

황견에서 좌측 폐이식수술 및 우측 폐동맥결찰 수술후 폐동맥압 변화에 관한 연구

이두연* · 배기만* · 백효채* · 박만실* · 이원영**

=Abstract=

The Change of Pulmonary Arterial Pressures after Left Lung Transplantation and Ligation of Right Pulmonary Artery in Dogs

Doo Yun Lee, M.D.*, Ki Man Bae, M.D.*, Hyo Chae Paik, M.D.*,
Man Sil Park, M.D.*, Won Young Lee, M.D.**

We have performed 14 left lung transplantation followed by ligation of right pulmonary artery in 28 dogs at the Chest Disease Research Institute, Yonsei University College of Medicine from May 1992 to May 1994. Excised left lung was perfused with 1500cc of 4°C cold Euro-Collins (E-C) solution at a pressure of 30cmH₂O through main pulmonary artery and preserved in 4°C cold E-C solution for one hour. Left lung transplantation were proceeded in order of left atrium, left main bronchus, left pulmonary artery and right pulmonary artery ligation as usual method.

The femoral artery and pulmonary artery pressures were monitored for more than 5 hours after the transplantations in 14 dogs. Six recipient dogs had elevated mean pulmonary artery pressure to greater than 30mmHg after the left lung transplantation and ligation of right pulmonary artery.

The causes of elevated mean pulmonary artery pressure were due to inadequate preservation resulting in ischemic damage to donor lungs in 3 cases, and inadequate surgical techniques in 3 cases. Two recipient dogs without surgical complications died immediate post-operatively due to hemorrhagic shock. The bleeding focuses were LA anastomotic site in one case and femoral artery puncture site in another case.

The remaining 6 recipient dogs showed mean pulmonary arterial pressure less than 30mmHg. However, one dog had spontaneous pneumothorax in post-operative 4 days, and another dog had rejection phenomenon in post-operative 5 days which was confirmed by pathologic findings of extracted transplanted lung. One dog succumbed of severe hemoptysis which was due to lung abscess with pin point stenosis of bronchial anastomosis in post-operative 38 days.

In conclusion, elevated mean pulmonary arterial pressure greater than 30mmHg in immediate postoperative period can be due to inadequate preservation of extracted lung or poor surgical techniques. And the two dogs succumbed of hemorrhagic shock even though the mean pulmonary arterial pressure was less than 30mmHg. It is thought that careful preservation of the extracted donor

* 연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 호흡기센터, 흉부외과학교실

* Department of Thoracic Surgery, Respiratory Center, Yongdong Severance Hospital

** 연세대학교 의과대학 폐질환 연구소, 내과학교실

** Department of Internal Medicine, Chest Disease Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

† 상기논문은 1992년 연세대학교 학술연구비지원에 의하여 완성되었다.

통신저자: 이두연, (135-270) 서울시 강남구 도곡동 146-92, Tel. (02) 3450-3380, Fax. (02) 569-0116

lung in 4°C E-C solution and complete surgical techniques are the most important factors early and late complications.

(Korean J Thoracic Cardiovas Surg 1994;27:345-52)

Key words : 1. Lung transplantation
2. Animal disease model
3. Hemodynamics

서 론

실험동물에서 폐이식수술을 하는 경우 이식된 폐기능이 크게 감소하거나 폐기능이 없는 경우에도 반대측 폐가 정상이기 때문에 생존에 크게 영향을 미치지 않는다. 그러나 호흡부전증의 치료에서 일측 폐이식수술을 시행하는 경우에는 반대측 폐기능이 거의 없기때문에 이식된 폐에 의해서 생명을 유지하게 됨으로 이식된 폐의 기능은 매우 중요하다. 이에 좌측 폐이식수술후 우측 폐동맥 및 우측기관지를 결찰하여 여러가지 조건에 따른 공급폐의 동맥압의 변화를 측정하여 폐이식수술의 실패원인을 분석하고자 하였다.

실험방법

연세대학교 의과대학 흉부외과에서는 1992년 5월부터 1994년 2월까지 1년 10개월간 28마리의 황견을 이용하여 14회의 좌측 폐이식수술 및 우측 폐동맥결찰술을 시행하였다. 사용된 실험동물은 체중 17kg에서 25kg인 황견으로 암수구별없이 사용하였다. 수술방법은 먼저 수용견에서 엔토바(20~30 mg/kg)를 정맥주사후 기관삽관 전신마취하에서 좌측 상지두부정맥에 17G 주사침을 천자하여 수액관을 조성하여 H/D 1000cc를 서서히 주입하였다. 앙와위 체위로 위치시킨후 우측 대퇴동맥에 카테타를 삽입하여 연속적인 동맥압 감시와 동맥혈 가스분석을 측정할 수 있게 하였고 사지에는 심전도 plate를 부착하여 심박동을 연속감시할 수 있게 하였다. 좌측 앙와위 체위에서 베타딘과 알코올을 이용하여 멸균소독하였으며 좌측 5능간을 통해 개흉하였고 개흉시 활배근은 가능한한 절단하지 않았다. 폐동맥과 대동맥궁 사이의 윤문상조직을 박리하여 우측 폐동맥을 노출시켜 4점의 No. 1 봉합사를 감아두어 결찰에 대비하였으며 좌측 폐동맥은 좌측 상엽동맥지하방에서 결찰하고 다시 우측 기관지를 노출하여 4점의 No. 1 봉합사를 감아 결찰에 대비하였다. 좌측 기관지는 가능한한 원위부에서 절단하였으며 절단상부는 기관지감

자로 폐쇄시켰다. 심낭을 절개하고 좌심방부위를 혈관감자로 폐쇄한후 상방 및 하방 폐정맥을 절개하여 폐이식에 대비하였다. 이와동시에 제 2수술실에서는 공급견에게 엔토바(20~30 mg/kg)를 정맥주사후 기관삽관 전신마취하에서 좌상지두부정맥에 17G 주사침을 천자하여 수액관을 조성하여 H/D 1000cc를 서서히 주입하였다. 앙와위 체위로 위치시킨후 우측 대퇴동맥에 catheter를 삽입하고 대퇴동맥압과 동맥혈가스분석을 측정할 수 있게 하였다. 폐동맥판 직하부에 No. 4-0 Prolene을 이용하여 purse-string을 조성시킨후 헤파린(2mg/kg)을 주입하였으며 다시 회석된 PGE₁(25µg/kg)을 우심실출구 부위에 주입하고 purse-string 중앙부위에 자상을 내어 22F coiled 정맥관을 삽입하였다. 대퇴동맥압의 수축기압이 30%이하로 하강하였을때 상공정맥과 하공정맥, 대동맥을 결찰절단하고 폐동맥판 부위를 결찰하고 좌심방이를 절단하였다. 다시 폐저장용액인 4°C로 냉각된 E-C용액 70cc/kg를 신속히 22F coiled 정맥관을 통해 폐동맥으로 주입시켰다. 이들 폐저장용액이 모두 관류된후 흉강내에 저류된 저장용액을 제거하면서 좌심방이 절단부위를 결찰시키고 심장과 양측 폐를 절제하여 4°C로 냉각된 E-C 폐저장용액에 담아 4°C냉장고에 1시간 보관하였다.

폐저장용액에 보관된 심장과 폐는 우측 폐와 심장을 절제하여 좌 폐정맥구가 포함된 좌심방과 좌폐동맥, 좌기관지를 포함한 좌폐를 분리시킨다. 준비된 좌측 폐는 좌측 전폐절제가 시행되었던 좌측 흉곽에 위치시킨후 이식수술을 시행하였다. 먼저 수용견의 상방과 하방폐정맥을 절개하여 좌심방문합부위를 확대시키고 공급견의 좌심방과 4-0 Prolene으로 외전된 상태로 mattress continuous suture하였으며 좌기관지는 No. 4-0 Prolene을 이용하여 이식폐의 기관지가 삽입되는 telescope 방법으로 연속봉합 문합하였다. 좌 폐동맥 역시 뒤틀리지 않도록 No. 6-0 Prolene을 이용하여 연속봉합하였으며 폐정맥 혈관감자를 서서히 풀어 좌심방과 폐속에 잔존하는 기포를 완전히 제거하고 기관지 단단문합부위의 공기누출을 점검하였다. 60분이 지난후 우측 폐동맥과 우측 기관지주위에 감아둔 No. 1

표 1. 공급견 및 수용견의 체중

체중(kg)	공급견	수용견	합 계
17 ≤ 20	10	8	18
20 ≤ 24	4	4	8
24 ≤ 28		2	2
합 계	14	14	28

봉합사를 당겨 우측 폐동맥과 우측 기관지를 결찰시켜 폐쇄시킨후 1시간 간격으로 4시간동안 대퇴동맥압과 폐동맥압을 측정하였다. 그후 경과가 양호하였던 6례에서 우측 폐동맥과 우측 기관지 결찰매듭을 제거하였고 좌측 흉강내의 출혈부위는 지혈한후 하나의 흉관을 좌측 흉강에 설치한후 개흉부위는 봉합하고 수술을 종결하였다.

실험성적

실험에 사용되었던 황건은 체중 17kg에서 25kg으로 평균 20kg이었고(표 1) 좌측 개흉후, 좌측 전폐절제수술후, 좌측 폐이식수술후, 우측 폐동맥 및 기관지결찰후 각각에서 대퇴동맥압과 폐동맥압을 측정하였다.

1. 폐이식 수용견의 체중은 평균 20.8kg이었고 공급견 체중은 평균 20.1kg으로 수용견의 체중이 공급견의 체중보다 많았다(표 1).
2. 14회의 폐이식수술에서 폐동맥의 휘어짐이나 협착, 좌심방혈전이 발생한 예가 3례, 허혈성 폐손상에 의한 폐실질의 파열 및 출혈이 3례, 폐정맥문합부위 출혈이 1례, 대퇴동맥천자부위 출혈이 1례 있었다. 그의 수술후 4일째 기흉이 발생하였던 1례를 포함하여 수술직후 특별한 합병증이 없었던 6례중 1례는 수술후 2일째 폐관류스캔에서 완벽한 52.9% 관류소견을 보였으며(사진 1) 1례는 수술후 5일째 거부반응이 확인되었으며(부검소견에서 확인)(사진 2) 5일, 5일, 7일째 회생시킨 예가 각 1례, 수술후 38일까지 생존하였으나 심한 각혈로 갑자기 사망하여 부검한 결과 기관지문합부위에 심한 협착과 폐조직의 폐염 및 폐농양이 발견되었던 예가 1례 있었다(표 2, 사진 3).
3. 폐이식수술후 폐동맥문합부위 협착이나 좌심방혈전이 발생하였던 3례의 우측 폐동맥결찰 1시간후 평균 폐동맥압은 29mmHg로써 증가되어 있었고(표 3) 폐정맥문합부위나 대퇴동맥천자부위 출혈로 사망하였던 2례의 평균 폐동맥압은 21.3mmHg였다(표 5). 공급폐의 허혈성손상에 의한 폐손상 및 폐실질내 출혈이 발생하였던



사진 1. 황건에서 좌측폐이식수술 2일째 폐관류스캔으로 양측 폐에서 관류가 원활함을 볼 수 있다.

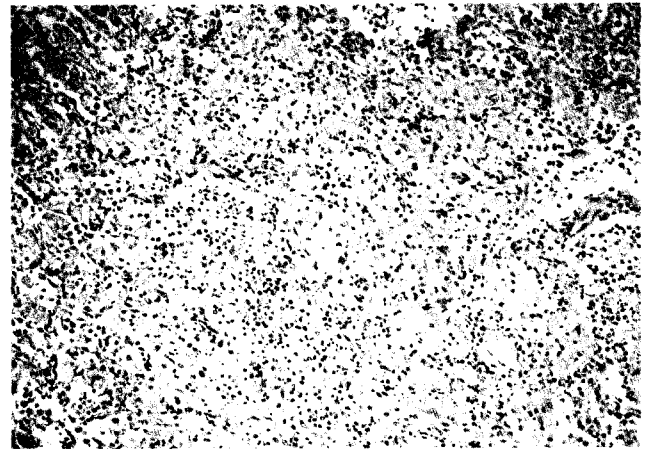


사진 2. 폐이식후 5일째의 이식폐 조직소견. 경정도 거부반응 소견으로 폐포강내에 부종액과 염증세포가 충전되어 있다(H-E × 100).

3례의 폐동맥압은 평균 32.4mmHg였다(표 4). 폐이식 수술후 특이한 합병증이 발생하지 않았던 6례의 폐동맥압은 평균 27.7mmHg로써 합병증례와 폐이식수술후 경과 양호하였던 6례간에 유의있는 차이가 있었다(표 6). 또한 수술직후 수용견의 상태여부는 수술수기의 완벽함과 공급폐의 허혈성 손상정도에 따라 좌우되며 수술당시 수술이 완벽하고 문제점이 나타나지 않았던 6례

표 2. 폐이식후 합병증 및 폐동맥압

합 병 증	No.	수술후 사망(일)
수술시에 문제가 발생하였던 예	8	8
수술수기 합병증	3	
좌폐동맥 협착	1	< 1
좌심방혈전	1	< 1
좌폐동맥 뒤틀림 + 좌심방혈전	1	< 1
수술중 수술의 합병증	2	
폐정맥문합부위 출혈	1	< 1
대퇴동맥천자부위 출혈	1	< 1
공급폐의 처치 합병증	3	
폐실질파열 및 출혈 (허혈성 폐손상)	3	< 1
수술시에 문제가 없었던 예	6	사망시킴
기 흉	1	4
거부반응	1	5
기관지문합부위 협착	1	38
합병증 없음	3	5, 5, 7
	14	

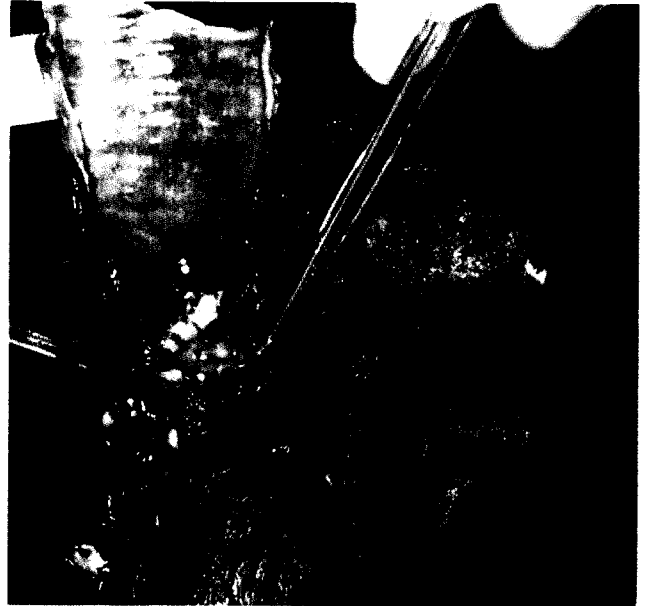


사진 3. 폐이식수술후 38일째 기관지문합부위 소견. 문합부위에 육아조직의 증식으로 심한 협착소견을 보여주고 있다.

표 3. 좌측 폐이식수술 폐동맥협착, 좌심방혈전이 발생하였던 예

황 견	전폐절제수술후(mmHg)	전폐절제수술 및 우측폐동맥결찰후(시간)(mmHg)					
		1	2	3	4	5	
1	29 / 17	90 / 30	85 / 35	90 / 30	80 / 35	85 / 40	폐동맥뒤틀림 좌심방혈전
2	14 / 5	14 / 5	20 / 7	25 / 12	14 / 16	20 / 7	좌심방혈전
3	21 / 9	45 / 21	48 / 23	50 / 23	55 / 25	58 / 27	폐동맥문합부위 협착

표 4. 허혈성 폐손상이 발생한 공급폐의 좌측 폐이식수술

황 견	전폐절제수술후(mmHg)	전폐절제수술 및 우측폐동맥결찰후(시간)(mmHg)					
		1	2	3	4	5	
4	54 / 23	50 / 20	55 / 21	45 / 17	55 / 25	52 / 22	적출된 좌측폐의 실온에 보관
5	59 / 25	49 / 15	50 / 17	45 / 16	47 / 16	40 / 10	적출된 좌측폐의 실온에 보관
6	23 / 25	69 / 39	69 / 39	63 / 24	71 / 25	71 / 14	심정지 상태에서 좌측폐의 적출

에서는 수술후 경과가 양호하였으나 1례는 수술후 4일째 기흉이 발생하였고 1례는 수술후 5일째 거부반응을 보였으며 1례는 수술후 38일째 기관지 문합부위에 협착에 의한 폐농양으로 심한 각혈이 발생하였다(그림 1, 2, 3, 4).

고 찰

통상 황견에서 시행되고 있는 일측 폐이식수술은 기존 반대측 폐기능이 양호하기 때문에 이식된 폐의 기능이 불량한 경우에도 수술후 경과가 양호하였다. 그러나 호흡부

표 5. 좌측 폐이식수술중 출혈이 발생하였던 예

항 건	전폐절제수술후(mmHg)	전폐절제수술 및 우측폐동맥결찰후(시간) (mmHg)					
		1	2	3	4	5	
7	21 / 8	28 / 19	32 / 21	34 / 23	15 / 6	25 / 17	대퇴동맥 천자부위에서 출혈
8	17 / 11	43 / 25	42 / 22	35 / 20	38 / 17	40 / 20	좌심방 문합부위에서 출혈

표 6. 좌측 폐이식수술전 및 수술중 합병증이 발생하지 않은 예

항 건	전폐절제수술후(mmHg)	전폐절제수술 및 우측폐동맥결찰후(시간) (mmHg)					
		1	2	3	4	5	
9	17 / 11	43 / 25	42 / 22	35 / 20	38 / 17	40 / 20	수술 5일후 거부반응
10	24 / 12	49 / 17	50 / 19	55 / 22	45 / 15	50 / 20	수술 4일후 기흉
11	25 / 11	53 / 16	43 / 16	47 / 20	35 / 12	40 / 13	수술 7일후 회생
12	40 / 23	49 / 20	43 / 21	34 / 19	35 / 21	30 / 20	수술 5일후 회생
13	25 / 14	45 / 13	30 / 10	35 / 8	35 / 10	30 / 10	수술 5일후 회생
14	59 / 25	49 / 15	50 / 17	45 / 16	47 / 16	40 / 10	수술 38일후 기관지문합부위 협착

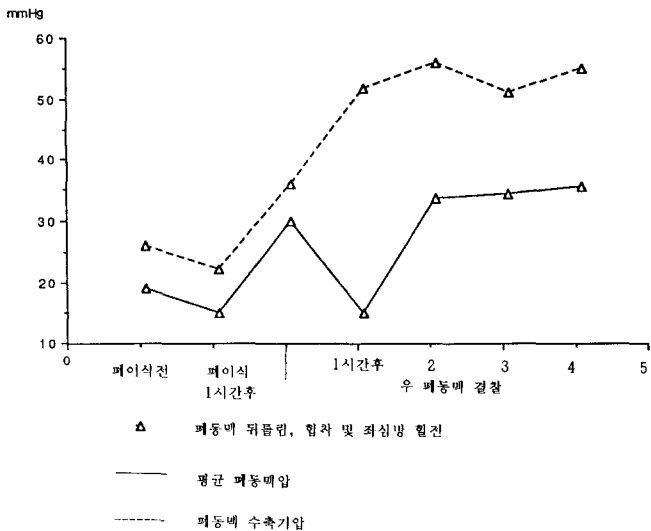


그림 1. 폐이식전과 폐이식후의 폐동맥압 변화

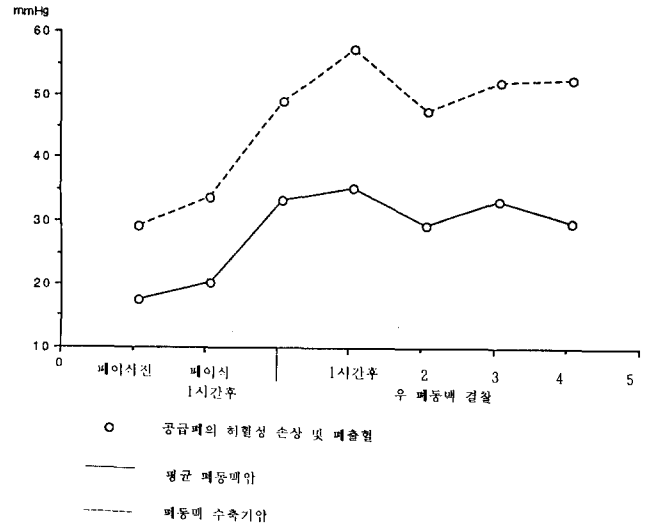


그림 2. 폐이식전과 폐이식후의 폐동맥압 변화

전증 환자에서는 일측 폐이식수술을 시행하는 경우 기존 제거되지 않은 반대측 폐기능이 거의 없기때문에 이식된 폐의 기능에 따라 환자의 예후가 좌우된다. 이에 저자는 좌측 폐이식수술후 우측 폐동맥 및 우측기관지를 결찰함으로써 이식된 폐의 기능을 측정하고자 하였다.

Bucher¹⁾와 Allgood²⁾ 등의 보고에 의하면 폐이식수술후

반대측 폐동맥의 결찰직후 폐동맥압의 급격한 상승으로 수술성적이 불량하였음을 보고한 바 있으며 Veith^{3, 4)} 등은 폐이식수술 및 반대측 폐동맥 결찰술후 대부분의 경우 24 시간 이내에 사망하였으며 사망기전은 확인되지 않았으나 부검소견상 이식된 폐는 출혈 및 부종이 발견되었으며 급격한 폐혈관 변화 및 폐저항증가에 기인한다고 보며 폐이

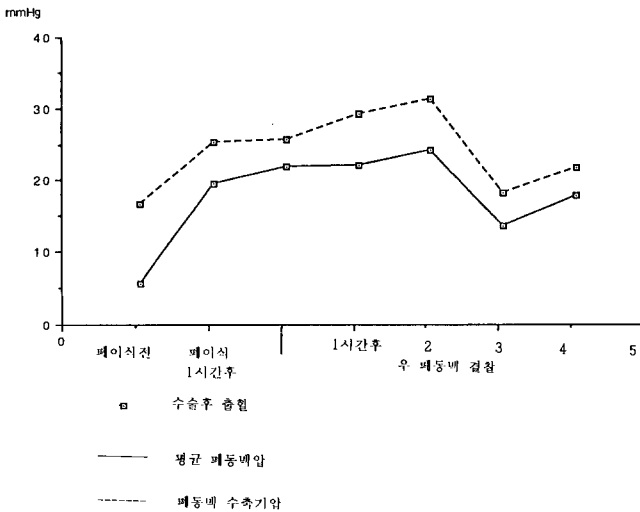


그림 3. 폐이식전과 폐이식후의 폐동맥압 변화

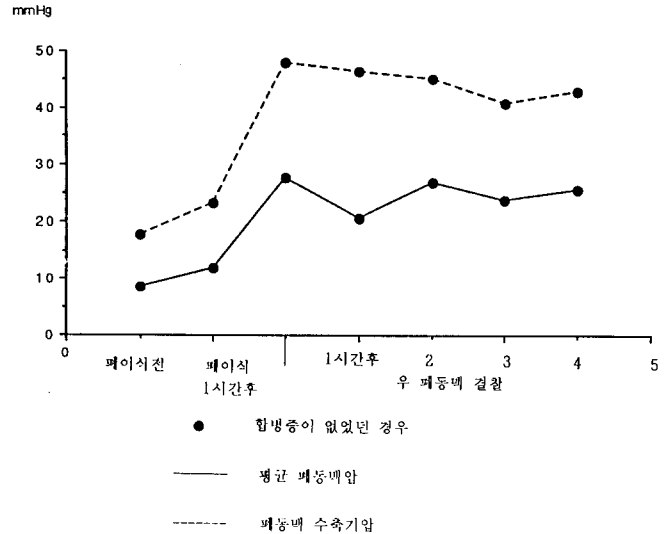


그림 4. 폐이식전과 폐이식후의 폐동맥압 변화

식수술시 교감신경계 절단으로 이식폐에서 폐혈관 저항이 증가하였음을 추론하였다. 점차적인 폐동맥상승도 보고되었으나 지속적인 폐동맥압 증가는 없었다고 본다. 1971년 Ebert⁵⁾의 보고에 의하면 폐이식수술후 4일째까지 폐동맥압이 18 mmHg(10~24 mmHg)로 상승되어 있었으나 수술후 20일째 10 mmHg(7~16 mmHg)로 서서히 감소함을 보고한 바 있다. 또한 isoproterenol을 투여하여 심박출량을 2배로 상승시킨 경우 폐동맥압이 12% 상승하여 심박출량 증가에 적응능력이 감소함을 관찰할 수 있었고 폐혈관 저항이 상당히 고정되어 폐혈류 변화에 원활히 대응하지 못함에 기인한다고 본다. 폐혈관 저항이 상승된 경우 빈번한 활동에 의한 심박출량과 폐혈류의 증가로 인하여 점진적인 우심실비대와 우심부전 등이 예상된다. Christiansen⁶⁾와 Allgood⁷⁾ 등의 보고에 의하면 이식폐의 폐혈관저항의 증가는 공급폐 절제시 혈관확장제 투여여부, 이식폐의 절제와 보관중 발생가능한 무기폐, 보관기간에 따른 저산소증 및 허혈손상, 이식폐의 주위교감신경절단, 공급폐 저장용액의 온도 및 성분에 따른 허혈성 손상 등에 기인한다고 하였으며 폐이식수술후 폐동맥혈류 증가에 신속히 대처하지 못하게 된다고 본다. 특히 공여폐의 불충분한 냉각보관은 허혈성손상 빈도를 증가시키고 공급폐의 무기폐에 의한 혈관계의 함몰, 혈액저류 등으로 인한 짧은 시간의 허혈성 손상도 치명적이라고 하였다.

최근 적출된 공급폐의 신속한 냉각 방법으로 flush preservation 방법을 가장 흔히 사용하고 있으며 여러가지 있

- 1) 신속한 냉각으로 실온에 의한 허혈성 폐손상기간을 단축시킨다.
- 2) no reflow-phenomenon을 예방하며 허혈상태의 혈액의 독성, 물질의 발생을 줄인다.
- 3) flush solution의 이용으로 세포기능에 국소적 냉각에 의한 문제점을 감소시킬 수 있다.
- 4) crystalloid 용액의 flush는 cellular 및 interstitial edema를 초래하기 때문에 세포내 및 세포외 전해질 용액을 사용하게 되었으며 신속한 냉각은 냉동은 일어나지 않으나 일부 세포들의 손상이 예상되는 thermal shock이 나타날 수 있어 주의를 요한다⁷⁾.

폐관류용액의 온도역시 중요한 인자가 되며 Fujimura⁸⁾ 등은 10℃ 이하의 냉각된 폐저장용액이 폐장기보관에 도움이 된다고 하였으나 Wang⁹⁾ 등은 냉각된 용액의 flush는 혈관저항을 높이고 혈관수축을 유도하여 혈액세척이 균일하지 않고 완전하지 않기때문에 23℃가 더욱 우수하다고 하였다.

최근의 보고에서 공급폐의 절제시 발생하는 신경절단은 소폐혈관의 확장기능과 폐혈류의 장애가 없다고 하였다. Veith의 보고⁴⁾에 의하면 폐이식 환자의 조기 사망원인은 좌심방문합부위의 혈전발생에 의한 것이 많았으며 그의 폐염, 기관지괴사, 거부반응 등이 있을 수 있다. 1989년 저자 등의¹⁰⁾ 보고에 의하면 우측 폐이식을 시행한 8마리 황견에서 폐절제 및 보관상의 제원인에 의한 허혈에 의한 폐울혈, 폐수종이 4례, 기종성 폐 1례, 좌심방간 문합에 좌심방혈전이 생긴 1례가 있었으며 기관지파열도 1례 관찰

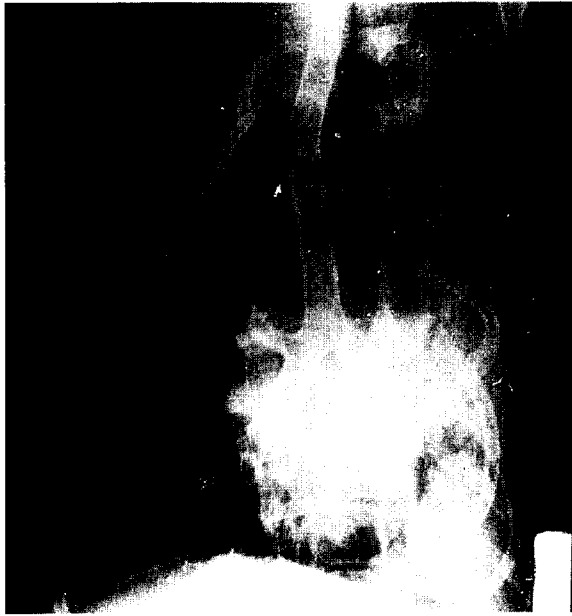


사진 4. 폐이식수술후 37일째 기관지조영촬영 소견으로 기관지 문합부위 완전폐쇄를 보여주고 있다.

되었다. 이 경우 좌심방문합부위의 협착이나 혈전발생은 폐정맥 혈류의 감소 및 폐쇄를 유발하여 폐혈류장애와 폐혈관저항 상승을 초래한다. 저자의 경우 좌측 폐이식수술 직후 폐동맥압 상승은 없었으나 1시간후 우측 폐동맥 및 우기관지 결찰후 전 예에서 폐동맥압의 급격한 상승을 경험하였다¹⁰⁾. 이것은 좌측 폐의 절제 및 보관 등에서 발생가능한 허혈성 손상, 이식수술후 좌심방 문합부위에 혈전발생과 폐정맥협착 및 폐쇄, 폐동맥문합부위의 협착 및 폐쇄에 의한 폐혈류장애와 폐혈관저항 상승에 관계된다고 본다. 그러나 완벽하고 신속한 공급폐의 절제와 공급폐를 철저히 냉각저장용액에 보관함으로써 허혈성 손상을 줄일 수 있으며 완벽하게 좌심방간문합, 기관지문합과 폐동맥 문합이 되었던 경우 수술후 경과는 양호하였으며 폐동맥압의 급격한 상승은 없었다. 1례에서 수술후 2일째 시행한 폐관류소견에서 양호한 상태를 관찰할 수 있었다(사진 1). 장기간 생존한 1례에서 수술후 5일째 거부반응이 나타났으며 2례중 1례에서 이식수술 38일후 기관지단단문합부위의 심한 협착으로 폐쇄 및 거부반응 등의 합병증이 발생하였음을 관찰할 수 있었다(사진 2, 3, 4).

이식수술직후의 폐혈관저항의 증가는 폐동맥 단단문합부위의 협착이나 좌심방내 혈전에 의한 폐정맥 폐쇄에 의한 것 외에 부적절한 폐저장이나 ischemia-reperfusion injury에 기인한다고 보며^{11, 12)} 폐이식후 폐혈관저항이 증가

하면 심박출량과 혈압이 감소하며 mixed venous oxygen saturation이 감소된다.

공급폐에서 PGE₁의 투여는 냉각된 폐저장용액의 완전하고 균등한 공급을 유도하며 폐실질내에서 대사되어 폐동맥계의 혈관확장과 항혈소판 효과가 있으며 lipid peroxide formation을 저해하고 subcellular membranes을 안정시키며 lysosomal enzymes의 유리를 억제하고, superoxide dismutase를 생성시키며 immunosuppressive effects가 있다¹³⁾. 이와같은 이유로 공급폐의 절제시 폐동맥을 통한 폐저장용액 flush 전에 헤파린(200 μ g/kg)과 PGE₁(25 μ g/kg)을 신속히 주입하고 수축기 혈압이 30%까지 하강되었을때 상공정맥 및 하공정맥, 대동맥, 폐동맥을 결찰하며 폐관류용액을 70cc/kg 주입하여 절제폐의 신속하고 균등한 냉각을 유도하게 되며 공급폐의 산소화와 폐이식후 폐혈관저항의 감소를 유도하게 되어 크게 도움이 된다고 본다^{14, 15)}. 또한 공급폐의 저장은 흡입상태이거나 ventilation함으로써 허혈시간을 연장할 수가 있다¹⁶⁾.

폐이식수술의 성공여부는 폐이식의 완벽한 수술수기의 획득으로 인하여 폐동정맥의 휘어짐과 폐쇄를 줄임으로써 좌심방혈전을 예방할 수 있으며 기관지문합부의 파열 및 폐쇄예방에 크게 관계한다. 또한 급성 및 만성 거부반응 예방이 매우 필요하다고 보며 절제된 공급폐의 허혈성 손상을 예방하여야 한다고 본다.

결 론

1. 연세대학교 의과대학 흉부외과학 교실에서는 1992년 5월부터 1994년 3월까지 1년 11개월 동안 28마리의 황견을 이용하여 14회의 좌측 폐이식수술 및 우측 폐동맥 결찰수술을 시행하였다.
2. 절제된 좌측 폐는 4 $^{\circ}$ C로 냉각된 1500cc의 Euro-Collins 용액을 관류하였으며 2000cc의 4 $^{\circ}$ C로 냉각된 Euro-Collins 용액에 1시간 이상 보관하였다.
3. 좌측 폐이식수술은 통상적인 방법에 따라 폐정맥은 외전된 mattress continuous suture를 하였으며 기관지는 telescope방법에 의한 연속봉합, 폐동맥은 연속 단단문합으로 순서대로 문합하였으며 기관지문합부위에는 대망이나 다른 조직을 이용한 보강수술은 시행하지 않았다.
4. 외과적 합병증-폐동맥협착, 좌심방혈전, 출혈, 기관지협착-이 5례 있었고 공급폐의 부적절한 보관이 3례 있었다.
5. 좌폐이식수술과 우폐동맥 결찰후 일시적인 폐동맥 혈압

상승이 관찰되었으나 수술시 합병증이 동반되지 않은 6례는 폐동맥압이 전폐절제수술후에 비하여 크게 증가하지 않았다.

6. 최근 cyclosporine 등의 면역억제제 개발에 힘입어 폐이식수술 당시 합병증만 예방할 수 있으면 장기생존은 가능하리라 본다.

References

1. Buchel ES, Nasser M, Pron-dzynski BV. *Lung function studies after homotransplantation, autotransplantation, denervation of the left lung, and ligation of right pulmonary artery.* J Thorac Cardiovasc Surg 1964;47:455-65
2. Allgood RJ, Ebert PA, Sabiston DC. *Immediate changes in pulmonary hemodynamics following lung autotransplantation.* Ann Surg 1968;167:352-8
3. Veith FJ, Richards K. *Lung transplantation with simultaneous contralateral pulmonary artery ligation.* Surg Gynecol Obstet 1969;768-74
4. Veith FJ, Richards K, Lalezar P. *Protracted survival after homotransplantation of the lung and simultaneous contralateral pulmonary artery ligation.* J Thorac Cardiovasc Surg 1969;58: 829-36
5. Ebert PA, Hundson BH. *Pulmonary hemodynamics following lung autotransplantation.* J Thorac Cardiovasc Surg 1977;62: 188-92
6. Christiansen KH, Smith OE, Pinch LW. *Homologous transplantation of canine lungs; technique with contralateral pulmonary artery ligation.* Arch Surg 1963;86:495-9
7. Blades B, Pierport HC, Samadi A, Hill RP. *The effect of experimental lung ischemia on pulmonary function.* Surg Forum 1953;4:255-61
8. Fujimura S, Handa M, Kondo T, et al. *Successful 48-hour simple hypothermic preservation of canine lung transplants.* Transplant Proc 1987;19:1334-6
9. Wang LS, Nakamoto K, Hsieth CM, Miyoshi S, Cooper JD. *Influence of temperature of flushing solution on lung preservation.* Ann Thorac Surg 1993;55:711-5
10. 홍승록, 이두연, 정경영, 김동관. *황견에서 좌측 폐이식수술 및 우측 폐동맥결찰 수술후 혈액학적 연구.* 대흉외지 1990;23:640-5
11. Koyama I, Toung TJ, Rogers MC, Gurtner GH, Traystman J. *O₂ radicals mediate reperfusion lung injury in ischemic O₂-ventilated canine pulmonary lobes.* J Appl Physiol 1987;63: 111-5
12. Veith FJ, Richards K. *Mechanism and prevention of fixed high vascular resistance in autografted and allografted lungs.* Science 1969;163:699-701
13. Strom TB, Carpenter CB. *Prostaglandin as an effective antirejection therapy in rat renal allograft recipients.* Transplant 1983;35:279-81
14. Starkey TD, Sakakibara N, Hagberg RC, Tazelar HD, Baldwin JC, Jamieson SW. *Successful six hour cardiopulmonary preservation with simple hypothermic crystalloid flush.* Heart Transplant 1986;5:291-7
15. Jurmann MJ, Dammenhayn L, Schafers HJ, Wahlers T, Fieguth HG, Haverch A. *Prostacyclin as an additive to single crystalloid flush: Improved pulmonary preservation in heart-lung transplantation [Abstract].* Heart Transplant 1986;5:385-9
16. Veith FJ, Sinha SBP, Graves JS, Boley SJ, Dougherty JC. *Ischemic tolerance of the lung; the effect of ventilation and inflation.* J Thorac Cardiovasc Surg 1971;61:804-8