〔第48回総会シンポジウム 一医療における高速現像処理一〕

2. 胸部X線写真の臨床評価をめぐって

伊 藤 春 海

京都大学医学部附属病院放射線部

Key words: Chest radiograph CT radiology-pathology correlation

FACTORS INFLUENCING QUALITY AND USEFULNESS OF CHEST RADIOGRAPH

HARUMI ITOH, M.D. & Dr. Sci.

Clinical Radiology Service Kyoto University Hospital

Summary

This article summarizes development of chest radiology in Japan. The general feature of chest radiology in Japan is characterized by extensive correlative studies between lung specimens and clinical radiologic images such as chest radiograph, tomograph and recent CT. Before 1960's pulmonary tuberculosis and silicosis were the major diseases. Despite limited quality of chest radiograph these diseases were diagnosed correctly because of inherent higher contrast of pathologic lesions. In the next 20 years until the end of 1970's both lung cancer and diffuse lung diseases other than tuberculosis and silicosis were the major concern in our society. For lung cancer higher kV radiograph was recommended to expand visibility of lung parenchyma and airways behind bone and mediastinum. Conventional tomography was used extensively to diagnose a nodule and malignant features of pulmonary vessels and bronchi related to the tumor. The role of tomography was established by correlation with surgically resected lung specimens. In contrast, tomography was not useful for diffuse lung diseases. A big gap was noticed between chest radiograph and histology. This problem has been solved to some extent by high resolution CT which was applied to diffuse lung diseases in Japan in 1979. Since then extensive correlative studies have been performed between CT and inflated lung specimens, and CT has proven to be closer to macroscopic findings of inflated lung specimens. High resolution CT has revealed summation effect and relatively poor contrast resolution are the major problem to be solved in chest radiography of diffuse lung diseases.

I. はじめに

胸部X線写真に対する臨床評価は以下の3つの技術的進歩に支えられて来た。

- (1) 撮影機器, 感光材料
- (2) 撮影技術
- (3) 読影技術

(1)はメーカー, (2)は放射線技師, (3)は医師によって主

として担当され, 各々の技術的進歩が胸部写真の臨床評価を高めることにつながり, その事が医療のレベルアップに貢献して来た。この図式は将来も変わらないと思われる。

本シンポジウムに於ける演者の役割は(3)の読影技術について, その過去を振り返りつつ現時点での胸部写真の臨床評価に対する考え方を要約することにある。そのために社会的に重要視されて来た肺結核や珪肺と現代の課

Fig. 1 Contact radiograph of lung slice with pulmonary tuberculosis. Small nodules produced by caseous necrosis are well recognized because of high contrast against lung parenchyma (↑).

Fig. 2 Close up view of silicotic nodules. The nodules are sharply margined from surrounding lung tissue.

題である肺癌や各種びまん性肺疾患に於て何が読影され、又読影されようとしているかを述べる。この事を通してしか臨床評価の基準は明らかとならないだろうと考えるからである。

II. 各種肺疾患のX線病理学的特徴

主要な肺疾患のX線病理学的特徴を標本に基づいて要約する。

(1) 肺結核症

含気乏しく緻密な壊死性乾酪物質が肺泡領域や細気管支腔に充満する¹⁾。病変の大きさは肺葉全体から数mm大の粒状病変まで様々である。病変が肺小葉大に広がると小葉間隔壁による境界が正常小葉との間で形成される²⁾。小さな粒状病変でも上記の特徴により病変と正常部の境界は肉眼的、X線学的に明瞭である (Fig. 1)。

Fig. 3 Contact radiograph of adenocarcinoma of lung. Note central acareated area with strong radiopacity (↑) and ground glass density surrounding the scar (↑).

病変内にしばしば空洞が認められる。空洞は壊死物質が気管支を通じて排出された結果形成される。

陳旧化すると収束傾向のある線維化病変が主体となり癒痕化し内部の気管支は拡張しつつ収束する。癒痕内に石灰化巣も多く見られる。

(2) 珪肺

炭粉沈着を伴った黒色の硬い結節が肺末梢領域に分布する (Fig. 2)。典型的結節は気管支・肺動脈系の末端 (小葉中心部) に形成される³⁾。この小葉中心部には呼吸細気管支が位置し、珪肺に限らず多くの吸入性肺疾患がこの領域に病変を形成し易い。

結節は線維組織から成り、必ずしも円形ではないが、周囲肺とのコントラストは高い。個々の結節が密集融合して数cm大の塊状病変となることがある。

(3) 肺癌

代表的な肺癌である腺癌も扁平上皮癌を取り上げる⁴⁾。腺癌は細気管支又は肺泡上皮から発生し、肺実質に囲まれた孤立性の腫瘤を形成する。典型例では腺癌中央部の線維組織を主体とし一部に癌巣を含む癒痕と、辺縁部で癌組織が肺泡壁を置換するように進展する部分から成る (Fig. 3)。前者はその収束傾向のため近隣の気管支、肺血管、肺胸膜を牽引する。一方後者内では癌と肺泡内

Fig. 4 Contact radiograph of pulmonary fibrosis. Honeycomb lung is recognized in the lower lobe (↑).

Fig. 5 Contact radiograph of lung specimens with diffuse panbronchiolitis. Small indistinct inflammatory nodules (↑) and dilated bronchiole with mucus (↑↑) are shown.

の含気が共存する。この事は腺癌の被写体コントラストは内外層で異なることを意味する。

扁平上皮癌の多くが肺門近くの気管支に発生し、その気管支を閉塞する。気管支の閉塞部位より末梢で無気肺、閉塞性肺炎を来たすため腫瘍の大きさの割に以上の2次変化がより広いということが起こり得る。

(4) 肺線維症

肺線維症は肺に線維化を来たす様々の疾患の総称であるが、近年注目されているのは原因不明で慢性かつ不可逆的に線維化の進行するタイプのものである。病理学的には UIP (usual interstitial pneumonia) と呼ばれる⁵⁾。UIP では胸膜側の肺を主体に線維化と、それに伴う蜂窩状肺が多く見られる (Fig. 4)。両肺を侵すびまん性疾患であるが、最近本症に高頻度に合併する肺癌が注目されている。

(5) びまん性汎細気管支炎

Fig. 6 Contact radiograph of lung slice with lymphangiosis carcinomatosa. Perivascular space of pulmonary artery (↑) and vein (↑↑) are markedly thickened by tumors.

Fig. 7 Contact radiograph of lung slice with pulmonary emphysema. Small and large air cysts are recognized. The air cysts are not separated by fibrous septa from normal lung.

びまん性汎細気管支炎 (diffuse panbronchitis, OPB) は我が国で提唱されたびまん性疾患である。珪肺の場合以上に典型的に呼吸細気管支領域に炎症性粒状病巣を形成する (Fig. 5)。より中枢側の細気管支、小気管支にも炎症が存在し気道拡張と拡張腔内に浸出物貯留を認める。

〔第48回総会シンポジウム〕 2. 胸部X線写真の臨床評価をめぐる (伊藤)

本症では病変が気道とその隣接肺に局限し、肺静脈とその周囲には病変がない⁶⁾。

(6) サイコイドーシス、癌性リンパ管症

どちらの疾患も肺のリンパ管が存在する構造である、気管支、肺血管周囲組織、小葉間隔壁などを侵す (Fig. 6)。

(6). サイコイドーシスでは肉芽腫が、癌性リンパ管症では癌細胞がこれらの構造に侵潤し肥厚させる⁶⁾。

(7) 慢性肺気腫

(a)

(b)

Fig. 8 (a) Chest radiograph of hypersensitivity pneumonitis. Ground glass opacity is distributed throughout the lungs. The pulmonary markings are blurred by this opacity (circle).

(b) CT of the same case. The ground glass opacity is more apparent in CT.

呼吸細気管支以下の肺構造が拡張破壊し、肺血管の遺残を含む大小の気泡が形成される (Fig. 7)。喫煙と密接に関係し、気腫域には炭粉沈着が多い。個々の気泡は健常肺との間で被膜を持たない。この事は肺気腫がX線像でとらえ難い原因となっている。一般に中等症以上の気腫でないとX線写真による診断は難しい。

(8) 過敏性肺臓炎

過敏性肺臓炎の内、真菌に対するアレルギー反応で起こる急性の夏型過敏性肺臓炎がX線診断学上興味を持たれる。病変の特徴は細気管支から肺泡領域にかけての炎症性細胞の浸潤である。この病変が両肺の広い領域に同時に起こり、しかも肺泡含気が残されているためX線像上一見軽微なスリガラス様影しか呈さないことが多い (Fig. 8)。肺野濃度が不適切であったり粒状性の悪い写真では見逃す可能性がある。

III. 各種肺疾患のX線診断の変遷

前章で取り上げた各疾患の特徴がX線像でどう把握されたかを歴史的に考察する。全体として我が国の胸部X線診断学は次の3つの要素を軸に発展したと言える。それらは

- ・単純胸部X線像
- ・断層像
- ・肺標本像

である^{6,7,8)}。特に肺標本とX線像の対比が診断学の進歩に必要であるとの認識は古くからあり現在でもこの事は変わらない。この事を念頭に置き以下のように各時代を要約する。

(1) 1960年以前

肺癌が重要視される以前、社会的に注目されていた肺疾患の代表が肺結核症と珪肺である。どちらの疾患も被写体コントラストの高い微細病変を形成し⁹⁾、しかも病変は肺結核症の一部を除いてびまん性である (Fig. 1, 2)。

一方当時のX線像は感光材料や撮影機器の問題で以下のような限界を有した。

- ・低鮮鋭性
- ・低圧撮影のため観察範囲に限界がある

しかしこれらの限界は両疾患の高コントラスト、びまん性という特徴により致命的となり得なかった。観察し易い肋間隙で詳細な所見が取られ、この部分所見が疾患の基本的特徴を表わすと考えたのは必ずしも誤りとは言えなかった。さらに重要所見である石灰沈着が認識し易いのは言うまでもない。

(2) 1960年以降～1970年代

(i) 肺癌

肺癌の診断学が我が国で確立された時期が1960年以降から1970年代である。病理、内視鏡、X線のそれぞれの分野の診断学が肺標本と対比されながら整備された⁴⁾。

X線診断の方面では前章で述べたように、肺癌の発生及び発育部位である末梢肺野と気道に焦点が絞られ、それらが盲点少なく描出されるX線像が必要となった。必然的に高圧撮影が定着し、機器の進歩もその要求に答え得た。

断層撮影が有効に利用されたのも肺癌X線診断学の特徴である^{4,6)}。断層像で腫瘍の特徴のみならず関与する気管支、肺血管に肺癌、特有の所見が見い出された。これらの成果は断層像と肺標本を1:1で対応させることによりもたらされたものである。

(ii) その他の疾患

肺癌のX線診断技術の確立とはほぼ同じ時期に他のびまん性肺疾患の臨床的研究が行なわれた。肺線維症、びまん性汎細気管支炎はその代表でありそれらの病理像、X線像、臨床像が究明された (Fig. 4,5)。X線診断では肺癌の場合と異なり断層像は余り重要視されなかった。断層像の解像力ではびまん性病変の形態学的分析は難しかったからである。その替り、単純X線像と肺標本の対比が主として行なわれた。単純X線像は撮影機器と感光材料の進歩により以前より高鮮鋭度のものが得られるようになった。しかしながら単純X線像と病理像のギャップは大きく、前者が病理所見をどう反映しているか充分には解明できなかった。その最大の理由が単純X線像に於ける像の重複生成の未解明にあった。

断層撮影による解析が有効であった例外的びまん性疾患がサルコイドーシスと癌性リンパ管症である (Fig. 6)。これらの疾患では断層像で充分解析できる比較的太い気管支と肺血管にも病変が存在することが確認された⁶⁾。この読影技術は肺結核、肺癌で応用かつ確立された区域解剖学的見方の延長にあり、当時世界に例を見ない業績であった。

(3) 1980年以降

1970年代前半にCTが発明された。当時のCTは解像力に限界があり、肺野のCT (以後肺CT) が断層像や単純X線像に優るとは見なされず、その臨床的価値は不明であった。

ところが1979年から1980年にかけて高解像度CT (以後は単にCTと呼ぶ) が開発され、肺野病変の解析に新しい時代が開かれた⁶⁾。肺CTは解像性、濃度分解能共に

通常断層法に優るため特に微細病変の描出に適し、その像は肺標本の肉眼像に極めて近いことが標本との比較検討で分かりつつあり、この方面の我が国の研究レベルは高い。

我が国で肺CTが最初に成功を納めたのは以下の病変であり、世界に先駆けて発表された。

(i) 細気管支病変

細気管支は直径1mm以下の極めて薄い壁より成る空気を含む管腔構造であるためその正常像はCTでも捉えられない。しかしびまん性汎細気管支炎 (Fig. 5) に侵された細気管支はCTで認識可能である。

(ii) 肺血管周囲組織の病変

特にサルコイドーシスに於て末梢肺血管の周囲組織内に肉芽腫が形成され、血管影が肥厚する所見が明瞭に捉えられたのは画期的進歩であった⁶⁾。癌性リンパ管症 (Fig. 6) でも同様である。断層像では比較的太い血管について以上の所見は認められたが、CTによって末梢まで可視範囲が広げられたことになる。

(iii) 肺泡領域の病変

呼吸細気管支以下の末梢肺 (肺胞管、肺胞のう、肺胞) に浸出物が充満する病変は種々の疾患で見られる。肺結核症はその代表例である。肺結核症のCTでは「mm」から「cm」オーダーの様々の広がりをも有す浸潤影が見られる。小葉間隔壁による病変の境界は肺結核のみならず他の肺胞性病変でも認められ、肺標本上は極く普通の所見であるが、臨床画像上で捉えられたのはCTが始めてである²⁾。

肺線維症に見られる蜂窩状肺 (Fig. 4) もCTで明確に診断される。標本との対比で2mm程度のう胞の集合からなる微細な蜂窩状肺でもCTで検出されることが分かった⁹⁾。

以上述べた微細病変とは別に肺CTはそれまでのどのX線学的手法より鮮明に肺の外形を描出し得た。その結果単純X線像でどの領域が観察上の盲点になり易いかが具体的に理解され、肺癌診断と関連しながら観察上の盲点を可能な限り減らす写真作りが工夫されて来た⁷⁾。

IV. 単純胸部X線写真の臨床評価の指標

我が国の肺疾患のX線診断学は高コントラストであるが微細病変を有す肺結核と珪肺、見落としが許されない肺癌に代表される肺野及び中枢部気道内の孤立性結節、そして病変としてはコントラストの必ずしも高くない肺線維症やびまん性汎細気管支炎などのびまん性疾患を経験した。そしてその底流にはX線像は肺内の病理解剖学

〔第48回総会シンポジウム〕 2. 胸部X線写真の臨床評価をめぐって (伊藤)

的立体像の反映であるという考え方がある。そのためより正確な病理解剖学的立体像を得るため肺標本を積極的に解析することが勧められた。しかし病理解剖学的立体像はX線像と同じものではなく両者の間にはギャップが存在する。ギャップの原因として次の3つが考えられる。

(i) 病理解剖学的立体像の未解明……これは読影医の責任に於て追求されねばならない。

(ii) X線像の画質……濃度設定、コントラスト、鮮鋭度、粒状性が不十分。

(iii) X線像の重複生成……既存構造と病変、さらに病変同志の重なり起因する病理解剖学的立体像の不明確化。

(ii), (iii)は画像作成技術に深く関係している。(iii)の本質的解明は未だなされておらず、とりあえず重複を回避する手段としてかつては断層撮影が、そして現在はCTが使用されている⁹⁾。読影は読影者の蓄積された病理解剖学的立体像とX線像を関連付ける高度認識活動であり、読影者はこの両方に十分な知識と経験を有さなければならない。しかしこれだけでは不十分で、先に挙げたギャップの原因の中で(ii), (iii)に対する技術的なサポートが必要であり、これらが揃って始めて有効な読影行為が成り立つ。この意味で放射線技師も読影に参加すべき理由がある。

以上の事柄を踏まえX線写真の臨床評価の指標は、主要な標的臓器を胸部の中でも肺と明解に定めつつ以下の2つに整理されるだろう⁷⁾。

(1) 肺の微細な構造と病変が認識できる。

(2) 肺の外縁及び中枢部気道が認識できる。

これらは技術的に、二律背反的な面があり、現在でも充分に実現されているとは言い難い。

肺の微細構造の代表が末梢肺血管である。正常者では肺血管影の辺縁は鮮鋭であるが、血管周辺の肺泡領域の病変如何んではコントラストが低下ししかも血管影の辺縁が平滑でなくなる。この肺野濃度と肺血管影の関係は特にスリガラス影と呼ばれる陰影を主体とする疾患、例えば過敏性肺臓炎、で微妙であり病変の実在に関して読影者と技師相方からの検討が必要である。病変の広汎さにも拘らずその存在診断が難しい別の疾患が慢性肺気腫である (Fig. 7)。特にCTで肺気腫の存在が明らかにも拘らず胸部写真が正常であることは日常良く経験される。老令人口の増加と共に慢性肺気腫は多くなっており、この慢性疾患の診断とフォローに適したX線像の画質追求のノウハウは他の疾患に有用であろうと考えている。

肺外縁及び中枢部気道が認識できることは肺癌診断で

重要なことであり、このために胸部中心部を主体とした感度補償の技術が導入され成果を挙げた。しかし低濃度部に於ける適正コントラストは縦隔に限らず、広汎な病変を有する肺野でも必要とされる。この解決法として“C”ないし“L”タイプの感光材料が開発されそれなりの成果を上げたが、逆に微細な既存構造や陰影が認識し難くなる問題が生じ、胸部写真の難しさが実感される結果となった。

V. ま と め

胸部X線写真の臨床評価の基準は扱かう疾患、利用できる機器や撮影技術レベル、撮影対象の病理解剖学的構造に対する認識の深さによって変わる。その事を考慮してより良い胸部写真を作るにはどうすべきかを筆者なりに以下のようにまとめた。

(1) 胸部X線写真の長所と短所が肺CTとの対比でよく分かるようになった。即ち、CTの特徴である重なりが最小限に抑えられ、高いコントラスト分解能を有する画像が得られるという点が胸部X線写真に欠けている事は一応は承知していたものの、この2つの要因で撮影対象の実体がこれほどまでに分かり難くなるとは予想できなかった。そこで、胸部X線写真には先ず適正な濃度と細かなコントラストがいかに重要であるかが理解できた。次に全ゆる投影像に於いて不可避な像の重複生成の問題につき我々はほとんど追求できていなかったことを逆にCTによって教えられた。一方、胸部写真の長所は全体を概観できることにあるが、最新のCTは連続簿切スライスから全体像である3次元画像を目指しており、肺CTはある意味で胸部X線像に近づきつつある。これを言い替えると肺CTと肺のDigital Fluoroscopyはそれぞれの究極の姿では多くの共通点を持つと予想される。そして胸部X線像の重複生成の問題はCTとOFの技術によりやっとなら解決が得られる時代になったと言える。

(2) 胸部X線写真の難しさは肺が存在する全ゆる領域に於て広い濃度域をカバーせねばならないことである。それでないとは骨～軟部組織に重なる正常肺や結節を認識するのが難しいし、さらに観察が容易とされる中鎖骨線領域の肺病変でさえその中に存在する粒、線、網、石灰化、空洞等とそれらの背景にある含気が診断できないことになる。これらの事を追求するのに適した(言わば撮影技術を磨くのに良い)疾患の代表を挙げると

(i) 病変が広汎にも拘らず存在自体が問題となるタイプの疾患としてびまん性肺疾患では、中等度以下の慢性肺気腫、過敏性肺臓炎であり、孤立性病変なら1~2 cm

大の小型肺癌であろう。

(ii) 病変の存在は明らかであるが、病影の詳細を知る必要がある疾患としては肺結核、DPB、肺線維症が適当であろう。陰影が微細だからであり、それほど稀な疾患ではないからである。

(3) 撮影機器と感光材料の進歩によって胸部X線像の鮮鋭性と粒状性は過去に比して著しく向上した。両者の向上は必ずしも被写体コントラストの大きくない病変が狭い空間で微細に展開する場合に、病変領域で良好なコントラスト分解能を確保する上で重要であろう。ところで肺疾患の多くは肺野の濃度を低下させ、同時に肺血管影のコントラストを低下させかつ血管影の辺縁を不鮮明化させる。この辺の読影の正否には微妙な粒状性と鮮鋭度の良し悪しが効いてくる。

こうなると、X線写真全体と病変局所に於ける鮮鋭度と粒状性に関する技師側のコメントを是非とも必要とする。これは既に読影への参加である。

(4) 言い古された事とは言え肺標本の解析には胸部診断学の進歩の原点であり、この事は過去も現在も変りない。ただ画像のファイリングや3次元解析の機器が進歩したため、臨床のX線像やCTとのより密接な対比を考慮して標本の扱い方はそれなりの工夫を要するであろう。

謝 辞

今回のシンポジウムに唯1人の放射線科医として参加し、綿密な準備過程と熱心な討論を通して多大の貴重な体験をさせて頂いた。シンポジストの方々、座長の山本義憲氏、さらに激励して下さいった川上寿昭氏を始めとし

た愛媛県技術学会支部の各位に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 岩崎龍郎. 結核の病理. 財団法人結核予防会, 東京, 1976
- 2) 伊藤春海, 金岡正樹, 野間恵之, 他. びまん性肺病変の画像診断〜小葉性病変をめぐって〜. 画像診断 8: 562-571, 1988
- 3) 中西 敬. 珪肺症および珪肺結核症のL線像と病理解剖学的所見の比較. 日本医放会誌19: 800-818, 1959
- 4) Suzuki A and Nishiwaki Y. Lung Cancer Diagnosis. A Roentgenological Handbook. Kyowakikaku Tsushin, Tokyo, 1986
- 5) 北市正則. 原因不明のびまん性間質性肺炎の病理組織学的分類とその臨床的意義. 最新医学47: 1271-1278, 1982
- 6) 伊藤春海. 肺の高分解能CT (HRCT) 呼吸10: 122-137, 1991
- 7) 伊藤春海. 胸部X線診断のピットホール. 日本放技会誌47: 1950-1961, 1991
- 8) 伊藤春海. 肺疾患におけるレントゲンと病理の比較検討. Part 1, 2. 日本放技会誌43: 589-600, 1708-1720, 1987
- 9) Nishimura K, Kitaichi M, Izumi T et al. Usual Interstitial Pneumonia: Histologic Correlation with High-Resolution CT. Radiology 182: 337-342, 1992