考 文 献

- 1) Hirano M, Yoshida T & Sakaguchi S : Hydroxylapatite for laryngotracheal framework reconstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 98 : 713~717, 1989.
- 2) Biller HF & Lawson W : The management of advanced laryngotracheal stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 94 : 434~441, 1981.
- 3) Lindholm CE & Lofgren L : Airway repair with pedicled composite grafts-- clinical experience. *Otolaryngol Head Neck Surg* 96 : 48~54, 1987.
- 4) Casiano RA, Patete M & Lindquist T : Tracheoplasty using titanium reconstructive plates with strap muscle flap. *Otolaryngol Head Neck Surg* 111 : 205~210, 1994.
- 5) 海老原敏 : 機能を温存する外科療法に関する研究, 厚生労働省がん克服新10カ年プロジェクト研究報告書, 291, 2002.
- 6) Ward PH, Canalis R, Fee W et al : Composite hyoid sternohyoid muscle grafts in humans. *Arch Otolaryngol* 103 : 531~534, 1977.
- 7) Thawley SE & Ogura JH : Use of the hyoid graft for treatment of laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope* 91 : 226~232, 1981.
- 8) Burstein FD, Canalis R & Ward PH : Composite hyoid-sternohyoid interposition graft revisited: UCLA experience 1974-1984. *Laryngoscope* 96 : 516~520, 1986.
- 9) Fry TL, Newton DF & Pillsbury HC : Tracheal reconstruction with pedicled thyroid cartilage. *Laryngoscope* 95 : 60~62, 1985.
- 10) Kambic V, Godina M & Zupevc A : Epithelized microvascular iliac crest flap for reconstruc-

- tion of subglottic and upper tracheal stenosis: A primary report. *Am J Otolaryngol* 7 : 157~162, 1986.
- 11) Schuller DE & Parrish RT : Reconstruction of the larynx and trachea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 114 : 278~286, 1988.
 - 12) Delaere PR, Poorten VV, Vanclooster MD et al : Results of larynx preservation surgery for advanced laryngeal cancer through tracheal autotransplantation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 126 : 1207~1215, 2000.
 - 13) Lusk RP, Kang DR & Muntz HR : Auricular cartilage grafts in laryngotracheal reconstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 102 : 247~254, 1993.
 - 14) Duncavage JA, Ossoff RH & Toohill RJ : Laryngotracheal reconstruction with composite nasal septal cartilage grafts. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 98 : 581~585, 1989.
 - 15) Musholt TJ, Musholt PB, Behrend M et al : Invasive differentiated thyroid carcinoma: Tracheal resection and reconstruction procedures in the hands of endocrine surgeon. *Surgery* 126 : 1078~1088, 1999.
 - 16) Pearson FG & Gullane P : Subglottic resection with primary tracheal anastomosis: including synchronous laryngotracheal reconstruction. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 8 : 381~391, 1996.
 - 17) Cotton RT, Richardson MA & Seid AD : Management of combined advanced glottic and subglottic stenosis in infancy and childhood. *Laryngoscope* 91 : 221~225, 1981.
 - 18) Toohill RJ : Composite nasal septal graft in the management of advanced laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope* 91 : 233~237, 1981.
 - 19) Kunachak S, Kulapaditharom B, Vajaradul Y et al : Cryopreserved irradiated tracheal homograft transplantation for laryngotracheal reconstruction in human beings. *Otolaryngol Head Neck Surg* 122 : 911~916, 2000.

別刷請求先 〒181-8611 東京都三鷹市新川 6-20-2
杏林大学耳鼻咽喉科学教室 平野浩一