シンポジウム II : 気道再建法

6. 人工気管による気道再建術

*松原 義人, 畠中 陸郎
船津 武志, 池田 貞雄

Symposium II: Reconstruction of the Trachea

6. Prosthetic Reconstruction of the Airway

Yoshito Matsubara, M.D., Rikuro Hatakenaka, M.D.,
Takeshi Funatsu, M.D. and Sadao Ikeda, M.D.

Chest Diseases Center, Kyoto-Katsura Hospital, Kyoto

Because of the limitation of tracheal resection in the primary end-to-end anastomosis, there is a necessity of prosthetic reconstruction.

We performed prosthetic reconstruction of the airway since 1979. We used straight type of Neville prosthesis in 5 patients, bifurcated type of Neville prosthesis in 2 patients and Katsura prosthesis in 3 patients. Five patients were operated for lung cancer (squamous cell carcinoma) extending to carina and trachea, 2 patients for adenoid cystic carcinoma of the trachea, and the others each for large cell carcinoma, thyroid cancer and tuberculous granuloma.

Circumferential resection of the trachea was performed in 4 patients, right sleeve pneumonectomy in 4 patients and resection of the carina in 2 patients. One patient died of cardiac insufficiency from intraoperative ventilatory failure at 2 days, 1 patient died of recurrent cancer at 3 months and 1 patient died of accidental cardiac attack at 4 months postoperatively.

The postoperative complications related to the prosthesis occurred in 7 patients. Four patients died of the complications; 1 tracheo-innominate arterial fistula after 1 month, 1 suture insufficiency at the anastomotic site due to uncontrollable diabetes mellitus after 40 days, 2 migrations of prosthesis after 15 months. In spite of dehiscence and granulation at the anastomotic site 1 patient died of an accident after 25 months and 1 patient died of multiple metastases after 43 months. One patient is alive with slight granulation at the proximal anastomotic site for 5 months.

Prosthetic reconstruction of the airway has the advantage with regard to the possibility for extending the resectable limitation and easiness for operative procedure, but there are problems of prosthetic migration and granulation at the anastomotic site.

The patients easily expectorated sputa by coughing after the prosthetic reconstruction.

We produced Katsura prosthesis with elasticity and flexibility for the purpose of improving Neville prosthesis.

*京都桂病院呼吸器センター

Key words : reconstruction, trachea, carina, Katsura prosthesis, Neville prosthesis

1. はじめに

われわれが現在までに行った気管および気管分岐部の再建は、気管9例、分岐部7例の計16例である。このうち、悪性疾患によるものが気管6例、分岐部6例で症例の大半を占めていた。気管あるいは分岐部に病変のある場合には比較的早期に血痰、咳嗽などを訴えて受診することは稀れで、むしろ気道内腔の80～90%の高度の狭窄による喘鳴や呼吸困難を起こし、はじめて受診することが多い。同様に、われわれの経験した症例の多くはすでに進行癌であり、通常の端々吻合、端側吻合などによる気道再建を行うことができず、止むを得ず人工気管を用いたものが16例のうち10例もあった。ここでは、これらの臨床経験をもとに人工気管による気道再建症例およびその術式を呈示するとともに、人工気管の問題点とその対策などについて述べる。

2. 人工気管による気管再建 (表1)

人工気管による気管再建は4例に行ったが、いずれも悪性腫瘍によるものであった。症例2は、左肺全摘術後の気管周囲のリンパ節転移による気管浸潤例で、切除範囲は8リングであったが、再発例のため気管の授動効果が得られず人工気管を使用した。また、症例1と4では10リング、症例3では19リングにわたる気管の管状切除を行った後、人工気管を使用して気道の再建を行った。

人工気管による気道再建の術式は図1に示した。すなわち、気管の管状切除後に人工気管の縫合輪と気管の断端とを縫合し、気密な気管再建を行った。なお、図の右は症例3のように気

管のほぼ全長にわたる再建のために、人工気管を2本連結したものである。

合併症としては、症例3の気管・腕頭動脈瘻による気道内出血の他には重篤なものはなかったが、吻合部の軽度の肉芽形成などがみられた。

癌死した症例1, 2ではともに気道は最後まで十分に保たれており、気道確保の点では人工気管を使用した目的は達せられていた。症例4は、桂型人工気管を用いて最近行ったもので、高齢ではあるものの術後5カ月の現在なお健在である。

3. 人工気管による気管分岐部再建 (表2)

人工気管による気管分岐部再建は6例に行った。症例1～4の4例は、いずれも右肺上葉原発の肺癌で、気管分岐部および気管にまで浸潤が及んでいたものであった。そこで、右 sleeve

図1 人工気管による気管再建

表1 人工気管による気管再建例

症例	年齢・性	病理診断	切除範囲	術式	人工気管の種類	合併症	予後
1.	45歳・男	腺様嚢胞癌	10リング	管状切除	Neville, straight	吻合部の離開 肉芽形成	43ヵ月, 癌死
2.	56歳・男	扁平上皮癌	8リング	管状切除	Neville, straight	なし	3ヵ月, 癌死
3.	50歳・女	腺様嚢胞癌	19リング	管状切除	Neville, straight	気管・腕頭動脈瘻	1ヵ月, 出血死
4.	84歳・女	甲状腺癌	10リング	管状切除	桂型, straight	吻合部肉芽	5ヵ月, 健在

表2 人工気管による気管分岐部再建例

症例	年齢・性	病理診断	切除範囲	術式	人工気管の種類	合併症	予後
1.	52歳・男	扁平上皮癌	気管 8リング 左主気管支 4リング	右 sleeve Pneumonectomy	Neville, straight	術中換気不全	2日 心不全死
2.	44歳・男	扁平上皮癌	気管 4リング 左主気管支 2リング	右 sleeve Pneumonectomy	Neville, straight	人工気管の逸脱	15カ月 呼吸不全死
3.	54歳・男	扁平上皮癌	気管 7リング 左主気管支 4リング	右 sleeve Pneumonectomy	桂型, straight	吻合部の離開・肉芽形成	15カ月 呼吸不全死
4.	65歳・男	扁平上皮癌	気管 7リング 左主気管支 5リング	右 sleeve Pneumonectomy	桂型, curved	吻合部の離開・膿胸	4カ月 急性心不全死
5.	68歳・男	大細胞癌	気管 8リング 右主気管支 1リング 左主気管支 2リング	気管分岐部切除	Neville, bifurcated	吻合部の離開・肉芽形成	25カ月 事故死
6.	75歳・男	結核性肉芽腫	気管 5リング 右主気管支 1リング 左主気管支 2リング	気管分岐部切除	Neville, bifurcated	縫合不全, 膿胸	40日 呼吸不全死

pneumonectomy, すなわち右肺全摘術と気管分岐部切除術を行った後, 人工気管を用いて気管と左主気管支とを連結し気道の再建を行った。症例5と6では病変が気管分岐部に局限していたので, 気管分岐部のみを切除して逆Y字型の bifurcated type の人工気管を用いて気管分岐部を再建した。

再建術式は図2に示すごとく, 当初は sleeve pneumonectomy 後に左端のように straight type の人工気管を用いていたが, 最近は図の真中のようにカーブをつけ気管側と左主気管支側との口径をかねて taper にした人工気管を使用している。図の右端は, 気管分岐部の切除後に bifurcated type の人工気管を用いて, 気管および両側の主気管支を連結し気管分岐部を再建する術式を示したものである。

人工気管そのものに由来する合併症で致命的となったものは, 症例2と3とであった。すなわち, 症例2では人工気管の逸脱による気道虚脱, 症例3では吻合部の離開・肉芽形成による呼吸不全のため, いずれも15カ月後に死亡した。その他には, 症例4と5とで吻合部の離開, また症例6では重症の糖尿病のため緑膿菌感染による縫合不全などの合併症がみられた。

人工気管による気管分岐部再建例の予後は, 1年以上生存2例, 2年以上生存1例であった。なお, 症例2と3とでは剖検を行ったが, 癌の局所再発, 遠隔転移はなく, 手術の根治性の点では人工気管を使用した目的は達せられてい

図2 人工気管による気管分岐部再建

た。

4. 考 察

気管, とくに縦隔内気管の外科は1970年代までに急速に進展した¹⁾。気管を管状に切除した後, 端々吻合を行って気道を再建する術式は現在ではほぼ完成されたと言える。しかし, 端々吻合による気道再建には自ずから限界があり, 8~10気管軟骨輪までの管状切除ならば, 種々の気管の授動術を併用すると端々吻合は可能である。ただ, 病変がこの限界を越える範囲に及んでいたり, 悪性腫瘍で根治性を得るためにこの限界以上の切除を必要とする場合には, 人工気管による気管再建も止むを得ない。

現在市販されている唯一の人工気管は, Neville のものである (Unilab. Inc., N.J., U.S.A., 写真1)。これには気管再建用の straight type と気管分岐部再建用の bifurcated type とがあり, さらにサイズの異なるものがそれぞれ

数種類ある。

Neville は, straight type の人工気管による再建を40例 (気管内挿管後の狭窄29例, 悪性疾患11例), bifurcated type の人工気管による再建を悪性疾患の14例に行ったと報告している²⁾。人工気管による合併症としては, straight type 使用例では吻合部の肉芽 4 例, 声門下腔の肉芽腫 2 例, 吻合部の離開 2 例であり, 一方 bifurcated type 使用例では吻合部の肉芽 4 例, 癌の再発による人工気管の逸脱 2 例がみられた。良性疾患で straight type を使用した29例の予後は腕頭動脈損傷のため14日後の早期死亡 1 例, 2年後の晩期死亡 1 例 (本例では2本の人工気管を連結して使用), その他の晩期死亡 4 例を除く23例が生存中である。悪性疾患で straight type を使用した11例の予後は, 1～6年生存が6例である。Bifurcated type 使用の14例では癌の再発による晩期死亡 9 例の他, 5 例が1～11年生存中である。

我々は1979年以来, Neville の人工気管を用いて7例の気道再建を行った³⁾⁴⁾⁵⁾。他に Neville の人工気管の使用例の報告は, 第2回世界気管支学会 (両独 Düsseldorf, 1980) における Gabler (Lungenklinik Heckeshorn, Berlin) の発表の他に, Weidauer ら⁶⁾ などしか見られない。

Neville 自身の成績は前述のごとくきわめて良好であるが, われわれの追試の他には系統的な報告はない。その原因としては人工気管そのものに対する信頼性が不十分なことや, 技術的にもその必要性が殆どないこと, あるいは人工気管の適応となる症例は稀であることなどがあげられる¹⁾⁷⁾⁸⁾。実際, われわれが Neville の人工気管を用いて行った気道再建の臨床経験ならびにイヌで行った実験成績⁹⁾ などから, Neville の人工気管には改良すべき問題点があることが判明した。すなわち, まず第1に Neville の人工気管はシリコンゴム製で, 周囲組織との親和性がない。そのために人工気管の吻合部での離開や局所感染が起り, さらに人工気管の逸脱が起る。人工気管の離開や逸脱は致命的な気道虚脱を惹起するので, その対策はきわめて重要である。われわれは動物実験の結果から, 吻合部の補強のためには Marlex mesh の併用が有効

写真 1

写真 2

で, 人工気管の逸脱を防止できることを確認している。しかし, なお生体と組織学的に結合するような縫合輪の改良が必要と考えている。第2の問題点として, Neville の人工気管は可撓性に乏しく, 伸縮性が全くないことがあげられる。本来, 気管には可撓性や伸縮性があり, X線透視下やX線シネで撮影しながら咳嗽をさせるとその特性がよく観察される¹⁰⁾。したがって, 物理学的性状の異なる気管と人工気管との間で動きのずれが生じるため, 気道粘膜を慢性的に刺激し, 吻合部に肉芽形成をきたすものと考えられる。吻合部の肉芽組織はレーザー照射によって一時的に除去することは可能であるが, 結局は合併症の少ない新しい人工気管を開発しないと, 以上の問題点を解決できないであろう。

そこで, われわれは可撓性と伸縮性に富む桂型人工気管を開発した¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ (写真2)。左端は気管分岐部再建用の bifurcated type で, その次は sleeve pneumonectomy 後の再建用にカーブをつけたもの (curved type)。残りは気管再建用の straight type である。これらの人工気管

写真3

はシリコンゴム製であるが、チューブの肉厚を薄くし、スパイラルにリブを付けてあり、可撓性と伸縮性に富んでいる。なお両端の白いリングはダクロン製の縫合輪である。桂型人工気管の可撓性や伸縮性を維持するために、人工気管の中央部分に Silastic sheet を円筒状にまき、また吻合部の補強のために Marlex mesh やダクロンネットのスカートを人工気管の両端に付けている(写真3)。人工気管の吻合方法は、気管と人工気管の縫合輪および Marlex mesh あるいはダクロンネットの三者を共に結紮し、さらに、Marlex mesh あるいはダクロンネットの両端を気管や気管支壁に縫着し固定するように行っている。すなわち、人工気管の縫合輪と気管とは組織学的に結合しないので、Marlex mesh やダクロンネットの周囲に生じる強固な結合組織がこれらを介して気管を固定し組織学的な結合をはかるものである。しかも、人工気管の中央部は Silastic sheet で被覆されているために人工気管のリブの間に結合組織が侵入せず、人工気管の可能性や伸縮性が保たれる¹⁴⁾。桂型人工気管による気道再建は3例で、その内訳は straight type 2例, curved type 1例である。その予後、合併症についてはすでに述べた。

われわれが行った人工気管による気道再建術の成績は、いまだ不十分なものである。その成績を向上させるためには、さらに理想的な人工気管の開発が必要であろう。人工気管の条件としては、①管腔保持力、可撓性、伸縮性がある、②喀痰喀出が容易である、③吻合部の肉芽形成がない、④吻合部の離開、逸脱がない、⑤毒性、発癌性、催奇形性がない、⑥生体と組織学的に

結合するなどがあげられる。人工気管の最大の問題点は生体と異物の接するところ、すなわち interface にあり⁵⁾、今後は単に異物反応がない材質ではなく、生体と組織学的に結合するような材料による人工気管¹⁵⁾を開発することが望まれる。

5. おわりに

人工的な異物を気道再建に用いることは、気管の複雑な動きや機能を妨げる結果となり、また外気と直接的に連続している気道では感染の危険が大きく、これらの点で人工気管は他の人工臓器とは異なる問題点を有している。

しかし、端々吻合による気管の切除範囲には限界があり、この限界をこえる場合には人工気管による気道再建が必要となる。人工気管を使用する際の適応としては、原則として悪性腫瘍に限り、管状切除が10リング以上の気道再建例、切除範囲が通常広範で左主気管支の授動術が困難な気管分岐部の再建例および癌の再発例における気管再建などであろうと考えている。

人工気管による気道再建術は、切除範囲の拡大が可能なこと、手技が容易であることの利点があるが、人工気管の逸脱や吻合部の肉芽形成などの問題が残されている。人工気管を試みる前に懸念していた術後の喀痰の喀出困難は、気道の nebulization と咳嗽によって十分に喀出することができ、とくに障害はなかった。

文 献

- 1) Pearson, F.G.: Advances in tracheal surgery. Adv. Surg., 16: 197-223, 1983.
- 2) Neville, W.E.: Reconstruction of the trachea and stem bronchi with Neville prosthesis. Int. Surg., 67: 229-234, 1982.
- 3) 松原義人・他: 人工気管による気管分岐部の再建, 日外会誌, 82: 977-981, 1981.
- 4) 松原義人・他: 人工気管による気管再建術, 臨床外科 Year Book 1982-'83, メジカルビュー社, 東京, pp. 160-164, 1982.
- 5) 桑原正喜・他: 人工気管による気道再建—Interfaceにおける問題点—, 気管支学, 5: 425-431, 1983.
- 6) Weidauer, H. et al.: Der prothetische Tracheaersatz mit Kunststoff. Laryng.-Rhinol., 60: 29-32, 1981.
- 7) Grillo, H.C.: Complications of tracheal operations. Complications of intrathoracic surgery. Little, Brown and Company, Boston,

- pp. 278-288, 1979.
- 8) Perelman, M. et al.: Surgery of the trachea. World J. Surg., 4 : 583-593, 1980.
- 9) 松原義人・他: Neville 人工気管に関する実験的研究, 気管支学, 6 (増): 116, 1984.
- 10) 船津武志・他: 気管・気管支軟化症に対する外科的治療, 日胸, 42 : 891-901, 1983.
- 11) 小鯖寛・他: 人工気管の実験的研究, 気管支学, 4 : 307-312, 1982.
- 12) 桑原正喜・他: 人工気管による気管分岐部の再建—新しい人工気管の開発とその臨床応用—, 気管支学, 4 : 361-367, 1982.
- 13) 松原義人・他: 人工気管による気管および分岐部の再建術における問題点, 臨床胸部外科, 4 : 686-691, 1984.
- 14) 池田貞雄・他: 人工気管の実験的研究, 日胸外会誌, 32(増): 1718, 1984.
- 15) Nelson, R.J. et al.: Neovascularity of a tracheal prosthesis/tissue complex. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 86 : 800-808, 1983.
-
- (別刷請求: 〒615 京都市西京区山田平尾町17)
京都桂病院呼吸器センター
松原 義人)