

原 著

主気管支完全断裂の治療に関する実験的研究

東京女子医科大学 第2外科学教室（主任：浜野恭一教授）

カサ イ メグミ
笠 井 恵

（受付 平成4年2月19日）

Experimental Study on the Management of Complete Bronchial Disruption

Megumi KASAI

Department of Surgery III (Director: Prof. Kyoichi HAMANO)

Tokyo Women's Medical College

Complete disruption of the main bronchus is one of the most severe traumatic complications. Besides if other major traumas are associated, it is very difficult to save the patient. Extreme invasive procedures are dangerous. Selective unilateral intubation into the intact main bronchus is recommended, in order to control respiration. The next procedure must be for hemodynamic stabilization (for example, laparotomy for liver injury). After general conditions become better, bronchoplasty should be performed as an elected surgery.

In this study, the right main bronchus of adult mongrel dogs were completely obstructed and it was recanalized after seven days. Respiratory condition, prevention for infection, recovery of respiratory function and pathological findings were investigated.

PaO₂ data of the dogs with atelectatic right lung were kept within normal range by giving 50% oxygen. After intravenous administration of Cefmenoxime, there was no disparity of its concentration between the left lung and the right. And the concentration was far above the MIC₈₀ for bacteria in general. On the second day after the recanalization, pathological findings in the right lung demonstrated almost normal findings. On the third day PaO₂ data became normal and AaDO₂ data became normal level on the 7th day following recanalization.

緒 言

鈍的胸部外傷における主気管支完全断裂は非常に重篤な外傷のひとつである。気管、気管支の外傷においては、外傷発生後1時間以内にその50%が死亡するという報告¹⁾や、外傷による死亡の剖検例のうち2.8%に気管、気管支の損傷があり、そのうち82%は1時間以内に死亡していると言う報告²⁾がみられる。

外傷性主気管支断裂では、気道と胸腔、縦隔が交通するために大量の air leak が、緊張性気胸、縦隔気腫、皮下気腫という状態を招く。これに対して胸腔ドレナージを行えば、胸腔内圧は下がるが air leak が大きいために気道内圧まで下がっ

てしまう。この状態で、普通に気管内挿管をして陽圧呼吸を行っても、十分な呼吸管理はできない。この時点で最も重要なことは、気管支鏡を行って、まず主気管支断裂の診断をつけることである^{3)~7)}。引き続いて、健側に気管内 tube を誘導し、片肺挿管にすれば呼吸管理が可能となる。

そこで、重篤な合併損傷を伴う主気管支完全断裂を安全且つ確実に治療するには、呼吸管理は片肺挿管すなわち対側主気管支遮断のままで行い、合併損傷の治療によって全身状態がある程度安定したところで気管支形成術を行うことが望ましいと考えられる。

しかし、こうした場合に、片肺換気で呼吸管理

が維持できるか、遮断側の膿胸などの呼吸器感染症が予防できるか、気管支再開通後の肺機能および病理組織学的所見は速やかに回復するのか、または不可逆的変化を来すことはないかということに関する報告は見られない。著者は、以上の事柄を検討するために健側片肺挿管のモデルとして右主気管支遮断犬を作製して、実験を行った。そのデータおよび結果の検討から若干の知見を得たので文献的考察を加えてここに報告する。

対象および方法

1. 対象

体重11~15kgの雑種成犬45頭を用いた。

2. 方法

1) 右主気管支遮断犬の作製と再開通

(1) 麻酔法

前肢の静脈に血管を確保し、pentobarbital sodium 25mg/kgを静注した。睫毛反射の消失を指標として必要に応じ、pentobarbitalを少量ずつ追加投与した。呼吸は、#28~30のカフつきチューブを気管内に挿管し ventilator (ACOM, R-300)を用いて、毎分20回、1回換気量20~30ml/kgの間欠的陽圧呼吸を行った。

(2) 手術法

左側臥位にて、右第五肋間で開胸し、右奇静脈を結紮切離した。上大静脈、食道、および気管を剥離し、気管分岐部を確認したうえで、右主気管支にサテンスキー鉗子をかけ、呼吸が確実に遮断されることを確認した。鉗子はずして、同部を5mm×20mmのプラスチック板二枚ではさみ、その両端の穴に絹糸を通して結紮し遮断した(図1)。一回換気量を15~20ml/kgとし、止血を確認

後閉胸した。

再開通の際には、再び開胸してプラスチック板を取り除き閉胸した。

2) 実験方法

実験データと比較するコントロール値は、術前に45頭の犬から動脈血を採血してガス分析を行い、各々の平均値とした。

45頭のうち無処置のままの4頭から心肺を摘出して肺の正常組織像の標本を作製した。

その他の41頭は前述の方法に従い、右主気管支遮断犬とした。

以後、肺の経時的病理組織学的変化を見るために、遮断後3日目に4頭、5日目に4頭、7日目に14頭から、再開通後2日目に6頭、7日目に13頭から全麻下に心肺を摘出した。

41頭の生存中に以下の実験を行った。

(1) 動脈血ガス分析

a) 大気中での動脈血ガス分析

採血部位は femoral artery とし、遮断前、および遮断当日から7日目までの連日と、再開通当日、再開通後7日目までの連日のデータをとった。測定には、CIBACORNING 228 blood gas systemを用いた。

b) 高濃度酸素吸入下での動脈血ガス分析

静脈麻酔下で挿管された右主気管支遮断犬に、酸素と笑気の混合ガスを吸入させた。酸素濃度はその混合比率により、33, 50, 80, 100%を設定し、それぞれの濃度で20分間以上換気した後に、動脈血ガス分析を行った。

c) AaDO₂値

肺におけるガス交換障害の指標として遮断後7

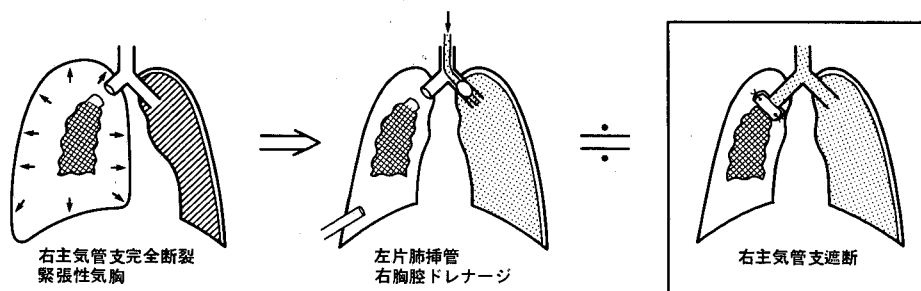


図1 右主気管支完全断裂と実験モデル

日目, 再開通後2日目, および7日目の動脈血ガス分析データから, それぞれの $AaDO_2$ 値を求めコントロール値と比較した。

(2) 抗生物質の肺組織移行濃度

主気管支遮断により無気肺となった組織と, 対側の組織における抗生物質の移行濃度を測定した。

静脈麻酔下で Cefmenoxime (以下 CMX) 100 mg/kg を静注し, 10分後, 20分後, 30分後に採血して CMX の血中濃度を測定すると共に, 30分後の時点で肺の全血流を遮断し, 心臓と共に両肺を摘出した。左右の肺のそれぞれ前葉, 中葉, 後葉から2g 程の組織を採取し, CMX の組織内濃度を測定した。

(3) 喀痰の細菌培養検査

臓器摘出の際には鉗子で気管を遮断して切離する。摘出後に鉗子をはずして, 内腔の気道分泌物を吸引採取して, 好気性および嫌気性培養を行った。

右主気管支遮断の状態で摘出したものについては, プラスティックプレートより遠位に切開をおき, 分泌物を吸引採取した。

(4) 病理組織学的検討

a) 病理組織学的所見

摘出臓器は全て10%ホルマリンにて7~14日間固定した。ホルマリンを入れた注射器にチューブを付けて左右の気管支に挿入し, 肺泡に圧をかけない範囲で注入した。その後ヘマトキシリン-エオシン染色およびエラスチカ-マッソン染色を行ってプレパラートを作製し, 光学顕微鏡により観察した。

b) プレパラートの画像解析

正常肺組織, 遮断後7日目, 再開通後2日目および7日目のエラスチカ-マッソン染色のプレパラートを用いた。1枚のプレパラートにつきランダムに5カ所を選んで20倍の画像をモニターに描出し, 画像解析ソフト NACHET-VISION 1500 LUCIE を用いて, 画面全体の面積に対する肺実質の面積の割合(%)を求めた(図2)。

結 果

1. 動脈血ガス分析

1) 大気中での動脈血ガス分析(図3)

$PaCO_2$ 値は, コントロール値 31.84 ± 1.97 mmHg, 右主気管支遮断後 $25.77 \pm 5.42 \sim 30.39 \pm$

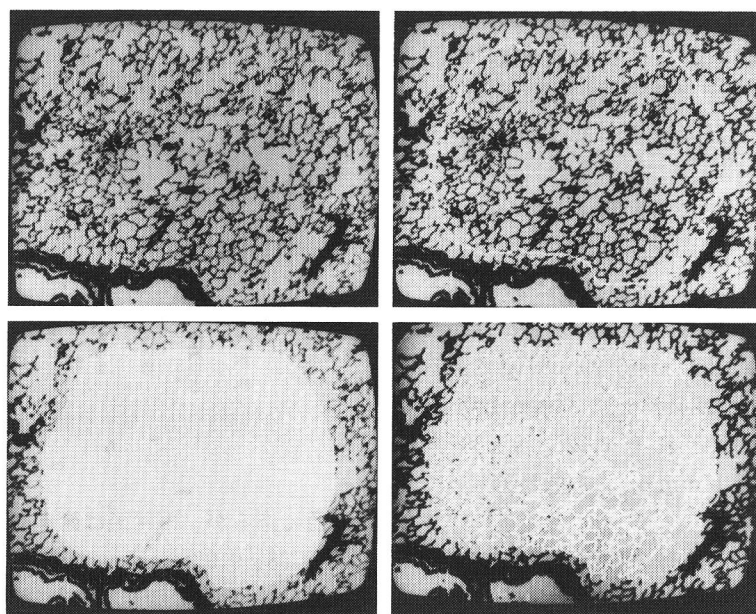


図2 NACHET-VISION 1500 LUCIE による画像解析
右下の図で白くなっている部分が実質の面積

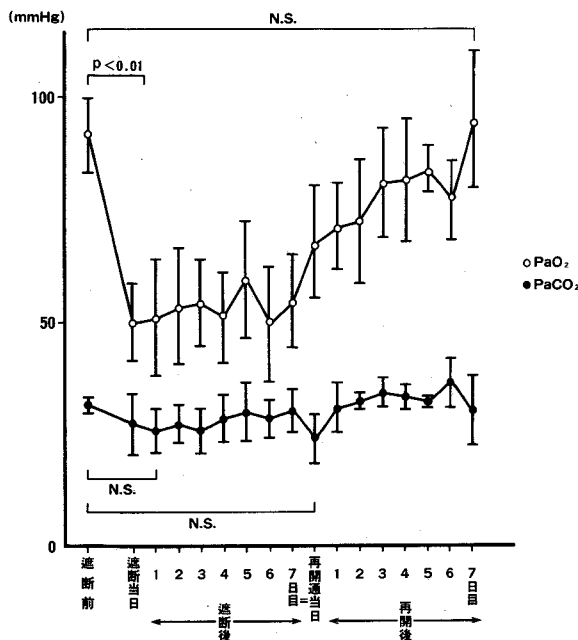


図3 大気中での動脈血ガス分析

4.67mmHg, および再開通後 $25.38 \pm 5.39 \sim 36.50 \pm 5.30$ mmHgと全経過を通して大きな変動はなかった。これに対してPaO₂値は 91.44 ± 8.14 mmHgから右主気管支遮断によって 49.94 ± 8.67 mmHgまで急激に下がり、遮断中の7日間の値には変動はなかった。再開通後は順調に上昇してゆき、3日目には 80.94 ± 12.24 mmHgと正常域に入り、7日目は 94.45 ± 15.72 mmHgとなった。

2) 高濃度酸素吸入下での動脈血ガス分析 (図4)

酸素吸入下でもPaCO₂値は $24.87 \pm 3.95 \sim 33.61 \pm 5.64$ mmHgと大きな変動はなかった。PaO₂値は大気中で 55.29 ± 6.79 mmHgであるが、吸入酸素濃度50%で 84.78 ± 11.84 mmHgとなり、80%, 100%ではそれぞれ 125.79 ± 30.14 mmHg, 164.10 ± 15.11 mmHgと有意差をもって上昇した。

3) AaDO₂ (肺胞気, 動脈血酸素分圧較差) (図5)

AaDO₂の術前値は 18.77 ± 7.9 mmHgであった。右主気管支再開前は 49.36 ± 14.67 mmHgと高

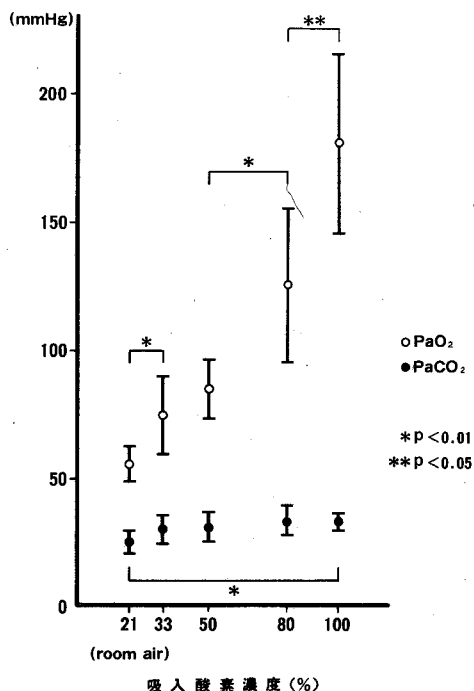
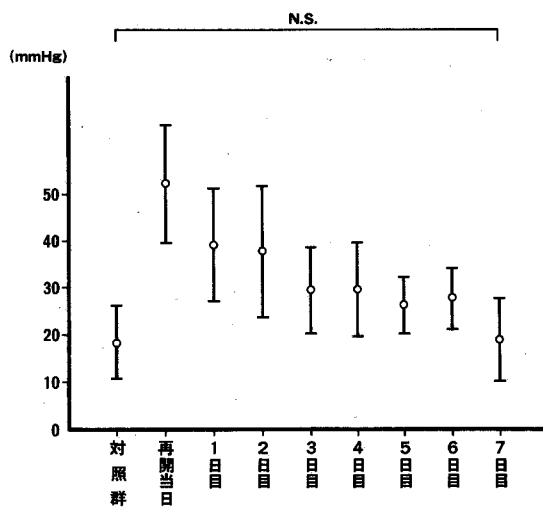


図4 高濃度酸素吸入下での動脈血ガス分析

図5 右主気管支再開後のAaDO₂

い値であるが、再開後は徐々に下降し、7日目には 19.08 ± 9.03 mmHgまで回復した。

2. 抗生物質の肺組織移行濃度 (図6)

CMXの血中濃度は静注後10分で 196 ± 53 μg/gまで上昇し、その後速やかに下降していった。

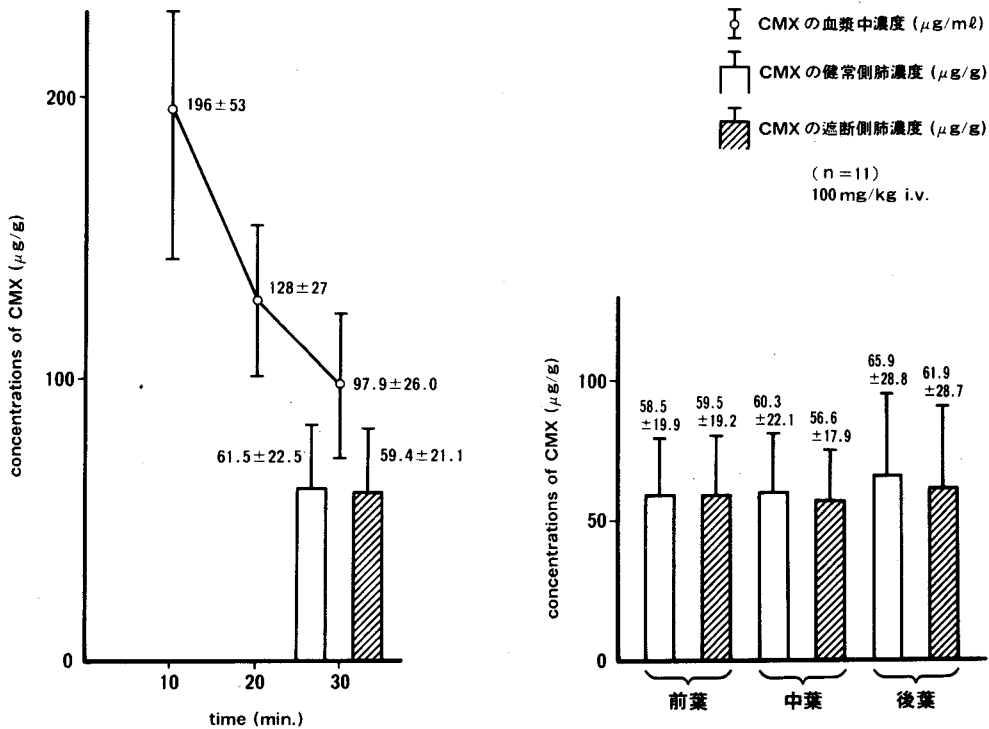
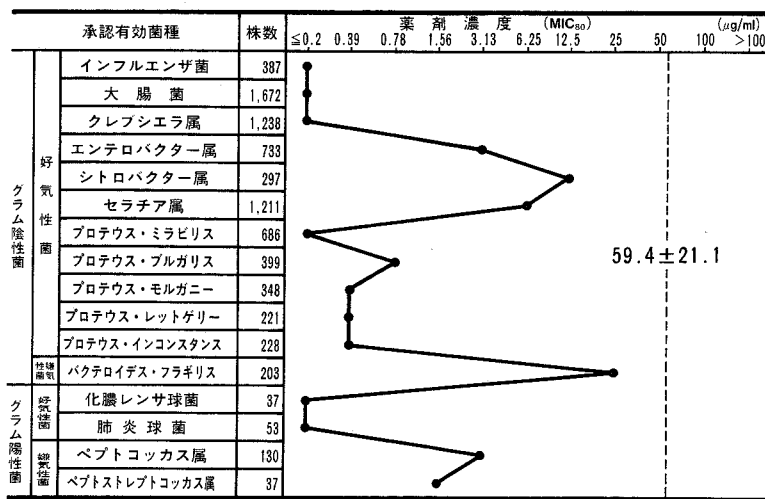


図6 抗生物質 (CMX) の肺組織移行濃度

図7 臨床分離菌に対するCMXの抗菌力 (MIC₈₀)

30分後に摘出した組織への移行濃度をみると、健側の左肺では、前葉 $58.5 \pm 5.3 \mu\text{g/g}$ 、中葉 $60.3 \pm 15.7 \mu\text{g/g}$ 、後葉 $65.9 \pm 6.1 \mu\text{g/g}$ 、平均 $61.5 \pm 22.5 \mu\text{g/g}$ であった。遮断側の右肺では、前葉 $59.5 \pm 10.5 \mu\text{g/g}$ 、中葉 $56.6 \pm 9.6 \mu\text{g/g}$ 、後葉 61.9 ± 5.2

$\mu\text{g/g}$ 、平均 $59.4 \pm 21.1 \mu\text{g/g}$ であり、それぞれの間に有意差はなかった。また、これら全ての値が主要な病原菌 MIC₈₀を遙かに上回るものであった (図7)。

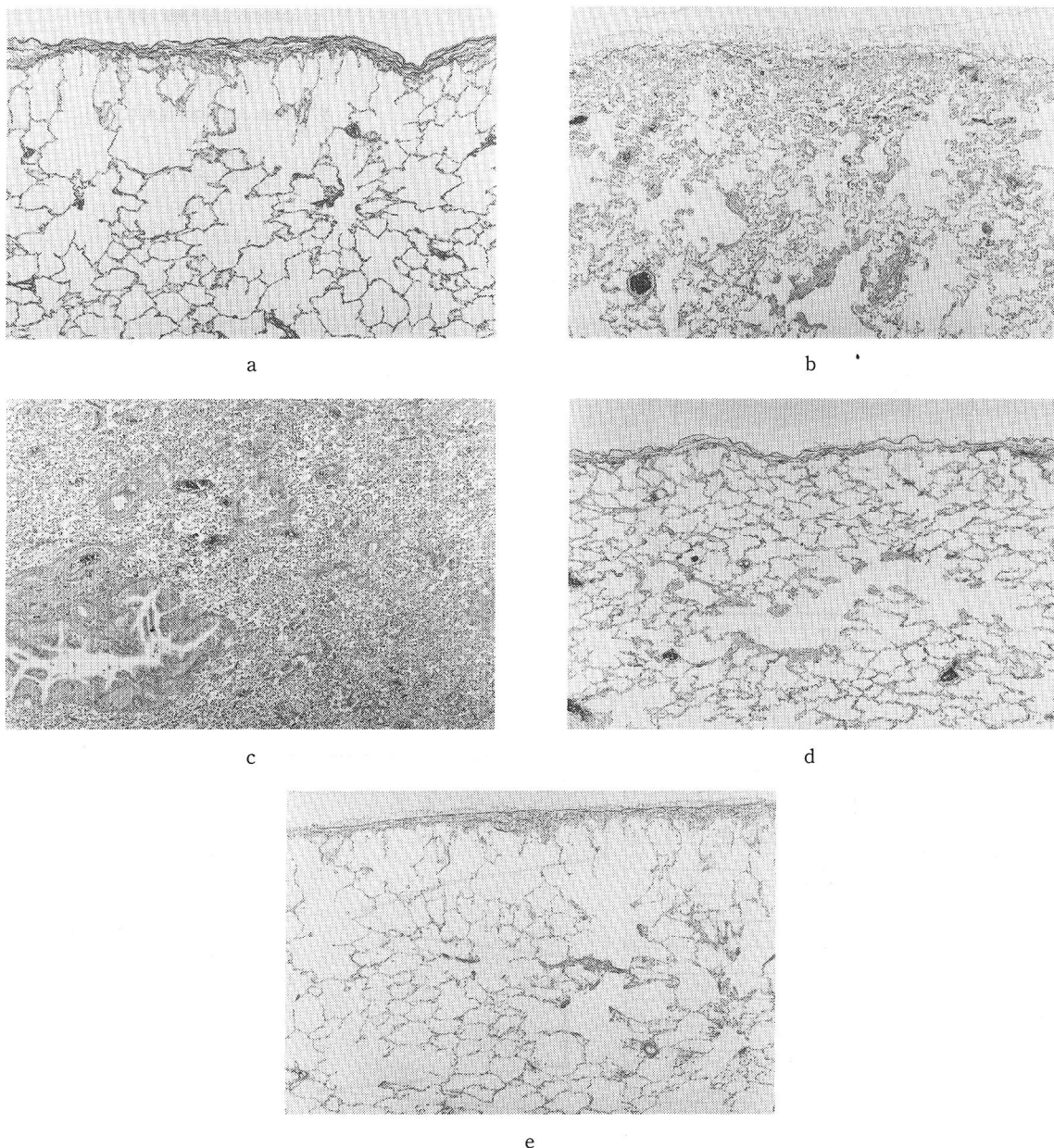


図8 実験経過中の病理組織学的所見

a 正常肺組織, b 遮断後3日目, c 遮断後7日目, d 再開通後2日目, e 再開通後7日目

3. 喀痰の細菌培養検査

7日間遮断後に両肺を摘出したのは12例あり、喀痰は遮断側では多量に採取された。

しかし、培養の結果では嫌気性菌は検出されず、好気性培養でも1例に *Pseudomonas* sp が少数、2例に normal flora がごく少数同定されただけ

であった。再開通後7日目群では、喀痰として吸引採取できるものはほとんどなく、僅かに採取された検体からも13例中の1例に *Pseudomonas aeruginosa* が同定されたのみであった。

4. 病理組織学的検討

1) 病理組織学的所見 (図8a~e)

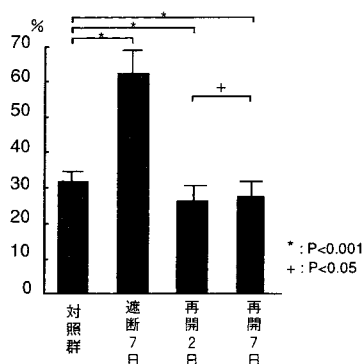


図9 画像解析—無気肺の程度—

写真は、犬の正常肺組織、遮断後3日目、同7日目、再開後2日目、同7日目の肺組織のエラスチン-マッソン染色である。

正常像は、人間の組織とほぼ同じであった。遮断後は含気が減り無気肺になった。特に7日目では、気管支の内腔が狭小化して羊歯状の複雑な形をとり、膠原線維が太くなっていた。気管支および血管壁周囲の細胞は膨化していたが、炎症性の細胞浸潤は殆どなかった。

再開後2日目で既に含気は良好で、炎症性の細胞もみられなかった。血管壁の膨化も殆ど残っていなかった。再開後7日目でも同様の所見であった。

2) プレパラートの画像解析 (図9)

コントロール群におけるプレパラート上の肺実質の面積の割合は $30.79 \pm 3.43\%$ であった。遮断後7日目では $62.74 \pm 3.45\%$ と増加するが、再開後2日目には $26.11 \pm 4.94\%$ 、同7日目には $27.74 \pm 3.90\%$ に減少した。これら4つの値の間には有意差がみられた。

考 察

呼吸器外科の進歩は、結核、肺癌の治療の歴史と言っても過言ではない。1892年に Tuffier が肺結核患者に対して肺葉の部分切除を成功させて以来、肺切除の施行例は増加し、1931年にはドイツで Nissen が左肺全摘術を成功させた⁸⁾。1944年のストレプトマイシン、1952年の Isoniazid 導入と各種の外科治療によって肺結核の治療法が確立される一方、そのころの肺癌の定型的外科治療は片

肺全摘術であった。故に、当時はさかんに肺切除や全摘術後の循環動態や残存肺機能に関する研究が行われた^{9)~12)}。そして“肺切除はどこまで可能か”といった動物実験¹³⁾や、50歳以上の片肺全摘症例について検討した辻の報告¹⁴⁾などから右肺全摘術は極力避けるべき術式であると考えられるようになった。

しかし、その後もさらに、手術手技や麻酔法の進歩と患者の高齢化という新しい局面に対して引き続き新しい肺切除の適応の検討が行われ、今日では肺切除術、全摘術が安全且つ速やかに行われるようになった^{15)~20)}。そして、十分な術後管理が行われれば手術死亡率も問題にはならない程である。

悪性疾患などに対する治療の第一選択が、必要且つ十分な外科的切除であることは疑問の余地がない。だが、全身状態の悪い患者においてはこの限りではないし、良性疾患や外傷に対しては如何に切除をせずに肺を残すかということが課題である。

そのひとつの状態として、crush injury などによる重篤な多発外傷を伴う右主気管支断裂がある。以前には気管支形成術の技術的な問題や、術後の肺感染症、膿胸を恐れて主気管支断裂に対して片肺全摘が行われていた時代もあったが²¹⁾、右片肺全摘は循環動態への影響が非常に大きく、術後の急性期は言うまでもなく、長期的な quality of life の面においても、厳密に適応が検討される術式である。他に大きな問題となる外傷がない場合には、緊急気管支形成術の適応であり、最近では成功例の報告も少なくない^{22)~25)}。

外傷性主気管支断裂の主な発症機転は、胸部を強打された時などに、反射的に声門が閉じて急激に気道内圧が上昇することや、頸部の急激な伸展などによる²⁶⁾といわれている。そのため、肺動静脈と一緒に断裂することは比較的稀である²⁵⁾²⁷⁾が、多発外傷として、他の内臓や、頭頸部、四肢の外傷を伴うことは珍しくない。その中で、最も問題となるのは、循環動態を不安定にさせる合併損傷であり、具体的に言えば肝破裂、脾破裂などによる腹腔内出血を伴う場合である²⁸⁾。呼吸状態が確

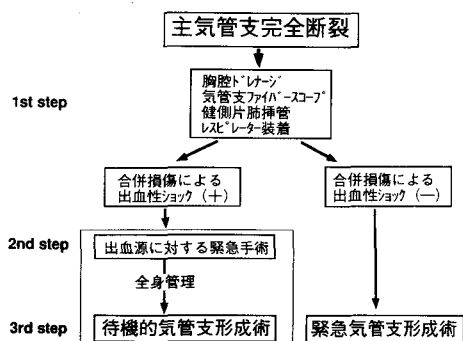


図 10

保されれば、気管支形成術よりも開腹止血を優先すべきである。そして、確実に止血されたとしても、ショック時の手術であること、肝機能障害や肝不全を起こしてくること、大量輸血を必要とすることなどで、患者は非常に大きな侵襲下におかれる。そこで、同時に、または引き続き開胸手術を行うことは、さらに生命への危険を冒すことになりかねない。また、小児は胸郭が柔らかいため、気管、気管支断裂が発生しやすいといわれるが、気管支形成術も呼吸管理も小児ではさらに難しくなる^{29)~32)}。

そこで“救命するために、気管支形成術と合併損傷に対する手術のどちらを優先すべきか”という問題²⁸⁾に対する解答として、(1) 左片肺挿管=右主気管支遮断での呼吸管理、(2) 合併損傷の手術および全身管理、(3) 待機的气管支形成術、と治療を三段階に行うことについて検討した(図10)。

ひとつの前提として、右主気管支遮断における循環動態の変化が過大な侵襲にならないということがあげられる。高橋の報告によれば、右主気管支遮断前と遮断後のデータの比較において、平均動脈圧、心拍数、中心静脈圧、左房圧、および心拍出量は有意の変化はない。肺動脈圧についても、右主気管支遮断前開胸時 $14.3 \pm 2.0 \text{ mmHg}$ に対して術直後および閉胸後は6~10%程度の上昇であったという³³⁾。

右主気管支遮断においては、むしろ右肺を循環するために酸素化されない血流、すなわちシャント様効果によって生じる低酸素血症が大きな問題

となる。

実験では、大気中での PaO_2 のコントロール値は $91.44 \pm 8.14 \text{ mmHg}$ であり、右主気管支遮断後には $49.94 \pm 8.67 \text{ mmHg}$ 迄下がる。シャント率は $30.0 \pm 2.7\%$ であった。その後7日間の動脈血ガス分析データには統計学上の有意差を認めない。これに高濃度の酸素を投与すると、吸入酸素濃度33%で $74.88 \pm 15.28 \text{ mmHg}$ と有意に上昇し、さらに50%では $84.78 \pm 11.84 \text{ mmHg}$ 、80%では $125.79 \pm 30.14 \text{ mmHg}$ 、100%では $180.85 \pm 35.70 \text{ mmHg}$ となる。ヒトでは右肺と左肺の容積は8:7といわれるが、犬の場合はおよそ4:3であり³⁴⁾大きな差はない。臨床的にもある程度の酸素を投与することで、左片肺による呼吸管理が可能であろうと考えられる。また、臨床においては最近 ECLA (extra corporeal lung assist) のような体外式肺補助装置の安全性が高まり、多種の肺疾患への使用例がみられる^{35)~39)}。出血の危険が除かれれば、レスピレーターによる左片肺呼吸での管理に併用して、さらに安定した状態が維持できると期待される。

PaCO_2 においては、大気中での測定値 $24.87 \pm 3.95 \text{ mmHg}$ と酸素吸入を行った際のそれぞれの値との間には有意差があったが、吸入濃度33, 50, 80および100%におけるそれぞれの値の間には有意差を認めなかった。いずれの値も正常範囲であり、呼吸管理において問題になるものではないと考えられる。

右主気管支遮断中のもうひとつの大きな懸念は、肺感染症である。もしも感染を起こせば、気管支形成術による再建の適応はなくなり、右肺全摘を余儀なくされることになる。

肉眼的には遮断後3日目にはいわゆる肝様肺といわれる完全な無気肺の状態になっており、このような場合には、血流は24~40%程度になると言われる。モデル犬においては、右無気肺によってシャント率は $30.0 \pm 2.7\%$ であった。はたして抗生物質によって確実に感染を予防できるかという問題に対してセフェム系抗生物質 cefmenoxime (以下 CMX) の血中および組織移行濃度を測定した。

静注した CMX は速やかに血中から消失し、30

分後には肺組織への移行がみられた。

そして、右肺が完全に無気肺に陥っているにもかかわらず CMX の組織濃度に全く左右差がなかった。前葉、中葉、後葉の比較においても有意差はなく、肺全体に CMX が充分に行き渡っていた。

さらに、これらは何れもかなり高い値であり、呼吸器感染症の主な起炎菌、肺炎球菌、インフルエンザ菌、連鎖球菌、クレブシエラなどの MIC₈₀ 値を遙かに超えている^{40)~42)}。

実際の気道分泌物の培養では、右主気管支遮断後も再開通後 7 日目も問題となる細菌は検出されず、抗生物質が感染予防に充分役立つと考えられる。

また、気管、気管支狭窄では、難治性の呼吸器感染症が大きな問題となるが、完全に気道が遮断された場合には、感染を伴わない長期無気肺例の報告^{43)~46)}が見られるように感染の risk は、むしろ少ないと考えられる。以上のことから、右主気管支断裂に対して速やかに左片肺挿管をし、最低 7 日間呼吸管理を維持することは可能であると言える。

この間に、開腹止血などの必要な手術を行い、全身状態の改善を待って気管支形成術に臨むのであるが、この手術に関するかぎりにおいては受傷後早期であるほうが望ましい。

なぜならば、ひとつには、当然遮断時間が短い程、肺機能の回復が速やかで、完全である^{47)~50)}と考えられるからである。そして、もうひとつ重要なことは時間がたつと気管支断端に不良肉芽が生じ瘢痕狭窄を来してくるということである。不完全気管支断裂が長時間たってから発見され、気管支形成術を行った場合、狭窄部を充分に切除すると吻合が難しくなるうえに、その後再び吻合部狭窄を起こすことが多い⁴⁴⁸⁾⁵¹⁾。そうなると、重篤な感染症の原因となり、再手術が必要となる。しかし再手術はさらに難しいものになる。このような悪循環に陥らないためには、狭窄が生ずる以前、すなわち 7 日以内に気管支形成術を行うことが望ましい⁵⁾。

さて、無事に気管支形成術が施行され、右主気

管支が再開通されたならば、右肺は完全に元通りに回復するのか。また、無気肺の回復に時間がかかり過ぎて、術後管理を難しくする危険はないかということが、救命という点において、また長期的な quality of life の面において問題となる。

三木によれば、2 週間迄の無気肺は再膨張 1 カ月後には換気、肺循環動態に関してはほぼ完全に回復するという⁵²⁾。また、足立の報告では気管支遮断後 1 年までの虚脱肺に再建を行った場合では、肺の膨張は良く、肺動脈血流および表面活性は正常に回復して、良好な肺機能が得られている⁵³⁾。また臨床的には、気管支断裂による無気肺が長年経ってから発見された場合でも、感染が無ければ気管支形成術を施行して良好な結果を得たと言う報告がみられる⁴⁵⁾。ある程度の期間のたった無気肺でも長い時間をかければ、ほぼ正常にもどるという結果であるが、救急の場合においては短期間にどれだけ肺機能が回復するかということも非常に重要な問題である。

実験では 2 度目の開胸術によって右主気管支を再開通させると、その後 1 日毎に PaO₂ 値は回復し、3 日目には 80.94 ± 12.24 mmHg となった。PaCO₂ に関してはほぼ一定しており正常範囲内であった。動脈血ガス分析データ上では 3 日目で充分な肺機能を得たといえる。

ガス交換障害の程度を知る目安として AaDO₂ を求めた結果では、対照群の値と同程度に回復するのに 7 日程かかっているが、実際の呼吸管理には特に支障を来すことはないと考えられる。

また右主気管支遮断によって右肺が無気肺になり、再開通後に軽快して行く経過を病理組織学的にも観察した。肺組織の構造においては、人と犬は基本的に同じと考えて良い。

但し、実験犬のフィラリア感染率は 77.5% であり、30% で血管内にミクロフィラリアが観察された。

肉眼的には遮断後 3 日目で含気は著しく減り、肝様肺と言われる状態になる。プレパレートでも肺胞が虚脱し、無気肺になっている。7 日目では、さらに含気量が減るが、胸腔内ドレーンによる持続吸引もせずに、再開通 2 日目には既に正常像と

ほぼ同等に回復している。感染を示唆する所見はなく、病理組織学的には、不可逆的变化は全く認めない。

プレパラートの画像解析においても、無気肺が速やかに回復することがわかる。

実験では無気肺の再膨張に伴う肺水腫⁵⁰⁾⁵⁴⁾⁵⁵⁾は見られなかったが、臨床的には主気管支再開通の際にステロイド剤の予防的投与は必ず行すべきだと考えられる⁵⁶⁾。

結 論

1) 右主気管支遮断による左片肺呼吸でも50%以上の酸素を投与すればPaO₂値は正常に保たれる。

2) 抗生物質(CMX)は、点滴静注により無気肺になった右肺組織にも左肺と同様に充分高濃度に移行した。気道分泌物の培養では問題になる細菌は検出されず、感染予防に有効であると考えられた。

3) 遮断後7日目で再開通すると、肺機能は速やかに回復し、PaO₂は再開通後3日目にAaDO₂は7日目に正常範囲の値となった。

4) 病理組織学的には再開通後2日目には既にほぼ正常の所見であり、不可逆的な変化はみられなかった。プレパラートの画像解析で無気肺からの再膨張は良好であった。

以上の結果から、健側片肺挿管による呼吸維持は、重篤な合併損傷を伴う主気管支完全断裂に対する安全な治療の基礎として臨床応用の可能性が示唆された。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜りました浜野恭一教授に深甚なる謝意を捧げますとともに、直接御指導頂きました鈴木忠助教授に深謝致します。

文 献

- 1) **Chesterman JT, Satsangi PW**: Rupture of the trachea and bronchi by closed injury. *Thorax* 21: 21-27, 1966
- 2) **Kirsh MM, Orringer MB, Behrendt DM et al**: Management of tracheobronchial disruption secondary to nonpenetrating trauma. *Ann Trac Surg* 22: 93-101, 1976
- 3) **大橋教良, 杉本 寿, 澤田佑介**ほか: 鈍的胸部外傷に伴う気管支損傷に対する気管支ファイバースコープの有用性について. *日災医学会誌* 27: 697-702, 1979
- 4) **加藤良一, 前中由巳**: 気管, 気管支損傷. 「救急医学」, pp549-556, へるす出版, 東京 (1987)
- 5) **宗本義則, 奥村 輝, 大貫義則**ほか: 外傷性右主気管支完全断裂の1治験例. *日胸臨* 47: 85-88, 1988
- 6) **藤村重文, 根谷崎敏彦, 佐藤博敏**ほか: 鈍性胸部外傷による左主気管支の完全離断と瘢痕性閉塞の治験例. *胸部外科* 29: 22-26, 1976
- 7) **木村 秀, 原田邦彦, 津田 洋**ほか: 外傷性左主気管支完全断裂による長期無気肺の1治験例. *臨胸外* 4: 331-336, 1984-5
- 8) **Christopher D**: *Textbook of Surgery*, 肺・胸膜・胸壁の疾患. (石川浩一, 草間 悟監訳), pp1923-1930, 医学書院, 東京 (1976)
- 9) **萩原 昇, 鈴木公志, 押部光正**ほか: 一側肺全摘除者の遠隔時における心肺機能. *抗研誌* 16: 469-474, 1963
- 10) **吉沢 明**: 運動負荷による一側肺動脈閉塞試験の吟味並びに臨床面への応用に関する研究. *抗研誌* 15: 25-42, 1960
- 11) **鈴木千賀志, 新垣善一**: 大量肺切除の病態生理とその安全限界. *外科診療* 2: 119-124, 1971
- 12) **渡辺和彦**: 右心持続カテーテル法による肺切除, 術直後の心肺動態の追求. *抗研誌* 16: 399-411, 1963
- 13) **梶原 暁**: 一側肺動脈閉塞試験による肺切除の機能的限界決定法の研究. *抗研誌* 13: 1-21, 1957
- 14) **辻 泰邦**: 進行肺癌に対する外科的治療. *胸部外科* 30: 619-625, 1977
- 15) **山根善男**: 広範囲肺切除における肺循環不全発生機序. *抗研誌* 32: 77-89, 1980
- 16) **新田澄郎, 山根善男, 若浜修一**ほか: 呼吸器系にたいする広範性手術侵襲に際しての心肺不全の予防及び対策. *外科治療* 44: 671-678, 1981
- 17) **新田澄郎, 大久田和弘, 大貫恭正**ほか: 肺癌再切除の機能的適応と予後. *日呼吸器外科会誌* 2: 214, 1988
- 18) **新田澄郎, 大久田和弘, 大貫恭正**ほか: 肺癌肺切除の機能的適応と進歩とその臨床的評価. *抗研誌* 37: 319-325, 1985
- 19) **小池輝明**: 術式よりみた肺切除後の肺循環及びガス交換動態の研究. *日胸外会誌* 31: 13-24, 1983
- 20) **新田澄郎, 大貫恭正**: 肺切除の可否ないし術式の選択. *呼吸* 7: 321-325, 1988
- 21) **樋口隆三, 緒方節男, 佐々木清**ほか: 外傷性左主気管支完全断裂の1例. *胸外* 13: 481-485, 1957
- 22) **春日井尚, 長崎二三夫, 武士明彦**ほか: 転落事故による右主気管支完全断裂の1例. *日救急医学会関東誌* 9: 58-59, 1988
- 23) **山田 真, 福島元彦, 野元成郎**ほか: 受傷後5時

- 間で緊急気管支形成術を施行した右主気管支完全断裂の1治験例, 日胸外会誌 34: 135-138, 1986
- 24) 野崎益司, 益子邦洋, 須崎紳一郎ほか: 気道再建術後に吻合狭窄を来した再手術を要した右主気管支損傷の1例, 日救急医学会誌 9: 76-77, 1988
 - 25) 辻 泰邦, 富田正雄, 伊福真澄ほか: 胸部外傷による気管支破裂の1例, 胸外 17: 610-614, 1964
 - 26) Eastridge CE, Hughes FA Jr, Pate JW et al: Tracheobronchial injury caused by blunt trauma. Am Rev Respir Dis 101: 230-237, 1970
 - 27) Collins JP, Ketharanathan V, McConchie I: Rupture of major bronchi resulting from closed chest injuries. Trorax 28: 371-375, 1973
 - 28) Ramzy AI, Rodriguez A, Turney SZ: Management of major tracheobronchial rupture in patients with multiple system trauma. J Trauma 28: 1353-1357, 1990
 - 29) 野口啓幸, 秋山 洋, 小島洋一郎ほか: 幼児左主気管支完全断裂に対する気管支形成術の経験, 日小児外会誌 22: 134-138, 1985
 - 30) 藤戸好典, 矢野博道, 野口哲彦ほか: 外傷性左主気管支断裂の1例, 日小児外会誌 21: 267, 1985
 - 31) 佐々木峻, 伊藤伊一郎, 木村久雄ほか: 幼児右主気管支断裂に気管支再建を行った1例, 日胸外会誌 35: 140-144, 1987
 - 32) Pizov R, Shir Y, Eimerl D et al: One-lung high-frequency ventilation in the management of traumatic tear of bronchus in a child. Crit Care Med 15: 1160-1161, 1987
 - 33) 高橋 敏: 右肺全摘後および右主気管支遮断後の循環動態に関する実験的研究, 東女医大誌 56: 1009-1021, 1986
 - 34) Evans HE, Christensen GC: Millier's Anatomy of the Dog. (望月公子 監修), pp399-426, 学窓社, 東京 (1985)
 - 35) 寺崎秀則: ECLAの臨床応用と将来, 日胸臨 48: 181-188, 1989
 - 36) 寺崎秀則: 呼吸不全 治療, 管理 ECMO, ECLA, 現代医療 22: 783-787, 1990
 - 37) 金子泰史, 宮内好正, 後藤平明ほか: 小型人工肺を用いた自己血体外循環の安全性とその限界について, 日胸外会誌 37: 115-122, 1989
 - 38) 岡本泰介, 寺崎秀則, 津野恭司ほか: 肺出血を伴う急性呼吸不全に対する体外式肺補助, 麻酔 37: 75-80, 1988
 - 39) Wetterberg T, Steen S: Total extracorporeal lung assist—A new clinic approach. Intensive Care Med 17: 73-77, 1991
 - 40) 後藤達智子, 辻 明良, 小川正俊ほか: 7位にmethyl-tetrazol-thiomethyl基を有するCephalosporin系新誘導体Cefmenoxime (SCE-1365)の細菌学的評価, Chemotherapy 29: 8-31, 1981
 - 41) 土屋皖司, 近藤正照, 木田 誠ほか: Cefmenoxime (SCE-1365), 新広域cephalosporinのin vitroおよびin vivo抗菌作用について, Chemotherapy 29: 96-158, 1981
 - 42) 近藤正照, 土屋皖司: Cefmenoxime (SCE-1365)の臨床分離菌に対する最小殺菌濃度(MBC)について, Chemotherapy 29: 158-170, 1981
 - 43) 西村嘉裕, 池田高明, 酒井忠昭ほか: 気管支形成術により長期間無気肺であった肺を温存した気管支結核の1例, 日胸疾患会誌 25: 1223-1228, 1987
 - 44) Mahaffey DE, Creech O Jr, Boren HG et al: Traumatic rupture of the left main bronchus successfully repaired eleven years after injury. J Thorac Surg 32: 312-326, 1956
 - 45) Benfield JR, Long ET, Harrison RW et al: Should chronic atelectatic lung be re-aerated or excised? Dis Chest 37: 67-74, 1960
 - 46) 富田正雄, 綾部公懿, 川原克信ほか: 外傷性気管支損傷例の検討, 日臨外医会誌 46: 210-214, 1985
 - 47) 原田邦彦, 三木啓司, 佐尾山信夫ほか: 長期間無気肺の再膨張した後の肺変化, 日胸臨 39: 857-865, 1980
 - 48) 寺田泰二, 呉 俊雄, 千原幸司ほか: 外傷7年後に形成術を施行された左主気管支断裂症の1例, 胸部外科 38: 563-567, 1985
 - 49) 松本昭彦, 久保秋夫: 気管, 気管支損傷に対する手術, 手術 18: 1339-1346, 1984
 - 50) 小池加保児, 小野貞文, 千田雅之ほか: 肺虚脱と再伸展に伴う血管壁透過性の亢進—再伸展性肺水腫の背景因子—, 日胸疾患会誌 26: 37-42, 1988
 - 51) 興石義彦, 雨宮隆太, 松島 康ほか: 気管支再形成術を施行した外傷性気管支断裂の1治験例, 日胸外会誌 36: 131-136, 1988
 - 52) 三木啓司: 慢性無気肺および再膨張肺の換気, 肺循環動態についての実験的研究, 日胸外会誌 28: 959-971, 1980
 - 53) 足立 晃: 気管支遮断肺の再建に関する実験的研究, 長崎医会誌 55: 163-177, 1980
 - 54) 藤村重文, 赤荻栄一, 新田澄郎ほか: 気管, 気管支形成術の問題点, 気管支学 5: 409-415, 1983
 - 55) 藤村重文, 近藤 丘, 今井 督ほか: 胸部外傷における気管気管支形成術の術後管理, 気管支学 6: 443-449, 1984
 - 56) 原田邦彦: 無気肺再膨張後の肺機能, 「今日の臨床外科 第24巻」(榊原 仟 総監修), pp213-224, メジカルビュー社, 東京 (1980)