

# 肺全切除におけるX線学的過膨張所見と機能的変化との関連

阮 秋 栄・安 野 博・宮 本 洋 寿

塩 沢 正 傑

結核予防会結核研究所

井 村 价 雄

千葉大学第1外科

渡 部 哲 也

虎の門病院循環器科

受付 元和46年7月29日

## RADIOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL STUDIES ON OVERDISTENSION OF LUNG AFTER PNEUMONECTOMY IN PATIENTS WITH PULMONARY TUBERCULOSIS\*

Chiu-jung YUAN, Hiroshi ANNO, Yoju MIYAMOTO, Masatoshi SHIOZAWA,  
Yoshio IMURA and Tetsuya WATANABE

(Received for publication July 29, 1971)

Relationship between pulmonary function and radiological findings was investigated in 53 cases of pulmonary tuberculosis receiving pneumonectomy. The cases were classified radiologically into the following 4 types according to the grade of overdistension of lung; none (0), slight (I), moderate (II) and marked (III).

The proportion of patients with type III was higher among younger cases than among the older cases, and the fact indicates the good distensibility of the lung in younger patients.

Regardless of the grade of overdistension of the remaining lung, neither the vital capacity nor the total lung capacity showed increase after the operation. The residual volume in relation to the total lung capacity also revealed no significant difference according to the grade of overdistension. These facts show that the distension of the remaining lung is merely the morphological displacement of a part of the lung into the pneumonectomized space and is not accompanied with the increase in pulmonary function.

It was found that the alveolar ventilation was abnormally uneven in overdistended lung. In such lung, the volume of poorly ventilated area showed increase and the ventilation per unit of alveolar volume showed decrease, thus resulting in the definite arterial desaturation in some cases. The grade of such abnormalities, however, was less than that in chronic obstructive lung diseases. The arterial oxygen saturation was less than 92% in 2 of the study cases, and they were accompanied with either chronic obstructive emphysema or chronic bronchitis, which were presumed to be existing before operation.

No correlation was found between the grade of overdistension of the lung and the occurrence of postoperative dyspnea.

\* From the Research Institute of Tuberculosis, Japan Anti-Tuberculosis Association, Kiyose-shi, Tokyo 180-04 Japan.

In the majority of the cases, the arterial desaturation was improved after the resection of the diseased lung. The fact might be explained by the removal of venous admixture which existed in the resected lung.

## I. 緒 言

一侧肺を切除した場合、残存肺は対側へ向かつて種々の程度に過膨張を起こす。その機能的変化について、Cournand ら<sup>1,2)</sup>は肺循環、換気血流比から、McIlroy ら<sup>3)</sup>は換気力学、肺胞 CO 批散能力から、Burrows ら<sup>4)</sup>は運動負荷による肺動脈圧の変動から検討しており、その他にも数多くの報告がある。しかし過膨張の程度と機能的失調との関連については、今なお未解決の問題が残されている。

かかる見地から著者らは肺結核のため肺全切除を行なつた症例を対象として、X線所見上における残存肺の過膨張程度と肺機能所見との関連を追跡した。これらの結果から、過膨張肺の機能的変化や気腫性変化が起こるかどうか、年齢的因素が関与するかどうかを明らかにするとともに、肺全切除後に追加胸郭成形（胸成）が必要かどうかについて検討した。

## II. 検査対象ならびに方法

肺結核のため、当所で肺全切除を行ない、1年から15年6ヶ月の経過を観察した53例を対象とした。

残存肺の過膨張程度をX線所見上4型に分類した。すなわち表1および図1のごとく、過膨張を認めないものをO型、残存肺の最先端が術側の1/3以内にとどまるものをI型、1/3以上で2/3以内にとどまるものをII型、2/3をこえるもの、もしくは過膨張肺の陰影面積が術側胸腔の半分をこえるものをIII型とした。型別の症例数は表1のごとく、I型が最も多く45%を占め、O型の90%は胸成を受けていたが、II、III型では全例とも胸成を受けていなかつた。

被検者を坐位とし、まず Benedict-Roth 13.5l型のスピロメーターを用いて肺活量(VC)および1秒率(FEV<sub>1.0</sub>%)を測定した。術前術後のVC比較には、手術前の分割肺活量測定によつて得られた残存側の値をもつて術前値として用いた。残気量(RV)は閉鎖回路法によつて測定した。

ついで Briscoe and Cournand<sup>5)</sup>の原理に従つて不均等換気の分析を行なつた。すなわち開放回路のO<sub>2</sub>吸入によるN<sub>2</sub>洗出し曲線を Sanborn 社製 Research Recorder で直記し、各時間のN<sub>2</sub>濃度を片対数表に転記して、これから換気良好部と換気不良部における単位肺気量当りの肺胞換気量( $\dot{V}_{A1}/L_1$ ,  $\dot{V}_{A2}/L_2$ または $\dot{V}_{As}/L_s$ )、全肺胞換気量に対する換気良好部と換気不良部の肺胞換気量( $\dot{V}_{A1}/\dot{V}_{AT}$ ,  $\dot{V}_{A2}/\dot{V}_{AT}$ または $\dot{V}_{As}/\dot{V}_{AT}$ )、全肺胞換気量に対する換気良好部と換気不良部の肺胞換気量( $L_1/L_T$ ,  $L_2/L_T$ または $L_s/L_T$ )などの諸量をそれぞれ分離して求めた。 $\dot{V}_{A1}$ ,  $L_1$ は換気良好部の換気量と肺気量、 $\dot{V}_{A2}$ ,  $L_2$ は換気不良部、 $\dot{V}_{As}$ ,  $L_s$ は換気最悪部の換気量と肺気量、 $\dot{V}_{AT}$ ,  $L_T$ は分時換気量と機残量を表わす。また Fowler<sup>6)</sup>にならつて各例のN<sub>2</sub>洗出し遅延率(Clearance delay)も算出し、これを肺胞換気不均等化的指標とした。

動脈血ガス分析は I-L meter によつて行ない、pH, O<sub>2</sub>分压(P<sub>aO<sub>2</sub></sub>), CO<sub>2</sub>分压(P<sub>aCO<sub>2</sub></sub>)を測定し、Severinghaus<sup>7)</sup>に従つて O<sub>2</sub>飽和度(S<sub>aO<sub>2</sub></sub>)を求めた。

## III. 成 績

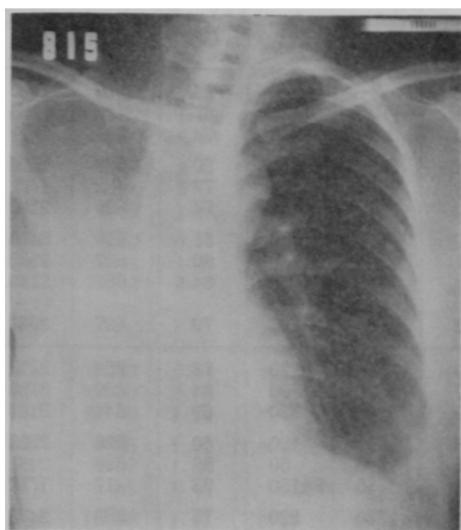
検査成績は表2に一括して示した。

- 1) 残存肺の過膨張程度が肺機能所見へ与える年齢的変化

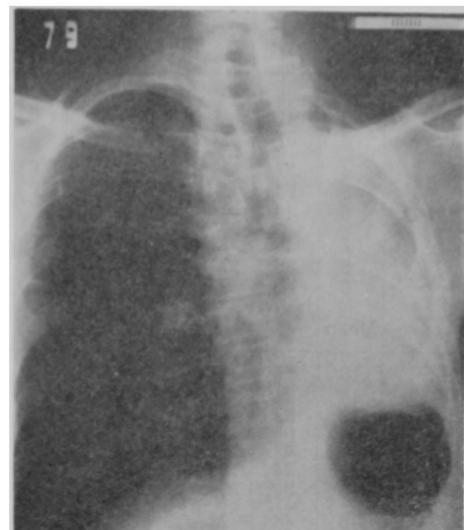
Table 1. Radiological Classification According to Grade of Overdistension of the Remaining Lung and Number of Cases in Each Type

Type	O	I	II	III	Total	
Radiological inflation						
Case	Number %	9 17	24 45	12 23	8 15	53 100
Thoracoplasty	Number %	8 89	2 8	0 0	0 0	10 19

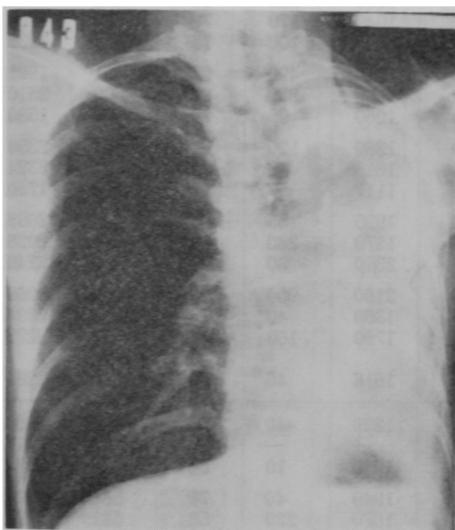
Fig. 1. Typical X-ray Findings Showing the Grade of Overdistension of the Remaining Lung



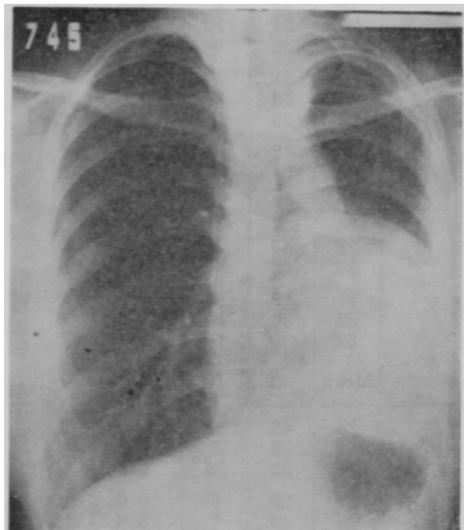
(A) Type 0 (Case No. 2)



(B) Type I (Case No. 28)



(C) Type II (Case No. 38)



(D) Type III (Case No. 52)

0, I, II型の手術時平均年齢はそれぞれ46, 43, 44歳であるが、III型は34歳を示し最も若い。年齢階層を若年層(19~29歳), 中年層(30~49歳), 高年層(50~64歳)に分けて各階層における残存肺の過膨張程度をみると、表3のごとく高年になるに従つて0型が高率になり、III型は低率になる。50歳以上例ではIII型がみられず、若年層には0型が1例もなく、III型が著しく高率である。すなわち若年者の肺では高度の過膨張傾向を有するものと認められる。

年齢別にみた術後の肺活量、1秒率は表4のごとく、高齢化に伴い低下する傾向を示すが、その差はともに著しくない。年齢別にみた動脈血O<sub>2</sub>飽和度(表4)でも

高年層でとくに強い低下はみられなかつた。以上の所見から、少なくとも本研究の対象例では、年齢的変化が肺機能の低下に対して大きく関与しているとは思われなかつた。

## 2) 残存肺の過膨張化と換気諸量の変動との関係

術後の肺活量と過膨張の程度との関係をみると図2の左側に示したごとく、III型では明らかに高値を示した。しかし術前術後の変動をみると、同図の右側に示したごとく、いずれの型でも平均200ml以内の減少にとどまつた。したがつてIII型を呈した例の肺活量が大きいのは、過膨張の影響ではなく、単に手術前の値が高かつたためと解された。著明な過膨張を示したIII型では術後の

Table 2. Post and Pre-operative Alveolar Ventilation

	No.	Age	Sex	Years after ope.	Side of surg.	VC(cc)			FEV <sub>1.0</sub> % (%)	RV(cc)	TLC(cc)
						Post-ope.	(%)	Pre-ope.			
Type O	1	45	F	15.5	L(T)*	830	32	—	84	590	1480
	2	42	F	9.0	R(T)	1060	41	930	130	67	425
	3	57	M	8.4	R	2130	60	2440	310	74	687
	4	37	M	4.1	L(T)	1850	44	2080	230	90	520
	5	54	F	4.9	R(T)	970	39	1140	170	77	452
	6	46	M	4.9	R(T)	1250	44	1910	660	74	850
	7	44	M	4.9	R(T)	1860	49	2060	200	81	610
	8	50	M	2.8	R(T)	1280	35	1150	130	80	622
	9	42	M	9.3	R(T)	1250	34	1560	310	84	889
	Mean	46		7.1		1387	42	1659	203	79	627
Type I	10	38	M	3.0	R	1660	40	1780	120	78	754
	11	24	F	6.3	R	1680	57	1600	80	84	450
	12	52	M	3.0	L(T)	2350	59	2000	350	69	844
	13	36	M	5.1	L	1410	38	1290	120	60	928
	14	24	F	7.0	L	1840	65	1890	50	88	598
	15	34	F	5.1	L	1300	48	1450	150	73	417
	16	48	M	4.3	L	1950	47	1730	220	75	533
	17	37	F	3.0	R(T)	1400	50	1440	40	69	552
	18	43	M	3.2	R	1870	48	1950	80	81	655
	19	42	F	9.0	L	1270	47	1050	220	90	772
	20	64	F	4.0	R	870	37	1040	170	79	830
	21	32	F	7.0	L	1420	50	1320	100	75	512
	22	41	M	9.0	R	1500	40	1990	490	97	491
	23	56	M	3.0	R	1920	53	1690	230	81	590
	24	45	F	5.0	R	975	38	1060	95	73	605
	25	48	M	1.0	R	1500	40	1380	120	91	850
	26	34	M	1.5	L	2230	56	1815	415	80	1094
	27	50	F	1.5	R	1060	41	1117	57	67	690
	28	37	M	2.0	L	1860	48	1995	135	95	798
	29	43	F	6.0	R	1190	43	1570	380	89	838
	30	42	M	3.1	L	2240	56	2320	80	74	889
	31	59	M	1.5	R	1260	39	2160	900	93	1008
	32	46	M	1.0	R	1320	36	1360	40	76	704
	33	49	M	9.0	R	1620	46	1780	160	78	653
	Mean	43		4.3		1571	47	1616	46	80	711
Type II	34	45	F	3.0	L	780	31	1220	440	54	580
	35	33	F	7.2	L	1330	45	—	—	73	887
	36	32	M	1.2	L	2000	52	1990	10	64	884
	37	29	F	5.6	L	1900	68	1940	40	79	586
	38	49	F	3.8	L	1450	53	1670	220	58	581
	39	53	F	4.5	L	1490	57	1500	10	77	673
	40	59	M	3.0	L	2110	67	1740	370	77	615
	41	45	M	3.0	L	1410	36	2060	650	60	686
	42	60	F	6.3	L	710	30	1640	930	93	618
	43	43	M	5.3	L	2420	64	2370	50	86	856
	44	44	M	2.2	L	1330	34	1620	290	50	945
	45	35	F	6.4	L	1790	66	1910	120	65	659
	Mean	44		4.3		1560	50	1787	206	70	714
Type III	46	39	F	8.2	L	2220	80	2350	130	80	574
	47	25	F	2.5	L	2220	74	—	—	83	657
	48	28	F	2.8	L	2320	78	—	—	85	788
	49	46	M	4.5	L	2850	77	2830	20	75	810
	50	33	F	3.4	L	2400	82	2262	138	67	740
	51	45	M	2.8	R	2140	55	2850	710	48	1051
	52	19	F	6.0	L	2180	78	—	—	78	703
	53	39	M	3.5	L	1470	43	1370	100	48	1963
	Mean	34		4.2		2225	71	2332	116	70	911

\*T : Supplemental thoracoplasty, CD : Clearance delay

Parameters in Respective Types

RV/TLC (%)	V <sub>A1</sub> /L <sub>1</sub> (l/min/l)	V <sub>A2</sub> /L <sub>2</sub> (l/min/l)	L <sub>A3</sub> /L <sub>3</sub> (l/min/l)	L <sub>1</sub> /L <sub>T</sub> (%)	L <sub>2</sub> , L <sub>T</sub> (%)	L <sub>3</sub> , L <sub>T</sub> (%)	V <sub>A1</sub> /V <sub>AT</sub> (%)	V <sub>A2</sub> /V <sub>AT</sub> (%)	V <sub>A3</sub> /V <sub>AT</sub> (%)	CD (%)	S <sub>AO</sub> (%)	
											Post-ope.	Pre-ope.
40	7.31	2.81		32	68		55	45		19	95.4	—
28	5.77	1.73		24	76		51	49		27	95.4	—
24	5.80	2.38		17	83		33	67		10	96.2	—
22	3.44	0		100	0		100	0		0	95.2	—
31	4.16	0		100	0		100	0		0	95.0	—
40	6.90	1.55		38	62		73	27		54	95.4	—
25	6.82	0		100	0		100	0		0	93.9	—
33	3.41	1.44		41	59		62	38		17	95.0	94.6
41	12.40	2.80	0.80	8	39	53	38	44	18	88	96.4	—
32				51	49		68	32		24	95.3	—
31	12.30	2.64	0.69	14	39	47	56	34	10	145	94.3	—
21	13.30	2.60		16	84		49	51		36	95.8	—
26	12.30	1.14		7	93		44	56		—	95.9	—
39	8.98	1.52	0.47	9	36	55	51	33	16	123	96.3	93.9
24	4.59	1.48		22	78		47	53		28	95.8	—
24	9.85	1.49		12	88		47	53		43	95.3	—
21	12.30	1.87	0.47	9	40	51	54	35	11	170	94.8	—
28	3.73	1.17		48	52		75	25		33	96.2	—
26	3.03	0		100	0		100	0		0	96.3	—
38	8.20	1.21		17	83		57	43		51	96.0	—
48	2.43	0		100	0		100	0		0	95.5	—
26	3.29	0.48		41	59		82	18		113	94.6	—
25	9.38	1.40		11	89		44	56		42	95.9	94.0
24	9.05	1.37		25	75		68	32		79	96.2	95.7
38	7.04	1.64	0.30	11	45	44	46	46	8	161	96.6	88.7
36	4.21	0		100	0		100	0		0	96.7	96.6
33	2.40	0.84		20	80		41	59		18	95.5	95.6
39	13.80	2.09	0.34	6	42	52	42	48	10	189	95.3	—
30	8.61	1.34		14	86		50	50		48	95.1	—
41	7.99	1.54		13	87		44	56		34	94.8	—
28	3.87	1.48		21	79		40	60		15	96.9	—
44	10.70	1.27	0.34	5	34	61	43	39	18	134	94.0	—
35	7.30	1.62		18	82		50	50		35	94.7	—
29	10.85	2.58		21	79		52	48		31	95.0	—
31				28	72		58	42		64	95.6	—
43	8.45	1.48	0.61	10	34	56	49	30	21	—	91.5	—
40	—	—		—	—		—	—		—	96.0	—
31	6.50	1.62		37	63		70	30		46	96.5	—
24	5.04	2.23		18	82		33	67		9	96.2	—
29	10.70	1.05		8	92		49	51		60	95.1	94.6
31	2.81	0.43		59	41		90	10		112	96.0	—
23	3.58	0.62		38	62		78	22		85	95.5	91.2
33	10.36	1.75	0.47	7	32	61	45	37	18	128	94.0	90.8
42	4.95	0.58		12	88		55	45		71	94.5	—
26	7.40	1.73		9	91		31	69		21	94.7	—
42	7.42	1.17	0.38	10	25	65	57	23	20	132	91.5	89.5
27	8.61	1.40		12	88		45	55		39	96.1	90.4
33				20	80		55	45		70	94.8	—
21	4.07	0		100	0		100	0		0	95.2	—
23	5.50	0.95		27	73		69	31		72	94.0	94.0
25	5.95	2.12		36	64		61	39		19	96.1	—
22	13.65	1.91		11	89		48	52		45	94.8	—
24	2.68	0		100	0		100	0		0	96.3	96.2
33	11.30	1.25	0.25	3	36	61	39	43	18	130	95.0	94.5
25	4.05	1.34		13	87		32	68		13	96.5	—
57	8.28	1.71	0.45	7	38	55	41	43	16	118	93.6	94.7
29				37	63		61	39		50	95.2	—

Table 3. Type and Grade of Overdistension in Relation to Age

Type \ Age	19~29 (yrs.)	30~49 (yrs.)	50~64 (yrs.)
O	0	12	44
I	33	51	35
II	17	23	21
III	50	14	0
Total (%)	100	100	100

全肺気量も、図3のごとく高値を示したが、術後の残気率は、図4のごとく膨張型の如何にかかわらずその平均値はほぼ同値を示した。すなわち過膨張による残気量の増大傾向はうかがえなかつた。

### 3) 肺の過膨張と肺胞換気の不均等化との関係

O, I型における1秒率( $FEV_{1.0}\%$ )の平均値は約80%であるのに対して、II, III型のそれは70%にとどまり、前者よりもやや低値を示した(表2)。1秒率55%以下のものがII, III型にそれぞれ2例(No. 34, 44, 51, 53)あつたが、O, I型では1例もなかつた。

図5のごとく、機残量に対する換気良好部の肺気量比 $L_1/L_T$ と換気不良部の肺気量比 $L_2/L_T$ (または $L_3/L_T$ )の配分は、O型の場合だいたい等分されたのに対して、I, II, III型では約3:7となり、換気不良部の肺気量は比較的増大を示した。全肺胞換気量に対する換気良好部の肺胞換気量比 $\dot{V}_{A1}/\dot{V}_{AT}$ と換気不良部の肺胞

Fig. 2. Effects of Pneumonectomy on Vital Capacity

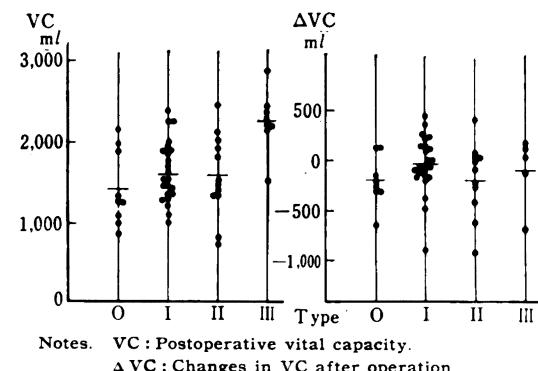


Table 4. Postoperative Ventilatory and Gas Exchange Parameters in Relation to Age

	19~29 (yrs.)		30~49 (yrs.)		50~64 (yrs.)	
	Mean	Maximum Minimum	Mean	Maximum Minimum	Mean	Maximum Minimum
VC (cc)	2023	2320 1680	1536	2850 780	1468	2350 710
FEV <sub>1.0</sub> %	83	88 78	56	97 48	79	93 67
S <sub>aO<sub>2</sub></sub> (%)	95.8	96.5 94.0	94.6	96.9 91.5	95.4	96.2 94.0

Table 5. Proportion of Abnormalities in Gas Distribution and Gas Exchange

Distribution impairment	No	Yes	No	Yes	Total (%)
	No	No	Yes	Yes	
Hypoxemia	78	11	11	0	100
	62	12	9	17	100
	41	18	18	23	100
	49	14	14	23	100

Fig. 3. Postoperative Total Lung Capacity

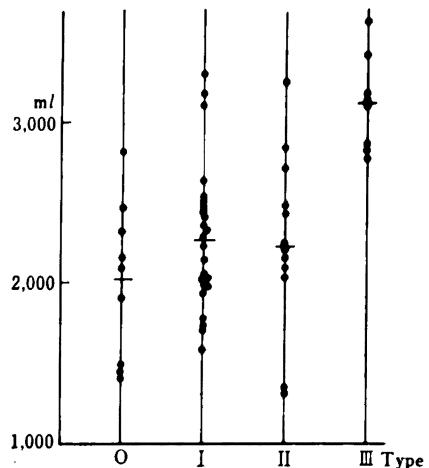
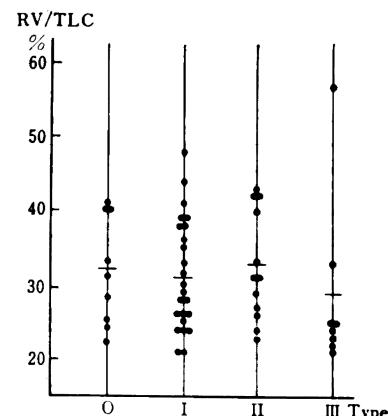


Fig. 4. Postoperative Residual Volume in Relation to Total Lung Capacity



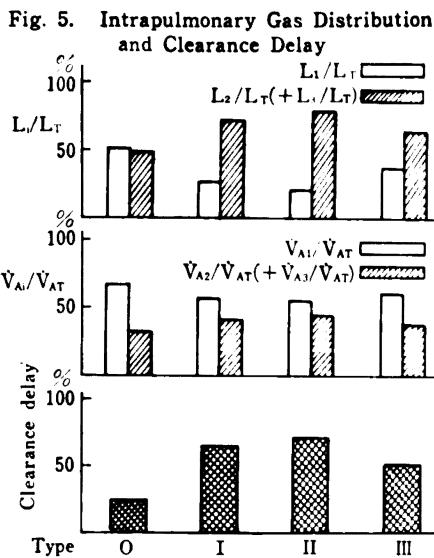
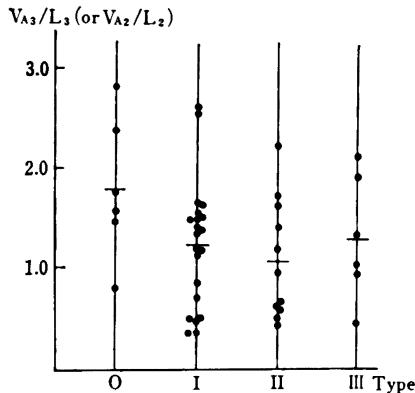


Fig. 6.  $\dot{V}_A/L$  in Worst-Ventilated Compartments ( $\dot{V}_{A3}/L_3$  or  $\dot{V}_{A2}/L_2$ )



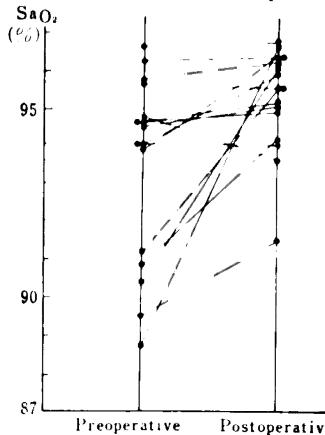
換気量比  $\dot{V}_{A2}/\dot{V}_{AT}$  (または  $\dot{V}_{A2}/\dot{V}_{AT} + \dot{V}_{A3}/\dot{V}_{AT}$ ) の配分は、O型の約 7:3 に対して、I, II, III型ではほぼ 6:4 を示した。すなわち I, II, III型を呈した過膨張肺では、換気不良部の肺気量が増大し、該部の肺胞換気量は逆に低下の傾向を示した。また肺胞換気不均等化の指標となる  $N_2$  洗出し遅延率 (Clearance delay) は、O型の 25% に対して、I, II, III型ではそれぞれ 64%, 70%, 50% となり、有意の高値を示した。換気最悪部における単位肺気量当りの肺胞換気量 ( $\dot{V}_{A3}/L_3$  または  $\dot{V}_{A2}/L_2$ ) をみると、図 6 のごとく I, II, III型では、O型よりも明らかに低い値を示すものが多かつた。

これらの成績は残存肺の過膨張には肺胞換気の不均等化増強<sup>9)</sup>が共存したことを示している。

#### 4) 肺の過膨張と動脈血ガス所見との関係

術後の成績では、pH 7.36~7.42 を示し、全例とも正常範囲にあり、アルカローシスやアシドーシスを示す例はなかつた。 $CO_2$  分压 ( $PaCO_2$ ) は 46 mmHg を示した 1 例 (No. 44) を除き、すべて正常範囲内 (35~42

Fig. 7. Improvement of Oxygen Saturation After Pneumonectomy



mmHg) にあり、安静状態では肺胞の過換気と低換気はみられなかつた。動脈血  $O_2$  鮎和度 ( $S_{aO_2}$ ) は 94.5% に満たない例が各型に数例ずつ散見されたが、92% 以下を示したものはわずか 2 例 (No. 34, 44) にとどまり、 $O_2$  不鮎和の程度は強くなかつた。

術前術後に  $S_{aO_2}$  を測定した 16 例の成績を比較してみると、術後に明らかな低下を示したものは 1 例 (No. 53) のみであり、他はすべて不变かもしくは上昇を示した (図 7)。手術によって 2% 以上の上昇を示したのが 6 例 (No. 13, 24, 40, 41, 44, 45) あり、最高上昇例では 8% をこえた。

#### IV. 考 案

##### 1) 残存肺過膨張の成因について

一侧肺全切除後に起こる残存肺の過膨張については多くの報告がみられるが、いまだに定説はない。Bremer<sup>9)</sup>は肺全切除を実施した小猫の過膨張肺を組織学的に検索し、肺胞の再生や過形成がその主因であるとしている。Longacre ら<sup>10)11)</sup>も幼若犬の実験で肺胞の再生や過形成を過膨張の原因としているが、成犬の残存肺では、かかる再生や過形成はみられず、むしろ肺胞の弾力線維の消失、肺胞の断裂、気腫性変化などを重要所見として指摘している。

これに反して、Schilling ら<sup>12)</sup>は幼若犬でも成犬でも残存肺の肺胞に真性の再生は起こりえないとして、残存肺の過膨張はあくまでも肺胞の拡張と線維化によるものであると反論している。Šerý ら<sup>13)</sup>は形態計量法を用いて、兎の肺胞と肺胞管の数を調べた結果、幼若兎でも成兎でも残存肺と正常肺との間に差は見出せなかつたことから、肺実質を大量に切除しても、残存肺に代償性再成は起こりえないとしている。Cook ら<sup>14)</sup>も肺切除を受けた小児 17 例の検討成績から残存肺の再成や過形成は認められなかつたとしている。

本邦でも Longacre らと同じく、肺切除後の「気腫性

「変化」が過膨張により出現するとの考え方から、残気量の増加を膨張肺の気腫性変化の指標とみる向きがある<sup>10)</sup>。しかし Hirdes ら<sup>10)</sup>は肺結核患者に対して行なつた肺全切除 106 例について肺気量を測定し、残気率 (RV/TLC %) は若年例、高年例ともに軽度ながら、低下する傾向がみられたと述べている。著者らの成績でも残存肺の残気率はどの型の過膨張肺でもほぼ同値を示し、残存肺の過膨張は少なくとも慢性肺気腫における「気腫性変化」とは異質のものと考えざるをえなかつた。著者らの成績では、肺全切除後にみられた残存肺の過膨張は、術前の肺活量が大きい例に起こりやすい傾向を示したが、過膨張が著しいものでも、術後の肺気量は増大しなかつたことが注目された。すなわち X 線写真上で過膨張として捉えられた変化も、機能的にはコンプライアンスの高い肺が、全体としては容積を変えることなく、肺の一部分が対側の死腔へ向かつて伸びた単なる形態学的変化にすぎないと思われる。

### 2) 過膨張肺の不均等換気増強とガス交換異常

前述した形状変化は肺全体としての気量、換気量には著変を示さなかつたが、肺胞換気を分析してみると、過膨張群と非膨張群との間に明らかな差異が見出された。すなわち著者らの成績では、O型に比し I, II, III 型では slow space の増大、その部の肺胞換気の低下傾向が認められ、肺の変形は肺胞換気の分布に対して不利に働くことが推測された。したがつて、換気不良部へ向かう血流が反射的に減少しない限り、この部分では生理学的静脈混合の増大を招来し、動脈血不飽和の因になることが容易に想像される。

$S_{aO_2}$  が 94.5% 以下のものをガス交換異常とし、 $\dot{V}_{A/L}$  ( $\dot{V}_{A/L}$  が 3 分画されたときには  $\dot{V}_{A/L}$ ) が 0.9 l/min/L 以下のものを換気分布障害とし、表 5 のごとく 4 つの組合せを作り、各群の頻度を算出してみた。その結果によると異常例は O 型の 20% に対して、I, II, III 型では約 40% に認められた。 $O_2$  不飽和例はとくに II, III 型で高率を示したことが注目された。このように過膨張例では換気、ガス交換の失調の出現率はかなり高率であつたが、換気最悪部における換気低下や、 $S_{aO_2}$  低下の程度は、一般に慢性閉塞性肺疾患におけるほど強くなく、この面からも過膨張が眞の「気腫性変化」によるものとは考えにくい。

Burrows ら<sup>4)</sup>は肺全切除を行なつた 36 例のうち呼吸器症状を訴えた 9 例について検索し、術前から慢性肺気腫を持っていた 5 例のほか、4 例は心肺になんらかの混合性疾患を認めたが、肺全切除後あらたに気腫性変化を起こしたと判断されるものは 1 例もなかつたと述べている。Friend<sup>11)</sup>は残存肺の過膨張と術後の呼吸器症状との関係を否定し、残存肺の過膨張は肺胞換気になんらの影響も与えないと結論し、肺全切除後の呼吸困難はむし

ろ気管支炎によるものであるとしている。

著者らの症例 44 は術後に労作時の呼吸困難を訴え、1 秒率 50%，残気率 42%，CD 132%，動脈血  $O_2$  飽和度 91.5%， $CO_2$  分圧は数回の検査で常に 45~50 mmHg を示し、例外的に閉塞性所見が著明であつた。胸部 X 線写真による読影では、残存肺の膨張程度は II 型に分類され、一見過膨張による「気腫性変化」の出現を思わせた。しかし残存肺野の X 線透過度は不均等であり、紋理は所々で消失し、上肺野では囊胞形成がみられたこと、これらの所見は、術前の X 線写真でもすでに認められることが、術前の肺機能検査成績が 1 秒率 40%，CD 116%，残気率 44%， $S_{aO_2}$  89.5%， $P_{aCO_2}$  45 mmHg であつたこと、などの事実から、この例は術前から結核に合併した慢性肺気腫を有しており、過膨張によつて発生した気腫性変化ではないと考えられた。

症例 34 も同じく  $O_2$  不飽和が強く (91.5%)、閉塞性所見も著明であつた。X 線所見は II 型であり、X 線透過度の増大など気腫性変化を思わせる所見はなかつた。本症例は術前から慢性気管支炎の症状を有しており、術後に招來された気腫性変化の病像とは解釈しにくかつた。

その他 6 例 (No. 10, 31, 41, 42, 47, 53) の機能的異常所見は、過膨張そのものによる直接的産物であるか、術前から存在していた変化であるかは明らかにできなかつた。仮にそれを過膨張による影響とみなしても、現時点では重大な臨床的意義をもつほどの障害であるとは思われない。しかし、これらの例については将来さらに追跡調査を行なうことが必要であろう。

### 3) 全切除術後にみられた機能的改善

McIlroy ら<sup>9)</sup>は気管支癌患者 10 例について、肺全切除前後ににおける CO 拡散能力と換気力学の変化を追求した結果、残存肺の拡散能力の低下、コンプライアンスの低下、吸気抵抗の増加などの機能的損失を指摘している。しかし、矢島<sup>10)</sup>は肺結核患者に行なつた肺全切除の前後にガス分布とガス交換状態との変動を比較検討し、肺全切除後に換気不均等化のは正とガス交換における解剖学的短絡率の減少など、機能的改善がみられることを立証している。

著者らの成績でも、術後の  $S_{aO_2}$  は顯著に上昇しており (図 7)，最高は 8% をこえ、この主因は切除肺内の静脈混合が除去されたためと解釈される。たとえ不利なガス交換条件が過膨張肺に起るにせよ、前述の  $S_{aO_2}$  上昇分は、不利な換気条件による  $S_{aO_2}$  の低下分を相殺してもなお余りあるほど著明であることが注目される。

### 4) 肺全切除の追加胸郭成形の功罪

肺全切除に対する胸郭成形（胸成）を加えることの可否については、長い間論議されてきた。残存肺に気腫性変化を起こすとする Longacre<sup>10)11)</sup>、残存肺の過膨張は生理学的に好ましくないと考える Cournand ら<sup>12)</sup>は胸

成の必要性を主張している。一方、術後長期の観察によつても残気率の増加はみられず、残存肺の気腫性変化は起らぬとする Hirdes ら<sup>10</sup>、追加胸成も残存肺の過膨張発生や、肺機能の悪化などを予防することはできないとする Tammeling ら<sup>11</sup>などオランダ学者を中心とした歐洲学派は、いずれも胸成追加には賛同していない。

著者らはX線学的の過膨張肺に機能失調が共存することを明らかに認めたが（図5、6、表5）、その程度や質は軽度にとどまり、かつ胸成追加例と胸成非追加例との間に有意の差は見出せなかつた。胸成術そのものによつて招来される脊柱の変形、呼吸筋力の損失、縦隔の固定化による肺伸展能の制限など、一連の後遺所見による機能的損失のはうがより重大な比率を占めるものと考える。逆に胸郭の骨系と呼吸筋群とを不必要に損傷しないことは、肺全切除後の呼吸運動をよりよく保持する可能性もあると考えられる。なお容姿の変形が社会復帰後本人に大きな負担となることは否めない。以上の事実から、著者らは術後に合併症の発生が予測される場合、あるいは発生した場合にのみ胸成を行なうことにしている。

## V. 結 語

肺結核症に対する一侧肺全切除後1年から15年を経過した53例について、胸部X線所見（O、I、II、III型）と術前術後の換気諸量、動脈血ガス、術後の肺内ガス分布状態などの諸成績とを対比追及して、次のとき知見を得た。

1) 患者の高齢化に伴つてO型が高率に、III型は低率になり、逆に若年層ではIII型が多く、若年者の残存肺は比較的膨張しやすいものと考えられた。

2) III型の肺活量は他の型のそれに比して明らかに高値を示したが、手術の前後における肺活量の変動は、過膨張型の如何にかかわらず平均200ml以内にとどまり大差はなかつた。このことから肺全切除後の過膨張は、術前の肺活量が大きい例に強く現われやすいが、必ずしも肺気量の増大を伴うものでないことが明らかにされた。

3) 著しい過膨張型を示した例では、術後の全肺気量も高値を示したが、術後の残気率はいずれの型でもほぼ同一値をとり、過膨張による残気量の増大はほとんどみられなかつた。

4) 残存肺の過膨張は、伸展性に富む肺の一部分が対側死腔へ向かつて伸びた単なる肺の形状変化にすぎないものと考えられた。

5) かかる部分的変形には軽度ながらも肺胞換気不均等化の増強とガス交換異常とが高率に共存することが分かつた。しかしその変化は慢性閉塞性肺疾患でみられるものよりもはるかに軽く、肺全切除後に発生した気腫性

変化によると判断される著明な呼吸失調はみられなかつた。

6) 術後の動脈血酸素飽和度は過半数例において著明な上昇を認め、その程度は過膨張に由来する酸素飽和度の低下を消去してなお余りがあり、それは切除肺内に存在していた静脈混合が除かれたためと解釈された。

7) 脊柱、胸郭、縦隔などの変形に由来する機能的損失が過膨張による機能失調よりも大きいと思われ、胸成後における容姿の変形などを加えると、肺全切除後の追加胸成は好ましくないと推論された。

本論文の要旨は昭和44年第76回日本結核病学会関東支部、第12回日本胸部疾患学会関東地方会の合同学会において発表した。

## 文 献

- 1) Cournand, A. and Berry, F.B.: Ann. Surg., 116: 532, 1942.
- 2) Cournand, A., Riley, R.L., Himmelstein, A., and Austrian, R.: J. Thoracic Surg., 19: 80, 1950.
- 3) McIlroy, M.B. and Bates, D.V.: Thorax, 11: 303, 1956.
- 4) Burrows, B., Harrison, R.W., Adams, W.E., Humphreys, E.M., Long, E.T., and Reimann, A.F.: Am. J. Med., 28: 281, 1960.
- 5) Briscoe, W.A. and Cournand, A.: J. Appl. Physiol., 14: 284, 1959.
- 6) Fowler, W.S., Cornish, E.R., and Kety, S.S.: J. Clin. Invest., 31: 40, 1952.
- 7) Severinghaus, J.W.: J. Appl. Physiol., 12: 485, 1958.
- 8) 渡部哲也他：日胸, 25: 33, 昭41.
- 9) Bremer, J.L.: J. Thoracic Surg., 6: 335, 1937.
- 10) Longacre, J.J., Carter, B.N., and Quill, L.M.: J. Thoracic Surg., 6: 237, 1937.
- 11) Longacre, J.J. and Johansmann, R.: J. Thoracic Surg., 10: 131, 1940.
- 12) Schilling, J.A., Harvey, R.B., Balke, B., and Rattunde, H.F.: Ann. Surg., 144: 635, 1956.
- 13) Šerý, Zd., Keprt, E., and Obrucnik, M.: J. Thoracic and Cardiovascul. Surg., 57: 549, 1969.
- 14) Cook, C.D. and Bucci, G.: Pediatrics, 28: 234, 1961.
- 15) 笹本浩・梅田博道：日結, 14: 107, 昭30.
- 16) Hirdes, J.J. and Bosch, M.W.: J. Thoracic Surg., 30: 719, 1955.
- 17) Friend, J.: Lancet, 2: 260, 1954.
- 18) 矢嶋嶺：信州医学雑誌, 16: 267, 昭42.
- 19) Tammeling, G.J. and Laros, C.D.: J. Thoracic Surg., 37: 148, 1959.