

胸部エックス線写真, CT の正常像を見直す

—Radiologic-Anatomic Correlation—

伊藤春海¹

要旨 — **目的**. 医学部学生を対象とした呼吸器画像診断学教育において, Radiologic-Pathologic Correlation の観点に立った異常所見の説明は効果的な教育技術であることは間違いない. しかし, それを生かすには正常像についても同じ観点での十分な教育が必要である. 正常像からの逸脱を発見させることが, 病態への理解につながるからである. そこで重要なのは異常像と同様, 正常像もパターンでなく, 既存構造のエックス線学的表現であることへの理解である. そこで, 過去6年間の福井大学での教育経験から, 教える側も正常像に対してさらに進化した読影技術を持つ必要があると考え, 以下の研究を行った. **方法と対象**. 胸部エックス線写真, CT に見られる注目すべき幾つかの正常所見について, 標本と画像の比較検討を行った. 検討内容は, ①上部胸椎と肋骨, ②気管支壁影, ③Left Hilar Lucent Zone, ④奇静脈弓と大動脈弓, ⑤奇静脈葉, ⑥肺底における副葉間裂, 肺区域間・肺区域内隔壁である. 通常の標本肉眼像の他に, 標本を用いたエックス線像やCTを用いた. **結果と結論**. いずれの内容も標本との比較・検討が有用であった. 検討内容を医学部学生, 放射線技師, 放射線科医師, 呼吸器系内科医を対象に適切な臨床例を含めて指導する機会を持った. 最も多い感想は, 標本観察の有用性と正常像が持つ奥深さの再認識であった. (肺癌. 2006;46:49-57)

索引用語 — 肺既存構造, 気管支壁影, 肺門, 奇静脈弓, 副葉間裂

Radiologic-Anatomic Correlation of Normal Radiologic Appearances Seen in Chest Radiograph and CT Done for Better Medical Education

Harumi Itoh¹

ABSTRACT — **Purpose**. Radiologic-Pathologic Correlation (RPC) has proven to be an effective tool not only to study diagnostic images of chest diseases but also to educate medical students and residents about chest radiology. Prior to teaching abnormal radiologic images sufficient time should be spent to teach normal images. In this study the RPC technique was applied to promote further understanding of normal chest radiographs and CT scans for senior staff responsible for teaching chest radiology. **Methods**. Six subjects were selected as following. 1. Radiologic appearance of upper thoracic vertebrae and ribs, 2. Visualization of bronchial walls, 3. Left hilar lucent zone, 4. Recesses margined by azygos and aortic arches, 5. Azygos lobe, 6. Accessory fissure of lung base and inter- and intrasegmental septa. RPC was done to provide understanding of morphologic bases of normal radiologic findings. **Results**. The macroscopic and radiologic images of thoracic vertebrae, ribs and lung specimen were evaluated to explain their normal radiologic findings. The results of such correlation were summarized as follows. 1. Lamina of vertebral arch was visualized due to anterior rotation of the upper thoracic vertebrae. The linear shadow superimposed on the rib corresponded to the inferior margin of the rib. 2. The anterior stripe of the left lower lobe bronchus and inferior stripe of the right middle lobe bronchus were formed by the lingual and right lower lobe, respectively. 3. The overhang of the lingula was re-

¹福井大学医学部放射線医学.

別刷請求先: 伊藤春海, 福井大学医学部放射線医学, 〒910-1193 福井県吉田郡松岡町下合月 23-3.

¹Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Fukui, Japan.

Reprints: Harumi Itoh, Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Fukui, 23-3 Shimoaizuki, Matsuoka-cho, Yoshida-gun, Fukui 910-1193, Japan.

© 2006 The Japan Lung Cancer Society

sponsible for forming radiologic lucent zone in the left hilum. 4. Azygos and aortic arches separated two recesses formed both in the upper and lower regions in the thoracic cavity. Inflated and fixed lung specimens were extremely useful to observe lung parenchyma fitting to these recesses. Posterior tracheal stripe and posterior stripe of the right intermedium bronchus was continuous in the lateral film of azygos lobe because of the unusual location of the azygos arch. 6. Branching linear shadows formed in the dome of the diaphragm were due to the accessory fissure of the lung base. The fissures varied in depth and were continuous to both pulmonary veins and inter- and intrasegmental septa.

Conclusions. RPC was useful to evaluate normal radiologic findings and this study was well appreciated by both senior staff and medical students. (*JJLC*. 2006;46:49-57)

KEY WORDS — Pre-existing structure of lung, Bronchial wall line, Hilum, Azygos arch, Accessory fissure

はじめに

異常影を読影・診断する技術を確認するための標本解析の重要さは誰も認めるところである (Radiologic-Pathologic Correlation)。しかし、それと共に正常像を的確に理解するためにも、標本観察が必要である (Radiologic-Anatomic Correlation)。筆者は、過去6年間福井大学において医学部学生に対して年間140回程度の実習・講義を担当している。その過程において、教える側は正常像に対してかなり余裕のある読影技術を保持しておかねばならないと実感している。その理由は、後に続く異常影の理解を深めさせるために、正常像の読影訓練に十分な時間を割く必要があり、そのため教員として理解の不充分な部分を出来るだけ減らして学生と向き合わねばならないからである。今回、画像診断セミナーの講演を発表する機会を得たので、当日触れなかった内容も含めてここに述べる。必ずしもテキストに詳しく記載されている事柄ではないが、標本観察と平行させて頂ければ理解は深まると思う。

1. 上部胸椎影、肋骨影 (Figure 1, 2, 3)

側面エックス線写真を観察すると、上部胸椎 (Th 1, 2, 3, 4) は下部胸椎に対して約20度前斜しているのが分かる。この前傾角度は胸部エックス線写真正面像を撮影する際にはさらに大きくなる。前胸部を検出器に密着させるからである。Figure 1は胸部エックス線像正面像に模して、第1, 2胸椎を真正面から手前に約40度傾けて撮影した像である。Figure 2は第1~3胸椎をFigure 1同様に前傾させて撮影した標本エックス線像である。Figure 1, 2から理解されるように上部胸椎は胸部エックス線写真上、下部胸椎 (Th 8, 9, 10, 11, 12) とは異なった見え方をする。それを以下に整理する。胸部エックス線写真を前に、以下を読んで頂ければ幸いである。

①上部胸椎の椎間板は、下部胸椎のように明瞭に分離されない。したがって、隣り合う椎体の境が不明瞭

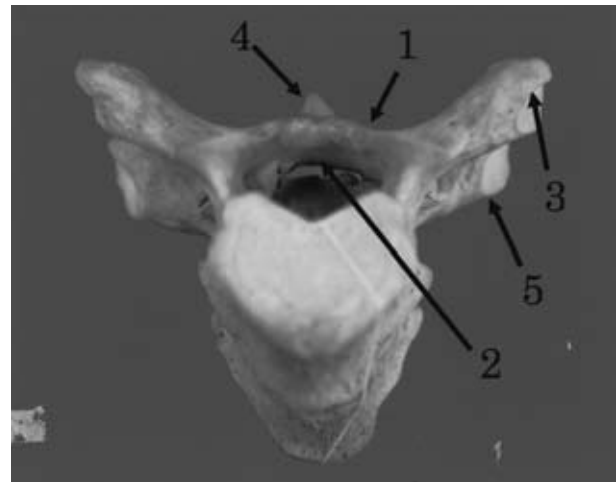


Figure 1. Macroscopic photograph of 1st and 2nd thoracic vertebrae.

- 1: superior edge of lamina of the 1st thoracic vertebra
- 2: inferior edge of lamina of the 1st thoracic vertebra
- 3: transverse process of 1st thoracic vertebra
- 4: spinous process of 1st thoracic vertebra
- 5: transverse process of 2nd thoracic vertebra

である。

- ②第1, 2胸椎の横突起影が近接し、部分的に重なり合う。
- ③上部胸椎では、椎弓板の上縁と下縁近くの領域が描出される。これは、椎体に比べ厚みの薄い椎弓板に、エックス線束が斜めに入り高吸収化するからである。
- ④上部胸椎の棘突起は、横突起や椎弓根とほぼ同じ高さに投影される。一方、中・下部椎体では尾側にずれる。
- ⑤12個の棘突起、12対の椎弓根は同定する必要がある。横突起については、12対の全てを同定するのは容易ではない。



Figure 2. Digital radiograph of 1st, 2nd and 3rd thoracic vertebrae. The numbers in the figure match those shown in Fig. 1. This image mimics the one seen in chest radiograph.

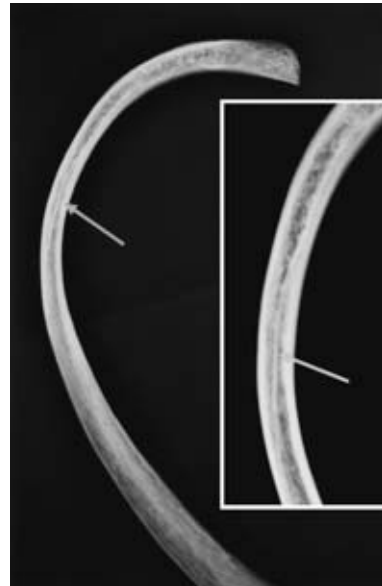


Figure 3. Digital radiograph of right 6th rib. The arrow indicates the inferior margin of the rib superimposed on body of the rib.

椎弓板は前後に薄く、中・下部胸椎では椎体と前後に重なることもあり、椎体影との分離が難しい。

以上とは対照的に、移動型撮影装置による「腹背像」では上部胸椎は椎間板を境にほぼ分離出来る。撮影距離が短く、エックス線束が椎間板に平行に入射するからである。

胸部エックス線写真正面像に見られる肋骨影について、以下のように要約される。

- ①肋骨は側胸部で捻じれる。一方、肋骨下縁は肋骨溝のため薄く尖る。これら2つの要因で、側胸部では肋骨体影に重なって肋骨下縁が鋭い線として描出される。この像は第2～8肋骨で見られる (Figure 3)。Figure 3は、右第6肋骨の場合で肋骨体に線状影が重なっているのが観察される。
- ②同様の線状影が、第2肋骨では長く明瞭に見られる。これは、捻じれに加えて、第2肋骨が肺尖領域の肺の形に適合するように強く前傾するためである。この場合、エックス線写真上の第2肋骨影の上縁は、標本の上縁に相当せず、より背側部分の投影像である。
- ③肋骨のうち特に肋骨体は扁平であるが、椎骨側で厚く、胸骨側で薄い。このため、肋骨影は背側で相対的に高吸収である。
- ④背側の肋骨影は肋骨体の尾側に穿かれた肋骨溝の部分において不明瞭となる (特に第7, 8, 9肋骨)。しかし、注意深く観察すると、肋骨溝により薄くなっ

た骨部分が淡く映っているのが見られるが、その陰影の下縁が標本のそれに一致する。腹側の肋骨では肋骨溝が浅く、厚さに差がないため、上・下縁共に明瞭である。

- ⑤第1肋骨の頭部と頸部は、第1, 2胸椎横突起に重なり不明瞭であり、通常は肋骨結節より末梢が観察可能である。一方、第1, 2胸椎横突起が分離されるような体位で撮影されたエックス線写真では明瞭に見られる。

以上のように、椎体影、肋骨影についてはDR技術の進歩によって画質が向上し、正常像を勉強し直す必要があると考えている。

上部胸椎影、肋骨影に関する読影技術はPancoast型肺癌、肋骨転移、肋骨骨折などの指導の際に有用である。

2. 気管支壁影 (Figure 4, 5)

気管支壁影は低吸収体である肺実質と気管支内空気が気管支壁を挟んで接し、その接触面にエックス線束が平行に入射することで生じる。肺門は気管支と共に肺血管が肺実質と接し始める領域であり、標本とエックス線像を対比させて理解することが特に重要となる。Figure 4, 5は気管支と肺実質が直接接する実例である。

胸部エックス線写真正面像で注意すべき気管支壁影は、以下のようなものである。

- ①Superior Stripe of R-ULB (右上幹上壁)。Figure 4に

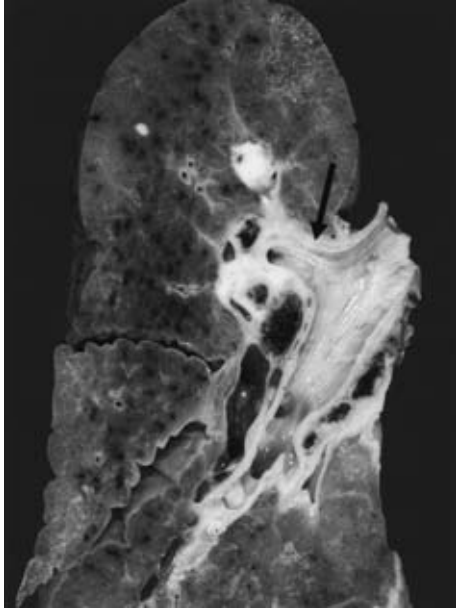


Figure 4. Macroscopic photograph of a right lung specimen. The arrow indicates the superior margin of the right upper lobe bronchus attached to the lung parenchyma.

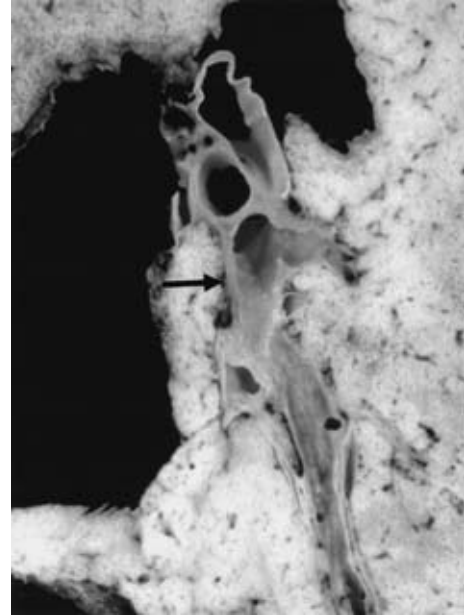


Figure 5. Macroscopic photograph of a left lung specimen. The arrow indicates the anterior margin of the left lower lobe bronchus facing to lung parenchyma directly.

当該気管支壁と右上葉内肺実質が接する様子を示す。

- ②Inferior Stripe of R-MLB (右中支下壁). 右下葉と中支の接触による。中支下壁が下葉に接する事実は、冠状断又は矢状断された肺標本を観察しないと分かり難い。
- ③B³bの円環状陰影. この気管支の内側に肺動脈が伴走する。

両側の下幹・底幹の内側壁は肺実質と接するので本来同定しやすいはずであるが、下肺静脈が近いため症例によっては見難い。

側面写真で注意する気管支壁影は、以下のようである。

- ①Superior & Posterior Stripe of R-ULB (右上幹の上・後壁). この線状影は上記①と同じ理由により出現する。右上幹後壁に肺実質が接する事実は軸横断された肺標本やCTで明瞭に示される。
- ②Posterior Stripe of R-IMB (右中間気管支幹の後壁). 中間気管支幹とその背後の右下葉の接触による。Figure 11では本線状影が明瞭に示されている。
- ③Anterior Stripe of L-LLB (左下幹・底幹の後壁). 左下幹・底幹と舌区肺実質の接触による (Figure 5). この部分の肺については、次の3.でも触れるが下葉ではないことに注意。本壁影は左上幹の円形透亮像に連続し背側にカーブする独特の線状影として知られる。¹

気管支壁影は、気管支の固有壁と気管支周囲組織が加わって形成される。これらの構造にはリンパ管と気管支動静脈の両方の循環系が分布し、それらの拡張は気管支壁肥厚の原因となる。

胸部エックス線写真正面像でよく知られた傍気管線 (Paratracheal Stripe) は、右肺が胸膜腔を介して近接 (接するではない) するために生じるのであり、気管支壁影を形成するメカニズムとは根本的に異なる。この違いを理解させるのは、初学者に重要である。気管が右肺標本の上葉内側面に形成する浅い溝は重要であり、標本で確認する必要がある。

肺門はリンパ節が多く分布し、この腫大は気管支壁影を不明瞭化させる原因となる。気管支壁影の読影技術は、肺門リンパ節腫大、肺門型肺癌、気管支喘息、癌性リンパ管症、肺うっ血などの読影指導の際に有用である。

3. Left Hilar Lucent Zone (左肺門部明域, Figure 6, 7, 8)

胸部エックス線写真正面像にて、左肺門域に周囲より透過性の高い領域が見られることがある (Figure 6)。80例の検診エックス線写真で37例 (46%) に認めた。典型例はFigure 6のように明域が下行大動脈に重ならない場合である。明域の内側が下行大動脈に重なる場合は前大動脈陥凹 (4.で説明) との区別を要する。

必ずしも肺気腫やブラの存在を意味しないが、これら

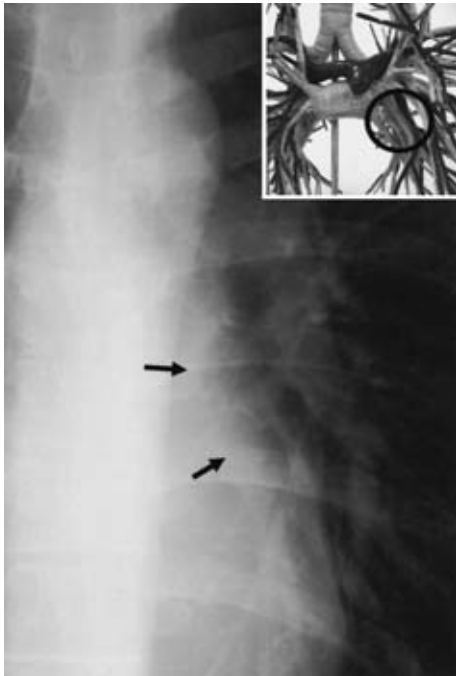


Figure 6. Chest radiograph showing a radiolucent zone in the left hilum (arrow). This zone lacks large pulmonary vessels (circle in the model).

の疾患で明域の存在がより強調される可能性はある。事実、肺気腫が起こりやすい領域であるとの印象は持っている (Figure 7, 8). Figure 7 は空気で膨張させた左上葉であり, Figure 8 は同標本 CT である。画像と標本を比較検討した結果の要点を、以下に述べる。

- ①Left Hilar Lucent Zone は胸部エックス線写真上、左上幹から左下幹・底幹に重なり、下方は下肺静脈までの比較的狭い範囲である (Figure 6)。
- ②気管支・肺血管模型でも分かるように、同領域に含まれる上幹と下幹の腹側は上肺静脈以外の太い肺血管を欠き、肺実質が縦隔側に張り出しやすい (Figure 6 挿入部分、右肺門と比較する)。
- ③外科的切除肺で観察すると、下幹・底幹の前に張り出す肺実質は舌区の頭内側に相当し、心臓と下幹・底幹の間を埋めるように厚い (Overhang of the Lingula, Figure 7, 8). Figure 7 は肺気腫を背景に持つ肺癌例の左上葉であり、舌区の張り出しが明瞭である。Figure 8 でその領域に肺気腫の存在が証明されている。
- ④CT でこの領域は、左上幹と左下・底幹の間で大葉間裂の腹側の舌区が前後に膨れる部分に相当する。その背側、大葉間裂の背側の前大動脈陥凹に対応する鳥の嘴様の肺 (S⁶, beak like lung) とは区別される。

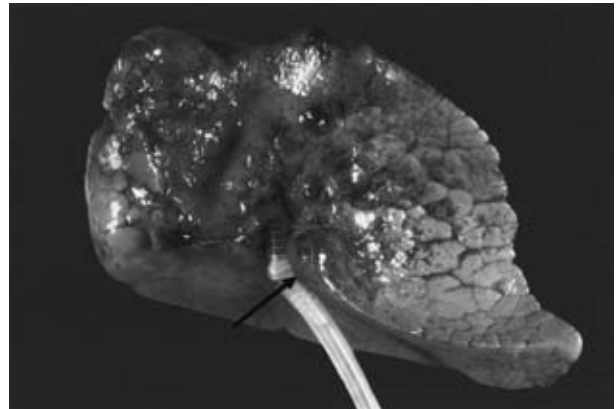


Figure 7. Macroscopic photograph of the left upper lobe inflated with air. The arrow indicates overhang of the lingula.

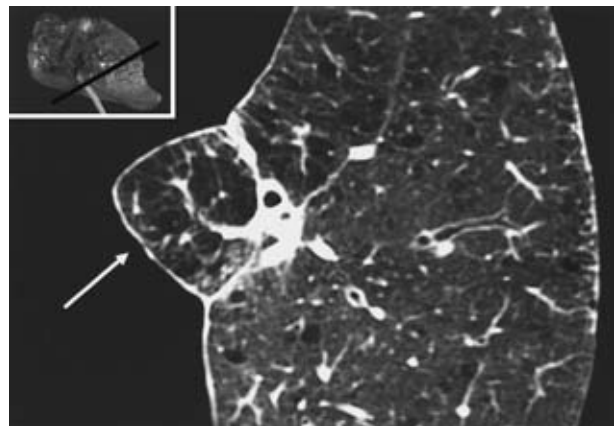


Figure 8. Specimen CT of the same lung shown in Fig. 7. The arrow indicates the overhang of the lingula.

③の Overhang of the Lingula は、2. で述べた Anterior Stripe of the L-LLB (1) を描出する根拠となる肺実質でもある (Figure 5)。直接的な説明はないが、解剖学のテキストにこの部分の肺の張り出しによると思われる縦隔の窪みが描かれている。²

それによると、左側のほうが相当する右側のものに比べて明らかに大きく、且つ深い。

側面エックス線写真でチェックすべき所見として知られる Inferior Hilar Window³ は、右肺動・静脈の尾側、左肺動脈の腹側のエックス線学的に明るい部分を指す。この明域の発生に、本項で述べた舌区の張り出しが関与する。

肺門領域の読影指導にあたり、左右の違いを理解させることは重要である。Figure 6 に代表されるような教材の場合、本項で述べた所見について学生から質問を受ける可能性がある。

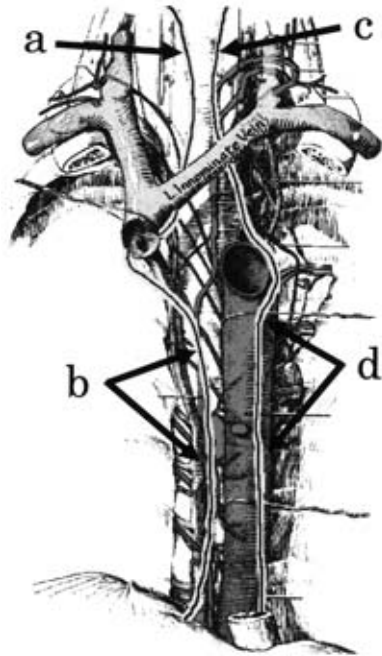


Figure 9. Four recesses formed both in upper and lower portions of the azygos and aortic arches (changed from the original figure, 1-83 in Reference 2).

a: supra-azygos recess, b: azygo-esophageal recess, c: supra-aortic recess, d: preaortic recess

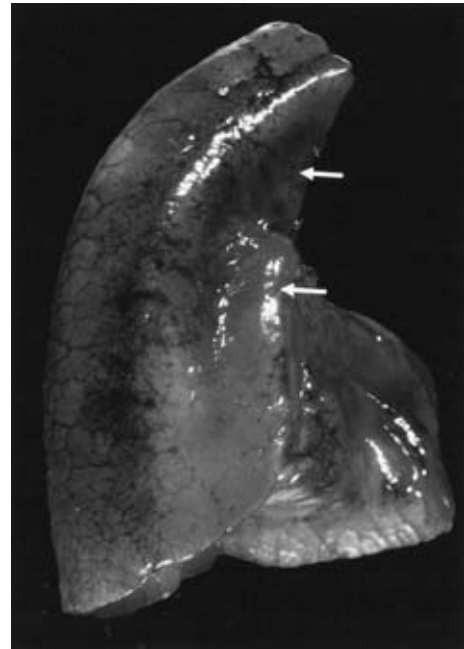


Figure 10. Macroscopic photograph of the left lower lobe. The arrows indicate the lung corresponding to preaortic recess.

4. 奇静脈弓 vs. 大動脈弓 (Figure 9, 10)

左右別々の構造ではあるが、両 Arch は胸膜腔を介しての肺実質との関係で共通性があり、⁴ 肺標本の内側面を観察する重要ポイントである。両 Arch の共通性を以下のように整理する。

- ①共に、標本上大葉間裂 (Major Fissure) の背側・頂上部を横切る。
 - ②その横切る部分の頭・尾側で両側の肺が食道方向に張り出す。言い換えると、両 Arch により肺の縦隔方向への張り出しが阻止されている (Figure 9)。Figure 9 は解剖学のテキストに4つの陥凹を加筆したものである。
 - ③胸部エックス線写真で見える両 Arch の位置は、それぞれの下葉の頂上にほぼ一致する。即ち両 Arch より頭側には上葉しかない。
- ②に述べた4つの陥凹は以下のものである。
- a. 上奇静脈陥凹, Supra-azygos Recess (右)
 - b. 奇静脈食道陥凹, Azygo-esophageal Recess (右)

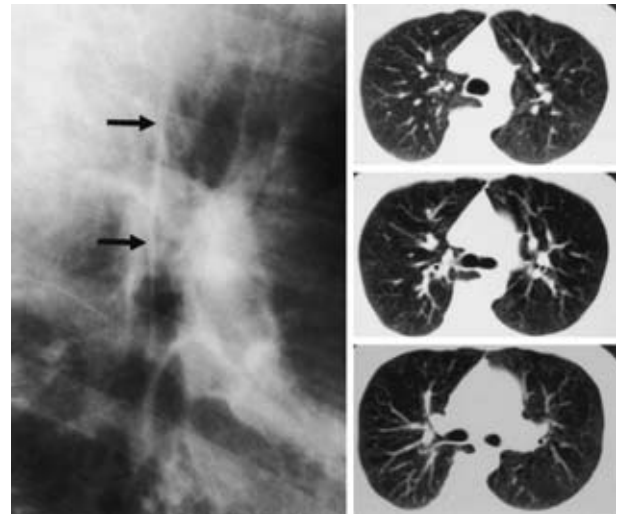


Figure 11. Lateral radiograph and CT of azygos lobe. The arrows indicate a continuous line ranging from the trachea to the right intermediate bronchus.

- c. 上大動脈陥凹, Supra-aortic Recess (左)
 - d. 前大動脈陥凹, Preaortic Recess (左, Figure 10)
- これらの内、a と c、b と d が同じような意味合いを持つ。それぞれのペアで、胸部エックス線写真上「後接合線」を形成する。この後接合線は両 Arch の頭側では形成されやすいが、尾側ではそうでない。これは、一般に

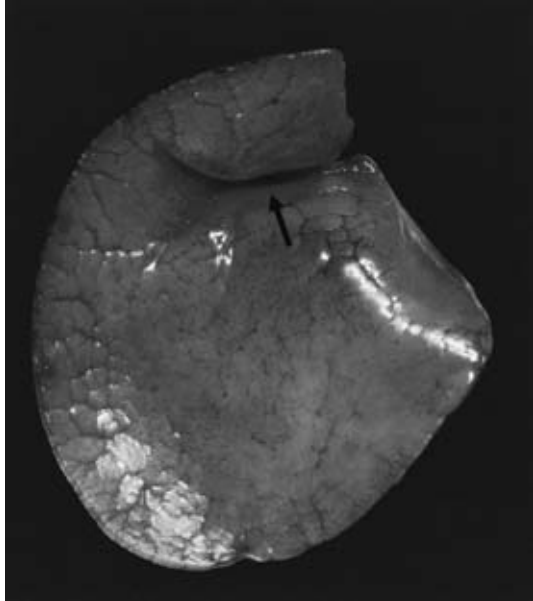


Figure 12. Macroscopic photograph of the diaphragmatic surface of the right lower lobe. A branching cleft is shown (arrow).

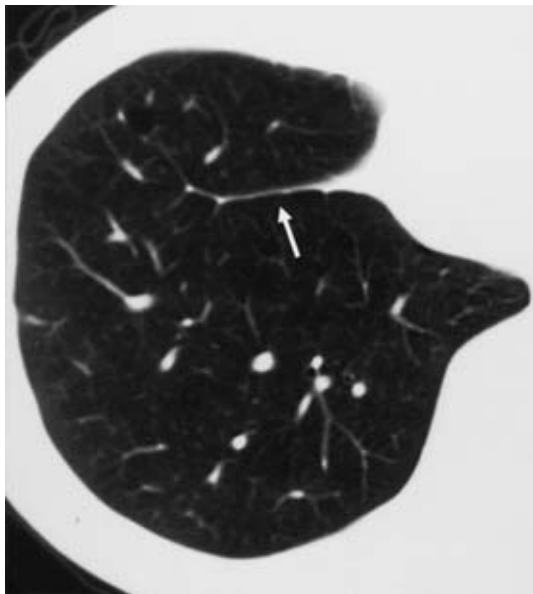


Figure 13. CT of the patient shown in Fig. 12. The images match well.

前大動脈陥凹が下行大動脈のために右側のように発達出来ないからである。前大動脈陥凹に対応する肺の張り出しを理解するには、剖検肺よりは Figure 10 に示すように空気で膨らませた左下葉標本を観察するのがよい。

この項の知識は、縦隔に重なる肺野を読影する上で必須のものである。縦隔影に重なる肺癌、#7と#10リン

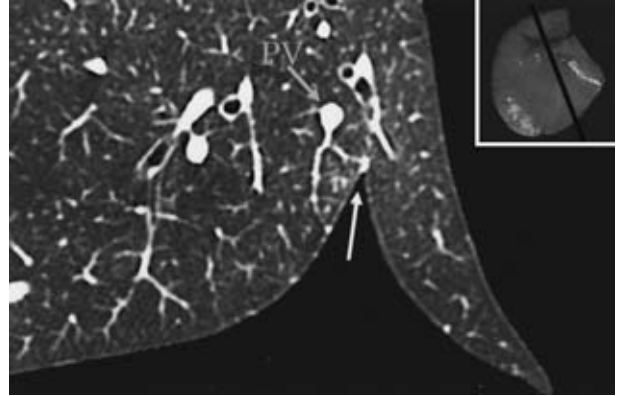


Figure 14. Sagittal CT of the same specimen shown in Fig. 12. The top of the cleft joins the pulmonary vein (PV). This fissure incompletely separates S⁸ from S⁷.

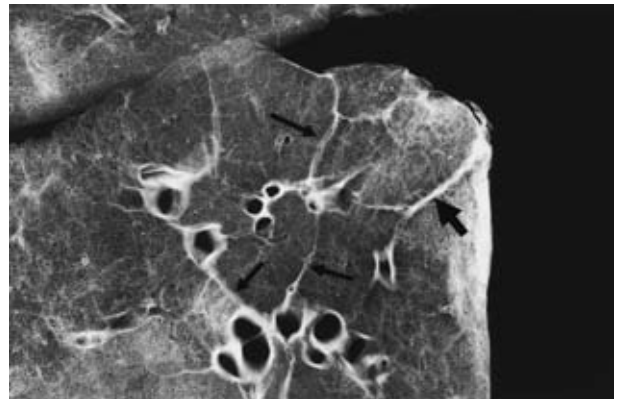


Figure 15. Contact radiograph of a lung specimen (right lower lobe). The thick arrow indicates the intersublobar septum. The thin arrows are inter- and intrasegmental septa.

パ節腫大、食道腫瘍、食道裂口ヘルニア、後縦隔腫瘍などによる奇静脈食道陥凹の変形を読影指導する上で有用である。

さらに、側面エックス線写真にて下行大動脈の前後の境界が途中で消失するメカニズムや、Aortic Pulmonary Windowの背側境界 (Posterior Closure) を理解するためには、前大動脈陥凹に対応する肺の張り出しを標本で勉強する必要がある。

5. 奇静脈葉 (Azygos Lobe) の側面エックス線写真 (Figure 11)

前項4と関連が深い主題であるが別に扱う。奇静脈葉では、奇静脈弓が通常の気管と右主気管支の移行部に張り付いていない。このため、4②で述べた奇静脈弓による肺の張り出し阻止は起こらず、上奇静脈陥凹と奇静脈食

道陥凹は、Figure 11 の CT で示されるように途中で途切れず連続する。この場合、両者の陥凹に対応する肺により形成される背側傍気管線 (Posterior Paratracheal Stripe) と右上幹・中間気管支幹後壁からなる線状影 (2-①, ②) は、連続した 1 本の線として描出される (Figure 11)。しかし、通常のエックス線写真では両者は奇静脈弓の部分で不明瞭となる。

奇静脈葉の側面エックス線写真は、気管～右中枢部気管支と肺実質の間の一般的関係についての知識を深めるよい材料である。

6. 副葉間裂, 肺区域間, 肺区域内隔壁 (Figure 12, 13, 14, 15)

空気で膨らまされた左右の下葉は、横隔面を観察する最適の材料である。肺横隔面は頭側に緩やかに凹み、表面には溝 (Cleft) が穿たれていることが多い (Figure 12)。自験例では左下葉の場合 23 例中 17 例 (74%)、右肺では 29 例中 17 例 (59%) であり、左で見る機会が多い。主な特徴を整理すると、以下のようである。代表的画像を Figure 12, 13, 14 で示す。これらは同一症例の画像である。

- ① 溝は臓側胸膜と共に肺実質を分けるが、溝の深さは数 mm から 10 数 mm と幅がある。溝は分岐する場合が多い (Figure 12)。
- ② 典型例では溝は縦隔側から外側やや背側に伸び、横隔面中央にかけて次第に浅くなりかつ細まる。葉間側に到る場合もある (右では S⁷ と S⁸ を分ける)。
- ③ 横隔面の溝は、横隔膜頂上部を含む CT 像で分岐又は単一の線状影として観察される (Figure 13)。逆に CT でそのような陰影を認めないケースの標本横隔面は溝を欠き平坦である。
- ④ 標本 CT によりこの溝は肺底区の区域, 亜区域, さらに小さい気管支・肺動脈単位を分けることが証明される (Figure 14)。Figure 14 では溝の頂上が肺静脈につながることを示している。それらをより中枢の肺門領域へ追跡すると、区域気管支や肺動静脈の間を結ぶ隔壁となる (Figure 15)。Figure 15 は伸展固定肺の横断エックス線像である。本図で区域—亜区域支, 肺静脈, 肺動脈を結ぶ隔壁 (太矢印は Intersublobar septum, 細矢印は区域間ないし亜区域間隔壁) が明瞭に示されている。これらは胸膜下の小葉間隔壁より厚いので観察し易い。高解像度の臨床 CT においても肺門レベルで以上の隔壁は正常像として認められる。

以上の特徴から、Figure 12 で示したような溝は副葉間裂 (Accessory Fissure) と呼んで差し支えない。

CT で観察される分岐線状影を肺靭帯の横隔面への延長であるとした時期があった。^{5,6} 自験例において術中執刀医に確認したが、下葉が靭帯により横隔膜の壁側胸膜に固定されている所見は認めなかった。

以上の副葉間裂が、横隔膜の壁側胸膜下の構造物による窪みの可能性は充分考えられる。その候補として、横隔神経と下横隔膜動・静脈が挙げられる。^{7,8} これらの構造物の走行が CT で見られる分岐線状影と似るからである。

Intersublobar Septum は肺靭帯から伸びる隔壁が肺内で S⁷ と S¹⁰ (S¹⁰ 内の場合もある) を分けつつ尾側に伸びるものを指す。この隔壁は標本でも明瞭に見えるが、区域間隔壁の 1 つとして差し支えない。⁹ Intersublobar Septum が肺横隔面まで伸びて副葉間裂となることはありうるが、かつて言われたように Intersublobar Septum が横隔面に繋がりそれが横隔面の肺靭帯を形成する可能性は極めて稀と考えている。

この項で説明した読影技術は、CT にて肺底領域を解析する際に有用である。遭遇する重要な病態は肺癌で見られる横隔面に及ぶ胸膜陥入、慢性好酸球性肺炎、癌性リンパ管症、肺うっ血で出現する線状影などである。この線状影は胸膜に繋がる小葉間隔壁とは部位から区別されるが臨床的意味合いは同一である。

おわりに

医学部学生に多大な時間と労力をかけて胸部画像診断学を教育してきた過去 6 年間で明らかとなった、指導者として曖昧なまま放置出来ない基本的事項について整理し検討を加えた。正常像への理解を深めることを中心としたが、それでも標本 (像) の見直しを必要とした。また標本像の提示無しに教育・訓練を行うのは困難であると再認識した。

REFERENCES

1. Lang EV, Friedman PJ. The anterior wall stripe of the left lower lobe bronchus on the lateral chest radiograph: CT correlative study. *AJR*. 1990;154:33-39
2. Anderson JE. 縦隔の左側. 森田 茂, 楠 豊和, 訳. グラント解剖学図譜. 東京: 医学書院: 1988:1-47
3. Park CK, Webb WR, Klein JS. Inferior hilar window. *Radiology*. 1991;178:163-168
4. Heitzman ER. 8.2 The Azygos Arch. *In The Mediastinum*. 2nd Ed. New York: Springer-Verlag; 1988:219-229
5. Godwin JD, Vock P, Osborne DR. CT of the pulmonary ligament. *AJR*. 1983;141:231-236
6. Cooper C, Moss AA, Buy JN, et al. CT appearance of the normal inferior pulmonary ligament. *AJR*. 1983;141:237-240
7. 尾尻博也, 氏田万寿夫, 有泉光子, 他. 横隔神経・横隔膜

- 上部下横隔膜動静脈・下肺靱帯のCT解剖. 臨放. 1993; 38:47-53
8. Berkmen YM, Davis SD, Kazam E, et al. Right phrenic nerve: anatomy, CT appearance, and differentiation from the pulmonary ligament. *Radiology*. 1989;173:43-46
 9. Berkmen YM, Drossman SR, Marboe CC. Intersegmental (intersublobar) septum of the lower lobe in relation to the pulmonary ligament: anatomic, histologic, and CT correlations. *Radiology*. 1992;185:389-393