

2. The tendency that the other causes of death were certified as due to senility has decreased rapidly after World War II, but cerebral apoplexy and heart diseases have been increasing their percentages for diseases confused to senility.

3. The rate of confusion that the other causes of death than senility were certified as due to it varied in each prefecture. This variation might be brought by the differences of diagnostic

criteria.

4. The rate of confusion that the other causes of death than senility were certified as due to it varied even in each physician in an area. Therefore the above-mentioned points must be taken into consideration when cerebral apoplexy and heart diseases were observed in vital statistics of Japan.

## 呼吸調節の研究

### 第一編 開胸時及び非開胸時陽圧の肺組織に及ぼす影響

昭和33年3月27日受付

信州大学医学部第一外科教室

(指導：星子直行教授，岩月賢一助教授)

生坂 和一

#### 緒言

近時全身麻酔の進歩に伴い，術中屢々加圧して呼吸の調節が行われている。呼吸の調節には，自発呼吸をしているが換気量の減少している患者に，吸気時のみ適当に圧を加える補助呼吸と，患者の自発呼吸を全く停止させて人為的に呼吸を調節する調節呼吸とがあり，これには吸気時のみ加圧し呼気時には全く圧を加えない場合と，呼気時に更に陰圧を併用する所謂陽陰圧呼吸とがある。又特殊な場合には，吸気時のみならず呼気時にもある程度の陽圧を加える陽圧呼吸が行われることもある。これらの呼吸調節が呼吸並びに循環に如何なる影響を及ぼすかについては，種々の面から研究されているところである。陽圧呼吸は極めて限られた場合に短時間行われるのが普通であるが，補助呼吸や調節呼吸は麻酔に際して屢々長い時間に亘って行われるもので，その何れがより生理的であるかについては今日議論のあるところである。著者は，この点を明らかにするため，動物実験並びに臨床例につき，種々の条件の下に陽圧呼吸，補助呼吸乃至調節呼吸を行い，特に一側開胸時及び非開胸時につき種々の面よりその影響を検討したが，本編に於ては，気管内加圧の肺組織に及ぼす影響を病理組織学的に検討した結果を報告する。

#### 実験方法

体重6～15kgの22匹の成犬に，ペンタバルビタール15～20mg/kgの静脈内麻酔を行い，背臥位に固定

して気管内チューブを挿入し，閉鎖循環式麻酔器に連結した。気管内チューブの連結部より側管を出して気管内圧曲線を，又一側頸動脈にカニューレを挿入して動脈血圧を，キモグラフィオンを用いて同時描写した。開胸時及び非開胸時夫々の場合につき，呼吸嚢を圧迫して吸気時に最大+5，+10，+15，+20，+25，+30cm H<sub>2</sub>Oの圧を加えて補助呼吸を行つた。開胸は左第5肋間で行い，同時に非開胸側の胸腔内圧を人工気胸器を用いて測定した。30分～3時間の加圧後，ペンタバルビタール400～600mgを急速に静注して動物を殺して直ちに胸壁を開き，肺を中等度に膨脹させたまま心臓と共に剔出し，ホルマリンで固定した。その後左右各肺葉につきヘマトキシリン・エオジン染色及びWeigert氏弾力線維染色を行い病理組織学的検索を行つた。

#### 実験成績

##### (I) 非開胸時加圧の影響

+15cm H<sub>2</sub>O以下の加圧では肺表面に近い肺胞の拡張を認める程度に過ぎないが，+10cm H<sub>2</sub>Oの加圧でも長時間(3時間)に及ぶと軽度の肺気腫状を呈した。+20cm H<sub>2</sub>Oでは終末気管支の拡張，肺気腫等主として含気量の増加を認めた。血液量も殊に下葉では増加を認めるが，然し特に出血という程の変化は認められなかつた。+30cm H<sub>2</sub>Oでは此等含気量の変化と共に軽度の肺胞内出血を認めた(図1, 2, 3)。

又吸気時+12cm H<sub>2</sub>O，呼気時+4cm H<sub>2</sub>Oの陽

圧陽圧呼吸 (positive-positive pressure respiration) を行った1例に於ては、図4に示す如く、終末気管支の拡張、肺気腫、鬱血、気管支及び肺胞内の少量漏出液の存在を認め、単に吸気時のみに陽圧を加えた場合よりも変化が強かつた。小括した成績は表1に示す通りである。

(II) 一側開胸時加圧の影響

開胸後加圧を行わない対照例に於ては、開胸側肺の一部に或る程度の無気肺を認めた(図5)。+10cm H<sub>2</sub>Oの加圧では終末気管支の拡張、軽度の肺気腫を認め、かゝる変化は開胸側及び非開胸側共に同程度であつたが、非開胸加圧時よりも変化が高度であつた(図6: a, b, c)。+15cm H<sub>2</sub>Oの加圧では、かゝる変化は更に高度となり、特に開胸側の変化が、非開胸側に比し強かつた。+20cm H<sub>2</sub>Oの加圧でも同様に開胸側に変化が強く、気管支の拡張、肺気腫と共に既に軽度の肺胞内出血をみとめた(図7: a, b)。+25~30cm H<sub>2</sub>Oの加圧では、高度の肺気腫、気管支の拡張、上皮剝脱、軽度の鬱血、肺胞及び気管支内の漏出液の存在を認め、かゝる変化は開胸側及び非開胸側共に同程度であつた(図8: a, b)。

一側開胸時、呼気時 +4cm H<sub>2</sub>O, 吸気時 12cm H<sub>2</sub>O の陽陽圧呼吸 (positive-positive pressure respiration) を行うと、鬱血及び気管支の拡張、肺気腫等の変化が認められ、かゝる変化は却つて開胸側より非開胸側に強かつた(図9: a, b)。

即ち一般に、開胸例では非開胸例よりも、加圧による肺組織の変化が強く、開胸側と非開胸側とを比較すると開胸側の方が変化が高度であつた。但し positive-positive pressure respiration に於ては却つて非開胸側により強い変化を認めた。小括すると表2の通りである。

考 按

久保<sup>①</sup>, 林<sup>②</sup>, Saklad<sup>③</sup>, Knoefel<sup>④</sup>, Maloney<sup>⑤</sup>等は補助呼吸並びに調節呼吸に於て気管内加圧が行われた場合、8~10cm H<sub>2</sub>Oで既に胸腔内圧は陽圧となり、肺胞内圧上昇と相俟つて静脈血の還流が障碍され、そのために心搏出量が減少すると報告している。又橋本<sup>⑥</sup>等は、補助呼吸の場合、片側開胸では4cm H<sub>2</sub>O, 両側開胸では8~16cm H<sub>2</sub>Oが機能的に最もよいと報告し、久保<sup>⑦</sup>等も調節呼吸に於て、循環生理

実験番号	加 圧 cm H <sub>2</sub> O		加圧時間	胸腔内圧 cm H <sub>2</sub> O		組織学的変化	
	呼気	吸気		呼気	吸気	左	右
9	0~	0	2時間20分	-9~-11		(-)	(-)
13	0~+	6	2時間	-2~-4		(-)	(-)
12	0~+	10	1時間30分	-1~+1		(-)	(-)
2	0~+	10	3時間	+1~+2		(+)	(+)
11	0~+	15	1時間	0~+2		(-)	(-)
17	0~+	20	45分	+10~+14		(+)	(+)
21	0~+	30	1時間	+4~+10		(+)	(+)
16	+4~+	+12	1時間	+1~+2		(+)	(+)
22	+4~+	+12	1時間	+1~+4		(+)	(+)

表 1. 非開胸時加圧の影響

実験番号	加 圧 cm H <sub>2</sub> O		加圧時間	胸腔内圧 cm H <sub>2</sub> O		組織学的変化	
	呼気	吸気		呼気	吸気	左	右
1	0~	0	1時間30分	-2~-5		(-)	(-)
3	0~	0	2時間	-4~-6		(-)	(-)
4	0~+	5	2時間	0~+2		(-)	(-)
10	0~+	10	1時間	-1~+1		(+)	(+)
5	0~+	15	2時間	-1~+6		(+)	(+)
18	0~+	15	1時間	+2~+8		(+)	(+)
7	0~+	20	2時間	+1~+7		(+)	(+)
19	0~+	25	1時間	+2~+8		(+)	(+)
8	0~+	30	1時間20分	+1~+10		(+)	(+)
20	0~+	30	1時間	+2~+10		(+)	(+)
14	+4~+	+12	1時間	+1~+3		(+)	(+)
15	+4~+	+12	1時間	+3~+4		(+)	(+)

表 2. 開胸時加圧の影響

の面から平均気管内圧の限界を凡そ4cm H<sub>2</sub>O以下とすべきだとしている。陽陰圧呼吸に於て、高橋<sup>⑧</sup>は(+12~+16cm H<sub>2</sub>O)~(-4~-6cm H<sub>2</sub>O)では肺組織の損傷を認めなかつたとしているが、Henderson<sup>⑨</sup>は肺損傷の面から高度の陽陰圧呼吸に反対し、又Waltz<sup>⑩</sup>も高度の陽陰圧は肺損傷を来すことを認め、有効な肺換気を保ち且つ損傷の少ない好ましい気管内圧は+5~+20cm H<sub>2</sub>O, -5cm H<sub>2</sub>Oであるとしている。Coryllos<sup>⑪</sup>, Schwerma & Ivy<sup>⑫</sup>はsuck and blow型人工呼吸器を用いた場合+14mmHg~-9mmHgでは肺損傷は認められなかつたが、これ以上の加圧による肺損傷をさけるために安全弁が必要であると述べている。Orth<sup>⑬</sup>も述べている如く、軽度の組織学的変化は開胸時或は肺剥出時の機械的損傷及び肺虚脱等に歸すべきものもあろう。吾々の実験成績では、非開胸

時加圧により生ずる肺組織の変化は、加圧の増加につれ稍々増強しているが、開胸時に比し、むしろ一般に軽度である。換言すれば、非開胸時には開胸時よりもより高い圧に耐えられるということができよう。しかし気管内に絶えず陽圧の加つている陽圧陽圧呼吸(positive-positive pressure respiration)にさいしては、開胸及び非開胸例共に補助呼吸の場合より変化が高度である。一側開胸時加圧による肺組織の変化は、圧の増加と平行し、+15~+20cm H<sub>2</sub>Oの加圧で気管支は拡張し、肺泡の含気量増加し、鬱血が認められ、かゝる変化は非開胸例よりも開胸側に高度である。更に+25~+30cm H<sub>2</sub>Oとなると肺は著しい気腫状を呈し、気管支の上皮も損傷をうけ、気管支及び肺泡内に漏出液を認める。かゝる高度の加圧では、開胸側と非開胸側との間に特に変化に差を見ない。尚同一加圧に於て非開胸時の肺と、一側の開胸を行つた時の非開胸側の肺との変化を比較すると、後者の方が稍々高度の変化を呈する傾向が認められる。

#### 結 論

22匹の成犬に気管内チューブを挿入し、非開胸時及び一側開胸時夫々の場合につき、種々の程度の加圧を行い、肺の病理組織学的変化を検索した。

#### (I) 非開胸時加圧の影響

1) +15cm H<sub>2</sub>O以下の加圧では肺組織の異常は認められなかつた。+20cm H<sub>2</sub>Oの加圧では終末気管支の拡張、軽度の肺気腫が認められ、+30cm H<sub>2</sub>Oの加圧ではこれらの変化と共に鬱血及び軽度の肺胞内出血が認められた。

2) 陽圧陽圧呼吸を行つた場合には、単なる補助呼吸の場合より肺組織の変化が強かつた。

#### (II) 一側開胸時加圧の影響

1) +10cm H<sub>2</sub>Oの加圧では終末気管支の拡張、軽度の肺気腫が認められた。+15cm H<sub>2</sub>Oの加圧ではこれらの変化は更に高度となり、+20cm H<sub>2</sub>Oの加圧では肺気腫と共に軽度の肺胞内出血が認められ、これらの変化は、非開胸側に比し開胸側に強かつた。+25~+30cm H<sub>2</sub>Oの加圧では高度の肺気腫、軽度の鬱血、肺泡及び気管支内の漏出液を認め、かゝる変化は開胸側及び非開胸側共に同程度であつた。一般に同程度の加圧に於ける肺の病理組織学的変化は非開胸時に比し開胸時に強かつた。

2) 陽圧陽圧呼吸を行つた場合には、非開胸時と同様、単なる補助呼吸の場合より肺組織の変化が強かつたが、その変化は却つて開胸側より非開胸側に強かつた。

#### (III) 以上の実験成績から見て、呼吸の補助乃至

調節を行う場合の加圧は、肺損傷の面から考えて+20~+25cm H<sub>2</sub>O以下に止めることが望ましい。

病理組織学的検索については、信州大学医学部第一病理学教室矢川助教授の御教示によるもので、ここに附記して感謝の意を表する。

尚本論文の要旨は昭和30年第2回日本麻酔学会に於て発表した。

#### 文 献

- ①久保・他：胸部外科，7：1053，1954。 ②林・他：東京医学雑誌，60：3，1952。 ③Saklad, M.: J. Thoracic Surg. 28: 1, 1954。 ④Knoefel, P. K. et al: Anesthesiology, 9: 349, 1945。 ⑤Maloney, J. V. et al: J. Appl. Physiology, 6: 435, 1954。 ⑥橋本・他：麻酔，3：219，1954。 ⑦久保・他：麻酔，4：49，1955。 ⑧高橋：日外会誌，55：496，1954。 ⑨高橋：日外会誌，55：1034，1954。 ⑩Henderson, Y.: J. A. M. A., 116: 1508, 1941。 ⑪Waltz, R. C.: Surg. Gynec. & Obst. 99:580, 1954。 ⑫Coryllos, P. N.: Surg. Gynec. & Obst. 66: 698, 1938。 ⑬Schwerma, H. et al: J. A. M. A., 129: 1256, 1945。 ⑭Orth, O. S. et al: J. Thoracic Surg. 14: 220, 1945。

## Studies on Artificial Pulmonary Control

### Part I: Pathohistological Studies

Waichi Ikusaka

Department of Surgery, Faculty of Medicine,  
Shinshu University

(Directors: Prof. N. Hoshiko and  
Assist. Prof. K. Iwatsuki)

Pathohistological studies were made on the lungs of dogs to investigate the influence of positive pressure in the open chest as well as in the closed.

The result obtained were as follows:

#### (1) In case of the closed chest

No significant pathological changes were observed when the pressure applied was below +15 cm H<sub>2</sub>O. When the pressure was increased up to +20cm H<sub>2</sub>O the lungs showed dilatation of terminal bronchioles and slight emphysema.

When the pressure was increased up to +30 cm H<sub>2</sub>O these changes were accompanied with intra-alveolar hemorrhage.

Generally speaking, these changes which were observed in the closed chest were rather slight as

compared with those in the open chest under the same pressure.

(2) In case of the open chest

The degree of pulmonary damages was almost parallel to an increase in the intratracheal pressure. The pressure from +15cm H<sub>2</sub>O up to +20 cm H<sub>2</sub>O caused dilatation of terminal bronchioles, slight emphysema and stagnation in the pulmonary vessels. These changes were severer in the operative side than those in the non-operative side.

The higher positive pressure up to +30cm H<sub>2</sub>O resulted in emphysema, desquamation of the alveolar epithelium, a slight transudation in the alveoli and intra-alveolar and intra-bronchial hemorrhage.

These changes were almost in a similar degree both in the operative and non-operative side.

(3) When positive-positive pressure was applied, the degree of pulmonary damages, which were similar both in the closed as well as in the open chest, were severer than those seen in case of simple inspiratory positive pressure application.

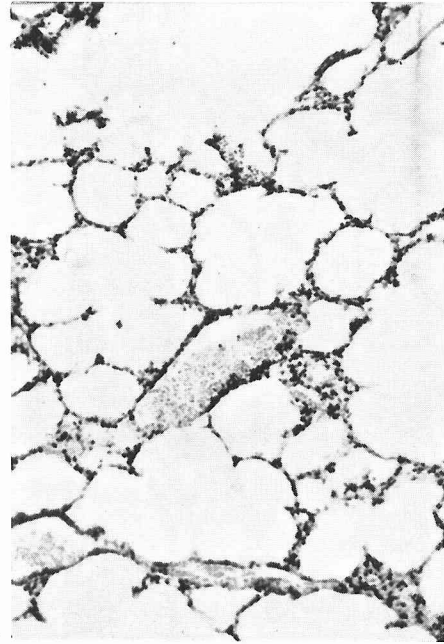


図 2 非開胸時 +20cm H<sub>2</sub>O 加圧 終末気管支の拡張、軽度の肺気腫を認める

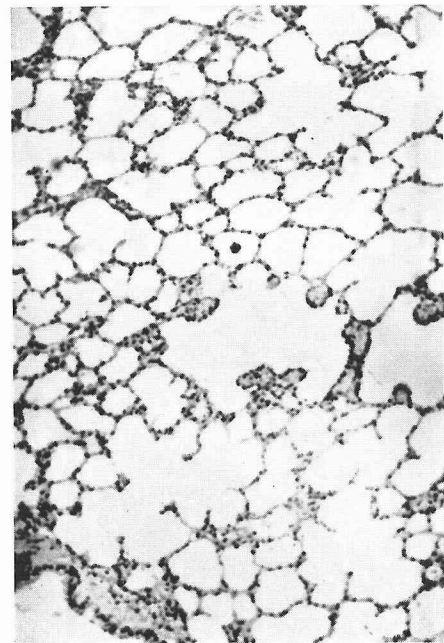


図 1 非開胸時対照例 加圧を行わず

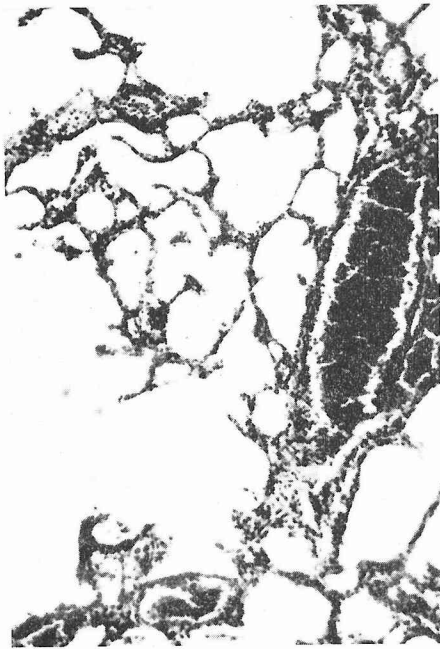


图 4 非開胸時 +4~+12 H<sub>2</sub>O 加圧  
肺気腫, 鬱血, 気管支及び肺胞内の少量漏出液を認める

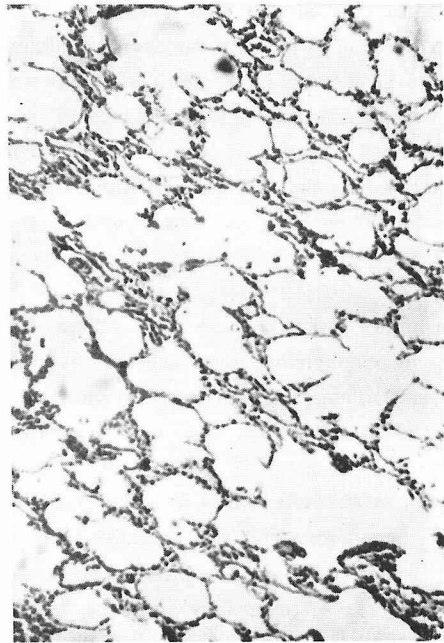


图 6 (a) 非開胸時 +10cm H<sub>2</sub>O 加圧  
軽度の肺胞の拡張を認める

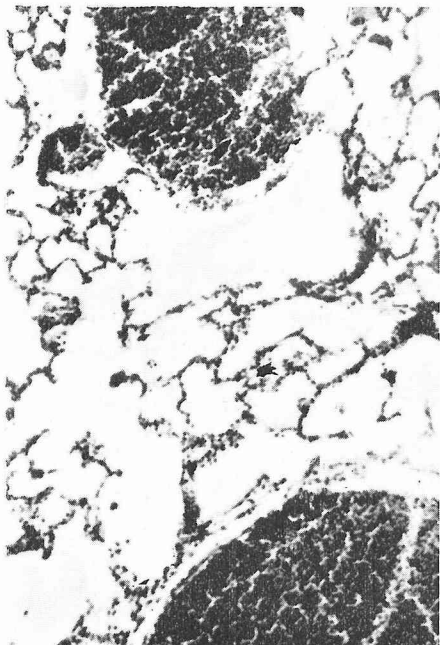


图 3 非開胸時 +30cm H<sub>2</sub>O 加圧  
肺気腫, 鬱血, 肺胞内出血を認める

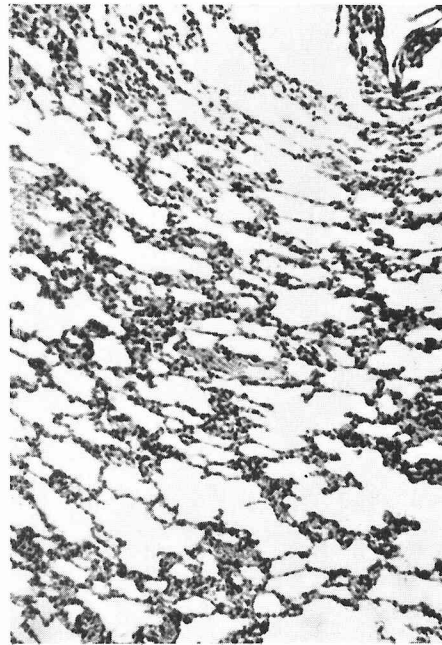


图 5 開胸時対照例 加圧を行わず (開胸側)  
肺は一部無気肺状態を呈す

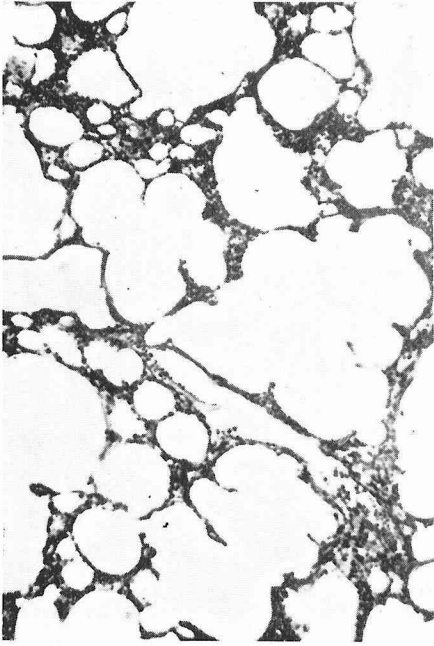


図 6 (c) 開胸時 +10cm H<sub>2</sub>O 加圧 (開胸側)  
終末気管支の拡張及び肺気腫を認める

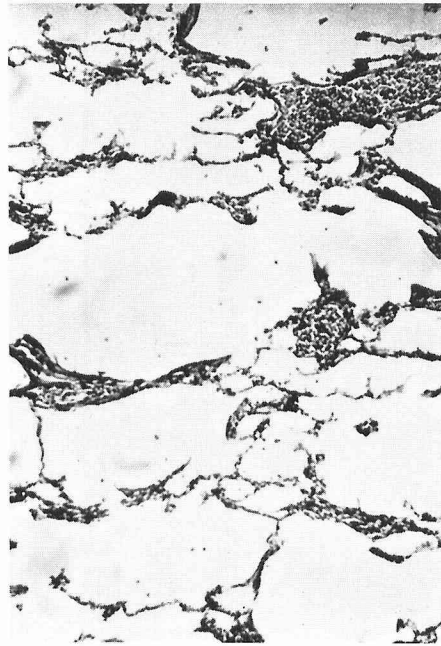


図 7 (b) 開胸時 +20cm H<sub>2</sub>O 加圧 (開胸側)  
肺気腫が高度である

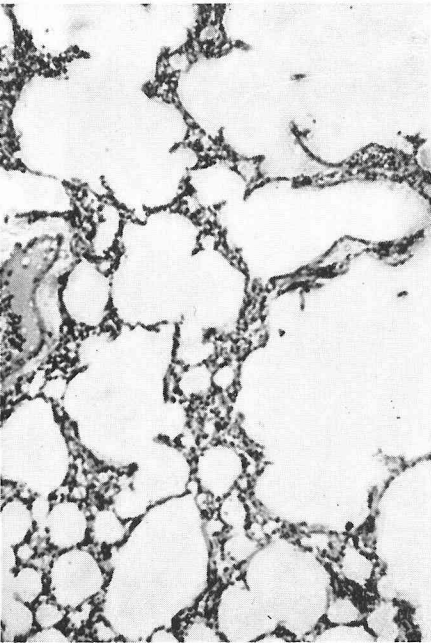


図 6 (b) 開胸時 +10cm H<sub>2</sub>O 加圧 (非開胸側)  
終末気管支の拡張, 肺気腫をみとめる

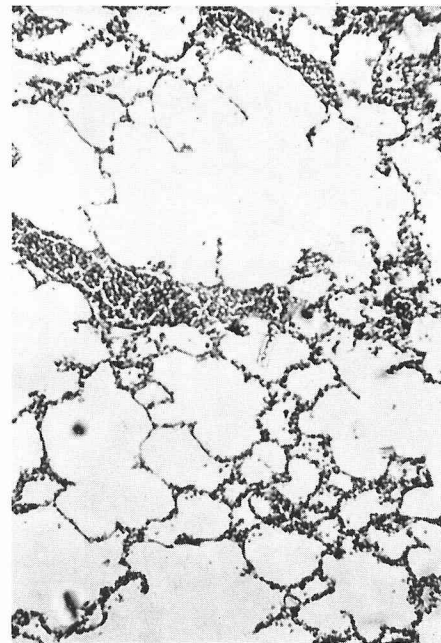


図 7 (a) 開胸時 +20cm H<sub>2</sub>O 加圧 (非開胸側)  
肺気腫, 少量肺胞内出血を認める

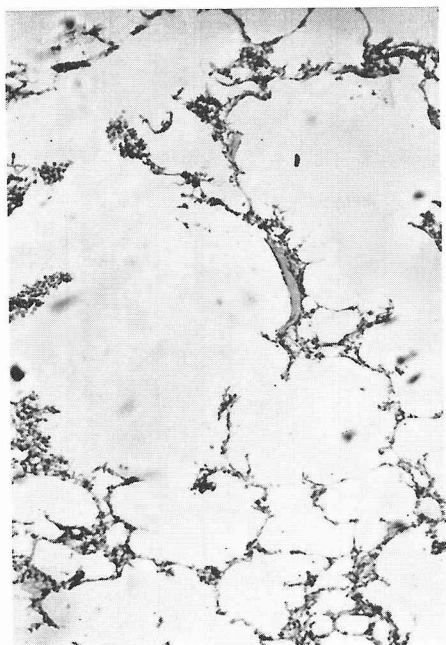


図 8 (b) 開胸時 +30cm 加圧 (開胸側)  
 著明な肺気腫を認める

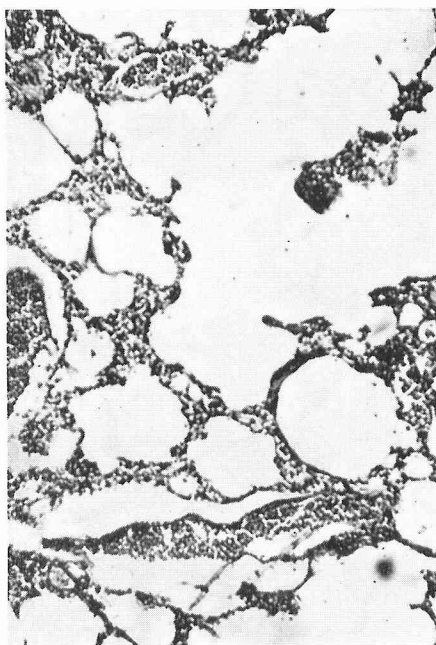


図 9 (b) 開胸時 +4~+12cm H<sub>2</sub>O 加圧 (開胸側)  
 終末気管支の拡張及び肺気腫を認める

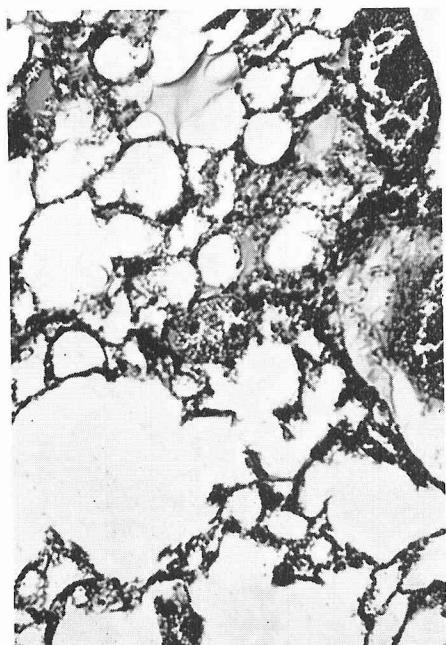


図 8 (a) 開胸時 +30cm H<sub>2</sub>O 加圧 (非開胸側)  
 肺気腫, 鬱血, 肺胞内漏出液を認める

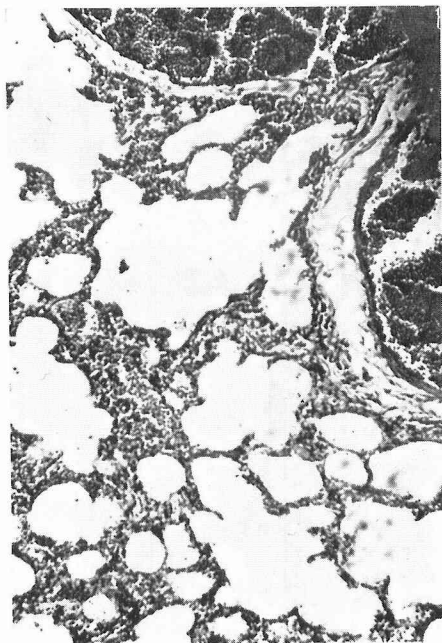


図 9 (a) 開胸時 +4~+12cm H<sub>2</sub>C 加圧 (非開胸側)  
 肺気腫, 鬱血を認める