喉頭気管の再建における水酸化 アパタイトの利用

*平野 実, 吉田 哲二
坂口 伸治, 伊東 敏雄

Hydroxyl Apatite in Reconstruction of the Laryngotracheal Framework

Minoru Hirano, M.D., Tetsuji Yoshida, M.D., Shinji Sakaguchi, M.D.
and Toshio Ito, M.D.

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery,
Kurume University, School of Medicine, Kurume

Hydroxyl apatite was employed in reconstruction of the laryngotracheal framework in five cases. It was well received in all the cases and there were no foreign body reactions or infections at all. The hydroxyl apatite proved to be an excellent material in reconstructing the laryngotracheal framework, being comparable to an autograft of the cartilage. The use of hydroxyl apatite saves additional surgery.

Key words : 喉頭気管再建, 喉頭気管狭窄, 水酸化アパタイト

はじめに

喉頭気管の狭窄や部分的組織欠損に対する手術における大きな問題のひとつは、軟骨の枠組をどのように再建するかである。従来、自家軟骨や人工材料が用いられているが、良質の人工材料があれば、余分の手術侵襲を要する自家軟骨よりも好都合である。

最近われわれは、5例の喉頭気管の枠組みの再建に水酸化アルパタイトを軟骨に代る支持組織として用い、よい結果を得たので報告する。

症 例

症例1: N.H. 47歳 女性

初診: 1983年3月23日

主訴: 呼吸困難

現病歴: 1980年8月15日、くも膜下出血に罹

患し、以後1981年9月30日までの間に某脳外科医院において、drainage operation, neck clipping operation, shunt operation, など計4回の手術を受けた。患者は意識がほとんどなく、呼吸管理の必要があったため、1981年10月2日気管切開術が施行された。同年12月30日より気管カニューレを抜去し、気管孔を自然閉鎖させた。1年2カ月経過した1983年2月頃から軽い呼吸困難が出現し徐々に増悪するため、同年3月22日再び気管切開が施行された。そのとき、気管の狭窄が疑われたので、翌23日筑後市立病院（本学関連病院）耳鼻咽喉科に紹介され転院した。

所見, 治療, 経過: 気管狭窄は、気管孔の直上に全周性に認められた(図1)。当時患者は運動麻痺を有し、常に失禁し、発語も不能であった。しかし脳障害の程度が安定しており、時々奇声ではあるが発声し、家族や医師の問いにわ

*久留米大学医学部耳鼻咽喉科学教室

ずかではあるが反応し、また気管孔があいてい
るとリハビリ施設が受け入れてくれないなどの
理由によって、気管孔を閉鎖する方針で治療を
計画した。

1984年2月24日気管孔を広く開大しなおし、
狭窄の原因となっていた肉芽を除去し、気管粘
膜と皮膚を縫合して気管開窓の状態にした。

1985年4月24日気管の再建と閉鎖を行なっ
た。気管孔の大きさは、縦16 mm、横17 mm で
あった。気管孔周囲の皮膚を hinge flap として
用い、気管の前壁を作製した。その上に縦18
mm、横15 mm、厚さ2 mm の多孔体の外耳道
後壁用アパタイト(旭光学 B-1 type)を置いた。
アパタイトの中央部2カ所にダイヤモンドバー
で穴をあけ、穴を通して気管前壁の皮弁をアパ
タイトに縫着固定した。創は周囲の皮膚を引き
よせて閉鎖した。

約1年経過した現在、再狭窄の所見は全く認
めない。

症例2: K.S. 67歳 男性

初診: 1981年10月22日

主訴: 呼吸困難

現病歴: 1981年4月頃より軽度の呼吸困難が
あり、近医で治療を受けたが軽快せず、同年8
月頃より症状が増悪したので、某病院内科と耳
鼻咽喉科を受診した。頸部腫瘍と気管左側壁の
腫瘍を指摘されて、当科を紹介された。

所見, 治療, 経過: 1981年10月27日当科に入
院し、甲状腺癌 T4N1M0 の診断のもとに、11月
5日甲状腺亜全摘出術および左頸部郭清術を行
なった。この際、輪状軟骨より第5気管輪にわ
たって、前壁および左側壁を、癌浸潤のために
切除した。欠損部では、粘膜と皮膚を縫合して
気管と喉頭の一部を桶状に開放した。

1982年8月23日、気管の左側壁を作製する目
的で、左鎖骨の一部を気管の左方に遊離移植し
た。その時同時に左頸部郭清術も行なった。し
かし移植した鎖骨が気管より外側方に寄りすぎ
ていたため、気管孔の左側壁がポケット状とな
り、痰がたまりやすくなってきた。

1984年10月1日、このポケット状の陥凹を充
填し、つぎの喉頭気管形成の準備をしておく目
的で、DP 皮弁で鎖骨の内側方の陥凹を充填し、

図1 症例1の術前の頸部単純X線写真(側面)
矢印は気管カニューレ直上の肉芽による気管
狭窄の状態を示す。

気管左壁を形成した。

1985年1月21日、喉頭気管再建を行なった。
喉頭気管孔の大きさは縦40 mm、横15 mm で
あった(図2 A)。気管左側方の DP 皮弁と右側
方の前頸部の皮膚を用いて、気管前壁を作製し
た(図2 B)。その上に、骨補填用の多孔体アパ
タイト(旭光学 B-2 type)を置き、小孔を通し
て前壁の皮弁と縫着固定した(図2 C)。使用し
たアパタイトの大きさは、縦30 mm、横20
mm、厚さ7 mm である。創は DP 皮弁の残りを
用いて閉鎖したが、用心のため気管孔下部に直
径約5 mm の気管孔を開けておいた(図2 D)。

1985年6月6日、狭窄がないこと、気管を開
いても呼吸困難がおこらないことを確認した
後、気管孔を閉鎖した。閉鎖後約9カ月を経過
した現在、再狭窄の所見は認められない。

症例3: K.I. 60歳 女性

初診: 1985年1月8日

主訴: 前頸部腫瘍

現病歴: 1953年5月に前頸部の腫瘍に気付い
たが放置していた。その後腫瘍が徐々に増大し
てきたため、1985年1月8日当科を受診した。

図2 症例2の喉頭気管再建

各写真の上方が頭側。A：術前の喉頭気管孔。線は前壁作製のための切開線を示す。B：気管前壁の作製。C：アパタイトを前壁の皮弁と縫着固定。D：創閉鎖終了時。

所見, 治療, 経過: 1985年1月29日当科に入院し, 甲状腺癌 T4N3M0 の診断のもとに, 同年

2月4日甲状腺全摘出術, 両側頸部郭清術を行った。この際, 第1～第3気管輪の前壁およ

図3 症例3の気管再建

各写真の上方が頭側。A：術前の気管孔。線は前壁作製のための切開線を示す。B：気管前壁の作製。C：アパタイトを前壁の皮弁と縫着固定。線は創閉鎖のための rotation flap の切開線を示す。D：創閉鎖終了時。

び左側壁を癌浸潤のため部分切除し、その欠損部では気管粘膜と皮膚を縫合し、気管を槌状に

開いておいた。

術後8カ月経過した1985年10月17日に、気管

図4 症例3の術後の気管内腔

気管内腔は充分な管腔を示し、狭窄は認められない。矢印の部はアパタイトを固定して再建した気管前壁を示す。Rは右側壁、Lは左側壁を示す。

再建を行なった。気管孔の大きさは、縦 29 mm, 横 10 mm であった (図 3 A)。気管孔の両側の皮膚を hinge flap として用い、気管の前壁を作製し (図 3 B), その上に緻密体のアパタイト (旭光学, 特注品) を置いて固定した (図 3 C)。用いたアパタイトは、縦 28 mm, 横 8 mm, 厚さ 1 mm の大きさで、曲率半径 9 mm の彎曲をもち、固定のために直径 2 mm の小孔が 3 mm 間隔にあらかじめあけてある。頸部の創は rotation flap を用いて閉じた (図 3 D)。

図 4 は術後約 3 カ月経過した時の気管内腔を示す。術後 5 カ月の現在、再狭窄の所見は認められない。

症例 4 : K.F. 36 歳 男性

初診 : 1985 年 2 月 18 日

主訴 : 呼吸困難

現病歴 : 1 歳 5 カ月の時、喉頭ジフテリアに罹患し、緊急気管切開術を受けた。以来 15 歳まで気管カニューレを留置していた。15 歳時に気管孔を閉鎖したが、運動時には呼吸困難を生じていた。しかし日常生活には重大な支障がないため放置していたところ、1984 年頃より感冒に罹患すると呼吸困難が増悪するようになり、某

図5 症例4の喉頭気管造影

矢印は左右の気管側壁より突出した気管狭窄の状態を示す。

病院を受診して当科を紹介された。

所見, 治療, 経過 : 気管狭窄の診断のもとに 1985 年 2 月 27 日当科に入院した。入院時の気管造影写真を図 5 に示す。気管には、高さが異なる 2 カ所で狭窄が認められた。

1985 年 3 月 7 日、まず狭窄部を拡大する手術を行なった。輪状軟骨より第 6 気管輪にわたって、正中で切開を入れ気管内腔を明視下においた。気管の右壁で第 1, 第 2, 第 3 気管軟骨が著明に気管内腔へ突出し、左壁では第 4, 第 5, 第 6 気管軟骨が内腔へ突出して、その周囲は瘢痕が著明であった。

気管内腔へ突出している気管軟骨を除去し、気管粘膜と皮膚を縫合して気管を槌状に開窓し

図6 症例4の気管再建

各写真の上方が頭側。A：術前の気管孔。気管孔の側方に挿入するアパタイトが置いてある。線は前壁作製のための切開線を示す。B：気管前壁の作製。C：アパタイトを前壁の皮弁と縫着固定。D：創閉鎖終了時。

た。気管内には、Tチューブを留置した。Tチューブは約7カ月後の10月24日に抜去した。

抜去後、約2カ月経過を観察し、再狭窄をきたさないことを確認して、1985年12月23日気管

の再建と閉鎖を行なった。術前の気管孔の大きさは、縦 14 mm, 横 10 mm であった(図 6 A)。

気管孔周囲の皮膚を hinge flap として用い、気管前壁を作製した(図 6 B)。その上に緻密体のアパタイト(旭光学, 特注品)を置き、小孔を通して気管前壁に縫着固定した(図 6 C)。用いたアパタイトは、縦 14 mm, 横 10 mm, 厚さ 1.5 mm の大きさで、曲率半径 8 mm の彎曲をもち、固定のために直径 1.5 mm の小孔が 4 mm 間隔にあらかじめあけてある。頸部の創は、周囲の皮膚を引きよせて閉鎖した(図 6 D)。

術後 3 カ月経過した現在、再狭窄の所見は認められない。図 7 は術後 31 日の気管内腔を示す。しかし、この患者では、留意すべきことがあった。術直後より患者は、頸部を前後左右に屈伸したり、回旋したりする時に、局所の疼痛を訴えていた。そのため退院後、体をはげしく動かす工場現場の作業から事務職に移っている。

症例 5 : T.U. 59 歳 女性

初診 : 1985 年 4 月 30 日

主訴 : 呼吸困難

現病歴 : 1984 年 6 月 23 日、交通事故で肋骨および大腿骨骨折、動揺胸、腎挫創、結腸間膜損傷を受け、某病院で 28 日間にわたる経口挿管を受けた。抜管後 16 日目に呼吸困難をきたしたため、同年 8 月 5 日気管切開術を受けた。しかし気管カニューレに栓をすると呼吸困難をきたすので、気管カニューレを留置したままリハビリテーションを受けていた。

1985 年 4 月 17 日、同じ病院の耳鼻咽喉科に、呼吸困難の原因精査のため紹介された。喉頭ファイバースコープで声門下腔に狭窄を認められ、当科を紹介された。

所見、治療、経過 : 1985 年 4 月 30 日、当科に入院した。狭窄は声門下腔に全周性に認められ、気管孔より上方の気管にも狭窄が認められた。

同年 5 月 13 日、甲状軟骨中央の高さから第 6 気管輪にわたって正中で截開し、狭窄を除去した。輪状軟骨に対しては、posterior cricoid split も併せ行ない、断ち割った後壁は左右に広げて鼻中隔の composite graft を行なった。気管および輪状軟骨は、粘膜と皮膚を縫合し樋状に開窓し、T チューブを留置した。

図 7 症例 4 の術後の気管内腔

気管内腔は充分な広さを保持している。矢印の部はアパタイトを固定して再建した気管前壁を示す。R は右側壁、L は左側壁を示す。

1986 年 2 月 27 日、喉頭および気管の再建と閉鎖を行なった。喉頭気管孔の大きさは、縦 48 mm, 横 7 mm であった(図 8 A)。気管孔周囲の皮膚を hinge flap として用い、気管前壁を作製した(図 8 B)。その上に緻密体アパタイト(旭光学, 特注品)を、上下 2 カ所に 10 mm 離して置き、縫着固定した(図 8 C)。上方のアパタイトは甲状軟骨から輪状軟骨のレベルに置いた。その大きさは、縦 21 mm, 横 18 mm, 厚さ 1 mm で、曲率半径 8 mm の彎曲をもち、固定のために直径 2 mm の小孔が 4 mm 間隔にあらかじめあけてある。下方のアパタイトは第 4 および第 5 気管輪のレベルにおいた。その大きさは縦 9 mm, 横 24 mm, 厚さ 1 mm で、曲率半径 10 mm の彎曲をもち上方のアパタイトと同じ直径と間隔の小孔があらかじめあけてある。

アパタイトを上下 2 カ所に分けて離して置いた理由は、症例 4 に鑑みて、首の前後屈により気管前壁の皮膚および皮下組織が伸縮するので、硬い大きな 1 枚のアパタイトを挿入すると、首の前後屈が制限され、また運動時に疼痛がおこることを懸念したためである。創は周囲の皮膚を引きよせて閉鎖した(図 8 D)。術後 1 カ月の現在、支障は全く訴えていない。

図8 症例5の喉頭気管再建

各写真の上方が頭側。A：術前の気管孔。線は前壁作製のための切開線を示す。B：気管前壁の作製。C：上下2カ所にアパタイトを置き前壁の皮弁と縫着固定。D：創閉鎖終了時。

総括考按

喉頭頸部気管狭窄に対する開放手術には、基

本的には次の4通りの方法がある。

a. 狭窄部の切除と端々吻合。

b. 狭窄部の切除と人工気管の挿入 (研究段階)。

c. 狭窄部の拡大, コアモールド留置, 一期的閉鎖。

d. 狭窄部の拡大, 樋状開放, コアモールド留置, 二期的閉鎖。

喉頭頸部気管の部分的欠損に対する手術も, 基本的には狭窄部を切除あるいは拡大したあとと同じ考え方で行なわれている。

上記 c, d においては, 軟骨の枠組の欠損が大きい場合には, その再建が必要である。枠組の再建に当っては, 次のことを考慮せねばならない。

(1) 充分な広さの内腔を保持する。

(2) 吸息時の陰圧によって喉頭気管壁が陥凹しない。

(3) 頸部の前後左右への屈伸, 左右への回旋運動を喉頭気管壁が妨げない。そのためには再建した気管が, ある程度屈伸できる。

枠組の再建には, 従来, 耳介遊離複合移植(田辺ら¹⁾, Zehm ら²⁾), 鼻中隔軟骨 (原田ら³⁾, 奥田ら⁴⁾), 肋軟骨 (三宅ら⁵⁾, 今野ら⁶⁾) など, 自家軟骨が多く用いられている。われわれも鼻中隔軟骨あるいは肋軟骨を常用していた。

自家軟骨の長所は, 組織の拒絶反応がおこらないことであるが, 欠点は身体の他の部位に手術侵襲を加えることである。自家軟骨と同じ長所をもつ人工材料があれば, 余分の手術侵襲を避けることができる。

水酸化アパタイトは1974年加藤ら⁷⁾によって焼結体として合成された。その特徴としては, 骨や歯の無機質成分と同一の結晶構造物で, 生体内では溶解, 吸収されることなく, また異物として認識されないのので, 感染や異物反応を起さないといわれている⁸⁾。

このような特徴をもつ水酸化アパタイトの有用性については, 基礎的研究や臨床的応用の報告が少なからず行なわれている。たとえば, 基礎的研究としては下顎骨⁹⁾¹⁰⁾, 顎骨¹¹⁾, 気管軟骨¹²⁾との組織親和性が報告されており, 臨床的応用としては下顎¹³⁾¹⁴⁾, 鼻柱¹⁴⁾, 前頭骨⁸⁾, 外耳道後壁¹⁵⁾¹⁶⁾, 耳小骨¹⁵⁾への有効な利用が報告されている。

われわれは喉頭気管の枠組みの再建に, 水酸

化アパタイトを用いたところ, 前述のようなよい結果が得られた。

水酸化アパタイトには, 多孔体の製品と緻密体の製品とがある。われわれはこの両者を試用してみたが, いずれもよく生着し, 臨床的には異物反応は全く認められなかった。ただ形を適合するための工作は, 緻密体の方が容易であった。多孔体は緻密体に比べるとろく砕けやすい。緻密体を削る操作は, 滅菌水の中でダイヤモンド・バーを用いて行なうとよい。

使用する水酸化アパタイトの形と大きさは, これまでは症例毎に欠損部に合わせて調整していたが, これでは手数が繁雑で気軽に利用できない。気管軟骨と同じ形の, 曲率半径の違ういく種類かのアパタイト輪を用意しておいて, 長さだけを術中に調整すればよいように検討中である。

ま と め

5 症例において, 喉頭気管の枠組みの再建に水酸化アパタイトを用い, よい結果を得た。従来好んで用いられていた自家軟骨と同じように安全に使用できた。余分の手術侵襲を必要とする自家軟骨に代わるべき材料と考える。

本論文の要旨は, 第12回北部九州連合学術講演会(1986年7月13日, 佐賀市)において口演した。

文 献

- 1) 田辺正博・他: 耳介複合移植片による声門下狭窄の治療, 日形会誌, 2: 352-358, 1982.
- 2) Zehm, C. et al.: 遊離複合移植による声門下気管狭窄の治療, 耳鼻臨床, 70: 971-975, 1977.
- 3) 原田康夫・他: 鼻中隔軟骨粘膜弁を用いた気道再建術の2症例, 耳鼻臨床, 74: 2142-2150, 1981.
- 4) 奥田稔・他: 鼻中隔を利用した一次的頸部気管形成例, 耳喉, 45: 439-443, 1973.
- 5) 三宅弘・他: 気管狭窄に対する硬口蓋粘膜及び肋軟骨利用の拡張手術, 手術, 25: 668-673, 1971.
- 6) 今野昭義・他: 気管壁に浸潤した甲状腺癌切除後の頸部気管再建術 - 1 次的頸部郭清術と併用し得る術式の検討 -, 耳喉, 48: 171-183, 1976.
- 7) 加藤一男・他: 人工骨ならびに人工歯根材料の展望, 化学工業: 1262-1268, 1974.
- 8) 熊川孝三・他: アパタイトセラミックスによる前頭洞骨欠損部の形成, 日耳鼻, 86: 1472-1477, 1983.
- 9) 小木曾誠: Apatite 焼結体埋入による顎骨組織の経時的推移変化, 口病誌, 45: 170-221, 1978.

- 10) 山崎安晴：人工骨としての多孔質アパタイトー顎骨補填実験一，口病誌，49：41-68, 1982.
 - 11) 山崎安晴・他：人工骨としての多孔質アパタイトー顎骨埋入実験一，口病誌，49：250-278, 1982.
 - 12) 大西清・他：多孔質ハイドロキシアパタイトの人工気管への応用，人工臓器，14：700-703, 1985.
 - 13) 塩田重利・他：口腔外科領域におけるハイドロキシアパタイトの応用，The Quintessence, 4：43-52, 1985.
 - 14) 大西正俊・他：人工骨としての多孔質アパタイトー臨床応用例を中心として一，歯科ジャーナル，17：623-633, 1983.
 - 15) 船坂宗太郎・他：ハイドロキシアパタイトを利用した聴器の形態・機能の回復，The Quintessence, 14：380-388, 1985.
 - 16) 松本和彦・他：中耳手術におけるアパタイトの応用，日耳鼻，86：288-294, 1983.
- 別刷請求：〒830 久留米市旭町67
久留米大学医学部耳鼻咽喉科学教室
平野 実
-
- (投稿受付 1986年4月17日)