

右肺移植の手技上の問題点

京都大学胸部疾患研究所 外科

田 大力, 青木 稔, 山崎 文郎
和田 洋巳, 人見 滋樹

京都大学附属病院 集中治療部

乾 健 二

(1989年6月15日受付)

はじめに

近年, Cyclosporine A の開発導入により, 免疫抑制法が著しく進歩し各臓器移植の成績は飛躍的に向上した. 肺移植に於ても Cyclosporine A の導入と気管支吻合部大網被覆により, 長期生存が可能となってきた^{1,2,3)}. 今日, 臨床肺移植において, 一側肺移植の場合, 右肺よりも手技的に容易なために左肺移植が好まれている^{4,5)}. しかし, 最近の報告では⁶⁾, 一体の Donor より左右別々の一側肺 Graft が摘出できることが示されている. 限られた Donor 臓器をより有効に利用するために, 今後, 右肺移植が必要となるケースが増加すると思われる. また, 左側に気胸, 膿胸, 開胸などの既往による癒着が予想される場合にも右肺移植の適用となると思われる. 我々の肺移植研究グループはこれらの観点から, 今回, 犬を用いて右肺移植の手技上の問題点について検討した.

実験手技

実験動物として, 体重約 10 kg の雑種成犬を用いた. Sodium thiopental (20 mg/kg) 静脈注入後に気管内挿管を行い, ハーバード型人工呼吸器に接続した. 換気条件は酸素 2L/min, 笑気 2L/min, Halothane 1%, Vt 20 ml/kg, RR 20/min で調節呼吸を行った. 心電図と直接動脈圧モニター下に移植操作をおこなった. 術後, 抗生物質と免疫抑制剤を投与した.

1. Recipient 肺の切除 (表1)

左肺移植の場合では, 左第5肋間開胸の後, 左肺動脈全周を剥離してテーピングを行った. 次に心膜を横隔神経の背側で頭尾方向に切開し, 肺動脈下縁と左房上縁の間の結合織を十分に剥離した. この操作によって, 左房に余裕を持って鉗子をかけることが可能となった. 次に左肺気管支の剥離を行い, 肺動脈, 左主気管支, 左房の順に鉗子をかけて動脈圧と中心静脈圧を確かめてから各々鉗子の末梢端で切断した.

右肺移植の場合では, 右第5肋間開胸の後肺門部の十分な剥離が行えるように, まず奇静脈を結紮切断した. 次に心膜を横隔神経の背側で頭尾方向に切開した. 肺門部背側より右主気管支に鉗子をかけ切断した後, 上肺静脈, 肺動脈, 下肺静脈の順に結紮切断し右肺摘除を行った. この後, 左右心房間溝より心房中隔を約 1.5-2.0 cm 慎重に剥離し, 左房に余裕を持って鉗子をかけられるようにした. 次いで左房に鉗子

表1 Recipient 肺の切除

	左 肺 移 植		右 肺 移 植
1	左肺動脈全周を剥離し テーピング	1	奇静脈を結紮, 切断
2	心膜切開, PA と LA 間の 剥離	2	心膜を切開
3	左主気管支の剥離	3	右主気管支に鉗子をかけ 切断
4	PA, Br, LA の順に鉗子 をかけ, 末梢で切断	4	SPV を結紮, 切断
		5	PA を結紮, 切断
		6	IPV を結紮, 切断
		7	房間溝を慎重に剥離

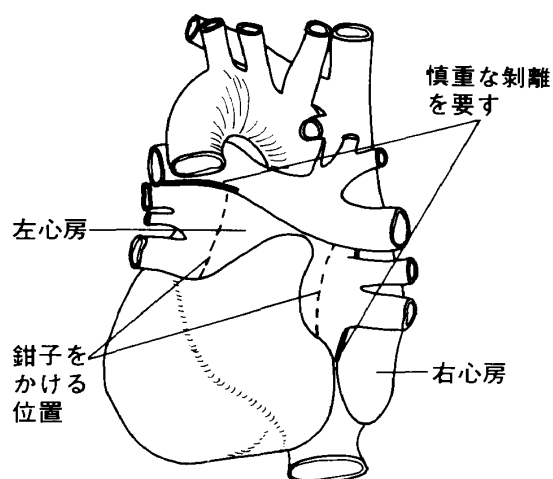


図1 左心房の剥離、切断 (Recipient)

をかけ、上、下肺静脈間の左房壁を切開し一つの大きな Cuff を作成した。この操作が右肺移植の際、手技上最も困難な箇所である (図1)。

図1は Recipient の心、大血管を背側より見た図である。図の中で太い線で示した部位は左房壁を剥離する部分であり、点線で示したとこ



図2 肺切除後の Recipient 右肺門

ろは左房に Cuff を作るために鉗子をかける部位で、これより末梢の肺静脈合流部で肺静脈を切断している。

図2に Recipient の右肺を切除した所を示す。一番上の鉗子は右主気管支断端を、真中の鉗子は上肺静脈断端を、一番下の鉗子は下肺静脈断端を示す。左房の上、下肺静脈の合流部と右房の間の房間溝はもう十分に剥離されている。

2. Donor 肺の準備 (表2)

左肺移植の場合では、まず左第五肋間で開胸した。次に両側の腕頭動脈を剥離し、二重結紮しその間で切断した。次に縦隔葉胸膜を切開し縦隔葉肺靱帯を切断した。さらに、右下肺靱帯、前縦隔の胸膜を切開し下大静脈、上大静脈を露出した。右心室腔へ Heparin 200 u/Kg を注入した後、上大静脈、下大静脈、奇静脈の順に切断した。次に下行大動脈をできるだけ末梢で切断し、さらに食道と気管の間の結合織を剥離した。最後に最大吸気位で気管をサテンスキー鉗子でクランプした後、気管を切断し心肺をブロックで一塊として摘出した。取り出した心肺の処理では、まず心膜を切除し、主肺動脈と大動脈の間を剥離した。左肺動脈は左右分岐部で一部右肺動脈に切り込み、断端をラップ状に作製した。左房 Cuff の作製では、左心耳に小さな切開を加え肺静脈開口部を確認しながら同開口部より 7-8 mm 離れた切開線に沿って切開し Cuff を作成した。最後に左主気管支を気管分岐部の直下で切断した。

右肺移植の場合も、同じ方法で心肺を一括摘出した。図3は、一括切除した Donor の心肺を示し、心膜を切開し大動脈と主肺動脈の間を

表2 Donor 肺の準備

	左 肺 移 植		右 肺 移 植
1	左開胸にて、心肺を一括切除	1	同 左 肺
2	心膜切開	2	同 左 肺
3	肺動脈幹と大動脈間を剥離	3	同 左 肺
4	肺動脈をラップ状に切断	4	右肺動脈を気管分岐部の位置で切断
5	左心房を内面より左心房内腔を見ながら切断	5	左心房を右心房壁の一部をつけて切断
6	左主気管支を気管分岐部直下で切断	6	右主気管支を気管分岐部直下で切断



図3 一括切除の心肺

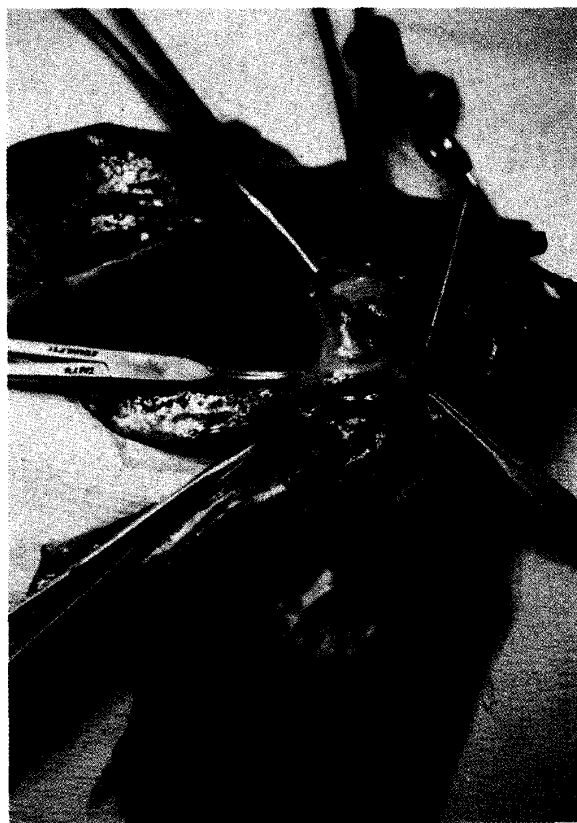


図4 Donor の Graft

剥離して大動脈を前下方に引っ張っているため、気管分岐部、肺動脈の位置関係が明かとなっている。右肺動脈は気管分岐部の前の位置で切断した。左房 Cuff の作製ではやはり左心耳に小切開を加え、肺静脈流入口を損傷しないように右心房壁を一部つけて切断した。最後に、右主気管支を気管分岐部直下で切断し、移植肺の処理は完了である（図4）。図5は、Donor の気管支、肺動脈の切断部位を線で示したものである。

3. 移植操作（表3）

移植の手技は左肺移植と右肺移植では基本的には同じであるが、解剖学的関係により吻合の順序が一部違う。左肺移植の場合ではまず左房吻合を行い、次に気管支吻合、最後に肺動脈を吻合した。右肺移植の場合では左房、肺動脈、気管支の順に吻合した。図6は移植直前のRecipient 右肺門を示す。一番下は左心房 Cuff で、その上方は右肺動脈幹で、その後上方は右主気管支である。

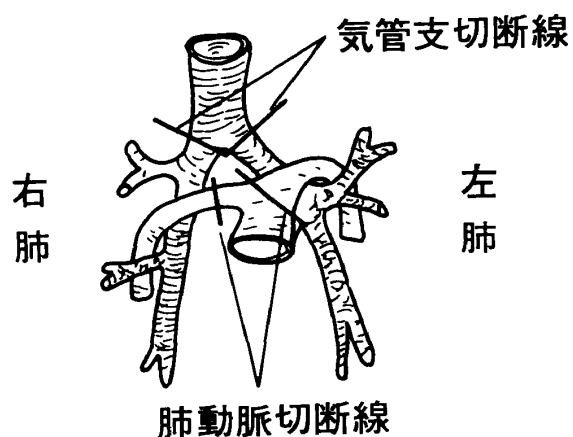


図5 気管支、肺動脈切断線 (Donor)

表3 移植操作

	左 肺 移 植		右 肺 移 植
1	LA 吻合 (5-0 prolene, everting mattress)	1	LA を吻合 (同左)
2	Br 吻合 (4-0 vicryl, continuous over and over)	2	PA を吻合 (同左)
3	PA 吻合 (6-0 prolene, continuous over and over)	3	Br を吻合 (同左)



図6 移植直前の Recipient 肺門

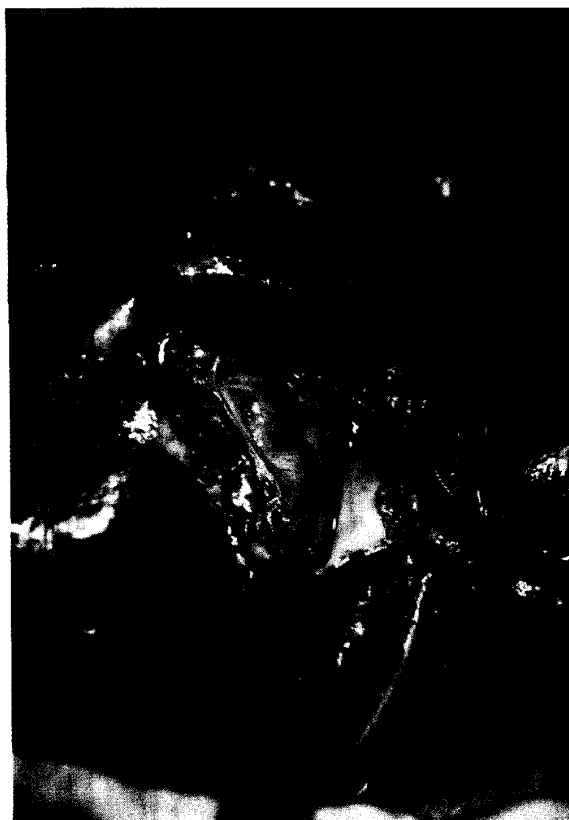


図7 左房吻合



図8 右肺動脈吻合

左房吻合は 5-0 Prolene で, Continuous everting mattress suture を行った. 先ず背側を吻合し, 次に腹側を吻合した. 肺動脈の吻合は 6-0 Prolene による Continuous over and over suture (二点支持) を行った. 術者から見た後

壁より吻合を始め, 前壁に移行した. 気管支の吻合は 4-0 Vicryl で Continuous over and over suture 法で行った. 腹側の気管軟骨部より吻合を始め, 最後に膜様部の縫合で口径差を調整した (図7, 8, 9).

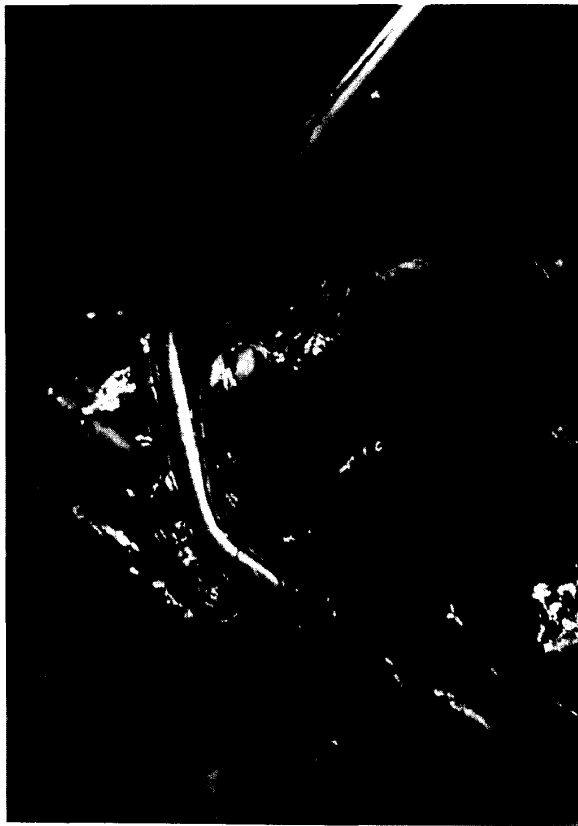


図9 右気管支吻合

吻合終了後 Sealing Test を行い、空気漏れがないことを確認した後移植肺を十分に再膨張させてドレーナージを置いてから閉胸した。移植操作はできるだけ移植肺の温阻血時間を短くして、移植の合併症を減らせるようにすることが重要である。

その問題点についてのコメント

1963年に Hardy らによって第一例の肺移植が臨床に行われて以来⁷⁾、肺移植の臨床応用への努力が続けられている。初期の成績は必ずしも満足できるものではなかったが⁸⁾、1983年に Toronto lung transplant group により、初めて一年以上の長期生存例が得られて次第に成績も向上してきている^{1,2,3)}。

一側肺移植に対しては手技的に容易なために一般的に左側肺移植が好まれているが、左側に気胸、膿胸、開胸などの既往により高度の癒着が予想される場合には、右側の肺移植が行われている⁹⁾。さらに、将来、限られた Donor の臓

器を最大限に利用するために、一体の Donor より左肺、右肺を別々の個体に移植する可能性もあり、右肺移植の重要性が増していくと考えられる。

左肺移植の手術手技は既に確立されているが、右肺移植は解剖学的な相違のために、左肺移植とは異なっている点がある。

1. 肺静脈吻合（左房吻合）

初期の肺移植の動物実験では、肺静脈部の血栓、狭窄が大きな問題点であったが、それぞれの肺静脈の吻合を避けるための左房 Cuff の作製、および筋層の内腔への露出を防ぐ Everting mattress 縫合法の採用によりこの問題は解決された¹⁰⁾。Recipient 側では、左側は左主肺動脈と左房間を充分剥離することで、比較的容易に左房 Cuff を作製することができた。右側では肺静脈流入部と右心房が近いために、右肺摘出後、房中隔を約 2 cm 剥離することが必要であった。この時左房側に近づくと左房 Cuff が脆弱になり吻合時に裂け易くなり、右房側に寄ると右房壁を損傷し易くなり、もっとも注意すべき所と思われた。また、Donor 肺側でも、左肺移植では容易に左房 Cuff を作製することができるのに対し、右肺移植では心房中隔を Cuff の一部として用い、右房の一部を残したまま、左房 Cuff を作製することが必要であった。

2. 気管支吻合

気管支吻合部の合併症は肺移植の成績に影響する主要因子だと考えられている。その原因は主に気管支吻合部の循環障害によるものと考えられ、手術による気管支動脈系の血流途絶、拒絶反応、感染などが影響を与えるとされている¹¹⁾。1959年 Huggins らは、肺動脈からの逆行性循環により肺内気管支では気管支動脈血流途絶後も虚血を来しづらいと考え、Donor 肺の気管支はできるだけ短くする方がよいと指摘した¹¹⁾。我々は、肺門より約 1 cm 所で気管支を切断し、吻合には吸収糸 (4-0 Vicryl) で Continuous over and over 縫合法を用い、良好な吻合部治癒を得た。さらに Omentopexy の利用も必要と考えている。

3. 肺動脈吻合

右肺動脈の吻合は左肺移植と同じ方法で行うが、肺 Graft 作製時、右肺動脈を気管支分岐部の所で切断する。

また、右肺移植の場合では、以上に述べた操作を容易にするために、Recipient の奇静脈を肺門処理の前に結紮、切断することが必要であった。

今後、更に右肺移植の安全性及び有効性を続けて研究していく予定である。

ま と め

著者らは、雑種成犬を用いて右肺移植を行った。右肺移植では下記の点に留意することが重要であった。

1. Recipient の肺静脈 Cuff を作製する時、房間溝の剝離が必要である。この際左房壁を薄くとると吻合時に裂け易くなり、逆に左房壁を充分にとると右房壁を損傷しやすくなり、慎重に行う必要があった。

2. Recipient では余裕を持って肺門の剝離と吻合操作を行うには、奇静脈の切断が必要であった。

3. Donor の右肺 Graft 作成時に、右房壁を一部つけて左房を切断する必要があった。

文 献

1) Cooper, J.D.: Experience with lung transplant at the Toronto General Hospital. Trans-

- plantation Today 1: 26, 1984.
- 2) Toronto Lung Transplant Group: Unilateral lung transplantation for pulmonary fibrosis. N. Eng. J. Med., 314: 1140-1145, 1986.
- 3) Cooper, J.D., Pearson, F.G., Patterson, G.A., et al.: Technique of Successful lung transplantation in humans. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 93: 173-181, 1987.
- 4) Maurer, J.R.: Unilateral lung transplant., 4: 1-3, 1987.
- 5) Patterson, G.A., Cooper, J.D., Goldman, B., et al.: Technique of Successful Clinical double-lung transplantation. Ann. Thorac. Surg., 45: 626-633, 1988.
- 6) Todd, T.R., Goldberg, M., et al.: Separate Extraction of Cardiac and Pulmonary Grafts from a Single Organ Donor. Ann. Thorac. Surg., 46: 356-359, 1988.
- 7) Hardy, J.D., Webb, W.R., Dalton, M.L., Jr., and Walker, G.R. Jr.: Lung homotransplantation in man. Report of the initial case. JAMA, 186: 1062, 1963.
- 8) Veith, F.J., Montefusco, C.M., Kamholz, S.L.: Lung transplantation. Goldsmith HS, ed. Practice of Surgery. Harper and Row, Philadelphia: pp 1-17, 1983.
- 9) Neplune, W.B., Weller, R., and Bailey, C.P.: Experimental lung transplantation. J. Thorac. Surg., 26: 275, 1953.
- 10) Fujimura, S., Kondō T., Handa, M., et al.: Histologic assessment of bronchial anastomotic healing in canine lung transplantation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 94: 323-330, 1987.
- 11) Huggins, C.E.: Reimplantation of lobes of the lung. An experimental technique. Lancet, 2: 1059, 1959.

TECHNICAL PROBLEMS ON RIGHT LUNG TRANSPLANTATION

**Dali TIAN, Minoru AOKI, Fumio YAMAZAKI,
Hiromi WADA, Shigeki HITOMI, Kenji INUI**

*Department of Thoracic Surgery, Chest Disease Research Institute,
Kyoto University
Division of Critical Care Medicine, Kyoto University Hospital*

This report describes the technique of the allo-transplantation of the right lung of an adult mongrel dog. Compare to the transplantation of the left lung, we found several pitfalls in the right lung transplantation.

- 1) The intraatrial groove of the recipient must be divided carefully just at the middle of the right and the left atrium in order to make a generous cuff for the left atrial anastomosis.
- 2) It is preferable to divide azygos vein to perform easy anastomosis of right pulmonary artery and right bronchus.
- 3) Care must be taken to make left atrial cuff in donor lung since we did not divide intraatrial groove in the donor animal. It was necessary to make the left atrial cuff with a part of the right atrium attached.