

폐이식술을 위한 마취 관리

계명대학교 의과대학 마취학교실

김진모

서론

여러 실험 동물에서의 폐이식술이 성공된 이후 1963년¹⁾ 환자에 처음으로 시도하였다. 그러나 1983년까지 43명의 환자의 폐이식술 중에 기관지 문합시의 합병증, 폐염 및 감염증과 같은 여러 원인에 의하여 단지 1명에서 장기간 생존이 가능하였다²⁾. 1983년 Tronto 폐이식술 팀에서 획기적인 면역억제제인 cyclosporine^{3,4,5)}을 사용함으로써 장기이식에 대한 거부 반응을 줄임으로 장기간 생존율이 증가한 이후 현재 구미의 여러 병원에서 폐이식술을 시행하여 좋은 결과를 보이고 있다. 계명대학교 동산의료원 폐이식팀에서도 조만간 한국에서도 폐이식술이 시행될 것을 대비하여 한국산 잠견을 이용한 폐이식술을 여러번 시행하여 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 동물실험과 인체 폐이식술에서의 차이점은 동물실험에서 폐이식술을 하는 경우 이식된 폐기능이 크게 감소하거나 폐기능이 없는 경우에도 반대측 폐가 정상이기 때문에 생존에 크게 영향을 미치지 않는다. 그러나 호흡부전증 환자의 치료에서 일측 폐이식수술을 시행하는 경우에는 반대측 폐기능이 거의 없기 때문에 이식된 폐에 의하여 생명을 유지하게 됨으로 이식된 폐의 기능이 아주 중요하다. 그러므로 술중 폐혈역학 및 전신혈역학과 같은 마취관리와 술후 중환자실에서의 호흡 관리에 세심한 주의를 기울여야 하므로 이에 대한 문제점들을 문헌을 참고하여 기술하고자 한다.

폐이식 수술의 유행과 적응증

폐이식술은 현재까지는 4가지 유형으로 시행되고 있다. Table 1 은 4가지 유형과 각각의 적응증, 심폐회생의 필요성 여부 및 이식술의 각 유형(type)의 한계성 (limitation) 및 기술에 관하여 표시하였

다. 첫번째 유형의 수술법은 일측 폐이식술과 수여 폐의 기관지 문합술이 이 유형에 해당된다. 일측 폐이식으로 남아 있는 원래 폐가 감염되어 있지 않고 심장 기능의 저하가 없을 경우에 널리 시행되는 기법이다. 만성 특발성 폐 간질성 섬유증(chronic idiopathic pulmonary interstitial fibrosis)과 폐기종 (특히 α_1 -antitrypsin 결핍) 및 폐고혈압이 있으면서 우심실 기능 저하가 심하지 않는 3 가지 경우가 여기에 속한다⁶⁾. 특발성 폐 섬유증은 진단 5년내 사망율이 40-80%에 이르고⁷⁾ 또한, 생명을 위협하는 증상이 심한 폐기종은 homozygous type Z variant의 α_1 -antitrypsin 결핍으로 40-50 대 환자에서 간혹 발생한다. Homozygous type Z variant의 이완율은 1/1600에서 1/5000의 범위로 단지 소수이며 대부분 흡연자에서 말기 폐쇄성 폐 질환으로 나타난다⁸⁾. α_1 -protease inhibitor의 부족은 하기도(lower respiratory tract)에 있는 neutrophil elastase대한 방어 기전의 감소와 관련이 있다. 폐 섬유화 또는 폐쇄성 폐질환으로 일측 폐이식술을 받은 경우에는 이식된 정상폐는 거의 대부분 정상인 기능을 회복하여 환기와 관류가 정상 상태로 되며 산소화도 향진된다^{9,10)}.

폐 고혈압의 병력은 아주 다양하여 일반적으로 평균 생존율은 진단 시기로부터 2-3년이다¹¹⁾. 이러한 질병의 과정은 점차적으로 우심실 기능의 저하로 인하여 사망하게 된다. 폐 고혈압 환자가 폐이식술을 받기 위한 술전 평가의 주요 쟁점은 본래의 병력(natural history)이다. 폐 동맥압에 대한 일측 폐이식술을 시행한 환자는 원래 남아 있는 폐의 고혈압으로 인하여 실제로 모든 혈류는 새로 이식된 폐로 혈류가 이루어지는데 반하여 환기는 원래 존재하는 폐와 이식폐에 양분하여 이루어짐으로 수술 직후 바로 저산소증은 교정되지 않는 것이 대부분이다⁹⁾.

Table 1. Types of lung transplantation and their indications, whether CPB is utilized, and the major limitations to the transplantation technique

Type of Transplantation	Category of Problem	Specific Examples	CPB	Major Limitations to Transplantation Technique
Single lung, bronchial anastomosis	Terminal lung function no infection, satisfactory cardiac function	Chronic interstitial fibrosis, emphysema (all types but especially $\alpha 1$ - antitrypsin deficiency), pulmonary hypertension with satisfactory RV function (new application-	No, partial femoral artery - femoral vein standby	1. Requires patient to tolerate ILV 2. Requires patient to tolerate unilateral pulmonary artery clamping
Bilateral sequential single lung, bronchial anastomosis	Terminal lung function, bilateral infection, good cardiac function	Cystic fibrosis, end-stage infection, and emphysema	No, partial femoral artery-femoral vein standby	Same as above(single lung)
Double lung, tracheal anastomosis	All of the above	All of the above	Yes	1. High incidence (approximately 50%) 2. Hemorrhage cause by heparinization for CPB
Double-lung plus heart heart	Terminal lung and cardiac function	Severe pulmonary hypertension with right ventricular failure, Eisenmenger's	Yes from heparinization	1. Hemorrhage resulting from heparinization for CPB 2. Separate independent risk of heart rejection 3. High incidence of advanced coronary artery sclerosis 4. High incidence of obliterative bronchiolitis (chronic rejection)

Abbreviations : CPB = cardiopulmonary by-pass; RV right ventricular; ILV = one-lung ventilation.

이러한 3 가지 유형의 폐질환은 비교적 젊은 연령에서 나타나고 다른 기관에 침범되어 있지 않기 때문에 좋은 폐이식 적응이 된다.

폐 이식술의 두 번째 유형은 bilateral, sequential single-lung transplantation과 각 이식된 폐의 기관지문합술이 이 유형에 속한다¹²⁻¹⁵. 이 수술 기법은 감염된 양측 폐 중에서 일측폐가 제거되지 않으면 새로이 이식된 반대측 폐도 감염될 것이기 때문에 양측 폐가 감염되어 제거되어야 할 경우에 적응증이 된다. 실제로 감염된 환자 자신의 폐는 면역 치료제의 사용으로 더욱 악화된다. 만성 패혈증의 결과를 나타내는 예는 낭포성 섬유증(cystic fibrosis), 된다¹⁶. 이식술의 3번째 유형은 기관지문합술과 양측 폐이식술로서 심폐 회로기를 사용하여야 되는 경

우가 대부분이다. 이 수술의 적응증은 현재에 와서는 아주 범위가 넓다. 그러므로 폐이식술을 받아야 되는 모든 질환이 이 부류에 해당될 수가 있다. 그러나 기관지문합술의 합병증에 대한 불안감과 일측 폐이식술시의 기관지문합술의 성공율이 높기 때문에 양측 폐이식술(double lung procedure)은 술자의 선호도에 따라 차이가 난다^{6,13,17}

4번째 유형은 양측 폐이식과 심장 이식술을 동시에 시행하는 경우가 이 부류에 속한다. 말기 심장 및 폐 질환이 심한 환자에게 적응이 된다. 일차적 폐고혈압과 같은 폐질환과 우심부전과 같은 이차적 심장 질환이나 심 질환이 일차적 (Eisenmenger's syndrome with septal defect) 및 폐동맥 고혈압과 같은 이차적 폐질환이 이 부류에 해당된다. 불행하

제도 이 수술 기법은 심폐회로기와 관련된 술 중 합병증뿐만 아니라 심장과 폐 모두에서의 거부반응 및 이식된 관상동맥의 경화와 거부반응이 장기간 지속되어 말기 폐색적 세기관지 염증(late obliterative bronchiolitis)과 같은 합병증이 동반될 수 있다^{18,19}. 폐 이식술의 전반적 결과는 아주 양호하다. 술 중 문제는 제외하고라도 수술의 성공여부는 기도 문합의 성공적인 치유에 따라 차이가 많이 난다. 양측 폐이식술에서는 이식시 systemic bronchial arterial supply가 재건되지 않으며 문합 부위로의 혈류 공급은 이식된 폐동맥으로부터 역행성 collateral flow의 발달에 의하여 결정된다^{20,21}. Omentopexy (Omental wrap)같은 기법으로 기관지 문합부위에 collateral flow를 증대시킬 목적으로 시행하나 폐이식을 전문적으로 시행하는 구미 병원에서 1년 생존율은 75% 정도이나 폐이식술의 모든 유형에 대한 세계적인 1년 생존율은 대개 60% 정도이다²².

폐이식술을 위한 환자 평가와 선택 기준

폐이식술을 원하는 환자는 활동적인 삶에 지장을 주는 기능적 장애를 가진 말기 폐질환을 가지고 있다. 이런 환자의 대부분은 24시간 산소를 필요로 한다. 이식의 필요성을 확보하기 위하여 폐이식술을 하지 않을 경우 12-18개월 이상 생존 가능성이 희박하다는 자료가 확보되어야 한다. 폐이식술 수여자 선택 기준은 Table 2 와 같다²³.

수여자에 대한 일측 폐이식술이나 bilateral sequential single-lung transplants의 생리학적 문제점 중의 하나는 폐적출술 전 폐동맥의 결찰(clamping) 시기이다. 폐동맥의 결찰로 인하여 폐동맥압이 현저히 증가하고 폐 부종과 우심부전이 유발되는 신호이다. 이식술의 성공여부를 결정하는 주요한 원인은 갑자기 폐동맥 저항이 증가하더라도 충분한 심박출량을 유지할 수 있는 수여자의 우심실 기능에 좌우된다. 그러므로 술전 우심실 기능이 아주 중요

Table 2. Selection criteria for lung-transplant recipients*

I. End-stage lung disease with evidence of progression of disease and life expectancy 12<18 months
II. No other systemic disease
III. No significant coronary artery disease
IV. Demonstrated compliance with medical regimens
V. No contraindication to immunosuppression
VI. Psychologically stable; no history of alcohol or drug abuse
VII. Must be ambulatory with O ₂ as required
VIII. Must not be on systemic steroids
IX. Single-lung transplant
A. Age ≤60 years
B. No chronic infectious lung disease such as chronic bronchitis, bronchiectasis, or cystic fibrosis
X. Bilateral lung transplant
A. Age<50 years

* From Kaiser LR, Cooper JD: The current status of lung transplantation. Adv Surg 25: 259-307, 1992. Used with permission.

폐이식술 후 폐를 지배하는 신경은 차단되지만 의식이 있을 때나 수면을 취할 때 수여자의 호흡양상은 정상인과 비교하여 별 차이점은 없다. 환자가 의식적으로 기침을 할 수 있으므로 이식술후 말초 폐 기침 반사의 부재는 문제가 되지 않는다. 성공적인 수술 후 환자는 기능적인 제한을 받지 않고 정상적인 생활 상태로 회복이 가능하다.

하다. 혹자는 우심의 multiple gated technetium scan시행하여 얻어진 우심 박출계수를 이용하여 우심실 기능을 측정하고 있다^{23,24}. Steroid사용은 기관지 치유의 부작용이 유발될 수 있으므로 폐 이식술을 고려하기 전에 사용을 중지하여야 하지만 steroid사용을 중단하는 과정은 상당히 환자편에서 생각하면 어렵고 간혹 불가능한 경우도 종종 있을 수 있다.

이식할 환자는 폐재활 program에 등록하여 기다리는 동안 이식할 병원의 근거리에 거주하는 것이 좋고 폐재활 program으로 교육을 받음으로 환기기(ventilator)로부터 빠른 이탈(weaning)과 이식후 조기 ambulation을 가능하게 한다. 폐이식술의 금기조항은 고령, 활동성 전신적 또는 의미있는 판상동맥질환, 신부전, 정신적 불안정 또는 술 후 복잡한 내복약을 참아 낼 능력 등이 포함된다.

마취시 고려하여야 할 문제점

1. 마취 약제

무균상태에서 모든 처치가 이루어져야 하고 마취전처치시 고려할점은 수역자는 환자 자신에 처해진 환경에 매우 민감하여 저환기를 주로 함으로 진통 또는 진정 효과보다는 기도 분비물 감소에 주안점을 두고 약제를 선택하여야 한다.

마취유도, 진통 및 근이완작용을 위하여 선택된 약제는 심폐계에 미치는 영향이 거의 없어야 한다. 이것은 일반적인 심장수술을 하는 환자에게 시행되는 마취법과 동일하다. 즉 합성 마약제(high dose synthetic narcotics)인 fentanyl 5-10 µg/kg와 소량의 thiopental로 유도하여 저 용량의 halogenated drug인 isoflurane과 fentanyl 혹은 midazolam으로 마취를 유지한다. 근이완제로는 pancuronium 이나 vecuronium이 적절다(Table 3, 4). 폐 이식술을 위한 마취기법은 여러 가지가 있을 수 있다. 우측 폐이식술시에는 우측 robertshaw double lumen tube로 기관내 삽관을 하여야 하고 좌측 폐이식술시에는

Table 3. Anesthetic equipment

ECG monitor
Arterial and pulmonary artery pressure monitors
Extracorporeal bypass machine with oxygenator
Pulse oximeter and end-tidal CO ₂ monitor
Ventilators (anesthetic and constant-flow generators)
Right double- and single-lumen endotracheal tubes
14-Fr Fogarty venous catheter (bronchial blocker)
Peripheral intravenous, arterial, and pulmonary artery catheters

Table 4. Anesthetic drugs

Fentanyl
Sodium thiopental
Succinylcholine/pancuronium
Isoflurane Benzodiazepines
Dopamine, nitroglycerin, and phenylephrine in separate infusion systems

bronchial blocker로 사용하는 Fogarty venous catheter가 single lumen endotracheal tube으로 기관 삽관에 삽입한 후 환기기에 연결하여 End tidal CO₂ 감시를 하고 일회호흡량은 8-1ml/kg, 호흡수는 분당 10~20회를 설정하고 최종 설정은 동맥혈 가스분석의 결과에 따라 결정하여야 한다.

양측 폐이식술(double lung transplantation)시의 마취 방법도 일측폐이식과 근본적으로는 동일하나 single lumen endotracheal tube을 삽관하여야 하고 심폐우회술이 필요하다. 술중 처치는 개심술시 심폐회로술시 방법과 대체로 같다.

2. 감시장치(Monitoring)

감시장치는 폐이식술과 같은 대수술(major operation)에서는 수술의 일부로 취급하여야 할 정도로 아주 중요하다(Table 4). 마취전 동맥 카테타를 거치하여야 하고 폐동맥 카테타삽입도 마취전에 거치되어야 하나 의식이 있는 상태에서는 실제로 환자가 호흡곤란을 호소하므로 어렵다. Two single lung transplant환자는 의식이 있으면 카테타 삽입중에 공기전색증이 간혹 발생할 수 있고 저산소혈증으로 심폐회로술이 필요할 경우도 발생한다. 우측폐이식 환자는 카테타가 좌측 폐에 거치되어야 하고 카테타위치를 가슴 X-선 사진으로 확인하여야 한다. 폐이식술에서는 canography와 pulmonary artery catheter감시장치에 대하여 특별히 중요하게 생각하여야 한다. Capnography는 2가지 면에서 중요하다. 첫째, PETCO₂ tracing은 기도폐쇄와 폐기종을 가진 환자에서 phase III plateau의 경사(slope)가 비정상적인 양상을 보이는데 만약 호기시간이 상대적으로 흡기보다 짧다면 (폐기종 폐에서 true PETCO₂에 도달하는데 필요한 시간보다 더 적은 경우)경사가 크지고 마취 중에는 PaCO₂ PETCO₂의 차이가 많이 보이는 것이 특징이다. 그리하여 마취 전기간 동안 동맥혈액 가스분석을 함으로써 환기의 적정유무를 확인할 필요가 있다¹⁴⁾. 두 번째로 고 기도저항과 저 폐탄성을 유지하는 환자 자신의 폐와 저 기도저항과 정상 폐탄성을 가진 공여자의 폐가 이식되었을 경우에 호기는 biphasic capnogram이 나타난다²⁵⁾.

심한 척추후굴증(severe kyphosis), 측추축만증(scoliosis) 및 main stem bronchial intubation에서도 biphasic capnogram waveform이 나타날 수 있다는 사실을 명심하여야 한다^{26,27)}. Alveolar time

constants에 의해 결정되는 호기형태는 분명히 각각의 폐에서 차이를 보인다.

위에서 언급한 바 있지만 일측 폐이식술시에는 남아있는 폐기종 폐와 새로이 이식된 두개의 서로 다른 폐포집단이므로 biphasic capnograph waveform 이 나타난다²⁵⁾(Fig 1). 첫 peak는 정상 폐탄성, 관류상태가 양호하고 정상 환기/관류 비를 가진 동종 이식폐로부터 호기된 CO₂이다. 두번째 peak는 원

치하게 되므로 카테타의 원위부(distal portion) balloon을 팽창시킬 경우에는 남아있는 폐의 혈류를 차단하게 되므로 가능하면 폐동맥쇄기압을 측정하지 않는 것이 좋고 측정하더라도 정상압이 아닌 아주 낮은 수치가 나타난다²⁶⁾. 술중 가장 관심을 두어야 할 것은 폐동맥압으로 우심실의 부하(load) 정도를 알 수 있으며 이식술 예후 판정에 중요한 인자가 되고 폐 이식후 폐혈관 저항이 증가하면 심박출량과

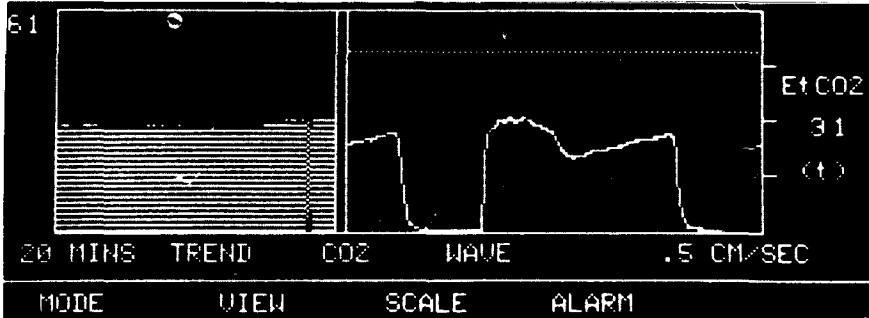


Fig 1. CO₂ tracings at a respiratory rate of eight breaths per min and a volume of 700 ml. Left, The trend of ET_{CO2} over the previous 20 min. Right, Biphasic capnogram at an ET_{CO2} of 31 mmHg and a graph speed of 0.5cm/s. (From Williams L, Jellish WS, Modica PA, et al: Capnography in a patient after single lung transplantation. Anesthesiology 74: 621-622, 1991. Used with permission.)

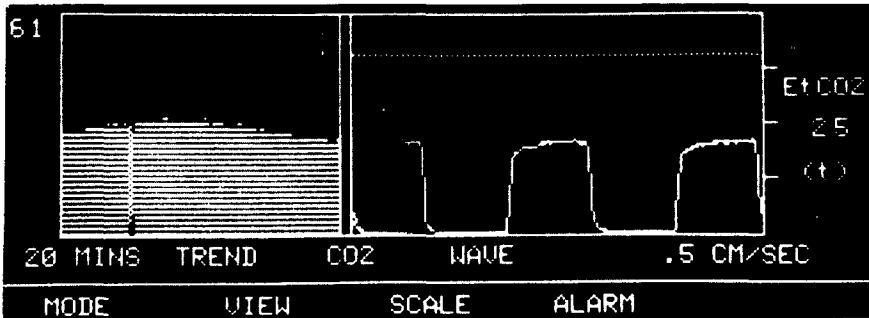


Fig 2. CO₂ tracings at a respiratory rate of 13 breaths per min and a tidal volume of 700 ml. Left, The 20-min trend of ET_{CO2} which has been decreasing for approximately 10 min. Right, A normal-appearing capnogram at an ET_{CO2} of 25 mmHg and a graph speed of 0.5cm/s (From Williams L, Jellish WS, Modica PA, et al: Capnography in a patient after single lung transplantation. Anesthesiology 74: 621-622, 1991. Used with permission.)

래 폐에서 나온 CO₂를 반영한다. 이식된 폐는 기도저항이 낮고 더 빨리 empty되어 호흡수가 증가한 후에도 capnogram은 single curve을 보여준다²⁵⁾(Fig 2).

Pulmonary artery catheter는 주 폐동맥에 위치하여야 한다. 한쪽 폐에서만 관류가 이루어지고 반대편 폐가 제거될 경우 폐동맥 쇄기압을 해석하는데 주의를 요한다. 또한 이식할 부위의 폐는 적출된 상태에서는 폐동맥 카테타가 반대편 폐동맥에 위

혈압이 감소하게 되며 혼합정맥혈의 산소포화도가 감소하게 된다. 술중 trans esophageal echocardiography의 사용으로 지속적인 우심실기능을 측정할 수 있다¹³⁾. 폐동맥 카테타거치는 심실 기능이 적절하다고 생각되더라도 처음에는 환자 처치에 도움이 되지 않을지라도 온도 회석법 또는 다른 indicator technique으로 심박출량(cardiac output)을 측정하여야 하며 술후에 환자가 회복되는 동안 폐동맥 쇄기압 (the pulmonary artery occluded pre-

ssure)과 심박출량을 측정하여 치료의 지표로 삼아야 한다.

3. 이식술중 마취의 문제점

폐 환기의 생리학적 요소와 폐 혈류가 수술 조작에 의해서 근본적으로 변하게 되었을 때 주된 문제점이 일어난다. 실제로 마취시 중요한 문제기간(critical time)은 일측 폐 환기, 폐적출술전 폐 동맥의 결찰(clamping) 및 공여폐의 관류가 이루어지나 환기가 되지 않을 때이다.

a. 일측폐환기의 적응증(indication of one lung-ventilatio)

일측폐환기 시작 시 심한 저산소혈증의 원인은 관류는 되지만 환기가 폐포에서 이루어지지 않고 아주 많은 량의 단락(shunt)이 있거나 일부는 환기가 되지만 정상적인 폐의 환기량에 미치지 못하기 때문이다. 만약 일측폐환기를 하기 전에 흡입산소 농도가 1.0이 아니면 흡입산소 농도를 1.0으로 증가시키면 간단히 치료가 되거나 일회 호흡량과 호흡수를 증가시켜 분시환기량을 증가시켜 주는 것도 한 방법이다. 일반적으로 이러한 고식적인 조작은 심한 일측 폐기중 환자의 환기 중에도 좋은 가스교환을 이루기 위한 적절한 처치중의 한 방법이다²⁹⁾. 이러한 간단한 고식적인 처치로 가스교환이 잘 이루어지지 않으면 nonventilation lung에는 CPAP 를 ventilated lung에는 PEEP 환기를 빨리 시작해야만 한다. 이런 조작에도 불구하고 잇달아 일어나는 심한 폐 고혈압증이나 혹은 전신 저혈압(systemic hypotension)과 같은 순간적인 혈역학의 변화 또는 저산소혈증과 과탄산증 같은 환기부전이 지속적으로 나타나면 부분적 대퇴 동맥 대 대퇴정맥 심폐 우회기가 필요하다. 일측폐 환기 중 과탄산증과 저산소혈증의 문제는 한쪽 편 폐동맥이 결찰되면 감소한다.

b. 폐동맥 결찰(clamping of the pulmonary : artery)

폐동맥 결찰(pulmonary artery clamping)시의 마취술의 주안점은 폐적출하는 부위의 폐동맥 결찰(Clamping)시 폐동맥압이 갑자기 증가함으로 우심실부하를 견디어낼 수 있는 우심실의 능력에 달려 있다. 우심실 기능의 술전 관리가 매우 중요하다. 이러한 폐압력의 증가는 급작스럽게 나타나며 항상 지속적이지는 않다. 관류가 일어나는 폐에서의 폐혈관 저항은 몇 분 후에 감소된다. 우심실부전시에는 승압제가 필요하다. 폐 동맥압의 과도한 증가시 폐

혈관 확장 작용을 하는 약제가 필요하게 된다. Nitroglycerin, nitroprusside 및 hydralazine은 이런 경우에 자주 사용되는 약제이다^{14,24,30)}. Dopamine 5~10 µg/kg/min, Dobutamine 5~15 µg/kg/min같은 승압제의 사용도 고려하여야 한다^{24,30,31)} Prostaglandine의 사용도 적극 권장할 만하다. 치료과정에서 수여자의 상황이 호전되지 않으면 부분적 대퇴동맥 대 대퇴정맥 심폐 우회기가 필요하다³²⁾.

c. 환기없는 이식폐의 관류(perfusion of the transplated lung without ventilatio)

마지막으로 이식폐의 혈관 문합술이 기관지 문합술 전에 먼저 이루어졌으면 이식된 폐로의 혈류의 관류가 일어나고 환기가 없으므로 단락이 나타날 것이다. 환기 없이 관류만 일어나는 기간 동안 심전도의 변화는 ST segment변화와 빈맥 혹은 다른 부정맥이 간혹 나타날 수 있다. 이식된 폐에 관류가 이루어짐으로 cold transplant perfusate, 공기 및 포타슘의 소실을 야기할 것이다 (Eurocolins는 포타슘농도가 107 mmol/l이고 고포타슘혈증이 가끔 나타난다³²⁾. 이와 같은 불안정한 기간은 짧고 기관지 문합이 완성되면 이식된 폐에 재 팽창(reinflation)이 지속될 것이다.

이식술 후 고려할 점(Postoperative consideration)

폐이식술을 받은 환자는 혈역학, 호흡계, 신진대사계, 감염 문제, 면역학적 문제점 및 복잡한 합병증에 직면하게 된다. 이식술이 성공적으로 이루어지면 첫 몇 주 동안 고수준의 집중 치료가 필요하고 복잡한 심폐수기(complex cardiopulmonary procedure)와 이식술을 받은 환자는 세밀한 감시체제가 필수적이다. 이식술 후 위험기간(critical postoperative period)를 잘 극복하면 정상인과 거의 비슷한 활동성을 유지하게 된다.

수술로부터 회복된 환자는 warm gas와 따뜻한 수액 및 warming blankets를 사용함에도 불구하고 극심한 저체온증(섭씨 32° C)에 빠질 수 있으므로 주의가 요망된다³²⁾. 폐 이식술을 받은 환자는 술후 초기에는 공여자로부터 전달된 감염과 non donor source로 인한 감염이 문제시 된다. 공여자로부터 전달된 감염은 높은 사망율을 가지는 반면 non donor로 인한 감염은 비교적 잘 견디어 낼 수 있다. 폐 이식술을 받은 환자는 초기에는 공여자 Gram's

stain 결과와 이후에는 actual recipient culture 기 초로 적절한 항생제를 사용하여야 한다³³⁾. 간헐적 으로 fiberoptic bronchoscopy로 기도를 깨끗이 하 여야 하고 분비물을 배양표본(culture specimen)으 로 얻을 수 있고 기도문합이 잘 치유되는지를 확인할 수 있다.

적절한 흉만압을 유지하기 위하여 volume infu- sion보다 low dose vasoconstrictor를 사용하는 것이 좋고 혈압이 유지되면 lung water를 최소화시키는 방향으로 처치하여야 한다. 또한 이뇨제도 종종 사 용된다¹³⁾.

이러한 처치에도 불구하고 이식된 폐는 특히 한쪽 폐 이식만 수행되었을 때 흉부 X선 상에 확산된 폐간질 침윤이 자주 나타난다. 환자는 가능한 한 일찍 환기 보조기로부터 이탈해야하고 엄격한 술전 재활 program과 수술 통증을 경감시켜 주기 위하여 경 막의 아편 진통제를 사용하기도 한다^{13,30)}. 기관내 삽관이 길어지면 폐렴으로 진행될 확율이 더 높고 기도 치유에 문제점이 더 많다는 것은 분명하다. 이식 당시 이미 상기도와 하기도에 세균이 증식된 감염적 말기 단계 폐 질환을 가진 환자에서 특히 문제점이 많이 발생한다. 직경이 큰 single lumen tube을 삽 관함으로 간헐적으로 fiberoptic bronchoscopy를 사 행하여 양쪽 폐 감염과 폐 부종 유무를 확인할 수 있고 환기하는데에도 도움을 준다.

폐기종 환자에서는 남아 있는 원래 폐는 폐기종 으로 인하여 폐의 심한 air trapping이 있으므로 air trapping을 방지하고 탄력성 좋은 원래 폐의 환기를 더 좋게 하기 위해서 환기감시를 신중하게 하면서 저환기요법이 필요할 경우가 있다³⁴⁻³⁷⁾. Air trap ping이 심하여 이로 인하여 저혈압을 일으키는 현 상을 "pulmonary tamponade"라 한다^{34,36)}

가끔 지속적인 장 폐쇄증이 일어나 술 후 중심 정맥로를 이용하여 total parenteral nutrition 하여야 되는 경우도 있다. 기도에 산소를 공급하는 것이 좋고 경피산소 포화도를 감시하면서 가능하면 조기 운 동을 하여야 한다. Chest physical therapy를 자주 시행하여 분비물이 적당히 mobilization되도록 하여 야 하고 기도 삽관이 되어 있는 동안에도 자주 시 행하는 것이 좋다.

폐이식술로 교체된 폐는 산소화, pH 및 CO₂압 (CO₂ tension)의 수용체를 resetting 하는데는 몇 주 걸린다³³⁾. 대부분의 환자는 첫 몇 주 동안 미약 하거나 중등도의 과탄산증을 가지나 후에는 점차

적으로 정상적으로 회복된다. 이식 이후에 저하된 호흡노력의 결과도 호흡근으로 부터 부적절한 fee dback신호 때문에 또는 central chemoreceptor re- setting이 지연되기 때문에 환자들은 수술후 저산 소증을 초래하여 과환기 반응을 한다. 이런 episode 동안 반복된 혈중 가스분석은 정상 범위내에 있고 저산소혈증을 나타내지 않는다. 호흡기전의 이상은 시간이 지남으로써 점차 해소된다.

참 고 문 헌

1. Hardy JD, Webb WR, Dalton ML, et al: Lung homotransplantation in man. *JAMA* 1963; 186: 1065-1074.
2. Derom F, Barbier F, Ringoin S, et al: Ten month survival after lung homotransplantation in man. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1971; 61: 835-846.
3. Lima O, Cooper JD, Peters WJ, et al: Effects of methyl-prednisolone and ALA thioprime following lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 82:211-215.
4. Lima O, Goldberg M, Peters WJ, et al: Bronchial omentopexy in canine lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 83: 418-421.
5. Borel JF, Feurer C, Magnee C, et al: Effect of the new antilymphocyte peptide cyclosporin in animals. *Immunology* 1977; 32: 1017-1025.
6. Kaiser LR, Cooper JD, Trulock EP, Pasque MK, Triantafillou A, Haydock D: The evolution of single-lung transplantation for emphysema. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 102: 333-341.
7. Kern JA, Fishman AP: End stage fibrotic lung disease: Treatment and prognosis, in Fishman AP (ed): *Pulmonary Diseases and Disorders*. New York, McGraw-Hill, 1988, pp 2,237-2,250.
8. Hutchison DCS: Natural history of alpha-1 protease inhibitor deficiency. *Am J Med* 1988; 84: 3-12.
9. Kramer MR, Marshall SE, McDougall IR, Klonneck A, Stames VA, Lewiston NJ, Theodore J: The distribution of ventilation and perfusion after single-lung transplantation in patients with pulmonary fibrosis and pulmonary hypertension. *Transplant Proc* 1991; 23: 1,215-1,216.
10. Yacoub M, Khaghani AM, Theodoropoulos S, adjkarimi S, Banner N: Single-lung transplantation for obstructive airway disease. *Transplant Proc* 1991; 23: 1,213-1,214.

11. Fuster V, Steele PM, Edwards WD, et al: Primary pulmonary hypertension. Natural history and the importance of thrombosis. *Circulation* 1984; 70: 580-585.
12. Bartter T, Irwin RS, Nash G: Aneurysms of the pulmonary arteries. *Chest* 1988; 94: 1,065-1,075.
13. Kaiser LR, Pasque MK, Trulock EP, Low DE, Dresler CM, Cooper JD: Bilateral sequential lung transplantation: The procedure of choice of double-lung replacement. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 438-446.
14. Lee BS, Sarnquist FH, Stames VA: Anesthesia for bilateral single-lung transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992; 6: 201-203.
15. Scheller MS, Kriett JM, Smith CM, Jamieson SW: Airway management during anesthesia for double-lung transplantation using a single-lumen endotracheal tube with an encased bronchial blocker. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992; 6: 204-207.
16. Scanlin TF: Cystic fibrosis. in Fishman AP (ed): *Pulmonary Diseases and Disorders*. New York, McGraw-Hill, 1988, pp 1,273-1,294.
17. Higenbottam T, Otulana BA, Wallwork J: Transplantation of the lung. *Eur Respir J* 1990; 3: 594-605.
18. VanBuren CT: Cyclosporin: Progress, problems and perspectives. *Surg Clin North Am* 1986; 66: 435-449.
19. Cooper JD: Lung transplantation: A new era. *Ann Thorac Surg* 1987; 44: 447-448.
20. Kamholz SL: Current perspectives on clinical and experimental single lung transplantation. *Chest* 1988; 94: 390-396.
21. Patterson GA, Todd TR, Cooper JD, Pearson FG, Winton TL, Maurer J: Airway complications after double lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 14-21.
22. Corris PA: Lung transplantation. *Med Int* 1991; 3,814-3,816.
23. Kaiser LR, Cooper JD: The current status of lung transplantation. A review of problems and guide to anaesthesia. *Br J Anaesth* 1988; 61: 468-474.
24. Williams L, Jellish WS, Modical PA, Eng CC, Tempelhoff R: Capnography in a patient after single lung transplantation. *Anesthesiology* 1991; 74: 521-522.
25. Nichols KP, Benumof JL: Biphasic carbon dioxide excretion waveform from a patient with severe kyphoscoliosis. *Anesthesiology* 1989; 71: 986-987.
26. Gilbert D, Benumof JL: Biphasic carbon dioxide elimination waveform with right mainstem bronchial intubation. *Anesth Analg* 1989; 69: 829-832.
27. Wittnich C, Trudel J, Zidulka A, Chu-Jeng Chiu R: Misleading 'pulmonary wedge pressure' after pneumonectomy: Its importance in postoperative fluid therapy. *Ann Thorac Surg* 1986; 41: 192-196.
28. Rogers J, Sharp T, Hantler C, Calhoun J, Erian RF: Is conventional ventilation(CV) adequate in COPD patients during single-lung transplantation(SLT)? *Anesthesiology* 1990; 73: A1184.
29. Thomas BJ, Siegel CC: Anesthetic and postoperative management of single-lung transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1991; 5: 266-267.
30. Raffin L, Sperandio M, Michel-Cherqui M, Bonnette P, Bisson A, Fischler M: Anesthesia for bilateral lung transplantation without cardiopulmonary bypass: Initial experience and review of intraoperative problems. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992; 6: 409-417.
31. Conacher ID, Dark J, Hilton CJ, Corris P: Isolated lung transplantation for pulmonary fibrosis. *Anaesthesia* 1990; 45: 971-975.
32. Raju S, Heath BJ, Warren ET, Hardy JD: Single and double-lung transplantation. *Ann Surg* 211: 681-692.
33. Heerdt PM, Triantafillou A: Preoperative management of patients receiving a lung transplant. *Anesthesiology* 1991; 75: 922-923.
34. Smiley RM, Navedo AT, Kirby T, Schulman LL: Postoperative independent lung ventilation in a single-lung transplant recipient. *Anesthesiology* 1991; 74: 1,144-1,148.
35. Popple C, Higgins TL, McCarthy P, Baldyga A, Mehta A: Unilateral auto-PEEP in the recipient of a single lung transplant. *Chest* 1993; 103: 297-299.
36. Gavazzeni V, Iapichino G, Mascheroni D, Langer M, Bordone G, Zannini P, Radrizzani D, Damia G: Prolonged independent lung respiratory treatment after single lung transplantation in pulmonary emphysema. *Chest* 1993; 103: 96-100.