중증 호흡 부전이 발생한 결핵 파괴 폐에서 적용한 Pumpless Extracorporeal Interventional Lung Assist

울산대학교 의과대학 서울아산병원 중환자의학 및 호흡기내과학교실, *응급의학교실,

†계명대학교 의과대학 중환자의학 및 호흡기내과학교실

박소희 · 하상욱* · 박재석[†] · 홍상범 · 심태선 · 임채만 · 고윤석

A Case of Pumpless Interventional Lung Assist Application in a Tuberculosis Destroyed Lung Patient with Severe Hypercapnic Respiratory Failure

So Hee Park, M.D., Sang Ook Ha, M.D.*, Jae Seok Park, M.D.[†], Sang-Bum Hong, M.D.,
Tae Sun Shim, M.D., Chae-Man Lim, M.D. and Younsuck Koh, M.D.

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine, *Department of Emergency Medicine,
University of Ulsan College of Medicine and Asan Medical Center, [†]Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Seoul,
Department of Internal Medicine, Keimyung University Dongsan Medical Center, Daegu, Korea

Pumpless extracorporeal interventional lung assist (iLA) is a rescue therapy allowing effective carbon dioxide removals and lung protective ventilator settings. Herein, we report the use of a pumpless extracorporeal iLA in a tuberculosis destroyed lung (TDL) patient with severe hypercapnic respiratory failures. A 35-year-old male patient with TDL was intubated due to CO₂ retention and altered mentality. After 11 days, Ventilator Associated Pneumonia (VAP) had developed. Despite the maximal mechanical ventilator support, his severe respiratory acidosis was not corrected. We applied the iLA for the management of refractory hypercapnia with respiratory acidosis. This case suggests that the iLA is an effective rescue therapy for TDL patients with ventilator refractory hypercapnia.

Key Words: pumpless extracorporeal lung assist, respiratory failure, tuberculosis destroyed lung.

대부분의 호흡 부전 환자들이 인공 호흡기를 사용하게 되지만 높은 기도 내압 및 일회 호흡량, 반복적인 폐포의 허탈 및 재 팽창, 염증 반응 등의 여러 기전을 통해 인공 호흡기에 의한 폐 손상(Ventilator induced lung injury, VILI)이 발생할 수 있다.[1] 인공 호흡기에 의한 폐 손상을 줄이기 위한 방법으로 저 환기 요법(low tidal ventilation) 또는 일회 환기량 및 기도 압력을 최소화하는 방법이 있으나 실제적으로 임상적으로 적용하기 어려운 경우가 많아 새로운 구제 요법의 필요성이 높아지고 있다.[2,3] 이에 최근에는 체외막 산소화 장치를 적극적으로 적용하여 lung rest를 유도하여 좋은 치료 결과를 얻는 여러 연구 결과가 발표되

고 있다.[4,5] 최근 많이 사용되고 있는 체외막 산소화 장치에는 ECMO (extracorporeal membrane oxygenation)와 Pumpless Extracorporeal Interventional Lung Assist system (iLA, Novalung Talheim, Germany) 등이 있는데 ECMO의 경우 심한 저산소증 및 고 탄산증을 해결할 수 있고 혈압이 낮은 경우에도 적용할 수 있어 사용이 점차 증가하고 있는 추세이나 시술과 관련된 물리적 합병증 및 펌프의 사용으로 인한 고용량의 항 응고제 사용과 출혈성 경향, 시술 시 전문 인력의 필요성 등으로 사용의 제약이 있다.[6]

iLA의 경우에는 막가스 교환 장치(membrane gas exchange device)의 낮은 저항으로 펌프 없이 동-정맥 압력 차로 가스 교환이 가능하여 이러한 ECMO의 단점을 보완하고, ECMO에 비해 시술이 간편한 장점을 가지고 있으면서 효과적인 이산화탄소의 제거가 가능하여 과도한 기계환기의 보조 수준을 낮추어 기계 환기에 의한 폐 손상을 막을 수 있는 효과적인 치료 방법으로 제시되고 있다.[7] 외국에서는 국내보다 iLA 관련 연구 및 경험이 많이 축적되었으나 기저 폐 질환이 없는 환자에서 발생한 급성 폐 손상이나 만성 폐

논문접수일 : 2013년 3월 25일, 수정일 : 2013년 5월 3일(1차), 2013년 5월 20일(2차), 승인일 : 2013년 5월 27일

책임저자 : 고윤석, 서울시 송파구 올림픽로 43길 88

울산대학교 의과대학 서울아산병원 중환자의학 및 호흡기내과학교실

우편번호: 138-736

Tel: 02-3010-4700, Fax: 02-3010-6968

E-mail: yskoh@amc.seoul.kr

질환 환자가 폐 이식을 대기하는 동안 사용되는 예가 대부분을 차지하고 있다.[8] 국내에서는 결핵 파괴 폐와 같은 만성 폐 질환 환자에서 발생한 급성 폐 손상에서 iLA를 적용하고 성공적으로 이탈한 예는 보고된 바가 없었다. 이에 저자들은 23일 동안 iLA를 시행하여 고 탄산혈증을 극복하고 인공 호흡기 이탈에 성공하고 일반 병동으로 전동한 결핵 파괴 폐 환자(Tb destroyed lung, TDL)의 1예를 경험하였기에 이를 보고하고자 한다.

증 례

2007년 다재 내성 결핵을 진단 받았으나 타원에서 불규칙하게 약 복용하며 지속적으로 객담에서 결핵 균 검출되는 35세 남자(신장 161.8 cm, 체중 56 kg)가 내원 3개월 전부터 시작된 호흡 곤란을 주소로 외래를 통해 입원하였다. 내원 당시 Nasal prong 2 L/min에서 시행한 동맥혈 가스 검사 결과는 pH 7.493 PaCO₂ 25.1 mmHg, PO₂ 82.2 mmHg, HCO₃⁻ 19.4 mEq/L 산소 포화도는 97.2%였다. 혈액 검사 결과는 white blood cell 17,200/ μ l (neutrophil 83.8%), hemoglo-

bin 11.6 g/dl, platelet 612,000/ μ l, protein 6.7 g/dl, albumin 2.6 g/dl, total bilirubin 0.3 mg/dl, alanine aminotransferase (ALT) 11 U/L, blood urea nitrogen 8 mg/dl, creatinine 0.59 mg/dl, C-reactive protein 11.94 mg/dl, procalcitonin 0.48 ng/ml, lactate 0.9 mmol/L이었고, 흉부 방사선 소견에서 폐 기종, 다발성의 폐 파괴 및 섬유화 소견의 전형적인 결핵 파괴 폐 소견이 관찰되었다. 환자는 7개월 전부터 cycloserine, kanamycin, levofloxacin, clarithromycin, pyrazinamide를 불규칙적으로 복용하는 상태였고 입원 이후 amikacin, clofazimine, linezolid, p-aminosalicylic acid, augmentin, pyrazinamide로 교체하였다. 입원 5일째 환자는 산소 요구량이 Reservoir bag 15 L/min까지 증가하였고 동맥혈 가스 검사에서 PaO₂ 78 mmHg, 분당 호흡수 40회 이상으로 호흡 곤란 발생하여 중환자실에서 인공호흡기를 적용하였다. 이미 결핵 치료를 위해 광범위 항생제를 사용하고 있는 상태였으므로 항생제는 변경 없이 기계 환기 및 수액 제한 등의 치료를 시행하며 입원 9일째 가온 가습 고유량 비강 캐놀라(high flow nasal cannula)로 인공 호흡기 이탈에 성공하여(FiO₂ = 50%, Flow 35 L/min) 일반 병동으로 전동되었다. 그러나, 일반 병동에

Fig. 1. Chest AP before ICU admission (A), on ICU admission (B), on the day of iLA insertion (C), and after transfer to general ward (D). (A) Chest radiograph shows multifocal parenchymal distortion with fibrosis and ill defined patchy and nodular opacity. (B) On 2nd ICU admission day, chest radiograph shows cardiomegaly and pulmonary edema by comparison with the (A). (C) Chest radiograph obtained after iLA insertion shows increased opacity extent of nodular consolidation and ground glass opacity in the right lung. (D) At general ward, chest radiography shows improved patchy consolidation.

서 환자는 산소 요구량은 감소되지 않았고, 고 탄산 혈증이 관찰되었으며 이에 대한 원인 감별을 위해 시행한 경흉부 심초음파에서 중증 폐동맥 고혈압 및 우심부전 소견이 확인되었다(normal LV function, D-shape LV, TR Vmax = 3.6 m/sec). 입원 23일에 전신 부종으로 인한 체중 증가 및 흉부 방사선 소견에서 폐 부종 소견이 악화되었고, 혼돈 상태의 정신 상태를 보이면서 고유량 비강 캐놀라 $FiO_2 = 50\%$, Flow 40 L/min에서 시행한 동맥혈 가스 검사에서 pH 7.26, $PaCO_2$ 100.0 mmHg, PO_2 70.0 mmHg, HCO_3^- 45.0 mEq/L로 관찰되어 중환자실로 다시 전동되어 인공호흡기를 적용하였다. 폐 부종과 중증 폐 고혈압에 대해서 이뇨제 및 Sildenafil 사용하면서 입원 30일째부터 자발 호흡 시도(spontaneous breathing trial)하였으나 성공하지 못하였다. 이후 입원 34일째, 환자의 가래 양상이 화농성으로 변하고 흉부 방사선 검사에서 우측 중하엽에 반점 경화(patchy consolidation)의 소견이 관찰되었고 Clinical Pulmonary Infection Score (CPIS) 8점으로 기계 환기 관련 폐렴 진단 하에 piperacillin/tazobactam을 시작하였다(Fig. 1). 환자는 임상적으로 급성 호흡 부전에 해당하는 경과를 보이면서 이산화탄소의 저류가 발생하였고, FiO_2 0.85에서 PaO_2 87 mmHg였으나, 저환기 요법을 시행하면서 호흡수를 분당 35회로 증가시킨 상태에서 시행한 동맥혈 가스 검사에서 환자의 pH는 7.150, $PaCO_2$ 는 115 mmHg, 고평부 압력은 35 cmH₂O를 초과하였다. 따라서 더 이상 환자에게 폐 보호 전략의 환기 요법을 적용할 수 없는 상태로 고 탄산 혈증을 개선 하기 위해 iLA를 시행하였다.

iLA 시술 전 환자를 대퇴 혈관 천자를 위해 양외위로 눕힌 후 양측 대퇴 동맥과 정맥을 초음파로 확인하여 혈관 기형이나 혈전의 유무, 동맥과 정맥의 내경 및 위치를 확인하였다. Seldinger's technique를 이용하여 오른쪽 대퇴 동맥에는 15 Fr 90 mm 도관을, 왼쪽 대퇴 정맥에는 17 Fr 140

mm 도관을 삽입하였으며 이 과정에서 특별한 합병증은 없었다. 이 후 과정은 매뉴얼 대로 환자에게 적용하였으며 시행 직후 최초 혈류 속도가 1.40 L/min으로 측정된 상태에서, 산소 유량을 1 L/min을 시작으로 10분마다 1 L/min씩 증량하여 최종 산소 유량을 10 L/min으로 유지하였다. 이후 안정적인 활력 징후를 유지하면서 iLA 혈류가 1.40 L/min, 산소 유량 10 L/min가 유지되는 상태에서 시술 3시간 이후 추적 시행한 동맥혈 가스 분석에서 pH 7.41, $PaCO_2$ 46 mmHg, PO_2 174 mmHg로 호전되어 기계 환기의 설정을 줄이면서 폐 보호 환기 전략을 적용하였고 6시간 이후에는 pH 7.57, $PaCO_2$ 42 mmHg로 유지되었다(Table 1). 환자는 6시간째 혼합성 알칼리증이 관찰되었으나 환자의 상태가 안정적으로 유지되어 동맥혈 가스 검사로 추적 관찰하였다.

환자는 iLA를 시행한 이후 헤파린을 정주하여 aPTT 55 sec

Fig. 2. A patients supported by Interventive Lung assist system following successful T-piece weaning from mechanical ventilation.

Table 1. Serial Changes in Profiles of iLA, Mechanical Ventilation and ABGA after Implementation of iLA

	Before iLA	3 hours after iLA	6 hours after iLA	12 hours after iLA	24 hours after iLA
O ₂ flow in iLA (L/min)		10	10	10	10
Blood flow in iLA (L/min)		1.4	1.4	1.4	1.4
pH	7.15	7.41	7.57	7.55	7.46
$PaCO_2$ (mmHg)	> 115	46	42	43	53
PaO_2 (mmHg)	87	174	58	61	86
P/F ratio	102.3	174	82.9	101.7	172
MAP (mmHg)	84	115	75	78	84
RR (breath/min)	37	30	30	30	20
V _t (ml)	378	312	372	334	310
Inspiratory pressure (cmH ₂ O)	30	18	20	17	12
PEEP (cmH ₂ O)	5	4	7	7	8
Lactate (mmol/L)	0.7	1.0	1.2	0.8	1.1

$PaCO_2$: arterial carbon dioxide pressure; PaO_2 : arterial oxygen pressure; P/F ratio: PaO_2/FiO_2 ; MAP: mean arterial pressure; RR: respiratory rate; V_t: tidal volume; PEEP: positive end-expiratory pressure.

Table 2. Serial Changes in Laboratory Finding during the Hospitalization

	On admission	HD5*	HD9	HD23 [†]	HD30	HD34 [‡]	HD46	HD56	Discharge
WBC ($10^3/\mu\text{l}$)	17.2	49.6	20.2	13.7	10.3	13.7	7.3	8.5	7.4
Lactate (mmol/L)	0.9	1.1	0.7	0.8	0.6	0.4	0.9	0.8	0.7
BNP (pg/ml)	94	395		745	558	1,259		400	
CRP (mg/dl)	11.94	11.65	5.56	8.64	1.66	11.98	2.33		
Procalcitonin (ng/ml)	0.48	1.62	1.32						
pH	7.493	7.43	7.42	7.26	7.4	7.16	7.46	7.38	7.314
PaCO ₂ (mmHg)	25.1	34	38.8	100	75	>115	54	48	58.5
PaO ₂ (mmHg)	82.2	78	94.3	70	79	102	80	68	86
P/F ratio	293.6		188.6	140	158	120	160	170	195
O ₂ supply	NP 2 L	RB 15 L	HFNC	HFNC	MV	MV	T-piece	T-piece	NL 6 L
			50%	50%	50%	85%	50%	40%	

*1st ICU admission day. [†]2nd ICU admission day. [‡]iLA insertion day. WBC: white blood cell; BNP: B-type natriuretic peptide; CRP: C-reactive protein; PaCO₂: arterial carbon dioxide pressure; PaO₂: arterial oxygen pressure; P/F ratio: PaO₂/FiO₂; NL: nasal prong; RB: reservoir bag; HFNC: high flow nasal cannula; MV: mechanical ventilator.

이상으로 유지하였고 iLA를 사용한 총 23일 동안 막가스 교환 장치의 교환 및 출혈 등의 문제는 발생하지 않았다.

이후 나온 객담 배양 검사에서 piperacillin/tazobactam에 감수성을 보이는 *Acinetobacter iwoffii* (기관 흡입 정량 검사, 10^7 cfu/ml)가 검출되어 기존 항생제 유지하면서, 혈압과 중심 정맥압을 기준으로 하루 총 수액 투여량이 2,000 ml를 넘지 않도록 수액 투여를 제한하였다. iLA 이탈과 기계 환기 이탈 중 어느 것을 먼저 시도할지에 대한 정립된 방법은 없으나, 기계 환기 이탈을 먼저 시도하는 것이 환자의 호흡 재활 치료 및 인공 호흡기에 의한 횡격막 기능 저하를 줄일 수 있다고 판단하여 iLA 시행 다음날 기관 절개술 시행한 이후 환자의 진정 수준을 줄이면서 자발 호흡 시도를 시행하였고 입원 46일째, 인공호흡기 이탈에 성공하였다 (Fig. 2). 이후 환자의 흉부 방사선 사진과 동맥혈 가스 검사를 추적 관찰하면서 iLA의 flow를 하루에 2-4 L/min씩 줄이면서 입원 56일에 iLA 이탈에 성공하였다. 이후 일반 병동에서 비 침습 양압 환기(BiPAP)와 T-piece를 번갈아 가며 사용하였고 장기간 입원 치료 이후 검사 결과 및 상태 호전 되어 nasal prong 6 L/min으로 퇴원하였다(Table 2).

고 찰

과도한 기계 환기에 의한 폐 손상을 피하고 원활한 가스 교환을 유지하기 위한 하나의 구체 요법으로 다양한 체외 보조 수단이 제시되고 있는데 대표적으로 ECMO와 iLA를 들 수 있다. iLA는 ECMO와 달리 저항이 낮고 가스 교환 효율이 높은 산소화기를 사용하기 때문에 펌프를 사용하지 않고 환자의 동맥압을 이용할 수 있으며 시술이 간편하고 적은 양의 항응고제를 사용할 수 있고 펌프에 의해 발생하는 응고 장애나 염증 반응 등의 장점을 가지고 있어 급성 호흡 부전의 유용한 구조 요법으로 떠오르고 있다.[9] iLA

는 고 탄산혈증의 호전에 매우 효과적임이 알려져 있는데 국내의 연구에서도 iLA의 적용으로 평균적으로 PaCO₂를 52% 감소시키고 PiO₂/FiO₂ ratio는 28% 증가 시켰으며 이를 바탕으로 과도한 환기 보조를 예방할 수 있음이 밝혀졌다.[7,10] 이와 같은 결과를 바탕으로 iLA는 급성 호흡 부전 및 불응성 천식환자, 외상 환자, 폐 이식 환자에서 유용함이 보고 되었다.[11-14]

일반적으로 결핵 파괴 폐는 적절하게 치료 되지 않거나 불충분한 치료로 수년간 만성적으로 진행되는 폐 결핵으로 한쪽 혹은 양쪽 폐의 광범위한 손상이 발생하여 객혈 및 호흡 곤란 등의 호흡기 증상과 다양한 폐기능의 장애를 초래하는 질환이다.[15] 결핵에 의한 광범위한 폐 실질과 기도의 손상은 폐 탄성의 감소 및 말초 기도 허탈을 초래하여 폐쇄성 환기 장애를 가져오는 경우가 많고 병태 생리는 다르지만 임상적으로는 만성 폐쇄성 폐질환과 유사하다고 알려져 있다.[16,17]

우리 나라에서 흔한 호흡 부전의 원인으로 알려진 결핵 파괴 폐의 주된 사망 요인은 객혈과 지속적인 결핵 및 bacteria 감염에 의한 호흡 부전으로 우리 나라에서 시행된 한 연구에 의하면 결핵 파괴 폐 환자에서 인공 호흡기를 필요로 하는 호흡 부전 발생시 내원 당시 시행한 동맥혈 검사에서 낮은 PaCO₂ 수치를 보일수록, 객담 검사에서 결핵균이 양성일수록 높은 사망률을 보이는 것으로 나타났다.[18,19] 이것은 결핵으로 인해 폐 파괴가 지속적으로 발행하고 같은 수준의 저산소증을 보이는 다른 환자에 비해 PaCO₂ 수치가 낮은 것은 좀더 진행된 폐 확산의 장애나 환기 관류 불균형을 의미하는 것으로 판단할 수 있을 것이다.[19] 내원 당시 PaCO₂가 낮았고 지속적으로 객담에서 결핵균이 검출되는 본 증례의 환자와 같이 폐 기능이 매우 저하된 결핵성 파괴폐 환자에서 중증 호흡 부전이 발생했을 경우 저산소증 및 고 탄산혈증이 발생하게 되어 폐 보호 전략을 포

기하고 과도한 기계 환기를 시행하게 되고 이로 인해 인공 호흡기에 의한 폐 손상이 발생할 가능성이 높아지게 된다.

그러나 결핵 파괴폐나 만성 폐쇄성 폐 질환 및 간질성 폐 질환 환자와 같이 폐 기능이 손상된 환자에서 고 탄산 호흡 부전이 발생했을 경우 iLA를 적용하여 성공한 경험은 많지 않다.

본 증례는 결핵성 파괴폐 환자에게 발생한 중증 호흡 부전으로 고 탄산 혈증으로 더 이상 폐 보호 전략의 기계 환기를 적용할 수는 경우에 구제 요법으로 iLA를 시행하여 기계 환기와 iLA의 이타에 성공한 국내 첫 증례로 인공 호흡기를 필요로 하는 결핵 파괴폐뿐만 아니라 만성 폐쇄성 폐질환에서 발생한 고탄산성 호흡 부전 발생시 구제 요법의 하나로써 iLA를 사용하여 폐 보호 전략의 기계 환기를 적용할 수 있다는 보기 사례가 될 수 있어 보고하는 바이다.

참 고 문 헌

- 1) Tremblay LN, Slutsky AS: Ventilator-induced injury: from barotrauma to biotrauma. *Proc Assoc Am Physicians* 1998; 110: 482-8.
- 2) Malhotra A: Low-tidal-volume ventilation in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2007; 357: 1113-20.
- 3) Terragni PP, Rosboch G, Tealdi A, Corno E, Menaldo E, Davini O, et al: Tidal hyperinflation during low tidal volume ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 175: 160-6.
- 4) Brodie D, Bacchetta M: Extracorporeal membrane oxygenation for ARDS in adults. *N Engl J Med* 2011; 365: 1905-14.
- 5) Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, et al; CESAR Trial Collaboration: Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2009; 374: 1351-63.
- 6) Lynch JE, Hayes D Jr, Zwischenberger JB: Extracorporeal CO(2) removal in ARDS. *Crit Care Clin* 2011; 27: 609-25.
- 7) Cho WH, Lee K, Huh JW, Lim CM, Koh Y, Hong SB: Physiologic effect and safety of the pumpless extracorporeal interventional lung assist system in patients with acute respiratory failure-a pilot study. *Artif Organs* 2012; 36: 434-8.
- 8) Bein T, Weber F, Philipp A, Prasser C, Pfeifer M, Schmid FX, et al: A new pumpless extracorporeal interventional lung assist in critical hypoxemia/hypercapnia. *Crit Care Med* 2006; 34: 1372-7.
- 9) Hamid IA, Hariharan AS, Shankar NR: The advent of ECMO and pumpless extracorporeal lung assist in ARDS. *J Emerg Trauma Shock* 2011; 4: 244-50.
- 10) Flörchinger B, Philipp A, Klose A, Hilker M, Kobuch R, Rupperecht L, et al: Pumpless extracorporeal lung assist: a 10-year institutional experience. *Ann Thorac Surg* 2008; 86: 410-7.
- 11) Tajimi K, Kasai T, Nakatani T, Kobayashi K: Extracorporeal lung assist for patient with hypercapnia due to status asthmaticus. *Intensive Care Med* 1988; 14: 588-9.
- 12) Moerer O, Quintel M: Protective and ultra-protective ventilation: using pumpless interventional lung assist (iLA). *Minerva Anesthesiol* 2011; 77: 537-44.
- 13) Mallick A, Elliot S, McKinlay J, Bodenham A: Extracorporeal carbon dioxide removal using the novalung in a patient with intracranial bleeding. *Anaesthesia* 2007; 62: 72-4.
- 14) Fischer S, Simon AR, Welte T, Hoeper MM, Meyer A, Tessmann R, et al: Bridge to lung transplantation with the novel pumpless interventional lung assist device NovaLung. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 131: 719-23.
- 15) Bobrowitz ID, Rodescu D, Marcus H, Abeles H: The destroyed tuberculous lung. *Scand J Respir Dis* 1974; 55: 82-8.
- 16) Jordan TS, Spencer EM, Davies P: Tuberculosis, bronchiectasis and chronic airflow obstruction. *Respirology* 2010; 15: 623-8.
- 17) Ryu YJ, Lee JH, Chun EM, Chang JH, Shim SS: Clinical outcomes and prognostic factors in patients with tuberculous destroyed lung. *Int J Tuberc Lung Dis* 2011; 15: 246-50.
- 18) Kyung SY, Kim YJ, An CH, Lee SP, Park JW, Jeong SH: Clinical findings of the patients with legal pulmonary disability-short-term follow-up at a tertiary university hospital in Korea. *Korean J Intern Med* 2008; 23: 72-7.
- 19) Park JH, Na JO, Kim EK, Lim CM, Shim TS, Lee SD, et al: The prognosis of respiratory failure in patients with tuberculous destroyed lung. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001; 5: 963-7.