

Title	末梢肺病変のCT像 伸展固定肺標本の軟X線像とCT像の比較
Author(s)	長寄, 鼎二
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1985, 45(7), p. 1000-1008
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14709
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

末梢肺病変のCT像

伸展固定肺標本の軟X線像とCT像の比較

長崎大学医学部放射線医学教室（主任：本保善一郎教授）

長 寄 鼎 二

（昭和60年3月18日受付特別掲載）

（昭和60年5月21日最終原稿受付）

Computed Tomography of Peripheral Lung Disease —Comparison between Soft X-ray Photograph and CT Target-Image of Inflated Fixed Lung—

Masazi Nagasaki

Department of Radiology, Nagasaki University of Medicine

Research Code No. : 506

Key Words : CT, Soft X-ray, Inflated fixed lung

The author made a comprehensive study concerning the role of computed tomography (CT) in the diagnosis of peripheral lung disease. The capability of CT was evaluated by comparison between the soft X-ray photographs and CT target-images of the inflated fixed specimens of normal and diseased lungs.

With soft X-ray photographs of the inflated fixed lung specimens in normal case, the arterioles and their accompanying bronchioles are separately visible, as well as interlobular septa and veins. With CT target-images of the same specimens, the interlobular septa and the branching pattern of the peripheral arterioles and bronchioles are visualized, although the latter two structures can not be identified separately. CT target-images of normal living individuals are unable to delineate the secondary interlobular septa. However, the branching pattern of accompanying arterioles and bronchioles can be traced as peripherally as about 5mm to the pleura.

Soft X-ray photographs of the inflated fixed lung specimens with pathology are capable to delineate most clearly the diseased areas in terms of their relationship with the peripheral lung structures. CT target-images of the same specimens are also useful to analyse diseased areas, although the obtained images are somewhat blurred.

Clinical application of CT target-images in peripheral lung diseases is so far limited, but they may be useful to analyse peripheral lung pathology.

1. はじめに

呼吸器疾患においては胸部単純X線写真の重要性は極めて大きい。正常肺組織は多量の空気を含むため、肺病変の多くは単純X線写真で描出される。しかし肺病変が非常に多彩であるのに、単純X線像は非特異的であり、病変の存在はわかっても質的診断は困難なことが多い。また、通常の断

層写真は、その原理から必然的に前後のボケ像を伴い、病変の詳細な解析には不十分である。

一方、Heitzman¹⁾によってはじめられた剖検肺の伸展固定標本を用いた研究によって、末梢肺の正常解剖および末梢肺野病変を、二次小葉を単位として詳細に検索することが可能になった。これによって末梢肺野病変の成り立ちや進展様式など

についての理解が飛躍的に向上したといえる。しかしながら、これらの研究成果を胸部単純X線写真の読影に直ちに還元することは可能ではなかった。それは伸展固定肺のX線像と、生体の胸部X線像とのギャップがあまりに大きいからである。高解像CTは、このギャップをうめる有力な手法として期待されている²⁾。

本論文では、正常および病変を有する肺の伸展固定標本の軟X線写真とCT Target-imageを比較し、CT像の解析を行なった。

2. 研究方法

2-1. 伸展固定肺標本の作製

伸展固定肺の作製はHeitzmanの方法¹⁾に準じた。剖検にて摘出された肺の主気管支に、径の適合したカニューレを挿入し、これより20~25cm水柱圧で固定液(ポリエチレングリコール400:99%エチルアルコール:36%ホルマリン:水の10:5:2:3混合液)を持続的に注入しつつ、全体を同じ固定液に浸す。約3日間で十分固定される。この後、主気管支に挿入したカニューレより、空気ポンプによって20~30mmHgの圧で持続的に空気を注入する。まえもって注入されていた固定液は胸膜面からにじみ出るようにして排出される。2~3日間で不要な固定液は排出され、半乾燥状態となる。固定液及び空気の注入圧を守れば、肺胞壁などの構造が破壊されることはない。でき上がった標本は永年半乾燥状態を保ち、その断面は肉眼及び実体顕微鏡による観察に適しており、切片の軟X線写真は肺の正常構造、病変の拡がりなどを極めて詳細、精密に描出する。また病理組織標本の作製は通常の方法で行なえる。プラスチックの容器に密封保存している2年前の標本は、未だに作製時とほとんど同じ状態を保っている。

2-2. CT撮影

このようにして作製した伸展固定肺のCT像を撮影する。全身用CT装置(GE CT/T 8800)を使用し、厚さ5mmでTarget-imageを作製する。また伸展固定肺を5mm厚切片とした後、これを発泡スチロールではさんでCT像を撮影したものもあるが、同様の像が得られる。

Target-image作成のプログラムは二種類あるが、“bone detail”プログラムを使用することによって鮮明な肺野のCT像を得ることができる。以下のCT像は全てTarget-imageである。

2-3. 軟X線写真撮影

肺を5mmの厚さの切片として撮影する。乳房撮影用モリブデン管球で、22kVp, 100mAで9秒間曝射、フィルムは軟X線用超微粒子フィルムを使用する。

3. 検討対象

1982年6月から1984年5月までの2年間に長崎大学病院で行なわれた病理解剖のなかで、主治医および病理解剖執刀医の了承、協力が得られた64例の左肺で伸展固定標本の作製と写真撮影を行なった。いずれの症例も組織学的検討がおこなわれており、肺炎5、肺水腫6、肺出血4、肺アスペルギルス症9、転移性肺腫瘍および癌性リンパ管症6、転移性肺石灰化症3、新生児9、その他軽度の肺うっ血のみのもの、種々の病変の混在したものなど22例であった。血液疾患例が多かった為、やや偏った症例内容になっていると思われるが、このうち肺の末梢構造との関係において病変を解析することがとくに重要と思われる症例について検討した。

4. 結果

4-1. 正常の伸展固定肺切片の軟X線写真では、気管支と、これに伴走する肺動脈及びこれらの間を走る肺静脈が認められる。末梢部では終末細気管支とこれに伴走する肺動脈が識別でき、良く発達した小葉間隔壁は明瞭に認められる。同切片のCT像では、末梢部で肺動脈と細気管支を別々に識別することはできないが、小葉間隔壁は描出され、小葉構造と肺動脈・細気管支分岐の解析は可能である。

臨床例の正常肺野CT像では小葉間隔壁は描出されず、末梢部で肺動脈と細気管支の分離はできないが、胸膜下約5mm位までは十分追跡できる。即ち二次小葉の中心に位置する肺動脈と細気管支まで描出されていると考えられる。

4-2. 病変例の伸展固定肺切片の軟X線像は、病変が血管、気管支系や小葉間隔壁・胸膜との関係

においてどのように拡がっているかを極めて精密に描出することができる。同じ切片のCT像は、写真としてはやや不鮮明になるが、既存構造との関係において病変を解析するには十分有用である。

気管支肺炎では病変が細気管支周囲に限局しており、進行した肺炎では二次小葉を埋めるように拡がる。癌性リンパ管症では肺動脈・気管支壁、小葉間隔壁の肥厚がおこる。septic emboliの小点状病変はCTで認められる肺血管、気管支とは一定の関係を示さないが、胸膜に接する病変がある。限局性の肺気腫病巣もよく描出される。

5. 症 例

5-1. 正常像

症例1. 26歳, 男性 (Fig. 1~4)

伸展固定肺の5mm厚切片の軟X線像(以下単に軟X線像という)でみれば小葉間隔壁は径約1~2cm程度の多角形の隔壁構造として認められる(Fig. 1)。良く発達し、全周にわたって認められることもあるし、発達が悪く不明瞭なこともある。肺動脈・気管支はほぼ伴走して分岐しながら末梢に到る。壁が薄く内腔の広く見えるのが気管支である。肺静脈は、肺動脈・気管支分岐の間を走行している(Fig. 2)。末梢部では、二次小葉内

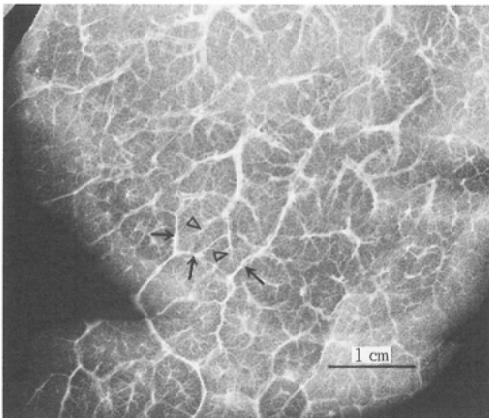


Fig. 1 Case 1 (26 year old male). Soft X-ray photograph of the sliced inflated fixed lung; normal appearance
Interlobular septa (arrows) and pulmonary artery and bronchiole in the center of the secondary lobule (arrow heads) are clearly seen.

で分岐する終末細気管支と伴走する肺動脈が識別出来る(Fig. 1)。

同じ切片のCT像でも小葉間隔壁とその中心部の肺動脈・細気管支が描出される(Fig. 3)。肺動脈の分岐と、これとは走行の異なる肺静脈が識別

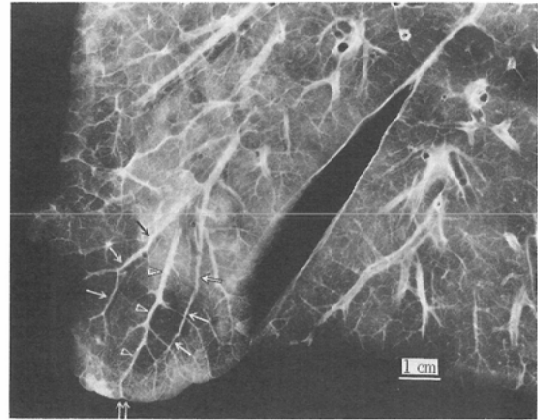


Fig. 2 Case 1. Soft X-ray photograph of another slice; normal appearance
Accompanying pulmonary arteries and bronchioles (arrows) and pulmonary vein (arrow heads) are identified. Most peripheral portion of the pulmonary vein reaches the interlobular septa (double arrow).

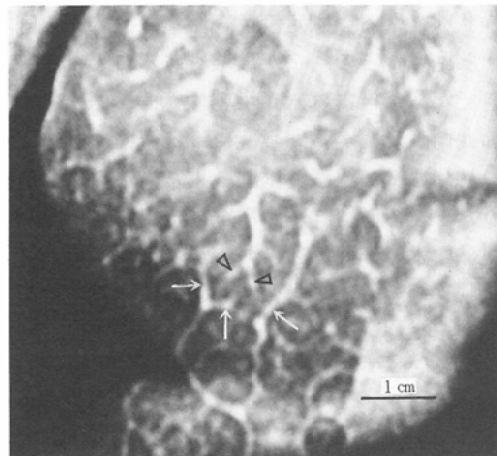


Fig. 3 Case 1. Computed tomogram of the same slice as Fig. 1
The interlobular septa (arrows) and pulmonary arteries and bronchioles (arrow heads) are well visualized, although the latter two structures are not separately identified.

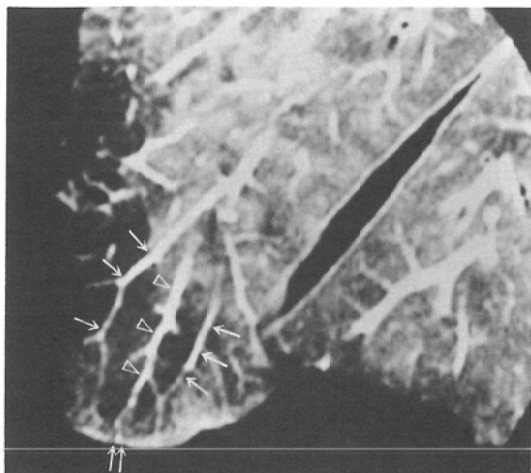


Fig. 4 Case 1. Computed tomogram of the same slice as Fig. 2
Pulmonary arteries and bronchioles (arrows), pulmonary vein (arrow heads) and interlobular septa (double arrows) are visible.

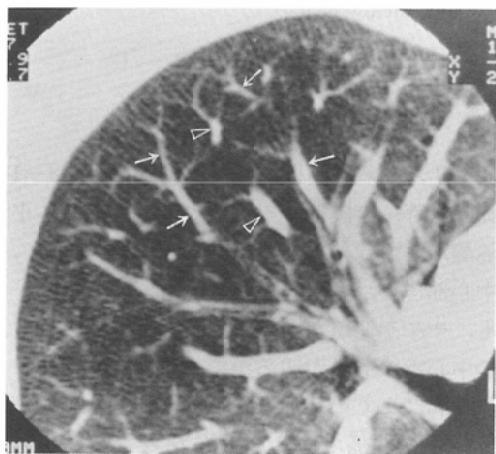


Fig. 5 case 2 (37 year old male). Computed tomogram of the lung; normal appearance
Pulmonary arteries (arrows) and vein (arrow heads) are well visualized. Most peripheral portions represent interlobular branchings.

できるが、このような末梢部では細気管支と肺動脈とを分離して識別することはできない (Fig. 4).

症例 2. 37歳, 男性, 臨床例 (Fig. 5)

肺辺縁部胸膜直下約5mm位までの肺動静脈が十分識別できる。最末梢部においては、二次小葉

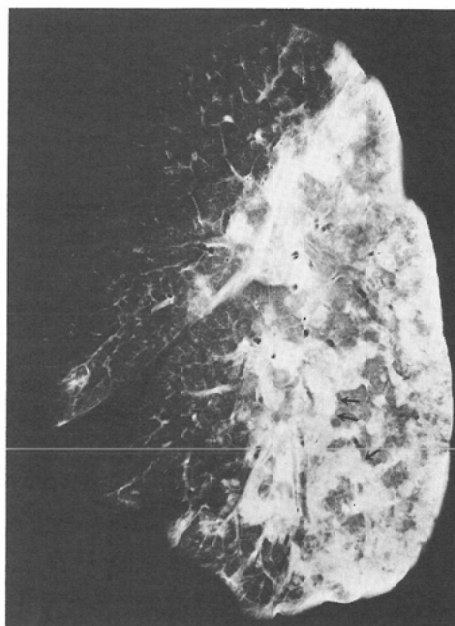


Fig. 6 Case 3 (62 year old female). Soft X-ray photograph of the sliced inflated fixed lung; pneumonia
Pneumonic areas are sharply demarcated by the interlobular septa (arrows).

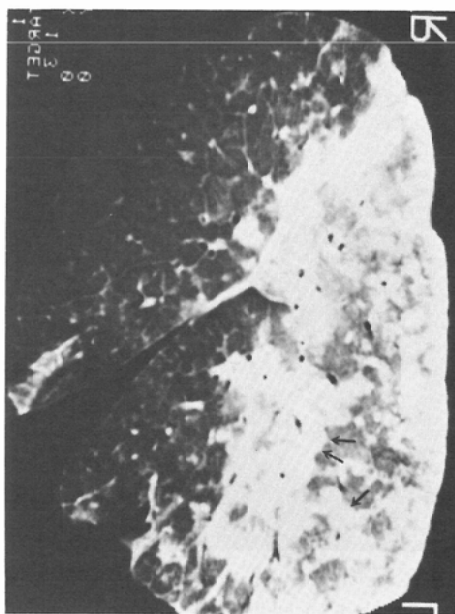


Fig. 7 Case 3. Computed tomogram of the same slice as Fig. 6; pneumonia
Pneumonic areas are sharply demarcated by the interlobular septa (arrows).

中心部の肺動脈・細気管支分岐が描出されていると思われるが、肺動脈と細気管支は別々には識別できない。2本の肺動脈の間にある肺静脈は明瞭に認められるが、小葉間隔壁は描出されない(Fig. 5)。

5-2. 二次小葉を単位として広がる病変

症例3. 62歳, 女性, 肺炎 (Fig. 6, 7)

病変は主に下葉に広範に分布している。軟X線像で、病変の境界が画然としている部分がある (Fig. 6)。病変で埋めつくされた二次小葉に含気の保たれた二次小葉が接している。組織学的にも小葉間隔壁によって病変が境界されていることが確認された。

CT像でもこのような分布と病変の小葉間隔壁による鮮明な境界が描出されている (Fig. 7)。臨床例のCT像でも肺炎の病巣が小葉間隔壁によって鮮明かつ直線的に境界されているのが判ること

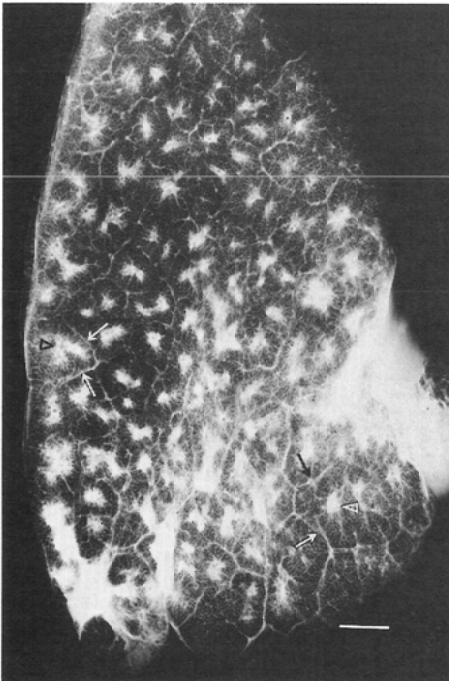


Fig. 8 Case 4 (63 year old male). Soft X-ray photograph of sliced inflated fixed lung; bronchopneumonia

Secondary pulmonary lobules circumscribed by the septa (arrows) and the small central foci (arrow heads) are visible.

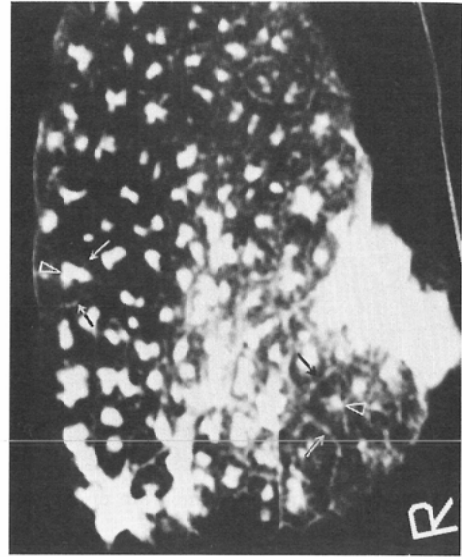


Fig. 9 Case 4. Computed tomogram of the same slice as Fig. 8

Although the interlobular septa are only faintly discernible (arrows), the central foci are clearly visible (arrow heads).

がある。

5-3. 二次小葉の中心に分布する病変

症例4, 63歳, 男性, 気管支肺炎 (Fig. 8~11)

肺外側部, 胸膜近くの切片の軟X線像で、小葉間隔壁が明瞭な多角形の構造として認められ、その中心部に小点状の病巣がある (Fig. 8)。CT像でも、やや不明瞭ながら小葉間隔壁が認められ、その中心部の病巣が明らかである (Fig. 9)。

やや肺門よりの切片の軟X線像でみれば、気管支分岐との関係で病変の分布をみる事ができる。終末細気管支の周囲に、あたかも木の枝に花が咲いたように小病変が分布している (Fig. 10)。CT像では小葉間隔壁は不明瞭であるが、分岐した肺動脈・細気管支に沿って点状の陰影が認められる (Fig. 11)。

5-4. 間質の肥厚をきたす疾患

症例5, 66歳, 男性, 癌性リンパ管症 (肺癌, 肺気腫合併) (Fig. 12, 13)

組織学的にリンパ管内の広範な腫瘍細胞の浸潤と、肺内の結節形成が認められた。気管支, 肺動脈壁, 胸膜下, 小葉間隔壁内リンパ管への浸潤を

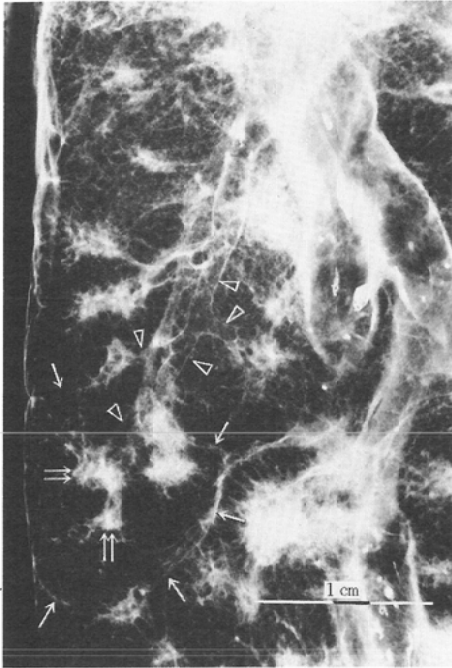


Fig. 10 Case 4. Magnified view of another slice. The interlobular septa (arrows) and accompanying pulmonary arteries and bronchioles (arrow heads) are noted. Small foci are located in the central portion of the secondary pulmonary lobule—peribronchiolar distribution (double arrows).

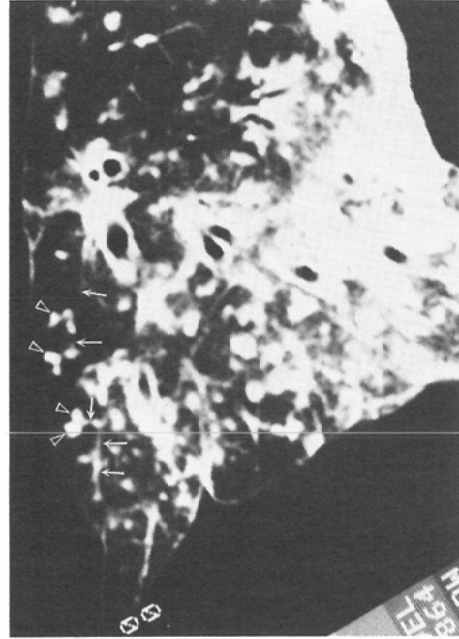


Fig. 11 Case 4. Computed tomogram of the same slice as Fig. 10

The relationship of the branching of pulmonary arteries and bronchioles (arrows) and the infiltrates (arrow heads) can easily be recognized. The pulmonary artery and bronchiole can not be separately identified.

反映して、軟X線像では、これらの構造の肥厚が明らかで、気管支・肺動脈辺縁が不鮮明となっている。なお小葉中心性肺気腫がある(Fig. 12)。CTでもこのような状態が良く描出されている。多発する小さな気腫性病変が二次小葉の中心部分にあることが判る (Fig. 13)。

5-5. 二次小葉や脈管との関係が一定していない病変

症例 6. 12歳, 男性, septic emboli (Fig. 14, 15)

軟X線像では、径1~2mm大の小病変ないし1cm大の結節が多発している。細気管支周囲にあるもの、胸膜や小葉間隔壁に接するもの、これらの構造と離れて肺気実質内にあるものなどさまざまである (Fig. 14)。CT像でも病変と血管・気管支系との関係は特定し難いが、胸膜に接する病変のあるのは明らかである (Fig. 15)。

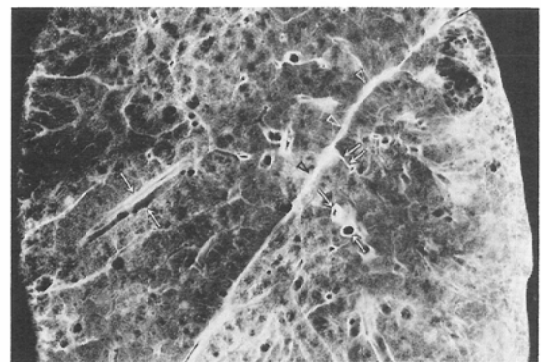


Fig. 12 Case 5 (66 year old male). Soft X-ray photograph of sliced inflated fixed lung; lymphangitis carcinomatosa

Thickening of the pulmonary arterial and bronchial walls (arrows), interlobar fissure (arrow heads) and interlobular septa (double arrows) are noted. Centrilobular emphysema is also noted.

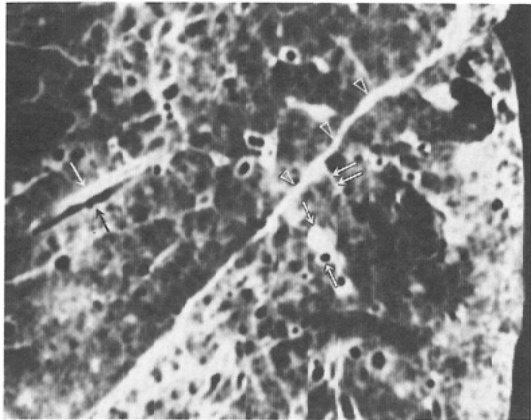


Fig. 13 Case 5. Computed tomogram of the same slice as Fig. 12

Thickening of the pulmonary arterial and bronchial walls (arrows), interlobar fissure (arrow heads) and interlobular septa (double arrows) can well be appreciated. Multiple emphysematous foci are noted in the central portion of the secondary lobule.

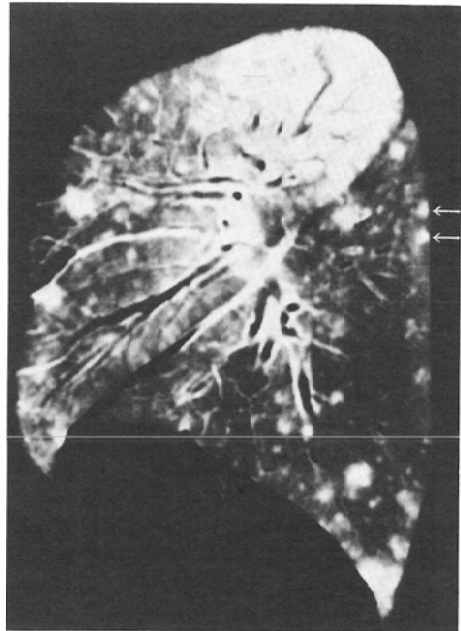


Fig. 15 Case 6. Computed tomogram of the same slice as Fig. 14

Multiple small nodules are visible. Some nodules show subpleural location (arrows).

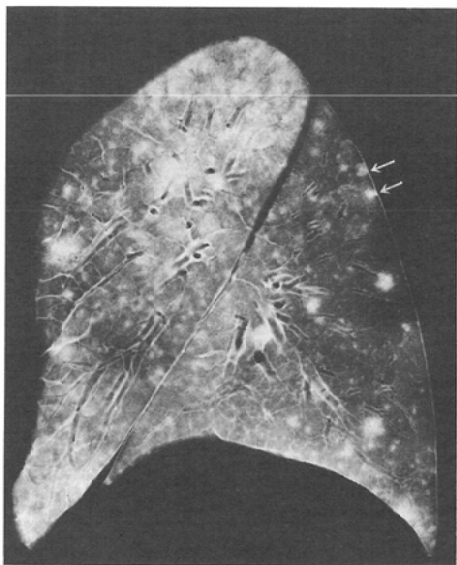


Fig. 14 Case 6 (12 year old male). Soft X-ray photograph of sliced inflated fixed lung; septic emboli

Multiple small nodules are diffusely disseminated. Some nodules are contiguous with the pleura (arrows). Infiltration in apex and lingula are due to pulmonary edema.

6. 考 案

最近伸展固定肺を用いて、正常解剖の検討、病理像と軟X線像の比較が行なわれるようになり、それらの知見のCT像・胸部単純X線像への還元も試みられている。そのようななかで high resolution CTが肺野病変に対してどのような役割を果たせるのかが注目されている。

伸展固定肺標本は薄い切片として観察することが可能で、X線写真を撮ると病変部と非病変部の違いが明らかで、必要な部位を指定して組織標本作製することができ、病理像とX線像の詳細な比較が可能である。これらのことは通常のホルマリン固定をした肺標本では全く不可能なことである。Heitzmanによって発表されたこの方法は肺病変のX線像を理解するうえで極めて重要なものである。

1978年伊藤は伸展固定肺の5mm厚切片の軟X線像を用いて小葉中心性小結節影の精密な検討を発表した³⁾。その後同様の方法を用いて肺末梢部の気道構造⁴⁾⁵⁾、血管構築⁶⁾、小葉構造からみた肺病

変²⁾などの基礎的検討が行なわれている。更に肺野 CT Target-image が病理像を良く表すことを証明⁷⁾したり、伸展固定肺の軟 X 線像から得られた知見を胸部単純 X 線像の読影に還元しようとする試み⁸⁾もなされている。このようにして、伸展固定肺の軟 X 線像と胸部単純 X 線像との間に CT 像をおくことによって、これらを一連の画像として理解できるようになりつつある。伸展固定肺標本を作製して検討できる症例は限られるが、臨床例の CT 像は容易に得ることができる。伸展固定肺の軟 X 線像や CT 像で得られた知見は臨床例の肺野 CT 像の解析に有用であるし、さらに単純 X 線像の読影への還元も期待できる。

肺野の CT 像を解析する場合は、気管支、肺血管分枝と、小葉間隔壁の両者に注目することが必要である。正常構造は症例 1 で示した通りである。正常の伸展固定肺切片の軟 X 線像でみれば、このような末梢部においても、肺動脈と気管支はほぼ伴走しており、静脈はその間にある。良く発達した小葉間隔壁は明瞭に描出される。また小葉内での肺動脈・細気管支の分枝も明瞭に示されるので、病変が気管支分枝や二次小葉との関係においてどのように分布しているかが良く理解できる。正常伸展固定肺の CT 像では、二次小葉中心部分での肺動脈・細気管支分枝と小葉間隔壁が認められるが、このレベルでの細気管支は肺動脈と別々には識別できない。

生体での肺野 CT 像は、心血管の拍動、呼吸運動の影響が不可避であるが、胸膜下 5mm 位までの血管は十分描出可能で、更にその末梢分枝が識別できることもある。即ち二次小葉の中心部分の肺動脈・細気管支が識別できると考えられる。条件が良ければ、小葉内で分枝する動脈まで識別できるとされている⁷⁾。小葉間隔壁自体は描出されないが、細気管支と病変との関係を解析することは可能である。肺動脈と静脈の区別は、動脈に伴走する気管支を中枢部から追跡できれば可能であるので、そのような解析ができる断面で評価することが重要であろう。また肺動脈・気管支は主に二分枝を繰返し、肺静脈は主幹に直角に近く枝が注ぐという形態の違いも参考になる (Fig. 2, 4 参

照)。小葉間結合織に沿うものや胸膜に達するものは静脈であるというのも区別点である⁷⁾。

肺炎の胸部 X 線像としては、一般に小さな点状影やこれらの融合像、境界不鮮明な浸潤影で、これらが速い経過で変化するのが特徴とされる。気管支肺炎においては、細気管支周囲の限局性の病変によって症例 4 のような像を示す⁹⁾。広範な air space consolidation の状態の肺炎では症例 3 のように二次小葉を単位としたかのように拡がり、さらに進行すれば病変は全体に拡がる。症例 3 の胸部単純 X 線像は境界不鮮明な浸潤影であったが、伸展固定肺の断面でみれば、病変は小葉間隔壁で境されており、境界は鮮明である。CT 像の読影にあたっては、このような病変自体の分布、形態の理解が不可欠の要素となる。肺炎と同様な病変の分布は肺出血、肺水腫の軟 X 線像でも認められており、急性の肺胞性病変としてこの 3 者が胸部 X 線像で類似した所見を呈するとされている通りである。

細気管支周囲の病変によって小葉中心性の分布を示すものにびまん性汎細気管支炎がある。これは融合傾向はなく、病変は小葉の辺縁部に達しないとされる⁷⁾。CT 像で病変が胸膜に接しないのは重要な点である。

小さな点状の病変でも血行性に散布するものの分布は異なっている。転移性腫瘍や septic emboli などが代表的である。血行性の転移は胸膜下や小葉間結合組織 (肺静脈) に沿って多発するとされており、その状態の軟 X 線像も報告されている²⁾。症例 6 ではそのような鮮明な所見は得られなかったが、胸膜に接する病変が存在することは注意すべき所見と考えられる。

血管・気管支分枝や小葉間隔壁との関係の強い病変の 1 つに癌性リンパ管症がある。肺リンパ管内に腫瘍細胞が充満する状態である。肺内リンパ系としては、肺動脈、気管支に沿うもの、小葉間隔壁内にあるもの、胸膜直下のものがある。X 線像上ではこれらの構造の肥厚や辺縁の不明瞭化としてとらえられる。症例 5 でわかるように、特に肺動脈、気管支壁の肥厚と不鮮明化が良い指標になると思われる。

以上のように CT 像は病変の形態や拡がりをよく描出し、各種肺病変の病態を理解するための有力な手段であることは明らかである。ただし現時点では臨床例の応用については、胸部単純 X 線写真や断層写真では診断できないが、CT を用いれば診断可能であるという段階まで達しているとはいえない。今後の CT 機器の改良や症例の積み重ねによって、それが可能となる日も遠くないと思われる。また、これらの知見が胸部単純、断層写真の読影に還元されることが期待される。

7. まとめ

正常及び病変を有する剖検肺の伸展固定標本の軟 X 線像と CT Target-image を比較し、その所見を解析した。

正常伸展固定肺末梢部の CT 像では細気管支と、これに伴走する肺動脈の分岐および良く発達した小葉間隔壁が描出される。

正常例の肺野 CT 像では小葉間隔壁は描出されないが、胸膜下約 5mm までの細気管支・肺動脈が描出でき、これは二次小葉の中央部での分岐レベルに相当すると思われる。

病変例の伸展固定肺の CT 像では、その分布や既存構造との関係が良く理解できる。進行した肺炎で、病変が二次小葉を単位として拡がり、隔壁によって鮮明な境界を形成しているのがわかる。初期の気管支肺炎では小点状の病巣が細気管支周囲に描出される。癌性リンパ管症では、血管・気管支影が太くなり、その辺縁が不鮮明となる。septic emboli では小点状の病変は CT で描出される太さの動静脈・気管支とは一定の関係がなく、かつ胸膜に接する陰影がある。

伸展固定肺による基礎的検討に裏付けられれば肺野 CT 像は肺病変の解析に有用であり、またその知見は胸部単純、断層写真の読影に還元できる

と期待される。

本研究の機会を与えていただいた本保善一郎教授および御指導いただいた林邦昭助教授に感謝します。貴重な症例を提供していただき、また組織所見の御教示をいただいた主治医ならびに病理学教室の執刀医の皆様へ感謝します。

文 献

- 1) Heitzman, E.R.: The Lung (Radiologic pathologic correlation). The C.C. Mosby Company, 1973
- 2) 伊藤春海, 村田喜代史, 藤堂義郎, 鳥塚莞爾, 伊藤 剛, 金岡正樹, 古田陸広, 西田寿男, 浅本 仁: 肺小葉からみた呼吸器疾患. 臨放, 28: 1029-1036, 1983
- 3) Itoh, H., Tokunaga, S., Asamoto, H., Furuta, M., Funamoto, Y., Kitaichi, M. and Torizuka, K.: Radiologic-pathologic correlations of small lung nodules with special reference to peribronchiolar nodules. A.J.R., 130: 223-231, 1978
- 4) 佐藤 功, 小場弘之, 鈴木 明, 児島完治, 水川 掃一郎, 高島 均, 川瀬良郎, 大川元臣, 玉井豊理, 田辺正忠: 肺末梢構造の X 線学的解析—気管支・肺動脈の分岐と小葉—。臨放, 29: 949-955, 1984
- 5) 伊藤春海, 村田喜代史, 藤堂義郎, 富樫かおり, 鳥塚莞爾, 伊藤 剛, 金岡正樹, 浅本 仁, 古田陸広, 西田寿男: 末梢気道の分岐形式と支配。画像診断, 4: 228-232, 1984
- 6) 村田喜代史, 伊藤春海, 藤堂義郎, 鳥塚莞爾, 伊藤 剛, 金岡正樹, 古田陸広, 西田寿男, 浅本 仁: 気管支動脈循環の血管構築。臨放, 29: 941-948, 1984
- 7) 藤堂義郎, 伊藤春海, 中野善久, 百々義広, 前田尚利, 村田喜代史, 小島輝男, 鳥塚莞爾, 泉 孝英, 大島駿作: 肺野末梢病変の CT Review 像。臨放, 27: 1319-1326, 1982
- 8) 長寄鼎二, 林 邦昭, 川野洋治, 新野 順, 張 金山, 本保善一郎, 西野健二, 関根一郎, 鳥山 寛: 日和見感染症としての肺アルベルギルス症の X 線像—伸展固定肺による検討—。日本医放会誌, 44: 1513-1519, 1984