

肺小葉を中心とする気管支系の構造と人工気胸術の適應

京都大学結核研究所第4部 (医学部外科学教室第2講座
結核研究所第4部)

教授 青柳安誠)
助教授 長石忠三)

長澤直幸 山下政行 岡本博史

(原稿受付 昭和27年12月16日)

Indication for Pneumothorax as Therapy for the Pulmonary Tuberculosis in the Light of Construction of Bronchial System, esp. of Lung-lobules.

From the 4th Division of the Tuberculosis Research Institute, Kyoto University,
(Director : Prof. Dr. Y. AOYAGI and Assistant Prof. Dr. C. NAGASHI)

by

NAOYUKI NAGASAWA, MASAYUKI YAMASHITA
and HIROFUMI OKAMOTO

Summary

Indication for pneumothorax as therapy for the pulmonary tuberculosis was studied in the light of construction of bronchial system, esp. of lung-lobules three-dimensionally by the way of pouring acrylic resin into bronchi.

Results indicated that each lobe can be divided into two groups of lobules, namely, the superficial and deep ones and that the pneumothorax is effective only for the lesions of less than 3cm in diameter including perifoal inflammation seen in the x-ray pictures located in the superficial lobules.

緒 言

肺結核の外科的療法、就中直達療法の発達に伴い、こゝ数年来胸部外科医の立場から気管支系の解剖学的關係に就て検討される様になつた。併し、それ等は何れも気管支分岐又は肺区域に就ての研究であつて、肺小葉その他細部に就て検討したものではない。

そこで我々は肺小葉を中心とする気管支系の構造に就て立体的並びに顯微鏡的に觀察し、併せて気管支系の構造から人工気胸術の適應に就て考察した。

I) 研究対象並びに研究方法

研究対象は変死体や結核屍から得た屍肺30個及び肺切除術による切除肺12個で、研究方法としては、それ等の肺に京大結研第Ⅰ法及び第Ⅱ法により合成樹脂を注入して肺の塑型を作り、注入標本に就て立体的並びに顯微鏡的觀察を行い、更に約60例の人工気胸例に就て、術前、術後に各種のレ線撮影、特に気管支造影をも行い、両者の成績を比較検討した。合成樹脂注入法の詳細は結核研究8巻、1号に記載した通りである。

II) 成績綜括並びに考按

1) 肺小葉の肉眼的構造

胸膜面から肺小葉を見ると、小葉周辺部では炭粉沈着が著明で、小葉の境界を示す網の目形が認められるが、合成樹脂注入標本では葉間切痕部や小葉間結合織に樹脂が注入されぬ關係上、個々の小葉の形態を明らかに知る事が出来る。即ち、注入標本によれば、肺表面からすると、写真1の様に、直径概ね2cm内外の不規則、多角形の網の目形が認められるが、側面からすると、第1圖の様に、個々の肺小葉は略々円錐形を呈し、夫々中樞部に向つて集束されており、その最中樞端から小葉の中心部に向つて走る1本の気管枝とこれに沿つて走る1本の肺動脈枝とが入り、各小葉間は肺靜脈に屬する小葉間靜脈枝と結合組織とからなる薄い被膜とで境されている。又小葉に到る気管枝は、我々の觀察成績では、各肺葉気管支を第1次気管枝とすると、通常第7～第9次気管枝の中何れかに相当し、健常肺に於ける内径は約0.2～0.3cm内外で、肉眼的に

第1図 肺 小 葉

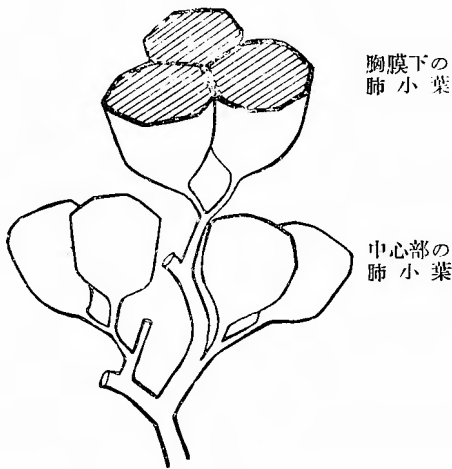
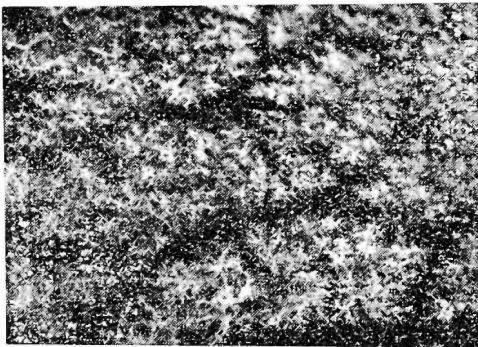


写真 1: 肺小葉 (肺胸膜面より見ると不規則な多角形の網の目形として観察される)



毎常管腔を認める事が出来る。

一方臨床的には、肺結核症の運命を大きく左右する因子として、病巣の大きさが問題とされており、隈部氏によれば小葉大以上の乾酪巣は早晩空洞化するといわれているが、この事は空洞と誘導気管枝との関係に就て臨床的並びに局所解剖学的に検討した我々の成績からしても首肯し得る処である。即ち、第7～第9次気管枝では、中等度以上に虚脱した肺に於ても、内腔は少なくとも深呼吸時には閉鎖する事なしに開放されており、小葉大以上の乾酪巣は殆んど常に關係気管枝内腔に直面した状態で気道内圧の影響を蒙っているものと考えられる。従つて小葉気管枝並びにこれより中枢側の気管枝は誘導気管枝として成立する為に充分な形態的条件を備えており、小葉大以上の大きさの乾酪巣は常に空洞化の危険に曝されているものと考えられる。

以上の様に、肺結核の進展、殊に乾酪巣の空洞化する観点からみると、肺小葉は形態的にも臨床的にも、気管支系に於てある一つの単位を構成しているものという事が出来る。

2) 肺小葉の微細構造

肺小葉が多い場合10数個の細葉からなる事は成書の記載と同様であるが、我々の観察成績では、その立体的基本形は第2図に示す通りになる。

第2図 肺小葉の構造

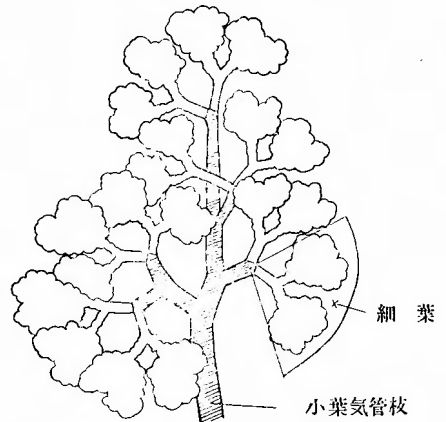
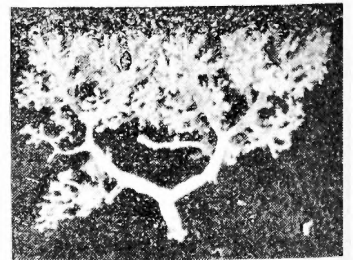


写真 2; 肺胸膜直下の隣合つた2個の肺小葉 (第8次気管枝以下の合成樹脂塑型、側面、3×)

a) 肺胞管まで合成樹脂が注入されている

又小葉内に於ける細葉の配列は、写真2及び写真3に示す様に、肺の表面と深部、或いは肺葉の隅角部と



b) 肺胞群にまで合成樹脂が注入されている

中心部とは若干趣を異にしている。肺小葉の微細構造を立体的に観察する事はかなり困難ではあるが、部分毎に顕微鏡

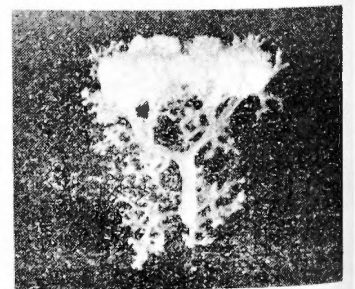
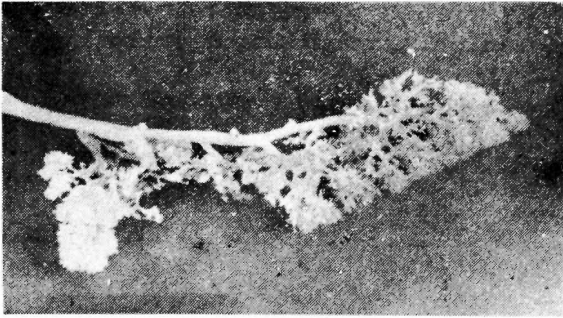
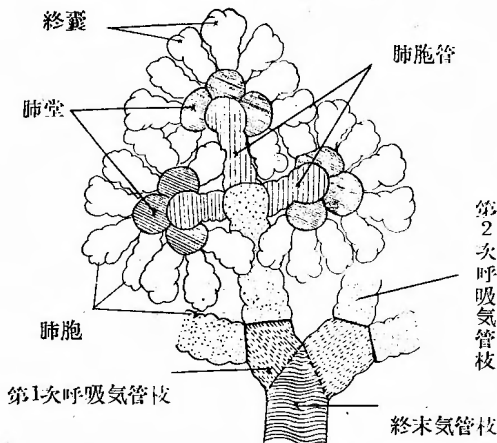


写真3：肺葉隅角部の小葉群（左上葉S₆）

（第4次気管枝以下の合成樹脂模型，側面，2×）



第3図 細葉の構造



下に観察した処を綜合して模式化すると第3図の通りになる。

即ち小葉気管枝は通常1～2回分岐した後、終末気管枝となり、終末気管枝は第3図の様に、更に分岐して第1次呼吸気管枝となる。そして終末気管枝以下の領域が細葉を形造る訳である。呼吸気管枝の側壁の一部には既に肺胞が認められ、第1次呼吸気管枝は更に分岐して第2次呼吸気管枝となり、又第2次呼吸気管枝は原則として3方向に分岐して肺胞管となり、肺胞管の先端部は再び3方向に突出している。この突出部はMillerの所謂肺堂 Atriaに当る部分であり、この突出部が更に小川（陸）教授の所謂終囊となつている。

以上の中、気管支構造の大綱に就ては小川，Millerの記載と同様であるが、我々の観察によれば、第2次呼吸気管枝以下では気管枝は夫々3方向に分岐しており、肺胞管の先端部（肺堂）にも通常3個の終囊が認められ、現在の処例外は認められない。又終囊を形成する肺胞の数は10数個である。

第4図は第2次呼吸気管枝以下に相当する細葉の1/4大の部分に於ける肺胞群を外から見たもので、第3図に示したものの1/4大の部分に当る。

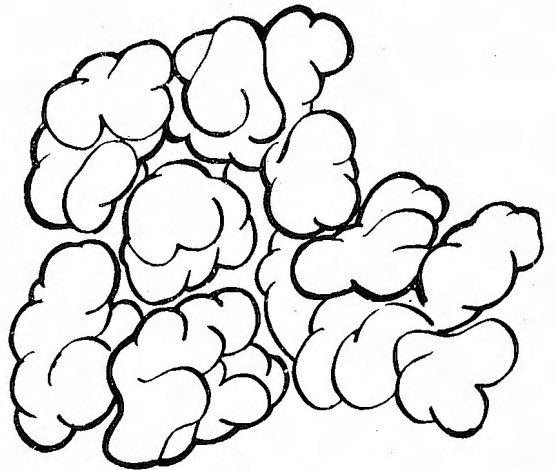
3) 肺小葉の分類と配列

人工気胸術が行われると、肺は自己の弾力性によつて収縮し、気管支系はその長さと内径とを収縮し、気道内腔の容積は減少する。

この際に於ける肺虚脱は全般的に均等に招来されずに、気道の末梢、特に呼吸気管枝以下の部分に著明に招来される。

以上の所見は臨牀的に気胸肺の線鏡的観察から推定される処であつて、中等度以上の虚脱肺では気胸前に

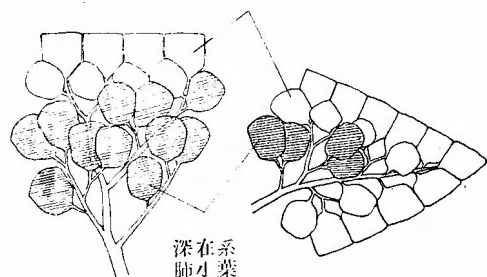
第4図 細葉の1/4に相当する肺胞群の外観



於ける胸膜面から深さ3～4 cm までの部分に最も著明な虚脱が認められる。又気胸肺の気管支造影像では、虚脱が軽度の場合には気管枝は屈曲する事なく、造影剤は各肺葉の第9次気管枝以下の領域へも容易に流入して肺胞内にも造影剤が認められるが、虚脱が高度の場合には気管支は各分岐部毎に拡げた傘をすばめたかのような形に集束せられ、分岐部間の長さは短縮し、内径は著明に狭小となり、造影剤は巧みに注入された場合でも第7～第8次気管枝の所で停止しており、それ以下の部位への流入は殆んど認められず、又虚脱が高度の場合でも気胸肺では原則的には気管支の屈曲が認められない。即ち、人工気胸術によつて虚脱し易い部分は略々第8～第9次気管枝以下の領域であろうと推察される。この点に就て、森氏は同じく気管支造影像を分析し、第4次分岐部以下の高次分枝に於て気管支への著明な影響が認められると述べている。

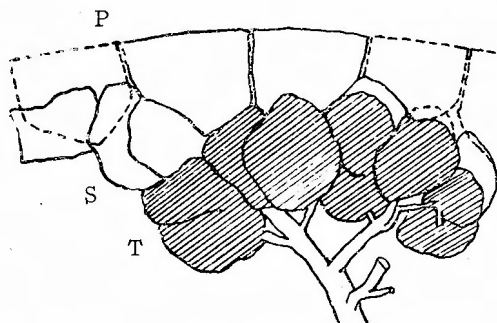
又合成樹脂注入標本による前述の観察では、各肺葉気管枝が5～6回分岐した後に達する概ね第7～第9次気管枝が小葉気管枝であり、第9次気管枝に続く最も末梢の小葉は肺胸膜面にまで達しているが、第7～第8次気管枝自体が小葉気管枝となつている様な場合には、肺葉の隅角部を除けば、所属小葉が肺の内部にあつて胸膜下に達しておらぬ場合が多い(写真3参照)。即ち、第5図に示す様に、胸膜面に接している一層の肺小葉群の中核側には、相隣り合つた小葉間の間隙を埋める形で、第2、第3層という様に、肺表面から肺の深部に涉つて数層の小葉群が認められる。

第5図 肺小葉群の配列
表在系肺小葉



それ等の中、胸膜面から1～2層のものでは、軽度乃至中等度の肺虚脱によつて容易に影響を蒙り、一般に無氣肺化している關係上、肺胞内へ注入された合成樹脂は空気を含みぬ状態で肺胞内を密に充して硬化しており、最表層の小葉は肺胸膜面を底とし、直径約1.7cm、高さ約1.5cmの類円錐体として観察される。併しこれより中核側の小葉群では、氣道の末梢部に若干の空気を含んでおり、特に加圧して注入せぬ限り、肺泡道から末梢へは樹脂が注入され難い關係上、合成樹脂

写真4 表在系及び深在系肺小葉の合成樹脂型
型(側面、2×)



P……肺胸膜、S……表在系肺小葉、T……
深在系肺小葉

型による両小葉群の形態には、写真4の様に、著しい差違が認められる。

従つて以上の所見から、肺の凡ての小葉群を、第5図の様に、「表在系小葉群」と「深在系小葉群」とに大別する事が出来る。即ち、軽度乃至中等度の肺虚脱によつても容易に影響を蒙り、高度の肺虚脱の場合には殆んど完全に無氣肺化し、且解剖学的には肺表面から(非虚脱状態に於て)3～4cmの深さに渉り1～2層に配列する「表在系小葉群」と、表在系小葉群に带状に包まれた状態で肺葉の中心部に位し、軽度乃至中等度の肺虚脱によつては余り影響を蒙らず、高度の虚脱肺に於ても尚、小葉の構造と機能とを保持する「深在系小葉群」とに大別する事が出来る。

又、同じく合成樹脂標本による肺の血管系の観察によれば、肺動静脈間の交通には、表在系肺小葉群を灌流する肺動脈幹→肺葉動脈→区域動脈→小区域動脈→小葉動脈→細葉動脈→分岐毛細管→網状毛細管等を経て血液が肺静脈に移行する周知の経路の外に、肺の深部では深在系肺小葉を灌流する短い循環系路、即ち、小区域動脈と小葉動脈との中間部のかなりの太さの部分から極めて短い動脈枝が分岐し、この動脈枝から直接毛細血管に移行し、次いで同じく極めて短い静脈枝を経て小葉静脈と小区域静脈との中間部のかなりの太さの静脈へと移行する別の経路とが明らかに認められるのであつて、肺小葉を中心とする以上の様な気管支並びに血管系の形態的所見は、肺表層部に肺虚脱その他による循環障碍が存する場合に於ける肺の呼吸循環機能の調節に密接な關係を有するものと推定される。

Macklinは肺を周辺系と中心系とに大別し、呼吸小気管枝から末梢を周辺系、終末気管枝より中核側を中心系と名付け、前者は一部は空氣及び分泌物の

伝搬に与り、大部は呼吸に関係し、後者は呼吸に関係なく空気及び分泌物の伝搬のみに関与すると述べ、呼吸運動時に於ける気管枝運動を説明しており、又 F. Sauerbruch は小葉の配列に就て以下の様に詳述している。即ち、Sauerbruch は、呼吸に与るのは葉套 Lappennmantel であり、葉套は内外二層の小葉群よりなり、外層の小葉群は第 3～第 4 次小気管枝に相当し、又葉套に包まれた肺葉の中心部、即ち、葉核 Lappenkern は小葉群を欠如した肺葉気管枝、血管、リンパ節及び神経叢神経節等のみよりなり、これ等は結合織に取り囲まれて互いに連つていと述べている。Sauerbruch のいう所謂葉套は我々の表在系小葉群に当るものかと思われるが、我々の研究によれば、肺小葉群を葉套に於ける二層のみと考えているのは明らかに誤りである併し、葉套に於ける肺小葉の配列と大きさ等に就ては比較的正確に記載しており、その点では合成樹脂標本による我々の観察成績と略々同様である。

4) 気管支系の構造からみた人工気胸術の適応

肺虚脱療法の奏効機転は単一なものではなく、一般にいわれている様に、各種の要因に基くものであり、その直接的な効果は病巣の被包化と空洞の濃縮化による排菌源の遮断とによるものと考えられるが、肺の虚脱形態から考えて、人工気胸術によりその効果を最も多く期待し得るのは表在系肺小葉群に属する病巣であり、深在系肺小葉群に属する病巣では著明な効果を期待し得ぬものと考えられる。併しながら、肺の結核性病巣、特に初期の病巣が、初感染巣と二次肺結核症との何れを問わず、比較的肺の表面に近く発生する事は臨床的にも病理解剖学的にも広く知られている処であるから、気胸術の適応判定に当つて最も重視すべき要素は、乾酪巣又は空洞の大きさ、換言すればそれ等に向つて開通している気管枝の太さ如何であると考えられる。

又滲出性機転によつて始まる肺の結核性病変は、その病勢の如何によつては非可逆的变化、即ち凝固壊死に陥るが、凝固壊死巣(乾酪巣)では周知の様に、気管枝末梢や肺胞の内部構造が破壊されずにそのまゝ取り込められている事が多く、病巣の何れかの部分が関係気管枝を介して気道内圧の直接的な影響を蒙っている事が多い。斯る乾酪巣を Graeff は Geschlossene Kavernen と名付け、これを広義の空洞と見做しているが、それ等はどれも内部崩壊が認められぬ点で定型的な空洞と異なるのみであり、気道に向つてはやはり開放され

ていると同様な状態にあるのである。

人工気胸術は定型的な空洞では勿論、以上の様な状態にある乾酪巣に於ても、これを気道から遮断し、排菌源としての性格を除外しようとするものであるが、本法の施行に当つては単に関係気管枝を器械的に閉鎖せしめるのみならず、器質的閉塞をも将来に期待し得る様にすることが望ましい。然るに人工気胸術によつて充分な器械的閉鎖を期待し得るのは、前述の様に略々第 8～第 9 次気管枝以下の領域であり、而もその領域は表在系の肺小葉群に当る訳であるから、虚脱形態からしても、病巣の大きさからしても気胸術によつて確実な効果を期待し得るのは、表在系の肺小葉群に属する病巣のみであり、又その大きさも小葉大以下のものでなければならぬ事になる。最表層に於ける小葉の大きさは、前述の様に、実測値では底面の直径 1.7 cm、高さ 1.5 cm の類円錐体であり、従つて線普通写真上、気胸術によつて良好効果を期待し得るものは、周焦炎をも含めた陰影の大きさ直径 3 cm 以内のものであらうと考えられる。

貝田氏は気胸の的確な効果は Sauerbruch の所謂葉套にある病巣、即ち肺の周辺に近い病巣の場合に期待すべきであると述べているが、前述の様に Sauerbruch のいう葉套を仮りに我々の表在系肺小葉群と略々同様のものと見做すならば、貝田氏の見解は気胸の適応に対する我々の夫れに近い訳であり、「肺の結核性病巣の予後はその位置により宿命的なものである」とする氏の見解は、我々の立体解剖学的観察成績からしても略々正鵠を得たものと考えられる。

結 論

我々は肺小葉を中心とする気管支系の構造に就て、立体的並びに顕微鏡的に観察すると共に、併せて気管支系の構造から人工気胸術の適応に就て考察し、以下の結論を得た。即ち、

1) 肺小葉は肺表面からすると、不規則、多角形の直径約 2 cm 内外の網の目形に認められ、側面からすると、中樞部に向つて集束されている類円錐形に認められる。その最中樞端から小葉の中心部に向つて走る 1 本の気管枝とこれに沿つて走る 1 本の肺動脈枝とが入り、各小葉間は肺動脈に属する小葉間静脈枝と結合組織とからなる薄い被膜で境されている。

2) 肺小葉に到る気管枝は各肺葉気管支を第 1 次気管枝とすると、通常第 7～第 9 次気管枝の中何れかに

相当し、健常肺に於ける内径は約0.2~0.3cm内外で、肉眼的にも毎常管腔を認める事が出来る。又中等度以上の虚脱肺に於ても肺門部から小葉気管枝に到る気管枝には（深呼吸時に於ては）内腔の器械的閉鎖が認められない。

3) 肺小葉は多くの場合10数個の細葉からなっており、小葉気管枝は通常1~2回分岐した後終末気管枝となり、終末気管枝は更に分岐して第1次呼吸気管枝となる。第1次呼吸気管枝の側壁の一部には既に肺泡が認められ、第1次呼吸気管枝は更に分岐して第2次呼吸気管枝となる。又第2次呼吸気管枝以下の領域では原則的に3方向への気管枝分岐が認められる。即ち第2次呼吸気管枝は3方向に分岐して肺泡管となり、肺泡管の先端部は再び3方向に突出して肺堂となり、肺堂は更に3個の終葉に分たれている。又終葉を形成するのは10数個の肺胞群である。

4) 肺小葉は肺表面から肺葉の深部に向つて数層に配列し、胸膜面に接している一層の肺小葉群の中枢側には、隣り合つた小葉間の間隙を埋める様な形で、第2、第3層という様に、数層の小葉群が認められる。それ等の中、胸膜面から1~2層のものと、その中枢側のものとは、形態的に、かなりの差違が認められ、虚脱肺に於ては特にその差違が著明である。

5) 肺の凡ての小葉は、その形態と機能とからみて、表在系小葉群と深在系小葉群とに大別する事が出来る。即ち、軽度乃至中等度の肺虚脱によつて容易に影響を蒙り、高度の肺虚脱によつては殆んど完全に無気肺化し、又解剖学的には肺表面から3~4cmの深さに涉り1~2層に配列する表在系小葉群と、これによつて帯状に包まれて肺葉の中心部に位し、軽度乃至中等度の肺虚脱では余り影響を蒙らず、高度の虚脱肺に於ても尚、小葉の構造と機能とを保持する深在系小

葉群とに大別する事が出来る。

6) 肺動脈間の交通には、表在系肺小葉群を灌流する肺動脈幹→肺葉動脈→区域動脈→小区域動脈→小葉動脈→細葉動脈→分枝毛細管→網状毛細管等を経て血液が肺静脈に移行する周知の経路の外に、肺の深部では深在系肺小葉を灌流する短い循環経路、即ち、小区域動脈と小葉動脈との中間部のかなりの太さの部分から極めて短い動脈枝が分岐し、この動脈枝から直接毛細血管に移行し、次いで同じく極めて短い静脈枝を経て小葉静脈と小区域静脈との中間部のかなりの太さの静脈へと移行する別の経路とが認められ、後者は肺虚脱時に於ける循環呼吸機能に密接な関係を有するものと思われる。

7) 肺の虚脱形態及び病巣の大きさからすると、人工気胸術の適応となり得るものは、表在系小葉群に属する病巣であり、その大きさは周焦炎像をも含め、レ線普通写真上直径3cmを超えぬ程度のものと考えられる。

主 要 文 献

- 1) Graeff, S.: Erg. gesamt. Tbkforsch., 7, 257 (1935)
- 2) 貝田勝美: 日本臨床結核 10巻, 2号 59~62頁 (昭. 26. 10)
- 3) 隈部英雄: 人体内に於ける結核菌の生態 (昭和24年)
- 4) Miller, W. S.: The lung. C. C. Thomas, Springfield, Ill and Baltimore, Md (1937)
- 5) 森万寿夫: 日本臨床結核 9巻, 11号 (昭. 25. 11)
- 6) 長沢直幸・山下政行: 結核研究 8巻, 1号 (昭. 27. 7)
- 7) 長沢直幸・山下政行・岡本博史・豊島博忠: 第5回胸部外科学会総会 (昭. 27. 10)
- 8) 小川陸之助: 京都医学雑誌 12巻, 3号 (大. 5. 7)
- 9) Sauerbruch, F.: Chirurgie der Brustorgane Bd. I (1930)