2. 頸胸移行部および縦隔内気管病変の気管再建術

——とくに端々吻合における問題点——

*山口 豊, 藤沢 武彦, 松本 京一

崎尾 秀彦, 須藤 義夫, 斎藤 博明

村山 博和, 久木田親重

**三枝 睦朗, 日下部伸子, 米沢 利英

Symposium II: Reconstructive Surgery of Larynx and Trachea

2. Studies on Circumferential Resection and Reconstruction of the Mediastinal and Cervicomedial Trachea

Yutaka Yamaguchi, M.D., Takehiko Fujisawa, M.D., Kyoichi Matsumoto, M.D.,
Hidehiko Sakio, M.D., Yoshio Sudo, M.D., Hiroaki Saitoh, M.D.,
Hirokazu Murayama, M.D. and Chikashige Kukita, M.D.

Department of Surgery, Institute of Pulmonary Cancer Research, School of Medicine,
Chiba University, Chiba

Mutsuro Saegusa, M.D., Nobuko Kusakabe, M.D. and Toshihide Yonezawa, M.D.

Department of Anesthesiology, School of Medicine, Chiba University, Chiba

We performed tracheoplasty for a total of 9 cases including 6 neoplasms, 2 post-traumatic stenosis and 1 post-tracheostomy stenosis and reported the operative approach, the method for end to end anastomosis and clinical results.

In the canine experiment on air tightness of tracheal end to end anastomosis, each suture should be placed at more than 70 percent of tracheal cartilageneous width and 3~4mm interval was appropriate.

Tracheal stenosis could be diagnosed by typical pattern of flow volume curve demonstrating cut off of peak flow and plateau formation, and the disturbance of flow volume curve can be reversible within one month postoperatively. However, symptoms of peripheral airway stenosis were observed in the patients with long-term dyspnea at the preoperative period.

We, also, discussed the method for respiratory management under anesthesia in a patient with high tracheal stenosis of 5mm in diameter due to tracheostomy.

Key words : 頸胸部気管病変, 気管再建術, 端々吻合, F-V曲線, 強度気管狭窄の麻酔

*千葉大学医学部肺癌研究施設外科

**千葉大学医学部麻酔科

はじめに

近年, 麻酔法の進歩, 縫合材料の開発, 術後感染対策の改善, 術後呼吸管理の進歩により, 交通災害の多発による気管損傷や腫瘍性疾患による気管狭窄等に対する気管再建術がしばしば行われるようになってきた。気管再建を行う場合, 気管病変部位が頸部・縦隔・頸部縦隔移行部のいずれに存在するかによって, 手術のアプローチは異なる。自験例に基づいて病巣に対するアプローチ, 気管再建術における端々吻合の留意点, 術前後の肺機能の推移について述べ, さらに気管切開後の強度気管狭窄例に対して麻酔法を工夫して気管再建を行い治癒させ得たので, その症例についても触れる。

1. 自験気管再建例の検討と検索方法

1980年6月までに気管再建を施行した症例は9例である(表1)。症例1を除き, 他はいずれも気管管状切除が行われた。この場合の気管病変に対する手術アプローチ, 端々吻合法が症例によって問題となる。端々吻合における縫合法での縫合間隔についてその気密性との関連から実験を行った。また上気道狭窄を示した症例の肺機能, とくに flow volume curve について術前における上気道狭窄の特長と術後の変化について検討した。さらに気管切開後の強度気管狭窄例について麻酔中の呼吸管理法を工夫し, 治癒せしめたのでその方法について考察する。

2. 頸部・縦隔移行部気管狭窄例に対するアプローチ

気管の管状切除の末梢端が胸骨にかかり, 端々吻合が困難な時は, 気道確保の点からいっても安全なアプローチをとるべきであり, 頸部襟状切開, 胸骨正中切開, 右第Ⅱあるいは第Ⅲ肋間開胸を行うべきであり, 開胸を追加することは吻合部緊張除去のため, あるいは長い気管管状切

除の場合の肺門の授動, 肺靱帯切断を経胸腔的に安全に施行し得る利点がある。このようなアプローチを行った症例を供覧する。

症例1 51歳 男性

表1の症例8であるが, 約1年半にわたる持続性の喘鳴と呼吸困難を訴えて来院した。気管腫瘍は胸部X線で ThⅡ~ThⅢ の高さにあり, 左気管壁に広基性で気管内腔の約 $\frac{1}{3}$ を占め, さらに気管壁をこえて左外方へ向かって増殖している(図1)。CTでも同様の所見が明らかに観察された。気管支鏡でも気管内腔のほぼ $\frac{1}{3}$ を占める広基性腫瘍として観察された。本例では襟状切開, 胸骨正中切開, 第Ⅱ肋間開胸を行って, 腫瘍を含んで気管軟骨輪5コを切除し, 肺門部授動, 肺靱帯切離も行わず, 吻合部に緊張

図1

表1 Tracheoplasty

No.	Age	Sex	Diagnosis	Oper.	Location	Complication	Prognosis
1	48	m	papilloma	wedge	mediastinal	no	alive 12yrs.
2	4	m	trauma	sleeve	cervical	stenosis	dead 6yrs.
3	7	f	trauma	sleeve	cervical	no	alive 8yrs.
4	13	m	leiomyo-blastoma	sleeve	mediastinal	no	alive 3y. 5m.
5	56	m	adenoid cystic ca.	sleeve	mediastinal	no	alive 2y. 10m.
6	47	m	papilloma	sleeve	mediastinal	pneumonia	alive 2y. 7m.
7	60	m	undiff. ca.	sleeve	cerv. media.	no	alive 1y. 9m.
8	51	m	adenoid cystic ca.	sleeve	cerv. media.	no	alive 6m.
9	48	m	trach. sten.	sleeve	mediastinal	no	alive 3m.

もかからず端々吻合を容易に施行することができた。術前に頸部前屈位で作製したギブスベッドを術後3週間装着して、吻合部緊張の除去を行った。術後6カ月の現在、吻合部狭窄もなく平常生活を営んでいる。

3. 気管切除における端々吻合の問題点

端々吻合の場合の縫合糸は症例1, 2, 3では絹糸, 症例4, 5, 8, 9はテフデック, 症例6, 7は吸収糸であるデキソンを使用した。縫合糸に起因する合併症は現在までのところ経験していない。

症例1から6までは膜様部を除き、気管粘膜表面に縫合糸が露出しないよう粘膜下縫合を行った。症例7, 8, 9は気管粘膜全層縫合を行った。全層縫合により縫合糸が気管内腔に露出しても、吻合部の気管支分泌物滞留、異物性肉芽形成による吻合部狭窄は現在までのところ全例にみとめられていない。

端々吻合における縫合糸は通常気管軟骨の7分目以上までかけ、吻合部が軟骨を合せた時に外方に向くように心がけた。気管軟骨に浅くかける時は裂けることが多い。縫合は全例結節縫合を行った。

縫合糸の吻合間隔の問題を検討するために、10~15kgの比較的大きな犬を用いて気道内圧と空気漏の関係について実験を行った(表2)。犬の気管軟骨輪を3コ切除し、テフデック3—0にて端々吻合を行った。実験犬1, 2, 3は気管全周を15~20針にて縫合し、縫合間隔は3~4mmとしてwater sealにして空気漏の検索を行った。実験犬1では40cmH₂Oで、実験犬2では45cmH₂Oでわずかな空気漏がみとめられたが、2日後には50cmH₂Oの気道圧をかけても空気漏はみとめられなかった。しかし10糸約5mm間隔にて吻合を完成させたものでは25cmH₂Oで明らかな空気漏がみとめられた。以上の結果から、縫合糸の間隔は3~4mmがよく、また術後respirator使用の場合には気道圧が25cmH₂O以上にならぬよう調整することを心がける必要がある。

4. 自験気道再建例の肺機能の変動

上気道狭窄に対する気管再建術における術前

表2 Airway pressure and air leak in canine tracheoplasty

Exp. No.	P.O.D.*	Pressure (cm ag)							
		≤20	25	30	35	40	45	50	≤
1**	0	—	—	—	—	a ± b	+ c	+	
	2	—	—	—	—	—	—	—	
	4	—	—	—	—	—	—	—	
	8	—	—	—	—	—	—	—	
2**	0	—	—	—	—	—	±	+	
	2	—	—	—	—	—	—	—	
	4	—	—	—	—	—	—	—	
3**	0	—	—	—	—	—	—	±	
4***	0	—	+	++ ^d	++	++	++	++	

* postoperative days ** 15 or 20 ligations *** 10 ligations

a. no air leak b. least air leak from suture needle hole c. little air leak d. definite air leak

症例: 47歳 ♂

診断, papilloma

	術前	術後1ヵ月	2年
FVC(L)	2.92	2.07	2.30
%VC(%)	85.0	60.0	67.6
FEV10%	66.0	86.0	71.7
FEV1.0 (L)	1.95	1.80	1.65
PEFR(L/sec)	2.85	6.60	7.27
$\dot{V}_{75}$ (")	3.30	4.00	3.60
$\dot{V}_{50}$ (")	1.60	2.20	1.24

Flow Volume Curve

図2

後肺機能の経過を、2年以上にわたる呼吸困難を訴えていた長期間気道狭窄を有していた2症例について検討した。

図2は症例6の呼吸困難を5年間訴えていた

症例: [redacted], 51歳 ♂

診断, 腺様嚢胞癌

	術前	術後1ヵ月	6ヵ月
FVC (/L)	3.22	2.26	2.46
%VC (%)	92.5	64.9	71.5
FEV _{1.0} %	74.8	82.3	80.0
FEV _{1.0} (/L)	2.41	1.86	1.97
PEFR (L/sec)	2.65	8.33	8.65
$\dot{V}_{75}$ (")	2.65	7.67	7.78
$\dot{V}_{50}$ (")	2.22	2.76	2.96

図3

papilloma の症例で気管軟骨輪を3個切除し、粘膜下縫合による再建を行った症例の術前、術後1ヵ月、2年の肺機能を示したものである。FVC, %VCともに術前値より低下しているが、FEV_{1.0}%はほぼ正常域に改善している。また flow volume curve では術前は peak flow が cut された pattern で、PEFR, $\dot{V}_{75}$, $\dot{V}_{50}$ も低値で、明らかな上気道狭窄を示している。術後1ヵ月、2年の時点では PEFR, $\dot{V}_{75}$ はほぼ正常域に復し、上気道狭窄は明らかに消失している。この例は術前でも peak flow からの下降 pattern をみると下気道狭窄の存在も疑えたが、術後1ヵ月、2年では明らかな下気道狭窄の pattern を示し、alotec によっても改善を示さなかった。また2年後では1ヵ月後に比べてやや改善している。

図3は症例8の2年間にわたり呼吸困難を訴え喘息として加療されていた adenoid cystic carcinoma で、5気管軟骨輪を切除した症例の術前、術後1ヵ月、6ヵ月の肺機能を示している。症例6と同じく術前に比べ FVC, %VC は低下し、FEV_{1.0}% は正常域に回復している。術前の flow volume curve では peak

図4

flow が cut された plateau を形成し、PEFR, $\dot{V}_{75}$, $\dot{V}_{50}$ も低値を示し、明らかな上気道狭窄の存在を示している。術後1ヵ月、6ヵ月ともに flow volume curve は同じ pattern を示し、下降 curve の pattern は軽度の下気道狭窄が疑われる。

これら2例の年齢はそれぞれ47歳、51歳であるが、ともに長期間呼吸困難を訴え、喘息として治療されている。長期の気道狭窄では末梢気道閉塞の発生が高いことが考えられる。

5. 気管切開後強度気管狭窄例

症例9は腹腔内 liposarcoma 摘出後に呼吸不全を招来し、気管切開施行により救命したが、気管カニューレ先端にて気管壁に潰瘍を形成し、気管全周の肉芽形成が器質化して強度気管狭窄を発生した。気管支分泌物貯溜で容易にチアノーゼを惹起し、ために気管カニューレの抜去ができず、そのつど気管支分泌物を吸引して改善していた。このような気管切開後気管狭窄による強度呼吸困難を訴えていた症例に対する気管再建術における麻酔法の工夫と術中経過について述べる。

断層像(図4)ではT4の高さに全周にわたる軽度の裾野をもつ強度気管狭窄がみられる。気管支鏡検査では5mmのフレキシブルファイバースコープがようやく通過できる程度の気管狭窄であった。

患者を仰臥位にし、ソルコーテフ500mg点滴静注を行い、喉頭局所麻酔後、外径約4.5 mmの#12小児用気管チューブを狭窄部まで挿入し、その部に先端を楔入したまま100%O₂吸入を行い、ペンタジン15mgをi.v.投与したが、患者はさらに強度呼吸困難を訴えた。25分後ケタラール50mg投与。そうこうするうちに偶然に気管チューブが狭窄部を通過したので、その位置でチューブを固定し、図5のごとく麻酔器に接続し、気管チューブよりatomの多用途チューブを挿入し、その先端を歯列から約30cmにおき、モニターに接続して気管支における気道内圧曲線を描出させ、気管チューブには呼気時に呼気を吸引できるように吸引器を接続した。すなわち1回の吸気量を500mlとして吸気を行わせるには加圧により500mlを送気するが呼気としては同量の戻りがなく、吸気の蓄積が必発であるので、呼気量を十分に維持するために吸引器により呼気を吸引した。なお麻酔維持には塩モヒ10mgずつを追加投与した。吸気、呼気の入れ換えは気道内圧曲線で呼気と吸気とのわずかな平坦部分が胸腔内圧の零線に一致するように、すなわち零線にきた時に吸引器に接続したチューブを手動的に閉塞して呼気の吸引を中止した。

このようにして吸気、呼気の入れ換えを行って麻酔換気を行ったが、図6は#12気管チューブ挿入から、狭窄のdistalの気管を離断し、#34気管チューブを術野挿管して通常換気可能となるまでの動脈血液ガスと血圧の変動を示したものである。PaO₂は#12気管チューブ挿管前はFiO₂1.0にてもOxygenationの障害がみられたが、挿管後には完全に改善している。PaCO₂は挿管前は高度のCO₂蓄積がみられ、挿管後は40~45mmHgの間を推移したが、気管離断後は正常域に戻った。pHでは挿管前は呼吸性アシドーシスの状態であったが、挿管後は改善された。

図7は本例の術前後の肺機能であるが、術前はFVC 0.96 lと極度に少なく、flow volume curveでも典型的な上気道狭窄を示し、PEFRも0.53

L/secと極端に低下していた。術後4カ月ではFVCも1.32 lと増加し、flow volume curveはもちろん、PEFRも3.61 L/secと明らかに改善した。

図5

Blood Gas Change until Tracheal Resection
(tracheal stenosis due to tracheostomy)

図6

症例: [] 48歳 男
 診断, 気管切開後抜去困難症

	術前	術後
FVC (L)	0.96	1.32
%VC (%)	26.9	37.0
FEV1.0%	31.2	99.2
FEV1.0(L)	0.30	1.31
PEFR(L/sec)	0.53	3.61
$\dot{V}75$ (")	0.31	3.44
$\dot{V}50$ (")	0.16	2.85

Flow Volume Curve

図7

総括 考 按

気道狭窄に対する気管再建術は頸部では頸部切開, 縦隔気管病変では右開胸あるいは経胸骨のアプローチをとる¹⁾⁵⁾⁶⁾。頸部・縦隔移行部では頸部襟状切開, 胸骨正中切開, 右第IIあるいは第III肋間開胸によって施行される。気管病変の切除による欠損には人工物を用いるよりは, 気管の端々吻合による再建術が最も生理的であるが, この場合切除による欠損の長さによっては端々吻合部に緊張を強いられることがあり, このような場合には種々の部位の授動を行わなければならない。気管再建術では術後の吻合部緊張による致命的となる縫合不全を防止するには, 授動を行うといった点からアプローチは過大にすぎることはいってよい。すなわち授動を行いやすい, また可能なアプローチを用いるべきである。気管軟骨輪の切除可能範囲については, 種々の研究がなされている。前田²⁾は犬気管による最大伸展率は0.30~0.46であるので, 気管の長さを11cmとすると切除可能範囲は3.3cmが限界であるとしている。さらに頸部を neutral position から 15~30度前屈す

ることで, 最長 3.2cm (6.4気管軟骨輪) の授動可能で, またこの position は気管再建術の術後2~3週間必ずとらせなければならない重要な術後管理である。Dedo⁴⁾は laryngeal release で喉頭を 2.5cm (5気管軟骨輪) 下方に引き下げることができるとしている。また肺門部の授動, 肺靱帯の切離を加えれば 5.9気管軟骨輪授動可能となる。通常気管軟骨輪数は14~16個といわれているので, 前記の授動を加えれば, かなりの範囲の気管切除が可能であるといえることができる。このような処置によって気管吻合部の緊張は十分緩和できるのであるから, アプローチは必要十分にとるべきである。

気管再建術における吻合は前記の吻合部緊張除去の他に重要なことは, 空気漏洩がないこと, 粘膜内翻のないこと, 縫合糸の異物による肉芽形成を作らないことである。われわれの犬を使った空気漏の実験では縫合糸は気管軟骨に7分目以上に十分かけること, 縫合間隔は3~4mmとすれば十分気密性が保てること, respirator 管理の場合には 25cmH₂O以上の気道内圧をかけることは十分注意しなければならない。縫合糸は絹糸は不適であるが, テフデックなどは異物反応が少なく, またデキソン, カットグートなどの吸収糸などが適当である。また, これらの縫合糸によれば粘膜下縫合でなくても全層縫合でよく, 異物肉芽形成といった合併症も少ないと考えている。

上部気道狭窄の診断には flow volume 曲線は低い peak flow に続く平坦な曲線の特有なパターンにて診断することができる⁷⁾。われわれの症例でも F-V曲線を施行し得た症例では明らかなパターンを示した。また F-Vの下行脚の凹な所見, すなわち下部気道狭窄が長期呼吸困難主訴例にみられた。

最後に述べた強度気管狭窄例における麻酔の呼吸管理は通常胸腔内圧を目標にして行うべきで, その測定には食道内圧を用いる。しかし本例のための正常人における予備実験で, 目標となり得る曲線が技術上の問題があるのかえられず, そのために正常人の気管支内にアトムの多用途チューブを挿入して, 気道内圧曲線を描出したところ, ピークの高い呼吸曲線にかわる気道内圧曲線が描けたので, この方法を代用する

ことにした。しかし実際の麻酔の際には気道内圧曲線は呼・吸気移行部が零線から離れ、右上りになった。吸気の際に加圧による酸素量が流量計で示される吸気量にまさったためで、吸気に押し込まれた酸素が呼気に吸引されず肺に蓄積して気道内圧が尻上りになったものと考ええる。結局吸気の際の流量計の目盛りは押し込む酸素の流速によって流量を正確に示していないと考えられ、500ml の目盛りで押しこんだ酸素は、やや長めの時間をかけて呼気を行い、呼気量を余分に吸引することによって、呼気終末を零点に維持することができた。

ま と め

1. 自験気管再建例9例についてその手術術式治療成績について述べた。

2. 気管端々吻合では縫合糸は気管軟骨の7分目以上に深くかけ、縫合間隔は気密性からいって3~4mmが適当である。また全層縫合にても現在まで合併症はみられていない。

3. 気道狭窄例はF-V曲線で典型的な上気道狭窄パターンを示し、年余にわたる長期呼吸困難愁訴例では下気道狭窄も合併する。

4. 気管切開後強度気管狭窄例の気管再建術に対する麻酔についても触れた。

本論文の要旨は第32回日本気管食道科学会シンポ

ジウム「喉頭気管再建術」で発表した。

本研究の一部は厚生省がん研究助成金によった。

参考文献

- 1) 正岡昭, 前田昌純, 岩本熙ほか: 気管切除端々吻合術, 胸部外科, 20: 848-853, 1967.
- 2) 前田昌純, 川島康生: 気道形成術の臨床—Tracheal mobilization の意義, 日気食会報, 31: 401-408, 1980.
- 3) Mulliken, J. and Grillo, H. C.: The limits of tracheal resection with primary anastomosis. Further anatomical studies in man. J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 55: 418, 1968.
- 4) Dedo, H.H. and Fishman, N.H.: Laryngeal release and sleeve resection for tracheal stenosis. Ann. Otol., 78: 285, 1969.
- 5) Grillo, H.C., Bendixen, H.H. and Gephardt, T.: Resection of the carina and lower trachea. Ann. Surg., 158: 889-893, 1963.
- 6) Mathey, J. et al.: Tracheal and tracheobronchial resection-technique and results in 20 cases. J. Thoracic Cardiovas. Surg., 51: 1, 1966.
- 7) 臼井信郎, 石塚洋一, 佐藤敏彦: F-V 曲線による上部気道狭窄の診断, 日気食会報, 31: 355-365, 1980.
- 8) 山口豊, 藤沢武彦, 和田源司: 気管気管支形成術—とくに縫合技術と術後管理, 日胸外会誌, 27: 580-583, 1979.

(別刷請求: 〒280 千葉市亥鼻1-8-1
千葉大学医学部肺癌研究施設外科
山口 豊)