



Title	無気肺のレ線学的研究
Author(s)	藤川, 清武
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(8), p. 1750-1777
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16758
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

特別掲載

無気肺のレ線学的研究

奈良県立医科大学放射線医学教室(主任:高田博教授)

藤川清武

(昭和34年10月20日受付)

目 次

- I 緒言
- II 実験材料および方法
- III 実験成績
 - 1 主気管支結紡性無気肺
 - i) 単純撮影所見
 - ii) 気管枝造影所見
 - iii) 肺動脈造影所見
 - iv) 鑄型
 - v) 病理学的所見
 - 2 再交通例
 - i) 無気肺の状態にある例
 - ii) 肺気腫を生じた例
 - iii) ほど正常肺に復した例
 - 3 合併症例
 - i) 単純撮影所見
 - ii) 気管枝造影所見
 - iii) 肺動脈造影所見
 - iv) 鑄型
 - v) 病理学的検索
 - 4 実験的囊状肺気腫の圧迫により生じた無気肺について
 - i) レ線学的所見
 - ii) 鑄型所見
- IV 総括並びに考案
- V 結論
- I 緒言

無気肺に関しては、最近、肺臓疾患の各種診断法の進歩発達に伴い、種々な方面より活発に論議されている重要な課題である。

無気肺に関しての定義は諸家により色々あるが、大体病理学的な言葉であり、本来は不完全膨脹

肺と云う意味であつて、これに特異な随伴現象および肺臓機能障害が伴うと解釈するのが妥当であろう。

無気肺の病理組織学的研究は極めて多く、またレ線学的研究も少くない。そうしてこの成因および発生部位による諸家¹¹⁾¹⁷⁾¹⁸⁾³⁰⁾³⁷⁾³⁹⁾⁵¹⁾⁵⁶⁾⁶¹⁾⁶²⁾の分類をまとめれば表1の通りである。

表 1
I. 無気肺の成因による分類

1. 受傷的因素	閉塞性無気肺 圧迫性無気肺 能動的因素 中枢性無気肺 自律神経性無気肺
2. 肺性無気肺	(圧迫性-) 気管枝性無気肺 肋膜性無気肺 (収縮性-)
II. 無気肺の部位による分類	
1. 一侧肺性無気肺	
2. 肺葉性無気肺	
3. 肺区域性無気肺	
4. 板状-, 線状無気肺	

臨床的に遭遇するのは気管閉塞に基づく無気肺が多く、その無気肺の状態は単純なものが少く、無気肺による種々な機能的および器質的変化が加わって複雑多岐な状態を呈するものが多い。従つて、以下の実験に示すような各種のレ線学的手技をもつてしなければその状態の分析は不可能であるともいえる。ところが現在迄の無気肺に関する実験的研究は、病理組織学的検索は非常に多いが、一方レ線学的に前述の意味において長時間無気肺およびこれに随伴する種々相について追求したものは少い。こゝに著者は、気管支閉塞性並びに圧迫性無気肺を実験的に作成し、それぞれの無

表2 気管支閉塞性無気肺の実験的研究

発表年次	研究者氏名	実験動物	気管支閉塞術式	研究事項
1845	Mendelssohn		栓塞(弾丸, 紙, アラビヤゴム)	
1846	Traube ⁵⁵⁾		〃(〃)	
1879	Lichtheim ⁵¹⁾	ねずみ	〃(ラミナリア)	血液循環・血液ガス
1912	Hess		〃(ゴム球)	血液ガス測定
1912	Brunn	家兎	〃(綿球)	血液ガス測定
1923	Nissen ⁵⁸⁾	犬, 猫, 家兔	結紮(開胸)	
1928	Coryllos u. Birnbaum ¹¹⁾	犬	栓塞(ゴム球膨脹)	形態学的研究 実験的肺炎形成
1930	Van Allen ⁵⁹⁾	犬	気管支焼灼	
1932	Adams u. Vorwald	犬	35%硝酸銀腐蝕	結核菌感染
1932	石山 ²⁴⁾		結紮(パラフィン・バリウム桿)	急性肺虚脱に関する研究
1933	Bezza	家兔	結紮(開胸)	〃
1934	Wolf Wang u. Van Allen		〃(下葉ゴム輪使用)	
1935	堂森		〃(開胸八田氏法)	血液ガス測定
1935	武田 ⁵⁷⁾	家兔	〃(肋膜外武田氏法)	形態学的機能的研究化膿菌感染
1935	河端 ²⁶⁾	家兔	〃(〃)	形態学的研究並びに結核菌感染
1936	小田	家兔	栓塞(鉛丸)	
1937	井爪	家兔	〃(硝子球)	葡萄球菌並びに肺炎菌感染
1937	Weinberg ⁶³⁾	家兔	〃(植物性種子)	実験的気管支拡張症
1940	神田 ²⁷⁾	犬	〃(ゴムスポンジ)	気管支異物の実験的研究形態学的研究
1942	Tannenberg & Pinner ⁵⁶⁾	家兔	栓塞(鉛丸, 開胸による) 結紮(開胸)	無気肺及び気管支拡張症における形態学的研究
1952	Peters, Roos & Louis ⁴³⁾	犬	結紮(開胸, 主気管支)	肺血流の機能的研究血液ガス測定
1953	安淵他 ⁶⁴⁾	家兔	〃(開胸左葉気管支)	結核菌感染により空洞形成
1955	長谷川 ²²⁾	家兔	〃(武田氏法)	形態学的研究結核感染
1956	蒲 ¹⁹⁾	家兔	〃(〃)	形態学的研究
1958	長尾 ⁴⁰⁾	犬	栓塞(セルローズスポンジ)	形態学的, 機能的研究

気肺での各状態を気管支および肺血管を中心に、レ線学的方面より検討したビニール鑄型により各脈管の変化を立体的に研究した結果、以下の成績を得た。

なお、気管支閉塞性無気肺に関する実験的研究の文献は表2に示す。

II 実験材料及び方法

1. 実験材料

体重 2.5kg～3.0kg の健康家兔で抵抗の強い雄を選んで使用した。

2. 手術々式

i) 気管支閉塞性無気肺作成法

武田氏肋膜外主気管支結紮法⁷⁾により非開胸的に左肺の主気管支を結紮した。その手術々式は、胸骨柄の突出部正中線皮膚に2～3箇の切開を加え上部縦隔竇に入り出血及び肋膜の損傷に注意し、気管と縦隔膜とを丁寧に剥離し肋膜外より気管分岐部に至る。結紮部位は左主気管支の気管分岐部とし、結紮糸は5番絹糸を用いた。

ii) 圧迫性無気肺作成法

圧迫性無気肺の実験的研究は文献上では殆ど認められない。著者は山村氏法⁶⁵⁾により作成した実験的家兔肺結核の中、27例の囊状肺気腫を証明した。その中、囊状肺気腫の巨大な膨隆により周囲

肺組織を圧迫してレ線学的に無気肺状陰影を呈した9例を圧迫性無気肺の実験に供した。

なお山村氏実験的肺結核作成法は原著通りである。

3. レ線学的検査

単純撮影：結紉直後，60分，3，6，12，24時間，3，7，9，15，30日，以後約1カ月毎に最高13カ月迄，正面単純撮影により経過を観察した。なお一部側面撮影により検討した。

肺動脈造影：主気管支結紉後，無気肺の種々相を検討するために，直後より数カ月にわたって施行したが，一応7日迄の短期間観察群と1カ月以上の長期間観察群とに分けて検討した。その方法は左右何れかの頸静脈を露出し，2号ネラトン氏カテーテル挿入，70%ウロコリン，又は60%ウログラクチンを可及的速やかに注入直ちに撮影した。造影剤の量及び注入時間は，2.0～2.5cc，0.5秒以内。

気管枝造影：本造影は原則として，肺動脈造影終了後，同一家兎に実施し一部側面撮影により観察した。その方法は気管を露出，2%キシロカイン0.5ccにて気管及び気管枝内麻酔を行い，60%ウロコリン約1.0～1.5ccをほど同量の空気と共に強く輸血針で気管内に注入し，直ちに撮影した。

剥出肺レ線学的検査：剖見剥出肺に就いて，以下のレ線学的検査を施行した。

- 1) 単純撮影
- 2) 気管枝造影（無気肺形成部の気管枝造影を含む。）
- 3) 肺動脈造影

なお2)の無気肺形成部の気管枝は結紉直下より注射針にて穿刺注入した。造影剤の量は症例により異なる（気管枝の変化により異なる）が約0.5～0.8ccである。

生体及び剥出肺の撮影条件は下記の如くである。

生体撮影条件

電圧	60KV
電流	100mA

時間	1/60秒
距離	80cm
ブレンデなし	
三相電波整流装置（島津製平安号）	
剥出肺撮影条件	
電圧	45KV
電流	200mA
距離	100cm
増感紙なし	
蓄放式装置（シリウス）	

4. ピニール鑄型

気管枝及び肺動脈の変化を立体的に細部迄検討するため，ピニール鑄型標本³²⁾³³⁾を作成した。作成方法は，下記の処方により得たピニールを気管枝，肺動脈及び肺静脈に注射筒で注入する。気管枝は気管より，肺動脈及び肺静脈は各々右心室及び左心室より注入し，気管枝注入量は対側肺は約2cc，結紉側は約0.5cc，動脈及び静脈は各々約10cc及び7ccである。（肺血管注入量は心臓内の充盈量をも含んでいたため大量になり動脈で値が異なる。）

鑄型用ピニール処方

1. Tetrahydrofuran 100cc
2. Polyvinyl chloride 20g (%)
3. Tricresyl phosphate 5cc (%)
4. Coloring medium optimal dose
Zinc white (Bronchi)
Cadmium red (Pulmonary vein)
Cobalt green (Pulmonary artery)

出来上ったピニール注入肺は，2日間水中に放置後，20～25%苛性ソーダ溶液に2～3日入れ，最後の仕上げを15%苛性ソーダ溶液で行つた。また一部ピニール剤に造影剤として，次硝酸蒼鉛の粉末を混和して，レ線撮影を施行した。

5. 病理学的検査

各動物を屠殺後，その剥出肺の普通写真及びスケッチを行い肉眼的所見を観察した。次に無気肺発生部位の中心部及び末梢部の組織標本を作製し，ヘマトキシリン・エオジン染色により各変化を観察し，レ線所見と比較検討した。

表3 気管支閉塞実験例

家兎番号	無氣肺	再交通	感染	気胸	生存期間	気管枝造影	肺動脈造影	铸型	組織
49	+	-	-	-	直後	-	+	-	-
57	+	-	-	-	"	-	+	+	-
50	-	-	-	+	"	-	+	-	+
56	+	-	-	-	60分	-	+	-	-
52	+	-	-	-	"	-	+	-	+
44	+	-	-	-	"	-	+	-	+
32	+	-	-	-	3時間	-	+	-	+
45	+	-	-	-	6時間	-	+	+	-
58	+	-	-	-	"	-	+	-	-
46	+	-	-	+	24時間	-	+	-	+
15	+	-	-	-	"	+	+	-	-
48	+	-	-	-	3日	-	+	+	+
47	+	-	-	-	7日	+	+	-	+
51	+	-	-	-	"	-	+	-	-
53	+	-	-	-	"	-	+	+	-
3	+	-	+	+	9日	-	-	-	+
31	+	-	+	-	"	-	-	+	-
33	+	-	-	-	12日	-	+	+	-
22	+	-	+	+	11日	-	+	+	-
55	+	-	-	-	15日	+	+	-	+
41	+	-	-	-	30日	+	+	+	-
54	+	-	-	-	"	-	-	-	+
6	+	-	+	-	"	+	+	+	-
7	+	-	-	+	"	+	+	-	-
8	+	-	-	-	2カ月	-	-	+	-
18	+	-	-	-	"	-	+	+	-
30	+	-	+	-	"	+	+	+	-
26	+	-	-	-	"	-	+	-	+
28	+	-	-	+	"	+	+	+	-
29	+	-	-	-	"	+	+	+	-
42	+	-	-	-	"	+	+	+	-
43	+	-	+	-	3カ月	+	+	-	+
27	+	+	-	-	"	+	+	+	-
34	+	-	-	-	"	+	+	+	-
39	+	-	-	-	"	+	+	-	+
1	+	-	-	+	"	+	-	-	-
2	+→気腫	+	-	+	4カ月	+	+	+	-
6	+→気腫	+	-	+	"	+	+	+	-
12	+	-	-	+	"	+	+	-	+
13	+	-	-	+	"	+	+	+	-
37	+	-	-	-	"	+	+	-	+
23	+→気腰	+	-	-	"	+	+	+	-
26	+→正常	+	-	-	5カ月	+	+	+	-
14	+	-	-	-	"	+	+	+	-
21	+	-	+	+	"	+	+	+	-
17	+	-	+	-	"	+	+	-	+
24	+	-	-	-	6カ月	+	+	+	-
25	+	-	-	-	"	+	+	+	-
11	+	-	+	+	"	+	+	-	+
4	+	-	+	+	"	+	+	-	+
35	+	-	-	-	"	+	+	+	+
36	+	-	+	-	"	+	+	+	+
20	+	+	-	-	8カ月	+	+	+	-
5	+	-	+	-	"	+	+	+	-
9	+	-	-	-	"	+	+	-	+
10	+	-	+	-	10カ月	+	+	-	+
40	+	-	-	-	"	+	+	+	-
38	+	-	+	-	13カ月	+	+	-	-

表 4

	例 数	%	生 存 期 間			備 考
			1週以内	1週～6カ月	6カ月～1年	
無気肺群	38	65.5	10 (20)	23 (27)	5 (10)	括弧内はレ線検査の延頭数
再交通群	6	10.3	—	6	—	
合併症群	14	24.1	—	8	6	13カ月の1例を含む
計	58	100	10	37	11	

III 実験成績

気管支閉塞実験例77頭中、手術中事故死及び結紮不充分例19頭を除く58頭は表3、4の通りである。圧迫性無気肺例は囊状肺気腫形成27例中の9例を選んだ。

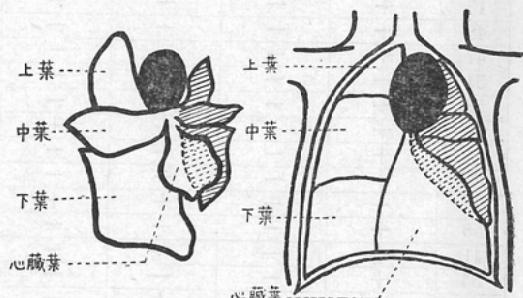
家兎正常肺野は通常左右対称で、心臓はほど中央にあり、横隔膜より離れてやゝ高位にある。(Fig. 1a) 右肺は上、中、下及び心臓葉の四葉、左肺は上、中、下の三葉に分かれている。左肺の上、中葉は外見上一葉に見えるが一つの切痕により二葉に分かれている。上葉及び舌葉(中葉)に入る気管枝は共同幹を形成しているので、二葉と見るべきである⁵⁾。心臓葉はほど中央に位置しているが正常でも正中線より左にはみ出しているものもある。縦隔膜は非常に移動性に富んでいる。気管枝及び肺動静脈は主幹より末梢にゆくに従つて徐々に細くなり、多くの小分枝に分れて、秩序ある微細な樹枝状陰影を呈する。(Fig. 1b,c, 5a)

1. 左主気管支結紮性無気肺

i) 單純撮影所見

結紮後の肺及び胸廓のレ線学的変化を経時に観察すると、30分後ではまだ胸廓及び肺野には変化は認められず正常肺と変わらない。60分後で心臓の左方偏位、左横隔膜の挙上を示し、左肋間腔が狭小になる。(Fig. 2a) 12時間後では、レ線学的に完全に無気肺を起したと考えられる所見を呈する。(Fig. 2b) 左肺の上述変化と同時に、右肺は代償的に拡張を示し、心臓葉は左肺下部に偏位してくる。約3日を経過すると、左肺の無気肺による収縮の結果生じた肋間腔の狭小、横隔膜の挙上等の胸廓の変形は、右肺の代償性拡張によつて生じた心臓葉の左方移動により消失する。心臓及び無気肺化した左肺は左上野に強く偏位する。こ

図1. 左主気管支結紮時の肺葉の位置



の状態は再交通や合併症の無い限り、約1年にわたる観察の範囲では変る事はなかつた。(Fig. 2c, 図I)

ii) 気管枝造影所見

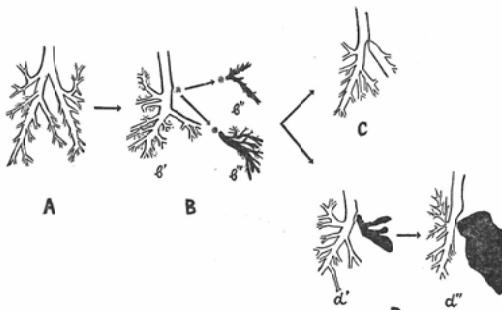
左肺気管支結紮後、完全に無気肺を起し、肺炎その他の疾患を合併しない28例中20例について、右肺は生体で、左肺は剔出肺により気管枝造影を施行検討した。

右気管枝造影所見 (Fig. 3a, 図II Bb) : 左気管支結紮により右肺に代償性肺気腫を生ずる。従つて造影剤は右気管枝のみを造影し、左気管枝は気管分岐部にて完全に閉塞され造影剤の進入を見ない。右肺は著明な拡張を示し、これに入る主気管支は気管と同じ太さで肺葉気管枝に続き、気管よりの分岐角度は殆ど消失し、気管分岐部より正中線を直線上に下降する形をとる。これより分岐する肺葉気管枝から末梢気管枝また正常に見られる末梢気管枝迄の拡張偏位に適合した変化と考えられる。の樹枝状模様よりも直線的になる。心臓葉は右側ではなく左側下部を占め、気管枝の分岐角度は極めて大きい。造影剤の充盈は末梢迄良好で肺胞像の現出を殆どの例に認めた。然し気管枝の閉塞、部分的拡張及び副行枝形成等の変化を

認めない。剥出肺の気管枝造影所見もほぼこれと同様である。(Fig. 3b,c. 図II b''b'')

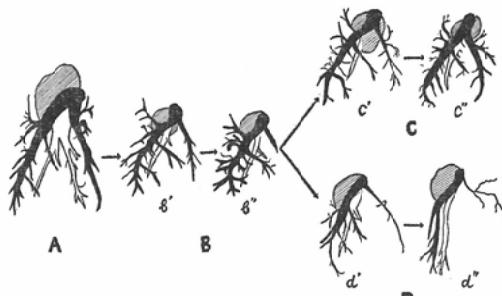
左気管枝造影所見 (Fig. 3b,c. 図II b''b'')
：左気管枝の造影は結紉しているため剥出肺で実施せざるを得ない。生体に於ける状態とは生理的にかなり異なるものと思われる。その形態についてのみ観察すると、気管枝主幹の太さは大小不同でこれは気管枝内分泌物の多寡によるものと考えられる。分岐は單純で、分岐角度は極めて小さい。また二次分岐以下の造影剤の充盈は、極端に悪くなり、末梢樹像は全く消失する場合が多い。造影剤の末梢端は鈍なる曲線状を呈する場合があり、肺胞に到る遙か手前で中絶、肺胞影は全く欠如する。一次二次分岐気管枝の長さは強い短縮を示すが、太さは概して小さくならない。

図II：気管枝像



A : 正常像 B : 単純性無気肺 C : 再交通例 D : 合併症例 d' : 肺炎例 d'' : 大嚢胞形成例
(黒部 : 無気肺気管枝像)

図III：肺血管像



A : 正常像 B : 単純性無気肺 b' : 閉塞1週後 b'' : 閉塞1カ月以上 C : 再交通例 c' : 肺気腫 c'' : 正常恢復例 D : 合併症例 d' : 肺炎例 d'' : 大嚢胞形成例 (黒部 : 肺動脈, 白部 : 肺静脈, 細線部 : 心臓)

iii) 肺動脈造影所見

a) 結紉後10日以内： 左主気管支結紉後無気肺成立迄の短期間における肺動脈像を時間的推移と共に観察した15例について以下の所見を得た。

結紉直後： 肺動脈造影では健側は勿論、結紉側に於いても肺動脈の太さ、形状及び分岐角度等形態的には変化を認めない。然し結紉側に於いては既に *vascularity* の減少及び血流速度の遅延を認めている。(左右肺野レ線陰影濃度並びに肺動脈二重像により判定) (Fig. 4a)

60分～3時間： 更に血管分岐角度の軽度狭小化を伴う。この時期では横隔膜の挙上及び縦隔膜、心臓の偏位が始まる。

6時間： 上記二所見に更に左主幹動脈の軽度狭小化が加わって来る。

24時間： 左主幹動脈の狭小短縮は一層著明になるが、健側の肺動脈の太さはあまり変わらない。(Fig. 4b)

7日： 右肺動脈像は、可成り太さを増し、各肺葉の代償性拡張偏位を伴つて、その分岐角度も大となる。結紉側肺動脈は、その第二次分岐以下の分岐の減少並びに細小化を認め、分岐角度も著しい狭小化を示す。また主幹動脈の狭小化も著明である。但し異常な屈曲蛇行は認められない。(Fig. 4c, 図III Bb')

b) 結紉後10日以上： 10日以上経過し合併症のない28例中22例につき肺動脈撮影を施行検討した。10日より13カ月にわたる期間の観察にて以下の所見はほぼ一定である。即ち結紉側主幹動脈は、著明に拡張し、その分岐角度も益々大となる。末梢血管像の現出は明瞭である。結紉側肺動脈像は一般に著明な短縮及び狭小を呈し、分岐が單純で、末梢像が殆ど認められない。左右共にその血管の辺縁の不正及び屈曲蛇行は示さず、血管新生、副行枝形成、閉塞、部分的拡張等の変化は認めない。血流速度は、矢張り結紉側に可成り著明な遅延を認める。(Fig. 4d, 図III Bb')

生体レ線像では現出し得なかつた結紉側肺動脈像の状態を観察するため、剥出肺に肺動脈造影を施行した。左右の肺動脈像は非常に対照的で、健

表5 左主気管支閉塞性無気肺の脈管像（合併症を伴わない）

		気 管 支 像						肺 血 管 像					
		走行	分岐角度	太さ	形 状	末梢像	肺胞像	走行	分岐角度	太さ	長さ	末梢像	血流速度
左 肺 (結紮側)	生 体	—	—	—	—	—	—	単純	狭 小	狹 小 著 明	短 縮	不 良	遲 延
	剥出体	單純	減少	主幹は不定 末梢は稍小化	主幹はや ゝ囊状棍 棒状	不良	認めず	著しく 屈曲蛇 行	〃	〃	〃	現 出 可 能	—
	右 肺 (対 側)	生 体	直線状	拡 大	拡 張	円 柱 状	良好	認める	やゝ 直線状	直角状	拡張	延 長	良 好
	剥出肺	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—

〔註〕：気管枝像欄の（—）はレ線上認めない。

肺血管像欄の（—）は測定不能。

両欄（〃）は上段記載と同じを示す。

側は概ね生体レ線像と同一所見を呈するが、結紮側は生体レ線像で殆ど現出し得なかつた第二次分岐以下の血管像に著明な屈曲蛇行を認める。(Fig. 4e) これはビニール鑄型によつても確かめられて居り興味ある所見である。以上の所見を表5及び図III Bのシーマにより示す。

iv) 鑄型(Fig. 5)

気管枝、肺血管系をレ線学的意味を含めて立体的に研究する方法として鑄型作成法がある。

正常家兔肺ビニール鑄型： 各脈管の位置的関係は、前より静脈、気管枝及び動脈の順に斜後方に規則正しい配列を示す。各主幹より線細な小分枝が分岐し美しい樹枝状模様を呈する。正常では狭窄、拡張閉塞、屈曲蛇行等は認めず、秩序ある走行を呈し、末梢に進むに従つて、徐々にその太さを減少して細くなつてゐる。(Fig. 5a)

左主気管支結紮肺ビニール鑄型： 31例に施行。

気管枝： Fig. 5c は結紮後60日を経過して完全に左肺は無気肺を起した例である。右肺は代償性拡張を起して、レ線所見でも明かにその形態的变化を認めるが、ビニール鑄型で肺葉の膨脹、偏位に一致して、主気管支を始め、第二次分岐以下の気管枝も著明な拡張を呈し、分岐角度は大で末梢迄規則正しく直線的な走行を示している。無気肺を起した左気管枝は、著明な短縮があり、末

梢気管枝像の狭小及び消失、第2次気管支の分岐角度の狭小を認める。主気管枝は長期間観察例(40日以上)では、対側の気管枝に比し著明な狭小を示さず、外觀上棒状の感を与え、末梢気管枝の著明な狭小、断絶及び消失を認める。短期間観察例(30日以内)では先述の長期間観察例と異なる所見は、気管枝の主幹は対側に比し、一様に著明な狭小を示し、末梢像の充盈は比較的良好で、走行も規則正しく、断絶、拡張等の変化を認めない事である。(Fig. 5b)

肺動静脈： 気管枝の変化に伴い、肺血管も左右共、著明な変化が認められる。即ち右肺の肺動脈主幹は非常に太さを増し、分岐角度は比較的大で末梢迄規則正しく分布し閉塞、部分的拡張及び不規則な屈曲蛇行を認めず、血管辺縁も平滑である。肺静脈も動脈の所見と同様であるが、特に末梢迄の充盈が良好である。

左無気肺側では、肺葉の萎縮、縮小と共に血管の分布角度も小となり、著明な短縮及び狭小を示し、血管辺縁は平滑であるが、末梢部の現出は不良である。肺動脈ではその主幹は静脈に比してやゝ太いが、第二次分岐以下では、急激にその太さを減じ、不規則蛇行を呈する。肺静脈では、主幹及びその分岐も一様に狭小化を示し、比較的規則的な配列を呈する。

v) 病理学的所見

結紮側の剥出肺肉眼的所見は、手術後の経時的

レ線学的所見には、平行して変化する。即ち閉塞性吸収機転により空気は次第に吸収されて肺容積は減少し、少くとも6時間後より結紮肺は、肝実質様暗赤色の外見を呈し高度に縮小する。

組織学的には、結紮早期にて著明に肺胞は縮小するが、一部未だ空気を含有した部を認める。又中隔内毛細血管は拡張は強く、鬱血状態を呈する。時日の経過と共に、無気肺の形成が進展し、全体にわたり実質性組織となる。

また、肺胞中隔及び肺胞腔内に浮腫を伴うもののが存在し、肺胞の収縮不十分はやゝ拡張したものも認めた。

対側肺には早期より代償性肺気腫が認められ、肺胞壁及び気管枝の拡張は経的に著明となり、肺胞中隔は、初期では肺胞壁の厚さの増加及び毛細血管の強い充血を認めるが、次第にこの所見も消退し、長期例では肺胞中隔菲薄となり、一部断裂を示すものもある。

2) 再交通例

左主気管支結紮後、レ線学的に一定期間無気肺の状態を続け、その後、結紮部位の再交通を生じた結果、前者と異なる所見を呈したもので、結紮例58例中6例に認められた。この中1例は、再交通後、未だ短期間でレ線学的に無気肺の状態にあり、3例は再交通後無気肺の状態が消失し、レ線学的に狭窄性肺気腫を生じた例で、2例は殆んど正常肺のレ線所見に復したと思われる例で、夫々気管枝及び肺動静脈に特徴のある変化を示している。

i) 再交通後、無気肺の状態にある例：

これは、左主気管支結紮後、レ線学的に無気肺の状態を続け、4カ月後に剥出肺による気管枝造影で、結紮気管支に交通のあることを証明した例である。然し、造影剤は一定の粘度を有し、少なくとも液体であるため、空気と通過状態が必ずしも同じでないので、本例でもこの時期より以前に空気は既に通過可能となつてることが考えられる。単純撮影では結紮後一週間の像と4カ月の像とは殆んど変化なく、前記無気肺例の所見と何等異なる所がない。(Fig. 6a) 肺動脈造影所見で

も前者と同様で、肺動脈は右肺の著明な拡張、心臓の左肺下部への拡張侵入に一致し、分岐角度もその太さも増加し、末梢部の造影も良好である。左肺の肺血管像は、心臓陰影に重なり、主幹動脈の像を認め得ないが、その末梢像は全然フィルム上には現出して居ない。(Fig. 6c) またこのビニール鑄型(肺動脈はビニールの充盈不良)では、肺静脈の主幹は高度の狭小化を示し、左肺下野でこれと平行して走っている右肺の心臓葉静脈と比較しても、より狭小であつて、分岐の單純化、末梢血管の消失等が認められる。気管枝樹像は、閉塞性無気肺部の気管枝は既述の如く、太さは種々であるが、その末梢迄の徐々な細小化は、比較的規則正しい。本例では、棒状気管枝拡張を呈し、主幹より第2次分岐迄の形及び太さは変らず、末梢像の充盈は全然不良で、断絶像を示す。(Fig. 6b)

ii) 再交通後狭窄性肺気腫を生じた例：

(Fig. 7)

主気管支結紮後、再交通を起した6例中3例に認められたもので、少くとも結紮後7日迄の観察では、レ線学的に典型的な無気肺像を呈している。3例中1例は、結紮後36日でも、無気肺の状態を持続し、4カ月目のレ線学的検査で再交通を確認したのである。これらの單純撮影像では、結紮側の肺野の気腫状変化が見られた。即ち左肺容積の増加があり、無気肺時の変化とは反対に横隔膜の低下、心臓の右方移動が認められ、左肺領域におけるレ線透過性の増強を認めた。(Fig. 7a)

気管枝造影所見では、右肺は略正常気管枝像で著変を認めないが、左肺は主気管支の気管分岐部直下で、狭窄部位があり、続く主気管支は著明な拡張を示し、上記狭窄性無気肺での気管枝の状態と同様に棒状拡張を呈している。この所見はビニール鑄型により確認できる。造影剤の流入状態にもよるが、一般に生体レ線所見及び鑄型の所見でも、末梢部の充盈は不良で断絶像を認める。

(Fig. 7a.b. 図 II c)

肺動脈造影にて左肺の肺動脈の主幹は狭小で

あるが、無気肺例に比較して可成り、末梢部迄認められ、第二次分枝の造影も可能ならしめている。レ線上では軽度の屈曲及び蛇行を第二次分岐以下の動脈に認められる。まだ末梢血管像の現出は甚しく不良でまた血液循環速度の遅延も著明である。(Fig. 7c 図Ⅱ c.c')

iii) 再交通後、レ線学上は正常肺に復したと思われる3例：

本例も左主気管支結紉後、再交通を生じた例であるが、一例は結紉後60日のレ線所見では、明らかに無気肺の所見を呈していたが、その後再交通を始め、110日後のレ線所見では、單純、気管枝及び肺動脈撮影でも殆ど正常に復したと見られる所見を呈している。(Fig. 8. a.b.c) 各脈管の太さ、分岐角度及び走行に著変を認めないが、肺動脈造影による左右肺動静脉二重像につき比較すると、軽度であるが、右肺に比し左肺の血液循環速度の遅延を認め得る。(Fig. 8. c 図ⅢC c'')

以上の所見より考えると、血液循環速度は他の形態的変化の正常化に遅れて恢復することが推定出来、無気肺発生初期での肺動脈造影所見(Fig. 4. a)と比較して興味ある事実である。即ち無気肺で、肺血管の機能的な変化が、形態的変化に比較し著しい所見を呈すると云うことが判る。

3) 合併症例

実験的無気肺で、肺炎様変化及び囊腫様気管枝拡張等の合併症が起ることは、古くから実験的に Coryllos & Birnbaum¹¹⁾, Weinberg⁶³⁾, Tannenberg⁵⁶⁾, 武田⁵⁸⁾等により報告されているが、本実験でも閉塞性無気肺を起した(再交通例を除く)52例中、炎症性変化を起したもの14例を経験したので、レ線学的所見を中心にその脈管系の変化を追求、検討を試みた。

i) 單純撮影所見

左主気管支結紉後、10日迄のレ線単純像では前記無気肺の所見を認めるが、(Fig. 9a) 2カ月後では心臓葉の代償性拡張によるレ線透過性の増加が認められず、明らかに左肺下野の明澄度が減じている。(Fig. 9b) 更に4カ月後では、左肺全体のレ線透過性が減少すると共に、左横隔膜の

肺野との境界が不明瞭になり、心臓の右方偏位、左胸部の膨隆を認め、一見左肺容積の著明な増加を知る。Pleuropneumonia のように肋膜炎が左半の暗域拡大、中央陰影の右偏位に関与することが多いが、本例は剖検で証し得たように肋膜炎による陰影の影響は殆どないと云える。陰影は右肺下野の内側部に及んで代償性肺気腫をおこしていた右肺を圧迫して右肺容積の減少を示す所見を呈する。(Fig. 9c)

ii) 気管枝造影

左肺は主気管支を結紉しているので造影剤の侵入を認めない。右肺の気管枝像は初期には、前記の代償性肺気腫を起している場合の変化と差異はないが、たゞ心臓葉気管枝の分岐角度及び太さが結紉性無気肺と比較して小となっているのみである。(Fig. 10a) 炎症の進行により左肺容積が増大し、その結果、右肺及び心臓の右方偏位が生じた例では、右気管枝の右方への偏位が起り、特に上、中葉気管枝の太さの減少及び分岐角度の狭小化、屈曲像を呈する。また心臓葉気管枝の造影剤の充盈は不良で、一例にその閉塞像を認めた。然し右下肺野は著明な肺気腫像を示し、末梢迄の造影剤の充盈はやゝ不良である。(Fig. 10b)

剔出肺について左側結紉肺の気管枝造影を施行した。結紉部位より末梢の気管枝は、著明な拡張を示し、その形は囊状で、(Fig. 10c) 炎症過程の高度になつた例では、殆ど肺の大部分を占める巨大な不正形囊胞を形成し、(Fig. 10d) 气管枝の形から全く離れたものとなり、従つてその分岐、走向は極めて不正である。また末梢部の造影剤の充盈は全然不良で、二次分岐以下も殆ど認められず、強い短縮を示している。

iii) 肺動脈造影 (Fig. 11,a,b)

感染初期では、右肺の肺血管は単純性無気肺に於ける変化と大きな相異は認められないが、炎症過程の高度になるに従い右肺の主幹動静脉は延長、束状となり、分岐角度が狭小、不規則な走行を示す。肺炎を合併した左肺の肺動脈像は、主所見として、著明な血流速度の遅延、主幹動脈の細小、末梢血管の充盈不良及び屈曲蛇行が挙げら

れ、これらは全例に認められる。主幹動脈は炎症初期では、辺縁及び走行も比較的平滑であるが、炎症過程の進展と共に、全体に不規則蛇行を示す様になる。また左肺容積の膨隆と共に主幹動脈の偏位が著明となり、末梢では辺縁部に位置する。

(ビニール鑄型参照 Fig. 12) 第二次分歧以下の走向も一定の秩序がなく、不規則配列を見せる。

iv) 鑄型 (Fig. 12a.b.)

ビニール鑄型について上述のレ線所見を確かめ得たが、特に重要な所見として認められたのは、肺動脈の立体的な変化である。即ち主幹動脈の細小化は勿論著明であつたが、その走向の偏位に特徴があり、拡張した気管枝及び大空洞の周囲を丁度包む様な形をとり、病巣部の前側面を走り、その周囲に鬚の様な細かい分枝を出している。(Fig. 12.b.) 左肺の膨隆にもかゝわらず、肺血管造影で左肺主幹動脈がその尖端を辺縁部に向け偏位して走っている理由はこれによるものと考えられる。大嚢胞形成例で心臓葉に進入する気管枝及び肺動脈は右肺の他の脈管とは異なり、内腔及び分歧の著明な狭小及び不規則な走向を認めるが、これは膨隆した左肺による圧迫のため、心臓葉に無気肺を起したものであると考えられ興味深い。

v) 病理学的検索

本合併症群は初期に於ける肺炎様変化より末期の嚢腫状気管枝拡張症を伴つた肺化膿症と見做される迄の変化があるが、その剥出肺の肉眼的所見は、特徴のあるもので、純無気肺の場合とは異なり、反対に肺容積の膨大及び肺表面の凹凸不正が著明である。(Fig. 13) 肺実質は暗赤色であるが、大小不同の黄白色結節様腫瘍を多数認め、その内容はやゝ粘稠な黄白色膿状物でまた同じ内容物を有する種々な大きさの多くの嚢胞を認めた。これを組織学的にみると、気管枝の著明な拡張、気管枝上皮細胞の部分的な剝離並びに2～3層に及び増殖気管枝壁の肥厚、炎症性細胞の浸潤、気管枝腔内への上皮細胞、白血球及び膿性物の貯留等が認められる。気管枝の周囲には強い肉芽組織の増殖が認められ、中等度の炎症性細胞の浸潤がある。肺胞は一般に無気肺状であるが肺胞壁の肥

厚及び細胞浸潤が認められ、個々に粟粒大的膿瘍が散在し、これらが互に融合して大きな膿瘍を形成している。膿瘍の周囲は無気肺状で出血が著明で、一部気管枝肺炎様の変化を認める。(Fig. 14. a.b.)

4. 実験的嚢状肺気腫の圧迫によって生じた無気肺について

山村氏法による 150例の実験的家兎肺結核を作成中、偶然27例の嚢状肺気腫を生じた。この中17例は、レ線写真で明らかに、嚢状肺気腫として認められ、残り10例は剖検によつて始めて嚢状肺気腫の存在が確かめられた。このレ線学的に認められた17例の中、嚢状肺気腫が巨大に発育した結果、残遺肺組織を強く圧迫して、その一部或は全部がレ線写真上、圧縮された濃厚漏漫性均等陰影を呈するいわゆる無気肺像を伴つた9例を認めた。本嚢状肺気腫については、別紙に詳しく述べて報告されているが⁴¹⁾、著者は特に9例の無気肺像を呈した残遺肺組織についてレ線学的検査並びにビニール鑄型作成により検討した結果以下の成績を得た。

i) レ線学的所見

嚢状肺気腫が家兎肺に発生した場合、それが何れの肺葉であつても巨大になる事により程度の差はあるが、必ず胸廓および胸廓内臓器の変形偏位が生ずる。すなわち気腫性胸廓を示し、肋骨水平化、脊椎後弯、胸骨の前方膨隆、横隔膜下降平坦化、従隔膜と心臓の偏位、横隔膜心臓間距離の増大、各肺葉位置の著明な偏位及び変形が認められる。この胸廓内各臓器の高度の偏位は人間の場合と比べて家兎の従隔膜が極めて移動し易い事、心臓が胸廓内高位にあつて横隔膜との間に相当な距離があり、正常でも左右に大きく移動し得る事などの理由により助長されるものと思われる。

本無気肺の発生について考えると、嚢状肺気腫が次第に大きくなるにつれて、胸廓内の大部分を占める様になり、残遺肺、心臓および従隔は胸廓内を左右上下何れかに強く圧排される。嚢状肺気腫は肋膜に近く発生し膨隆するため Fig. 15a. b に見られる様に特定の場所で、特定の気管枝を圧

迫して閉塞性の無気肺を生ずるとは考えられない。この場合は、残遺肺組織を周囲より圧迫して人間での気胸後の無気肺と類似の形をとる。たゞ人間と異なる点は、一側単位ではなくて、対側も含めて胸廓が一つの単位として偏位の対象となる事である。

Fig. 15a, b は右側より左下野に亘る巨大な透亮を示す囊状肺気腫でこれは剖検により右上葉から中葉にかけて存在していたものであるが、左肺および心臓は左上方に強く圧迫され濃厚陰影を呈し、右側の下葉、心臓葉を中心とする残遺肺は囊状肺気腫の明るい透亮像中に不規則な形の濃厚均等陰影として現われており、容積の著しい減少を示して、レ線学的に無気肺といゝ得る像を呈している。この場合囊状肺気腫のなかつた左肺も心臓と重なり、はつきり識別し得ないが、一応これも圧迫性無気肺といえる像を見せる。しかし胸廓は無気肺の存在とは無関係に囊状肺気腫による著しい気腫性胸廓を示し、肋間腔拡大、肋骨水平化、横隔膜下降平坦化が見られ、従隔膜の位置は全くはつきりしない。

Fig. 15b は、その摘出後にレ線撮影した Fig. 15c に見られる様に両側下葉下端の肋膜直下に発生した典型的囊状肺気腫のレ線像である。胸廓内では本囊状肺気腫は Fig. 15c に見られる大きさよりもはるかに大きく、特に右側のものは右胸廓を肺尖に到る迄占めて居り、一部左側にさえ及んでいる。従つて右側の上中葉および残遺下葉は左肺に圧排されて居る。また左肺も下野は左囊状肺気腫で占められた左残遺肺組織および心臓は左上方へ著しく偏位して居る。心臓も含め圧排された左右肺葉をそれぞれ識別する事は不可能である。その容積の著しい減少があり濃厚均等陰影を呈する点よりレ線学的に無気肺といえる。胸廓の変形については Fig. 15a の例と同様である。Fig. 15c は鑄型作成のために前記処方のビニールを血管及び気管内に注入した後撮影したものである。気管内へ相当強い手圧により注入したにもかゝわらず、ビニールは下葉尖端の囊状肺気腫内には全く入っていない。薄い壁でかこまれた囊状肺気腫

の内部には多数の不規則線状の陰影が透視されるのみである。

ii) ビニール鑄型所見

レ線所見で無気肺像を呈した残遺肺組織につき前記処方のビニール鑄型を作り、気管枝肺動静脈についてその走向、分岐模様、太さおよび長さを検討し正常対照ビニール鑄型と比較検討した。

a) 気管枝のビニール鑄型所見

気管枝は気管より注射筒を用いてビニールを注入したが、その際、相当な強圧を加えて囊状肺気腫に入るかどうかを検した。囊状肺気腫内へビニールの注入されたもの 6 例、注入されないもの 3 例である。もちろん気管枝造影では囊状肺気腫内への造影剤の進入は 1 例にも認められない。

ビニール鑄型での気管枝の偏位は、気管枝造影に見られる程著明ではない。しかし剥出後、いろいろの処置を施した鑄型においても明かにその偏位は認められ、正常に比較して、その分岐走向は囊状肺気腫の圧迫により立体的に変化している。太さは正常に比較して殆ど変わらない。この点についてはビニール注入圧が一定ではなく、注入ビニール自身の粘稠度も季節により相当異なる故、必ずしも断定し得ない。

Fig. 15d は巨大な囊状肺気腫をもつた家兎肺のビニール鑄型である。この写真で見られる矢印部は囊状肺気腫の隣接気腫状壁内へビニールが進入し、囊状肺気腫の壁のあつた場所に新しくビニールにより壁が形成されたもので、所々、大小不同の孔のあいているのは苛性ソーダにより腐蝕焼却された囊状肺気腫壁組織で占められていた部分である。囊状肺気腫内腔に進入したビニール塊は認められない。この巨大気腫性囊胞の上方に認められる気管枝は強く圧迫された結果、気管枝の狭窄を生じその末梢に閉塞性気管枝拡張を生じたものと思われ、小さい多数の囊状拡張を示す末梢気管枝を認める。

Fig. 15e は両側巨大囊状肺気腫の内腔へビニールが一部進入した もので、特に右側に著しい。

囊状肺気腫周辺の気管枝の状態は Fig. 15e の

それより更に強いが、囊状肺気腫およびその周辺の気管枝の変化については麻植の文献により省略する⁴¹⁾。レ線上無気肺を生じた肺組織内の気管枝についてはその分岐異常および新生は認められないが、圧迫により著しく縮小した肺組織中に一定数の気管枝が分岐する結果、その密度は大となり、従つて気管枝は強く屈曲蛇行し、分岐角度は著しく小となる。全体としての形は正常の場合の“杉の木状”的配列は不規則屈曲蛇行を示す“松の根状”を呈するに至る。もちろん囊状肺気腫周辺の気管枝は既述の様に、囊状肺気腫による直接の影響をうけて著明な変化すなわち狭窄、拡張、閉塞、壁不正、異常分岐などが認められる。

b) 肺動脈ビニール鑄型所見

一般に肺動脈は気管枝同様、圧縮された肺葉内にあるために屈曲蛇行が強く、一見してその密度の大きい事が判る。しかしそれぞれの部位の太さは、正常対照例と比較して著しい相違は認められない。すぐに気付く明らかな相違は、その走向にあり、結核性無気肺の様に血管の狭小、分岐血管数の減少がなく、かえつて逆に複雑な屈曲蛇行を示し、これは主幹より末梢に至る迄全般を通じて云える。また各部分の長さの短縮は肺葉容積の減少程強くなく、多少は短くなっているが、屈曲蛇行により補われる。

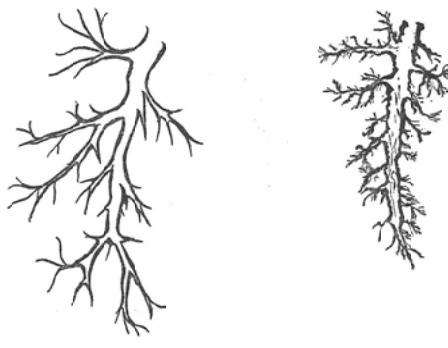
Fig. 15d は動脈をビニール鑄型の前面へ分離現出させたものである。左右動脈の太さは変らず、また正常例と比較しても相違はないが、左右特に右側動脈の不規則屈曲蛇行が明らかに認められ、末梢分岐の長さはやゝ短縮している。

c) 肺静脈ビニール鑄型所見

静脈の変化は動脈で見られた屈曲蛇行、血管密度の増大が更に著明に現われる。Fig. 15e は静脈の状態を見るために、Fig. 15d のように静脈を前面に露出させたもので、著明な静脈の屈曲蛇行が認められる。血管密度は大で“チマレ毛”的に末梢静脈が錯綜している。図IVは動脈および静脈の状態をシーマに示したもので左は正常、右は本例の場合でその相違が明示される。

結核性無気肺と比較し、本無気肺では、動脈

図IV：圧迫性無気肺血管の走向



正常例

圧迫性無気肺例

脈、気管枝の狭小化は認められず、その分岐密度はかえつて大きく、前者と全く相異する所見を呈する。またその屈曲蛇行も前者より更に著しいものである。

IV 総括並びに考按

無気肺の病理発生学的因子に関する論議は十八世紀当初より始まり、多数の臨床的、実験的報告がある。無気肺 Atelectasis と云う言葉は 1835 年 Gorge が最初に用いたものであつて、1811 年に Shenck が出産直後に死亡した胎児の肺について、現在 Atelectasis と解釈されている状態を始めて記載した。その後、Willbrandt (1816), Eberhardt (1817), Lucae (1819)¹⁶⁾, 等は幼児死体の無気肺状態を記載し、M. Louis (1829)¹⁶⁾ は Postoperative pulmonary atelectasis と思われる肺の変化を成人に認めている。

Reynaud (1835)⁴⁶⁾, Hasse (1846) は無気肺の発生因子として、気管枝閉塞の重要性について始めて認識し、Traube (1846)⁵⁵⁾ はアラビアゴムで、また Lichtheim (1879)³¹⁾ はラミナリアを使用し、実験的に無気肺を発生させ、気管枝閉塞性無気肺説即ち吸収性無気肺説を提唱した。Gairdner (1850)²⁰⁾ は気管枝内分泌物の貯溜が無気肺発生の一つの原因であると云つてゐる。Pasteur (1908)⁴⁴⁾ はデフテリー罹患後の横隔膜麻痺による無気肺の多数例並びに外科手術後の急性広範性肺虚脱について詳細な報告を行い、各疾患と無気肺との関聯について警告を發し、その原因を横隔膜麻痺にあるとした。小児麻痺の合併症として最

初に注意を換起したのは、Sutherland (1913)⁵⁰で Regan (1924)⁴⁷も亦同じ経験例を報告している。Briscoe (1919)⁸は実験的に Pasteur の説を確認し、呼吸筋麻痺の重要性を強調した。また Rose Bradford (1918)⁹の胸部外傷に続発した広範性肺虚脱の研究で、彼はその主な説明として呼吸筋の反射性麻痺を主張している。然し Coryllos 及び Birnbaum (1928)¹¹は主気管支の閉塞により 6 時間で肺虚脱を起させ、Fleischner^{17, 18} Roth 等の説と共に、現在迄も吸收性無気肺説が殆ど支配的に信じられて来ている。Rössle (1935)⁴⁸は Epituberculosis の本態を淋巴腺腫張の圧迫による支配気管枝の外圧性閉塞のための無気肺によるものであるとした。一方これに対して、E. Reinhardt, H. Alexander (1941, 一51)^{2, 3}, Sturm (1948)⁵¹, Bronkhorst¹⁰ 等の刺激により肺組織が能動的に収縮すると云う収縮性無気肺説も重視されて来た。

以上のように無気肺成因に関する学説は種々な方面より研究論争されて來たが、現在に於いても色々の成因が挙げられ多様多岐に及んで居り、従つて無気肺の分類についても統一されたものはない。何れにしても無気肺が各種疾患と深い関連性のある重要な肺所見である事は万人の認める所である。これらの種々な無気肺の中、胸部諸疾患で臨床的に最もよく遭遇するのは気道閉塞による吸収性無気肺である。

1) 実験方法について

吸収性無気肺を作成するには、気管枝を閉塞しなければならない。気管枝閉塞法には、気管枝内閉塞法と気管枝外閉塞法がある。気管枝内閉塞法としては、薬物による気道焼灼法と、異物の充填による閉塞法があるが、前者は、気管枝及び隣接肺組織に及ぼす影響が大であるため、現在殆ど用いられていない。後者は、手術侵襲がなく簡便であるように思われるが、閉塞部位の確実性と云う点より考慮すれば欠点があり特に家兎を使用する場合、肺葉以下の所屬気管枝の閉塞は、困難であり充填時の感染の危険性が大である。その点気管枝外閉塞法の一つである気管枝結紮は確実性が大き

く、感染の危険も少なく、主気管支、肺葉気管枝及び区域気管枝のいずれも完全に閉塞する事が出来る。

主気管支結紮法には、開胸法^{38, 43, 56}と非開胸法の二法があり、後者の武田氏肋膜外主気管支結紮法⁵⁰は、肋膜及び胸筋に手術的侵襲を加える事なく、一侧肺の虚脱を発生させる事が出来る。本法でも、肋膜の損傷による気胸の発生を見るが、手術手技に慣れる事により防ぎ得るものである。本実験の58例中14例に気胸を合併したが、この14例は殆ど前半33例中に発生したものである。また長期に亘つて観察すると、気胸を合併したものと、しないもの、間に何等認めるほどの相違はなく、気胸例では前述のように、一週間以内で消失し、また手術直後に穿刺排氣を実施すれば、始めより非気胸例とほど同様の経過を観察する事が出来る。

圧迫性無気肺例として、囊状肺気腫を形成した例を用いたが、150例の山村法による実験的肺結核の中、剖検により発見したものも含め27例の囊状肺気腫⁴¹を生じ、この中経時的レ線学的検査によつて囊状肺気腫が次第に増大し周囲肺組織を圧迫した結果、無気肺状の濃厚渾漫性陰影を認めたのは9例である。この9例に於いては囊状肺気腫の長期にわたる一方的増大により肺組織が圧迫されその結果、肺脈管系、肺胞、肺間質に多様な圧迫性変化を生じたもので、同じく圧迫性無気肺を生ずる人工気胸、肋膜腔内液貯溜法とくらべ長期間にわたる変化を検索するに適し、且つ圧迫の増減が殆どなく、次第に増強する無気肺性変化を観察する事が可能である。

気管枝、肺血管系を研究する方法として、その立体的研究を行うために、レ線学的検査のみならず、鑄型作成によつて検索を行つた。

これに關しては古くより色々な方法が研究されている。即ち鑄金法、低熔金属の使用、ゲラチン又は着色パラフィン注入法、セルロイド、アセトン注入法等があるが、最近合成樹脂の發達に伴い、アクリール酸樹脂を使用する方法が多用される。著者も本実験で、三宅氏法によるビニール鑄

型作成法を採用した。このビニール鑄型は樹脂溶液作製が簡単で、保存、弾力性及び可撓性と云う点で、他の合成樹脂に比較して秀れているからである。

ビニール鑄型は生体レ線撮影で現出し得なかつた細部の太さ及び分岐角度、形状、走向等の微細な変化をも立体的に追求可能とする。

2) 純閉塞性無気肺について

閉塞性無気肺が生ずるのは気管支閉塞によりその末梢部肺胞内の空気が血中に吸収される結果起ると云われる。この吸収性無気肺の発生概念については疑義のない処であるが、その時間的部位的因素については、諸説が多く、病理組織学的所見とレ線学的所見との間にも多少の差異が認められている。無気肺形成所要時間について、Coryllos, Birnbaum¹¹⁾ は24時間、Andrus¹²⁾ は3日を要すると述べ、その発生部位については、肺葉中心部より無気肺が始まり、次第に周辺部に及ぶと云う Heller²³⁾, Van Allen⁵⁹⁾, Adamus, 石山²⁴⁾, 河合²⁸⁾等の説と、肺葉周辺部より始まるとする Garbraith²¹⁾ u. Steinberg 蒲¹⁹⁾ 等の説がある。このように各研究者達により意見の異なるのは、前述のように病理組織学的所見とレ線学的所見の何れに重点をおくかにより、実験材料及び方法の差異によるものであると思われる。病理学的に純無気肺（合併症のない）を示している場合のレ線像を中心にして、この関係を見ると著者の実験では、結紮後12~24時間で無気肺を完成するものと推定し得る。

肺動脈のレ線学的变化を見ると、結紮初期の主幹動脈に著明な変化を認めない時期に、末梢 vascularity の減少及び血流速度の遅延を認める。これは結紮肺の中心部から末梢部に早期に肺胞内空気の吸収が行われたため起つた現象であると考える。主幹の変化は、約6時間後に出現し始める。R. Cicero¹²⁾ も肺結核の新しい病巣に動脈循環量の減少を見ると云つている。5~7日後では、その肺血管像は閉塞性無気肺の肺血管の諸変化即ち分岐角度の狭小、末梢像の減少、主幹の太さの狭小等の所見を呈し、レ線学的に見て、結紮肺の各脈管は一応この時期に無気肺としての諸変

化を完了したと見るべきであろう。長尾⁴⁰⁾は、肺葉気管枝閉塞による無気肺の肺血管造影を実施し、その短期間観察例の所見として、充盈遅延と血管分岐角度の減少の二つの特徴をあげているが、著者の実験では一側肺について上述のように、結紮直後より60分~3時間迄は血流速度の遅延と、全般的な vascularity の減少が先行し、次に血管分岐角度が狭小となり、最後は主幹動脈の太さの狭小を見ている。こゝで興味があるのは血流速度で結紮直後より短時間では、その遅延が特徴的であるが、24時間後には一時恢復したかのように思われ、次第に遅延を示す様である。この血行の問題に関しては、多数の研究があるが、Corper, Simon, Rensch¹³⁾ 等は循環障害は軽微であるとし、W. Andrus¹²⁾ は早期の血液循環障害の代償について生理的に証明し、Knipping²⁹⁾ は無気肺形成初期の血流量及び動脈血不足は晚期よりも大きいと云つてゐる。然し最近では無気肺部の血流速度の遅延は等しく認められて来ており、R.M. Peter, A. Roos⁴³⁾ 等は犬で一側肺に閉塞性無気肺を形成させ、その血流量を測定し、結紮後10~15分の初期で、肺血管抵抗の著明な増加により結紮肺の血流量は、全血流量の 0~34% を示し、20日後では 7% と云う値を呈し、それ以上長期の観察では大きな変化はないと言つてゐる。しかし肺動脈のレ線学的態度から、この点について説明した報告は少く、長尾は肺葉性無気肺による実験で、初期の血流の遅延を説明し、著者とほゞ同様の成績を見るが、一週以後の所見についてはふれていない。著者は6カ月以上の長期観察による肺動脈像の変化を詳しく検討し、特に著明な進行的変化を認めなかつたが、これは前述の生理的実験による Peters や Roos 等の成績を説明し得るものと考えられる。

気管枝及び肺動脈はレ線像で共に分枝及び分岐角度の減少を認め、肺動脈は一様にその直徑の狭小を示し、気管枝の狭小の有無と程度はまちまちで、かえつて気管枝拡張を思わせるものも認められる。これらはすべてレ線所見及び剥出肺の肉眼的所見で無気肺の状態と見做される例であるが、

気管枝拡張の傾向を示すものは、組織学的に気管枝内分泌物の比較的多く見られる例で、恐らく肺炎に移行する状態にあるものと考えられる例である。剥出肺の肺動脈撮影、ビニール鑄型によりその末梢部分岐の消長を見ると生体レ線像で判然と認め得なかつた微細な屈曲蛇行を証明した。これは肺炎合併例、圧迫性無気肺例に比較してそれ程著明ではないが、尚明らかに認め得る所見である。

3) 閉塞性肺炎合併症例について

無気肺形成部は種々な原因によつて、容易に肺炎及び化膿性気管枝拡張症を合併すると云う事は、臨床的にも実験的にも多数の報告がある。その成因について、Coryllos, Birnbaum¹¹⁾, Weinberg⁶³⁾, Tannenberg⁵⁶⁾ 等は細菌感染説を、Nissen³⁸⁾, Lichtheim³¹⁾ 河端²⁶⁾等は非感染説を主張している。Tannenberg⁵⁶⁾は、気管枝閉塞後一週間以上になつて、気管枝壁の慢性炎症性変化を認め、数カ月で気管枝の囊状拡張を呈すると述べ、武田⁵⁸⁾は感染後、囊胞形成まで60日以上の長期間が必要であるとし、また安淵⁶⁴⁾は家兎の実験で空洞を伴う大葉性乾酪性肺炎を1年4カ月後に認めている。著者の実験では矢張り武田のように、60日以上経過した例に大小多数の囊胞形成を認めた。

この炎症性変化は、気管枝動脈及び肺動脈の状況に従つて可成りの影響をうける事は塩沢⁵⁴⁾、山下⁶⁶⁾等によつて確かめられているのであるが、武田、河合²⁸⁾等のように、実験家兎の撰定及びその衛生管理に留意する事により、この合併症の頻度を減少せしめたのと、著者の使用した家兎の中(本実験以外の使用例も含めて)事故死の結果剖見した剥出肺に肺炎様変化の認められたものが、少からずあり、これはレ線単純像で発見困難なものが多い点等より、本合併症は気管枝結紮前に既存したカタル性変化によつても発生するものとも考えられる。

本実験の全例について細菌学的検索を行い得なかつたが、著明な囊胞を形成した一部の例についての検査の結果では、グラム陰性桿菌を証明し

た。

この合併症例群に於ける気管枝、肺動脈像は勿論既述のように、純無気肺の所見とは全く異なる所見(レ線及びビニール鑄型所見)を呈する。即ち無気肺形成初期では、気管枝樹は肺葉の縮小と共に収縮し、分岐角度も減少しているが、肺炎を合併すると第二次分岐迄の気管枝は部分的に著しい囊状拡張を示し、二次分岐以下の気管枝は高度に減少し末梢像は消失する。炎症々状が更に著明になつて肺葉全体の容積が強く膨大して、所謂肺化膿症としての所見を呈して来ると、気管枝の巨大な囊腫状拡張を認め、結紮後6カ月を経過する2例では一切の分岐は消失し、主幹の拡張により一側肺全体に及ぶ巨大囊胞を形成していた。肺動脈は、純無気肺に比較して、狭小及び線細化が高度で、主幹は巨大拡張気管枝の辺縁に沿つて不規則な走向を示し、従つてその長さの短縮は認められないが、血流速度の遅延が著しい。

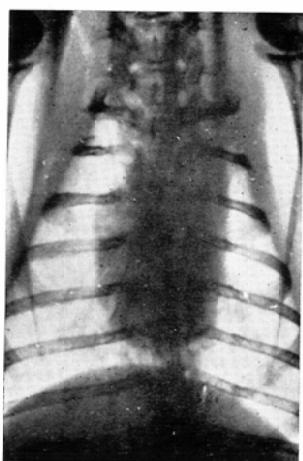
4) 再交通例群について

主気管支結紮後、長期間無気肺として経過し、何かの原因によつて結紮部位の閉塞が次第にとけ、再交通を示すようになつた6例について、前記の諸検査によつて、その各々の時期即ち無気肺から肺気腫(再交通開始により狭窄性肺気腫)更に正常状態に復する迄の気管枝及び肺動脈の態度を検討し得た。

Alexander¹⁴⁾、蒲¹⁹⁾等は長期間、肺が無気肺の状態におかれてもそれが單純なる無気肺である限り、気道が再開すれば次第に呼吸機能及び病理解剖学的変化は恢復すると述べ、炎症の合併により気管枝及び肺実質に非可逆性の器質的変化が加わると、これらの正常への復活は認められないと指摘した。M. Peck⁴⁵⁾は無気肺形成後5カ月で気管枝再交通の結果再膨脹した例を報告し、蒲は3カ月で再交通した例を認めている。著者は、気管支閉塞後、4カ月で再交通したものを見たが、この無気肺形成期間はほどこれに近いものであろうと考えられる。

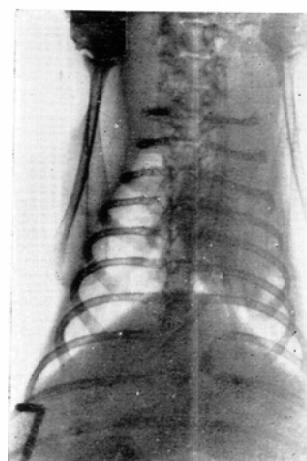
再交通の原因については、本実験では追求し得なかつたが、塩沢⁵³⁾は人間で気管支結紮後約1カ

Fig. 1. 正常像

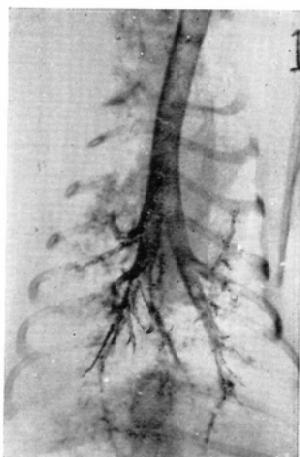


a : 単純撮影像

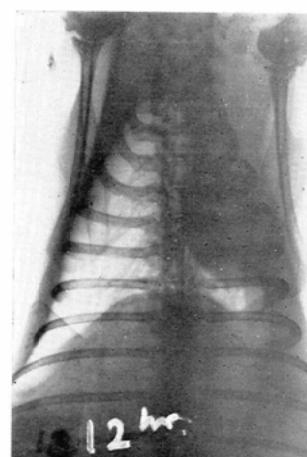
Fig. 2. 左主気管支結紉後の単純撮影像



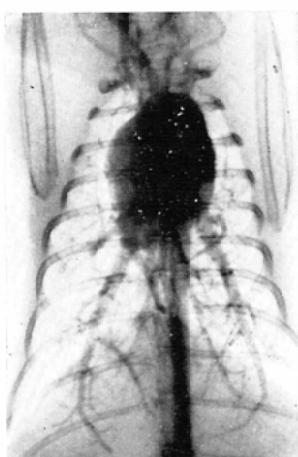
a : 60分後



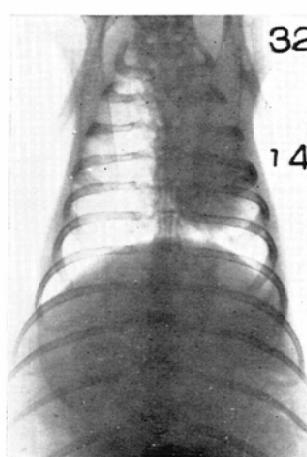
b : 気管枝造影像



b : 12時間後

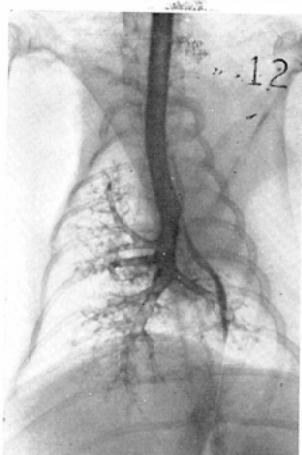


c : 肺血管造影像



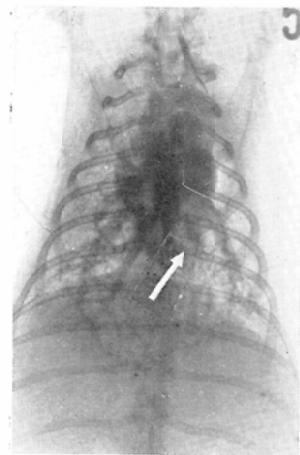
c : 3日後

Fig. 3. 左無気肺気管枝像

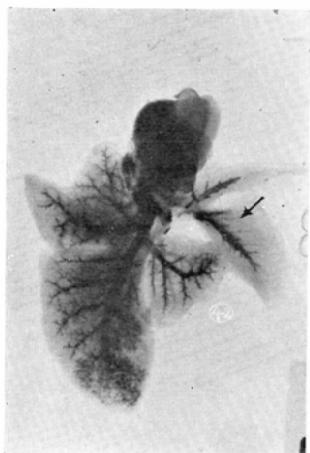


a : 生体気管枝像左方の陰影は食道内造影剤による

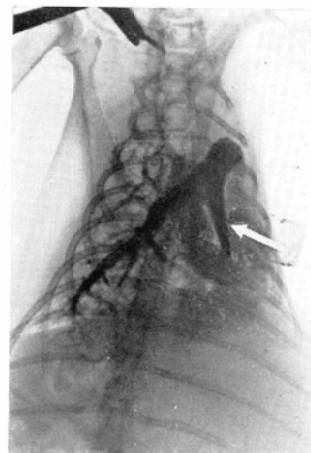
Fig. 4. 左無気肺血管像



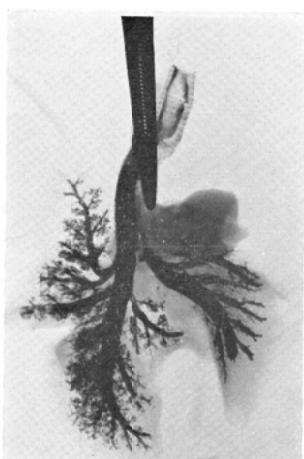
a : 結紮直後, 右動脈二重像 矢印: 左肺静脈の出現遅延



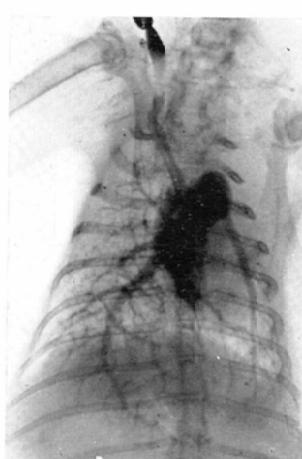
b : 剥出肺



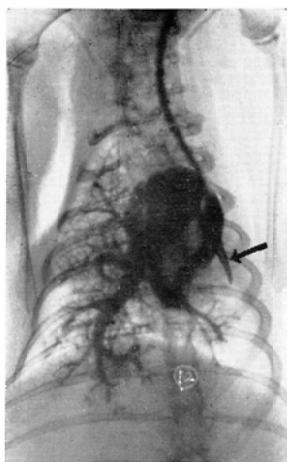
b : 24時間後, 矢印: 左肺動脈



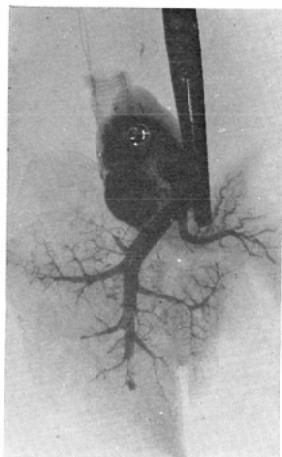
c : 剥出肺



c : 7日後



d : 結紮後10日以上, 矢印: 左肺動脈



e : 剥出肺

Fig. 5. ビニール鉄型



a : 正常例



b : 閉塞後15日



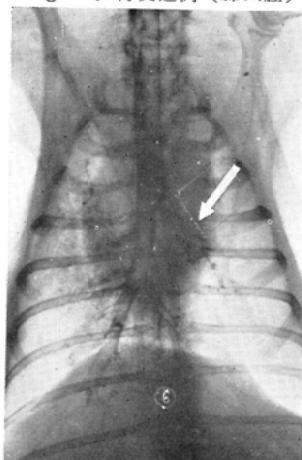
c : 閉塞後60日

Fig. 6. 再交通例（無気肺）

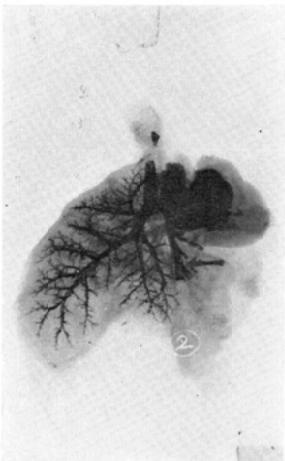


a : 単純像無気肺の状態

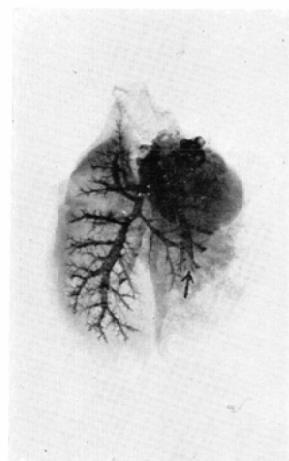
Fig. 7. 再交通例（肺気腫）



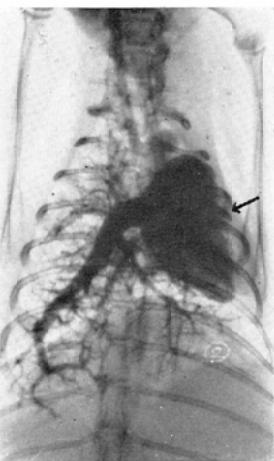
a : 気管支像, 矢印 : 左気管枝



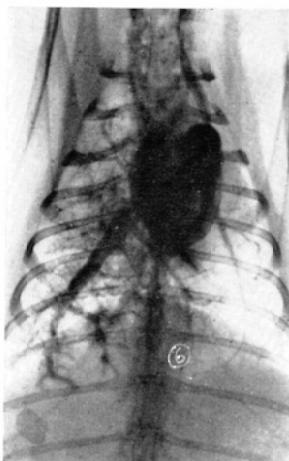
b : 剥出肺気管枝像, 矢印 : 左気管枝



b : 剥出肺気管枝像, 矢印 : 左気管枝

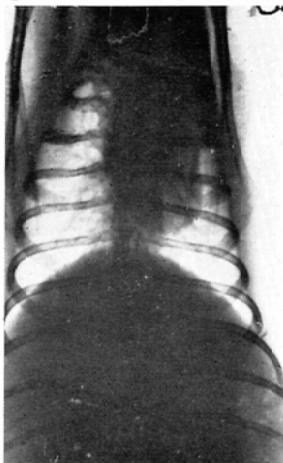


c : 肺血管像, 矢印 : 左肺動脈

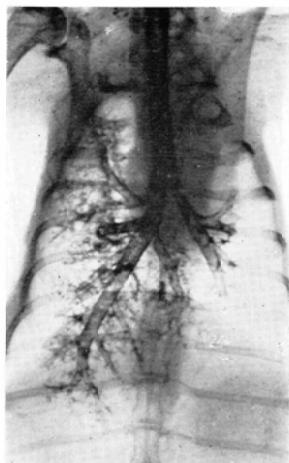


c : 肺動脈像

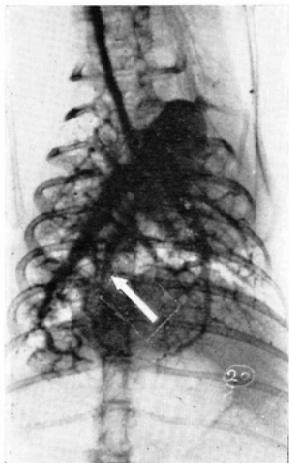
Fig. 8. 再交通例（正常恢復例）



a : 単純像



b : 気管枝像

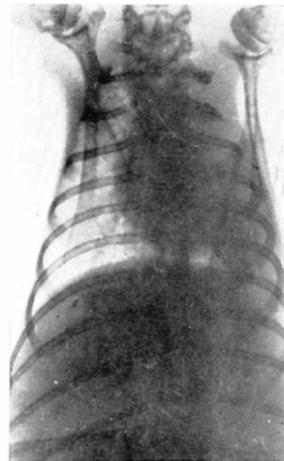


c : 肺血管像, 矢印 : 右肺静脈像

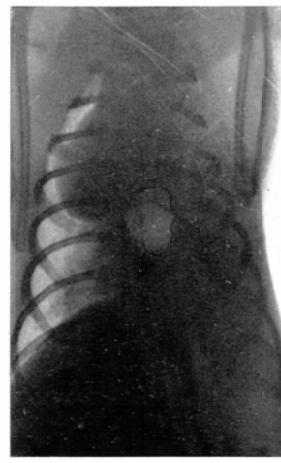
Fig. 9. 合併症例単純像



a : 閉塞10日後

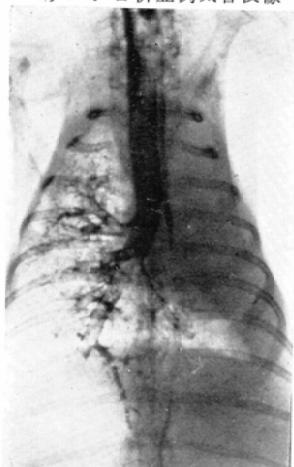


b : 2 カ月後

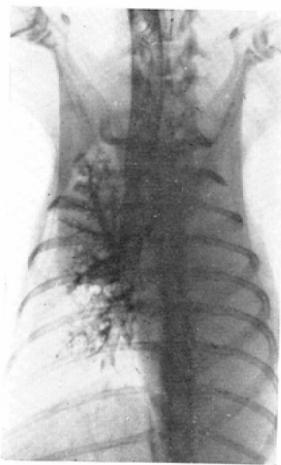


c : 4 カ月後

Fig. 10. 合併症例気管枝像



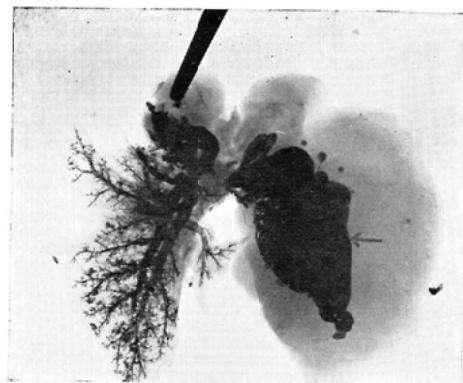
a : 初期気管枝像



b : 末期気管枝像

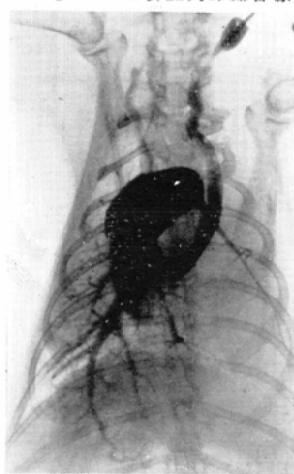


c : 囊状気管枝拡張 (剥出肺)

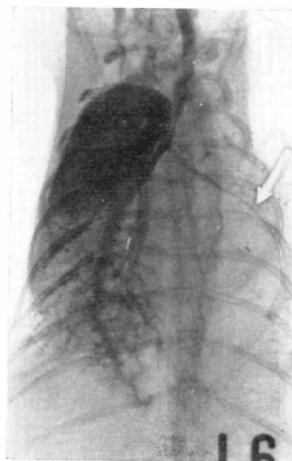


d : 巨大囊胞形成 (剥出肺)

Fig. 11. 合併症例肺血管像



a : 心臓の右上方への偏位



b : 左肺の膨隆による著明な心臓肺血管の偏位

矢印 : 左肺動脈像

Fig. 12. 合併症例ビニール鋳型

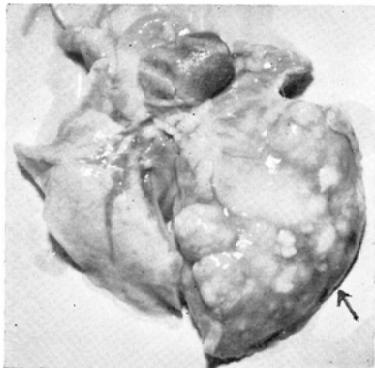


a: 矢印: 囊胞



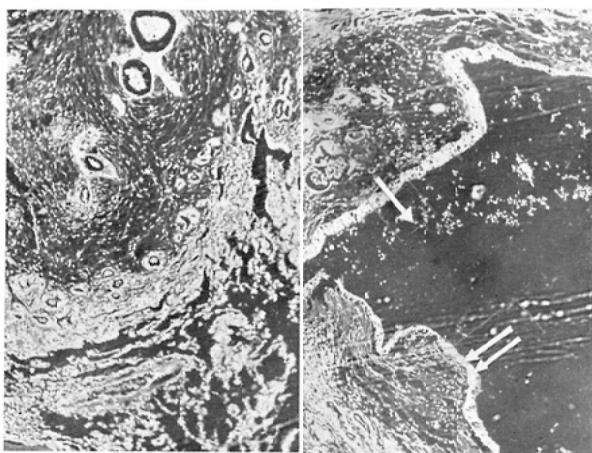
b: 矢印: 巨大囊胞(太)及び肺動脈(細)

Fig. 13. 合併症例剥出肺

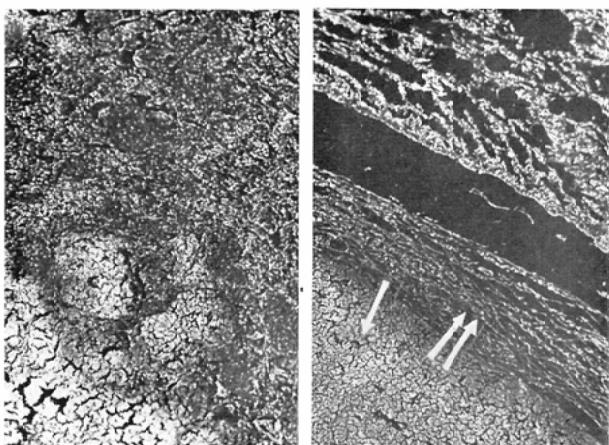


矢印: 大小の囊胞を有し膨隆した左肺

Fig. 14. 合併症例組織像

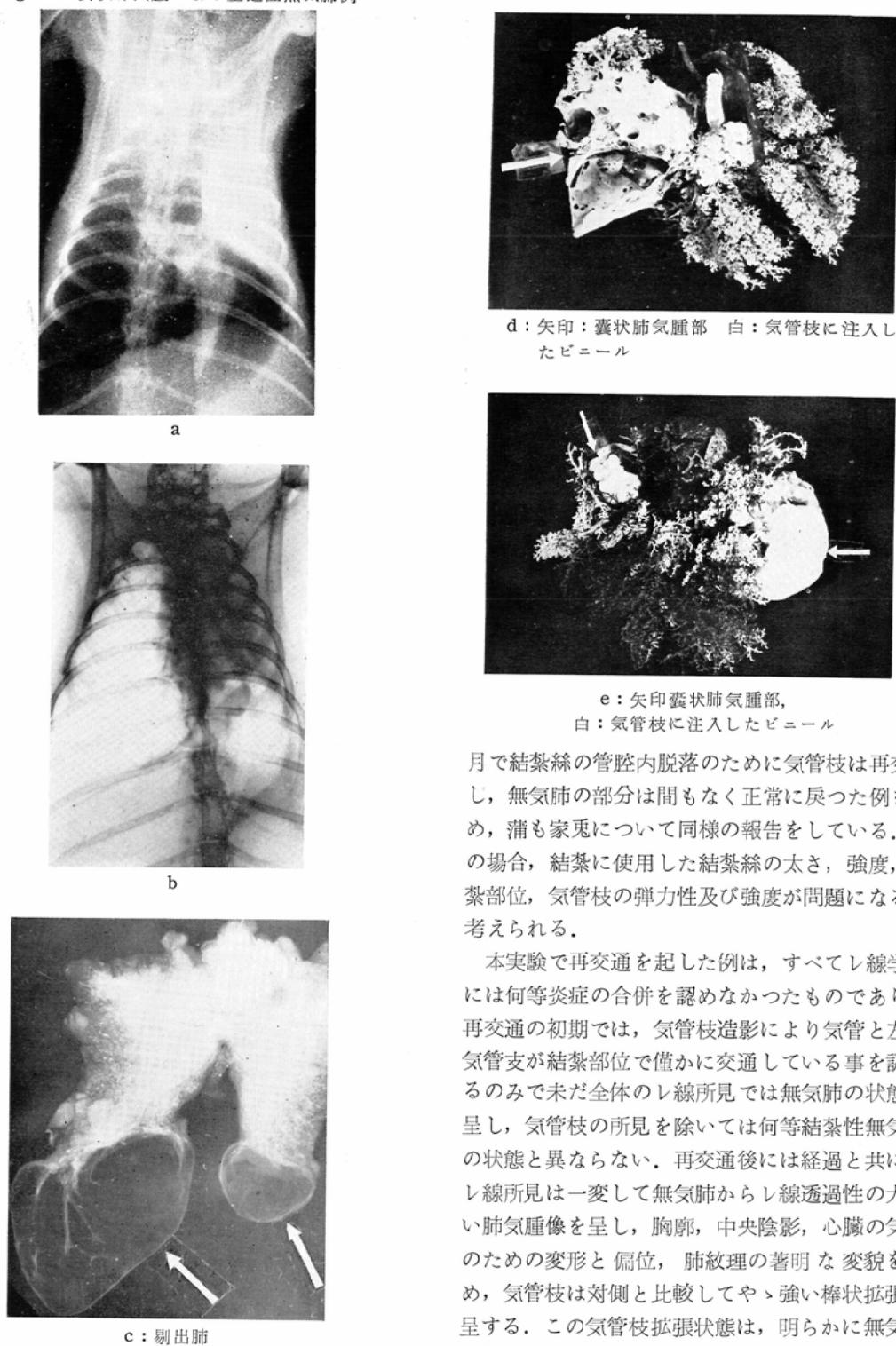


a: 気管枝梢及び細小気管枝の著明な拡張(→), 気管枝上皮の増殖(⇒)と内腔に気管枝上皮及び白血球を認める.



b: 処々に大小不同の膿瘍(→)を認め周囲は無気肺状(⇒)である.

Fig. 15. 囊状肺気腫による圧迫性無気肺例



月で結紮絲の管腔内脱落のために気管枝は再交通し、無気肺の部分は間もなく正常に戻った例を認め、蒲も家兎について同様の報告をしている。この場合、結紮に使用した結紮絲の太さ、強度、結紮部位、気管枝の弾力性及び強度が問題になるとを考えられる。

本実験で再交通を起した例は、すべてレ線学的には何等炎症の合併を認めなかつたものであり、再交通の初期では、気管枝造影により気管と左主気管支が結紮部位で僅かに交通している事を認めるのみで未だ全体のレ線所見では無気肺の状態を呈し、気管枝の所見を除いては何等結紮性無気肺の状態と異ならない。再交通後には経過と共に、レ線所見は一変して無気肺からレ線透過性の大きい肺気腫像を呈し、胸廓、中央陰影、心臓の気腫のための変形と偏位、肺紋理の著明な変貌を認め、気管枝は対側と比較してやゝ強い棒状拡張を呈する。この気管枝拡張状態は、明らかに無気肺

及び肺炎合併例のものと異なつてゐる。末梢像の充盈も不十分であるが、経過と共に改良されて来る。肺動脈像は、初期では無気肺のそれと大差は認められない。肺気腫形成期に入ると、肺容積の増大に相応して、その位置、分岐、長さに変化を見るが、まだ対側に比較し、狭小及び血流時間の遅延を見る。肺野の変化、気管枝及び肺動脈の種々な形態学的変化が殆ど正常に復したと思われる時期での最も著明な所見は血液循環速度の遅延であり、これは一番最後迄残る様に思われる。本所見はまた結核直後最初に認められたもので、肺血管のこのような機能的変化が病理学的変化に比較して著明に表われると云う事は、機能的診断の重要性を再認するものである。

5) 圧迫性無気肺例について

囊状肺気腫によつて発生した無気肺は結核のために生じた無気肺とはおのずから異なる事は明らかで、また腫瘍その他の気管枝周辺の圧迫機構によつて生じた無気肺とも異なり、次第に発育増大する囊状肺気腫により特定の気管枝或いは肺組織に限る事なく、全般的に圧縮された結果生ずると考えられ、気胸の無気肺に類似する。また家兎の縦隔膜、心臓は生理的に容易に偏位するため、たとえ一侧に囊状肺気腫が生じたとしても、両側肺

が一つの単位として圧迫をうけ、この点人間の場合と相当異なるものと思われる。従つて胸廓及び胸廓内臟器の偏位は結核性無気肺とは全く逆の囊状肺気腫による氣腫性胸廓を示し、無気肺もこれによる産物と考えてよいと思われる。なお無気肺という言葉の概念に関しては、本項に関する限り、浸潤、線維増殖、新生物、浸出液、肉芽、乾酪巣変化等の病的病理所見による陰影を除いてレ線学的に肺圧縮によつて生じたレ線吸収度の増大に従つた濃厚瀰漫性陰影と解釈した。無気肺の定義に関しては、色々の解釈があり、病理解剖学的、レ線学的、臨床的に種々相異する見解がある。また圧迫性無気肺についてもこの言葉を全く否定する説もあり、その定義もはつきりしない。著者は一応前記の解釈に基いてこれらの例を圧迫性無気肺としレ線学的に追求した。

濃厚瀰漫性陰影を生じた肺組織の気管枝及び肺動脈の特徴的な変化として著明な屈曲蛇行が挙げられる。これは主幹より末梢に及ぶものであり、他の無気肺及び合併症にみられるものと比較して極めて著しいのである。

これは肺の必然的の収縮による機械的変形もあり、そのための鬱血も起るであろうが、結核性無気肺が完全無気肺であり、圧迫性無気肺が不完全

表 6

		気管支閉塞性無気肺例			圧迫性 無気肺例	
		再交通例		肺感染例		
		純無気肺例	無気肺例			
気管 枝造 影像	分岐	減少	減少	正常	著しい減少→消失	
	分岐角度	著しい減少	減少	正常	減少→消失	
	主幹の太さ	不定	拡張	やや拡張	著しい拡張	
	主幹の形	棒状又はやゝ囊状	円柱及び直線状	正常	囊状→囊腫状→空洞	
	末梢充盈	不良	不良 やゝ不良	ほとんど正常	消失	
	中斷像	なし	中小枝にあり	なし	主幹にあり	
	分岐	減少	やや減少	正常	著しい減少	
	分岐角度	減少	やや減少	正常	やや減少	
	主幹の太さ	狭小	やや狭小	正常	細小→線状	
	主幹の長さ	短縮→著しい	著しい短縮	正常	比較的細長	
肺 血管 造 影像	屈曲・蛇行	末梢に軽度認める	末梢に軽度	なし	主幹以下に認める	
	末梢充盈	減少	軽度減少	ほとんど正常	不良	
	血流速度	遲延	やや遅延	やや遅延	著しく遅延	

無気肺とすれば、前者では血流の起る余地もないが、後者はなお充分に血流が肺に達し得られ、しかも肺静脈系は肺組織の縮小により血液を送り得ないために屈曲蛇行も生ずるであろうと考えられる。

この様に結紮性無気肺と圧迫性無気肺が單純レ線像で全く同一の濃厚纏漫性陰影を呈するにかゝわらず、その動脈像、気管枝の態度がかなり異なるという事は興味ある事実である。

以上、閉塞性無気肺及びその再交通例、合併症例と圧迫性無気肺について、気管枝、肺血管造影像を比較研究した結果、表6を得た。

V 結論

家兎による左主気管支閉塞性無気肺58例及び囊状肺気腫形成による圧迫性無気肺9例について、長期間に亘る各種の変化をレ線学的、病理学的及びビニール鑄型所見に基づいて比較研究して次の結論を得た。

I) 閉塞性無気肺

1) 単純性閉塞性無気肺について

i) 主気管支結紮後の肺野及び胸廓内臓器の単純レ線学的变化は60分後より始まり12時間後で無気肺の所見をほぼ完成する。3日以後では対側肺の代償性拡張のため、無気肺による胸廓の変化は殆ど恢復する。

ii) 気管枝の変化は、無気肺の進行に伴い、主幹の著しい短縮、分岐の単純化、分岐角度の狭小及び末梢像の現出不良等を認める。たゞしその主幹の太さは無気肺完成後に於いても種々の原因により一定でないが、一般に狭小である。

iii) 肺血管の変化は、無気肺形成初期では Vascularity の減少及び血液循環速度の遅延である。10日後には肺動脈主幹の著明な狭小及び短縮、分岐角度の減少、末梢像の出現不良等の所見が確立する。なお血流速度の遅延は著明である。剔出肺血管撮影及びビニール鑄型に於いて、末梢血管像の屈曲蛇行を認める。

2) 再交通例について

i) 再交通後の狭窄性無気肺のレ線単純撮影及び肺動脈所見は、閉塞性無気肺とほぼ同一である

が、気管枝造影に於いて結紮部に僅かの交通を認め、気管枝は軽度棒状拡張を呈する。

ii) 再交通のために無気肺より狭窄性肺気腫に変った例では、結紮側肺容積の著明な増大含気量の増加によるレ線透過性の上昇を認める。気管枝及び肺動脈所見は、上記の狭窄性無気肺と同様であるが、肺容積増大に伴つて、その長さの延長を認め、肺動脈は僅かではあるが、第二次分岐も造影される。

iii) 再交通後、長期間観察すると、結紮肺はレ線学的に全く正常の状態に復帰する。その場合、最後迄残る所見は、血液循環速度の遅延であり、之は他の形態学的変化の正常化に常に遅れて恢復する。この事は無気肺形成初期の血管の機能的変化と共に特に重要な所見と考えられる。

3) 炎症合併例について

i) 炎症を合併する時期は大約無気肺形成後、2カ月に多く単純レ線学的に濃厚陰影域の増大、心臓の右方偏位等の所見を呈する。

ii) 気管枝は炎症過程の進展と共に、囊状→囊胞状→巨大囊胞状に拡張変化して、気管枝造影では二次分岐以下は全く出現しない。組織学的には気管枝の著明な拡張と共に、大小不同の膿瘍を形成し肺化膿症の所見を呈する。

iii) 肺動脈像も炎症の程度によって異なるが、著明な主幹の細小、末梢像の充盈不良、屈曲蛇行及び血流速度の遅延を認める。鑄型所見でその走行は、囊状拡張気管枝の圧迫により外側辺縁部に偏位され、周囲に繊状の細かい分枝を出す。

II) 圧迫性無気肺、特に囊状気腫に原因するもの

1) 無気肺による胸廓及び胸廓内臓器の偏位を示す、逆に囊状肺気腫による気腫性胸廓を示す。

2) 気管枝は狭小、分岐異常、新生を認めないが、著明な縮小及び密度の増加があり、その配列は「松の根状」の屈曲蛇行像を呈す。

3) 肺動脈の変化は、気管枝と同様であるが、更に屈曲蛇行強く、密度は大である。肺静脈では更に一層屈曲蛇行著明で、末梢静脈は「チマレ毛

状」である。

擇筆にあたり、終始御鞭撻御指導を賜つた恩師高田教授及び西岡助教授に深甚なる謝意を捧げ、御校閥の労を悉けなくした大阪大学立入教授に篤く感謝の意を表する。

また研究以来、絶えず御援助下さつた我が教室員各位に対し深謝する。

本論文の要旨は第53回、54回、56回日本医学放射線学会関西部会及び第16回総会に於いて発表した。

文 献

- 1) Andrus: Arch. Surg., 10 : 506 1925. —2)
- Alexander: Beitr. klin. Tb., 96 : 139, 1941. —3)
- Alexander: Beitr. klin. Tb., 104 : 422, 1951.
- 4) Alexander: Zschr. Tbc., 77, 1937. —5) 新井: 日本医事新報, 122 : 1765, 昭33. —6) 荒川胸部外科, 5 (5) : 417, 昭27. —7) Bowen: Am. J. Roentgen. Rad. Therap. 21 (2) : 101, 1929. —8) Baisco: Quart. J. Med., 12 : 293, 1919~20.
- 9) Bradford: Quart. J. Med., 12 : 127, 1918~19.
- 10) Bronkhorst u. Dijkstra: Beitr. klin. Tb., 94 : 445, 1940. —11) Coryllos u. Birnbaum: Arch. Surg. 16 : 501, 1928. —12) R. Cicero: Am. Rev. of Tbk. & Pulm. Dis. 73 : 61, 1956. —13) Corper, Simon & Rensch: 2. V. Bowen. —14) A.J. Coello: J. Thorac. Surg. 21 : 2, 1951. —15) W.A. Dale and H. Rahn: Am. J. Physiol. 170 : 606, 1952. —16) Eberhardt, Lucae. M. Louis: z. n. R. Viswanathen. —17) Fleischner: Fschr. Roentgen Str. 53 : 607, 1936. —18) Fleischner: Wiener. klin. Wschr. 36 : 1092, 1936. —19) 蒲: 日医放誌, 16 (11) : 1080, 昭32. —20) Gairdner: month. Journ. Med. Sci., 12 : 440, 1851. —21) Garbraith: Arch. Otolaryng. 46 : 870, 1937. —22) 長谷川: 神戸医大紀要, 6 (2) : 1851, 昭30. —23) Heller: Zschr. f. d. Ges. ep. Med., 2 : 320, 1924. —24) 石山: 日外会誌, 34 : 2001, 昭8. —25) 石川他: 胸部外科, 9 : (11) 1272, 昭31. —26) 河端: 結核, 16 (4) : 293, 昭13. —27) 神田: 大日本耳鼻咽喉会報, 46 (10), 昭15.
- 28) 河合: 東京医会誌, 58 : 192, 昭20. —29) Knipping: Z. Tb., 75 : 65, 1936. —30) 河上: 不透明肺と無気肺の臨床, 1954. —31) Lichtheim Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 10 : 54, 1879. —32) 三宅他: 四国医学誌, 8 : 41, 昭31. —33) 三宅, 益崎: 日医放誌, 12 : 7, 昭28. —34) 牧野他医療, 6 (3), 昭27. —35) 三好: 胸部外科, 10, (5) : 174, 昭32. —36) 三宅: 日結, 12 : 257, 昭28. —37) 三宅: 日結, 12 : 260, 昭28. —38) Nissen: Dtsch. Zschr. Chirurg. 179 : 160, 1923. —39) Emil A. Naclerio: Bronchopulmonary Disease. —40) 長尾: 日医放誌, 18 (9) : 1292, 昭33. —41) 麻植: 四国医学誌, 4 : 104, 1957. —42) 太中: 胸部外科, 7 : 9, 昭29. —43) Peters, Roos & Louis: J. Thorac. Surg., 24 : 389, 1952. —44) Pasteur: Lancet, 2 : 1351, 1908. —45) M. E. Peck: J. Thorac. Surg., 24 : 619, 1952. —46) Reynaud: z. v. Tannenberg & Pinner. —47) Regan: Lancet, 2 : 1222, 1924. —48) Rössle, R.: Arch. f. Path. Anat. 296 : 1, 1935. —49) G. Robb & L. Steinberg: J.A.M.A. 114(6) : 474, 1940. —50) Sutherland: Proc. Roy. Soc. Med. Land 7 : 31, 1913. —51) Sturm: Dtsch. Med. Wschr., 201 u., 205, 1946. —52) Sturm: Dtsch. Med. Wschr., 76 (543), 1951. —53) 塩沢: 肺区域切除, 1巻11頁. —54) 塩沢: 結核研究の進歩, 5 : 95, 昭29. —55) Traube: z. v. Tannenberg & Pinner. —56) Tannenberg & Pinner: J. Thorac. Surg., 11 : 571, 1942. —57) 武田: 大阪医会誌, 34 (7), 昭10. —58) 武田: 大阪医金会誌, 35 (6), 1137, 昭11. —59) Van Allen: Arch. Surg. 21 : 1195, 1930. —60) R. Viswanathen: Dis. of Chest 15 : 460, 1949. —61) 渡辺: 日結, 12 : 309, 昭28. —62) S. Willis: Brit. J. of Tbc., 46 : 235, 1952. —63) Weinberg: J. Thorac. Surg., 6 : 402, 1937. —64) 安淵: 胸部外科, 6 : 160, 昭28. —65) 山村他: 結核, 29 : 361, 205, 143, 昭29. —66) 山下: 日胸外会誌, 2 (2) : 71, 昭29.

A Roentgenological Study of Atelectasis

By

Kiyotake Fujikawa

Department of Radiology, Nara Medical College, Nara
(Director: Prof. Hiroshi Takada)

Obstructive atelectasis by extrapleural ligation of left main bronchus in 58 rabbits and compression atelectasis by bullous emphysema in 9 rabbits were studied roentgenologically, pathologically and by vinyl cast extending over various duration, and the following results were obtained.

I. Obstructive Atelectasis

1) Uncomplicated simple atelectasis

The roentgenological change of the pulmonary field and thorax had begun 60 minutes after ligation of the bronchus and atelectasis had completed roentgenologically 12 hours after ligation. On the 3rd day after ligation, the change of thorax had recovered, then shortening and simplification of bronchus, narrowing of bifurcation angle and poor visualization of the peripheral lumina were revealed. The bronchial lumina were generally narrowed after completely atelectasis while they were not uniformed owing to their various situations. In the pulmonary vessels, diminution of vascularity and delay of circulation time were observed at the early stage of atelectasis. 10 days later, remarkable narrowing and shortening of the lumen, decrease of bifurcation angle and poor visualization of peripheral vessels were established. Circulation time also considerably delayed.

2) Recomunication after simple atelectasis

Roentgenological features of pulmonary field and vessels in atelectasis remaining yet after recommunication in closure of bronchus were similar with the obstructive uncomplicated atelectasis. In bronchogram, bronchi in atelectatic lung were slightly dilated and the branch distal to the main bronchus was not almost visualized. On the other hand, in stenotic emphysematous lung by recommunication of the closed bronchus, the volume was overdistended and the pulmonary field became more radiolucent. Although bronchographic and pneumoangiographic features were alike to the above incomplete atelectasis, the bronchus and pulmonary artery were lengthened as the pulmonary volume grew larger. The pulmonary change in prolonged duration after recommunication almost recovered to normal roentgenologically, but there remained only delay of circulation time of pulmonary vessels, which recovery followed after the normalization of the other morphological changes.

3) Complicated Atelectasis

About 2 months after ligation of main bronchus, the atelectatic lung complicated inflammatory change and roentgenologically revealed the increase of density in the pulmonary field and mediastinal shift to right. Bronchus showed saccular and cystic

dilatation with developing inflammatory process. In pneumoangiogram, significant narrowing, poor filling of the periphery, kinking of vessels and remarkable delay of circulation time. The vinyl cast was revealed that the artery shifted to outer side by saccular bronchiectasis and gave the very fine hair-like bronchi around it. The histologic features demonstrated remarkable distended bronchi and various sized abscess in it.

II. Compression atelectasis by emphysematous bullae

This atelectasis was not the same as the roentgenological change of the thorax and the pulmonary organs in the obstructive atelectasis, but had the characteristic emphysematous thorax by bullous emphysema. Reduction and constriction of bronchial lumina, the increase of bronchial density were remarkable and the branch showed the kinking and tortuosity like the "pinroot". The kinking, tortuosity and density of pulmonary artery were more exaggerated than those of bronchus. These features in pulmonary vein were much more significant and the periphery was "frizzelhair-like".
