

臨床に役立つ画像解剖学：肺，縦隔，胸壁

栗原 泰之

聖マリアンナ医科大学放射線医学教室

Anatomic and Radiologic Considerations of Varied Appearances of Thoracic Structures

Yasuyuki Kurihara

The purpose of this pictorial essay was to demonstrate normal chest anatomy and related pathologies on chest radiographs and chest CT images. It is important for the general practitioner to have a clear understanding of anatomy in order to avoid overestimating subtle radiologic findings and to be able to differentiate true pathological lesions. This pictorial essay includes various appearances of pleural fissures, companion shadows of the ribs, and minor structures of the chest walls and mediastinum.

Research Code No.: 506

Key words: Fissure, Rib, Pericardium

Received Oct. 10, 2001

Department of Radiology, St. Marianna University School of Medicine

本論文は第60回日本医学放射線学会学術発表会(2001年4月)の教育講演カテゴリーカルコースにおいて、「臨床に役立つ画像解剖学 3. 肺野・縦隔・胸壁」の演題で発表されたもので，日本医学放射線学会誌編集委員会より執筆依頼した。

別刷請求先
〒216-8511 川崎市宮前区菅生2-16-1
聖マリアンナ医科大学放射線医学教室
栗原 泰之

はじめに

画像所見の解析において解剖学的知識が重要であることは言うまでもない。しかし特定の方向の断面像であるCTやMRI画像では，良く精通している解剖構造も思いもよらない像を呈することもあるし，特定の厚みのある組織を放射状のX線でスキャンしている単純写真は，予想外の構造を強調することもある。ましてやこれに複雑な病態が重なると個々の陰影が正確には何を表しているのか解析するのは容易ではない。

本稿は，私が日頃の胸部画像の読影の中で気にしている比較的些細な画像所見の一部をpictorial essayとしてまとめたものである。細かな所見にこだわることは，必ずしも診断への近道ではないと思うが，診断の確信度を上げたり誤診を防ぐ能力となって読影の質の向上につながると思う。

The superolateral major fissures

胸部単純写真正面像を細かく丹念に読影するようになると，上肺野外側部分に緩くカーブを呈しながら斜走する線状影に気がつくようになる。場合によっては，気胸症例で見られる臓側胸膜のようにsharpな線状影のこともあるが，線状影の外側のほうが僅かに濃度が高いのが特徴で，気胸と区別される。

この線状陰影は14% (右のみ4%，左のみ6%，両側性4%)の写真で認められ，実際には下葉S6の外側縁にあたるmajor fissureが(後)胸壁に接する部位に相当すると考えられている (Fig. 1)。このため下葉S6が意外に高位まで達していることに気づき，肺葉に位置関係についての認識を新たにさせてくれる。また外側が僅かに濃度が高いのは，major fissureと壁側胸膜との交点部分に脂肪が存在するためと考えられているが，この僅かな脂肪の働きに驚かされる。

Incomplete Interlobar Fissures

Major fissure, minor fissureともしばしば不完全となっている。肺門側特に上方においてfissureによる分離が不完全

で，二葉は交通する (Fig. 2)．この頻度の報告はさまざまであるが，Otsujiらのthin-section CTによる観察では右肺では83.1%，左肺では50.0%と報告している．

Incomplete fissureが，画像に及ぼす影響はかねてよりさまざまなパターンが報告されている．その一つに肺炎や肺癌の進展が上げられる (Fig. 3)．通常ではfissureによって境され病変が隣接する肺葉に広がることはないが，incomplete

fissureが存在しているとKohn孔やLambert's canalなどを介して他の肺葉へと広がらうる．

Perihilar lucencyもincomplete fissureで説明されてきた．これは，胸部単純X線写真正面像で肺門部周囲のX線透過性が亢進していることで，特に臥位の写真で良く遭遇し，時として両側性に見られる．実はこの内側の透亮像は異常ではなく正常の肺野が見えているのであり，外側の僅かに濃

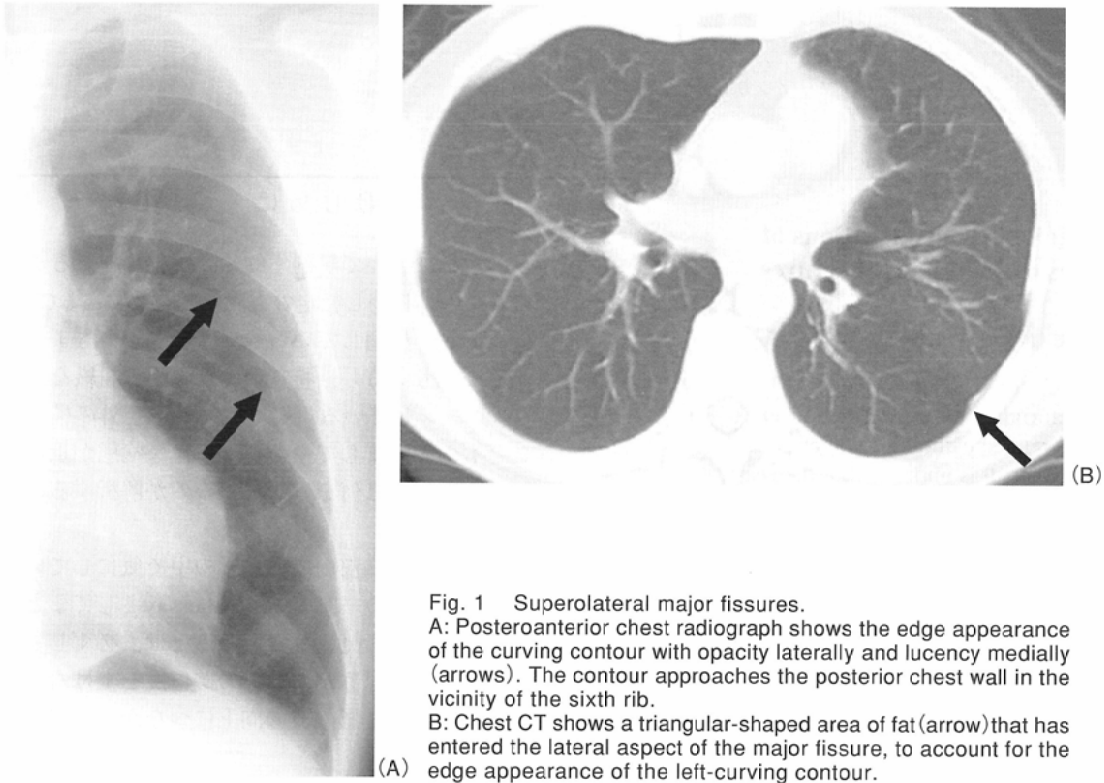


Fig. 1 Superolateral major fissures.

A: Posteroanterior chest radiograph shows the edge appearance of the curving contour with opacity laterally and lucency medially (arrows). The contour approaches the posterior chest wall in the vicinity of the sixth rib.

B: Chest CT shows a triangular-shaped area of fat (arrow) that has entered the lateral aspect of the major fissure, to account for the edge appearance of the left-curving contour.

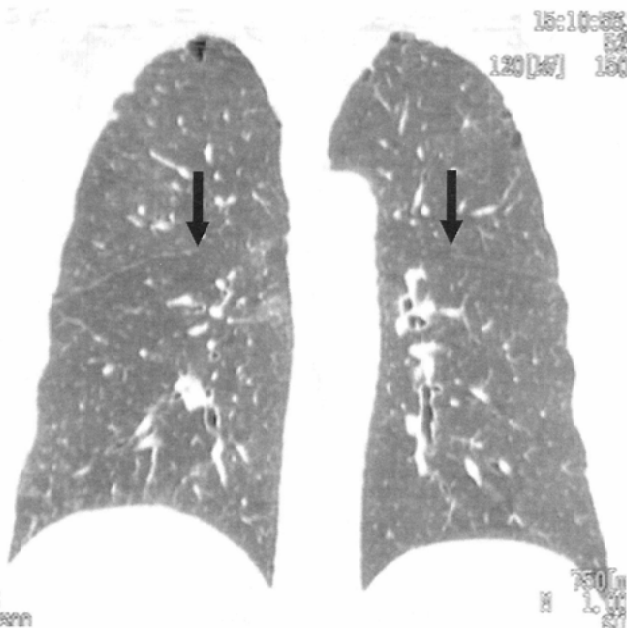


Fig. 2 Incomplete fissure. Coronal reconstructed image shows sudden disruption of the bilateral major fissure (arrows). The upper and lower lobes communicate with each other in the medial areas.



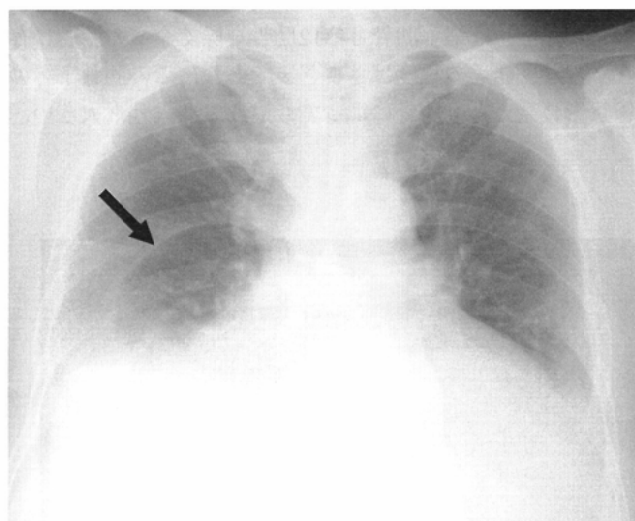
Fig. 3 Spread of disease via the incomplete fissure. Coronal reconstructed image demonstrates bronchiolo-alveolar cell carcinoma extending into both the upper and lower lobe across the incomplete part of the right major fissure.

度上昇している部分こそが、外側のみに存在する葉間胸水によって生じた陰影である。incomplete fissureによるユニークな葉間胸水の分布が、この画像を生み出すとされている。しかしながら、この内側の透亮像の辺縁は含気の低下した下葉の外側縁を見ている可能性も古くから指摘されており、CTの時代になり対比してみると後者の論理の方が正しい症例も多い(Fig. 4)。X線に対し接線成分を有する後者の方が説得力があるように思える。いずれにしても、このperihilar lucencyを認めた場合は胸水の存在を強く疑うことができるわけであるが、個々の境界が何を示しているかに関しては注意深い観察が必要である。

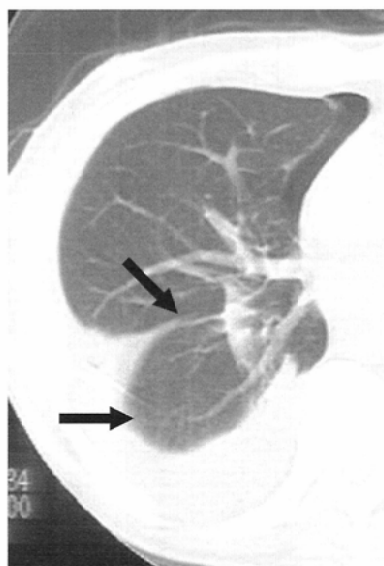
左上葉の完全虚脱に伴う所見として“Luftsichel sign”は有名である。このサインは、胸部単純X線写真真正面像において大動脈弓部を取り囲む透亮像が存在することであり、左上葉の無気肺を示している。この透亮像が形成される理由

は、過膨脹した左下葉のS6が虚脱した左上葉と大動脈弓の間に入り込むことによる。CTでは含気のある左下葉の内側前上方部分からbeak状に含気のある肺構造が突出しているのが分かる(Fig. 5)。問題は左下葉の前縁から突然こうした突起状構造物ができあがる理由である。筆者はincomplete fissureが関与していると考えている。

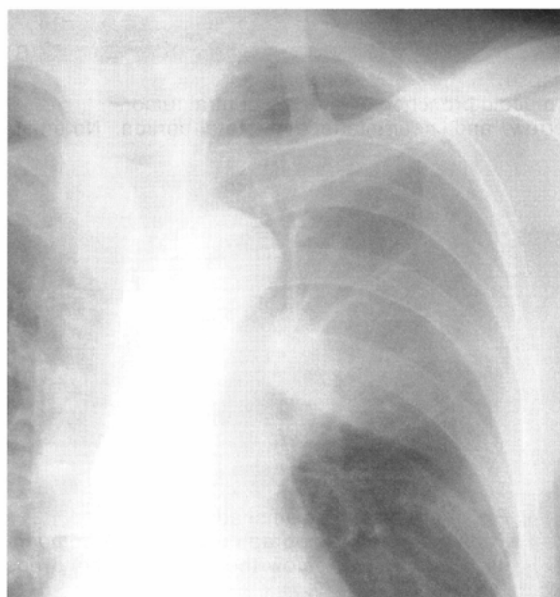
左上葉と下葉の境であるinterlobar fissureが突然鋭角に屈曲しLuftsichel signを形成するために前方に偏位するのとは無理がある。たぶんこの鋭角な屈曲点を境に解剖学的構造の相違があると思われるのだ。すなわちそこにはinterlobar fissureのfreeの部分とunfreeの部分との連結点が存在するものと筆者は考えている。これはcomplete fissureの遊離面と癒着面のこともあるし、incomplete fissureによるのかもしれない。もし後者であるなら Luftsichel signを形成する透亮像は、単に過膨脹した左下葉のS6だけではな



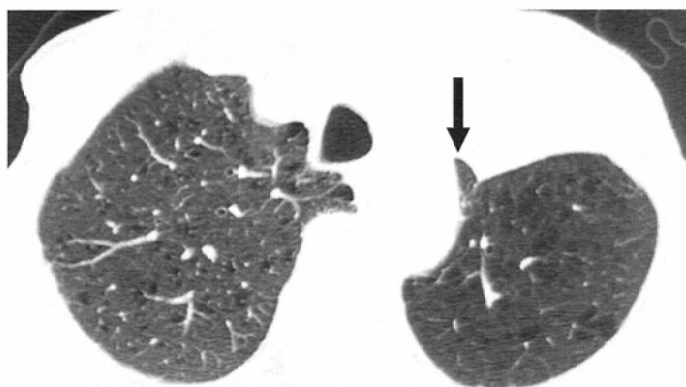
(A)



(B)



(A)



(B)

Fig. 5 Luftsichel sign.

A: Posteroanterior chest radiograph obtained in a patient with left upper lobe collapse shows a clear margin of the aortic knob with paraaortic lucency.

B: Chest CT shows medial interposition of the hyperexpanded superior segment of the left lower lobe between the aortic arch and the collapsed left upper lobe (arrow).

く，incomplete fissureを介するcollateral air driftによって含気を取り戻したS1+2の一部の可能性もある。

無気肺に伴って葉間面の途中で屈曲を呈する現象は，左上葉の無気肺に限らずその他の肺葉の虚脱においても見られる(Fig. 6)。こうした現象は実はもっと頻繁に生じているのかもしれない。

Rib companion shadow

Rib companion shadowとは，第一，第二肋骨の下面あるいは下外側面に沿って見られる厚さ1～5mmの軟部組織陰影のことである(Fig. 7)。第二肋骨の下面では31%もの胸部単純X線写真で認められる。この陰影は，しばしば陳旧性結核に伴う胸膜肥厚と勘違いされている。

Gluckらはこの陰影が肥満度と関連があることを報告している。よって壁側胸膜下の脂肪がrib companion shadowに重要な役割を演じているわけであるが，第二肋骨下縁に沿ったrib companion shadowが，単純に第二肋骨と臓側胸膜の間の脂肪を見ているものかというところというわけではない。rib companion shadowは興味深いことにAP viewでは

見にくくなる。また第二肋骨の後部は胸郭の後上方に位置しているため肋骨と胸膜の間の脂肪は接線方向に入っていない。すなわちrib companion shadowは，肋骨と臓側胸膜の間の脂肪を単純に見ているわけではなく，肋骨から若干ずれて，肋間にある脂肪や肋間筋，肋下筋等の軟部組織が軽度隆起しているために斜入するX線との間で形成される陰影を観察しているのである。

Costal groove

肋骨の下縁に沿って平行に鮮明な線状影が認められることがある(Fig. 8)。これはcostal grooveの下縁を見ているものであり，胸部単純X線写真で見えている肋骨の下縁は，このcostal grooveの上縁ぐらいにあたる。Costal grooveを形成する骨構造は薄い膜状であるため，胸部単純X線写真上骨陰影としては認識できず，下縁のみが線状影として認められるのである。

Costal grooveは第1肋骨と第12肋骨を除く全ての肋骨に存在するが，発達の程度はさまざまであり，この肋骨下縁の線状影の見え方も肋骨によっても違うし個人差も大きい。

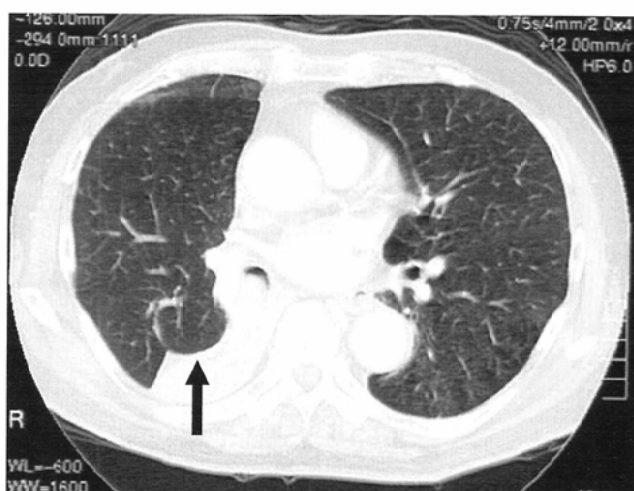
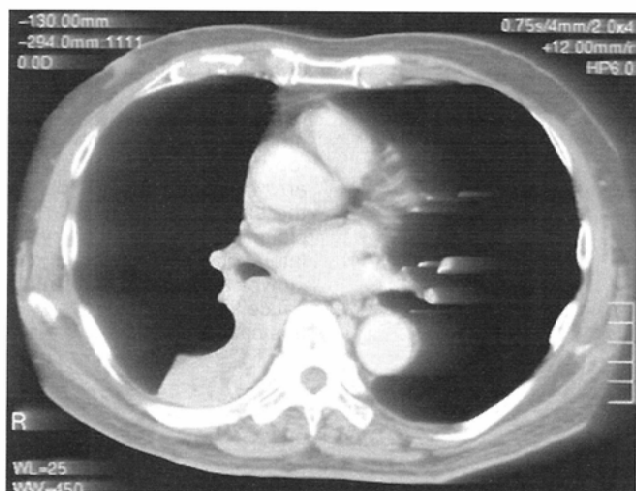


Fig. 6 A 82-year-old man with central lung carcinoma and right lower lobe collapse.
A: Mediastinal window of chest CT scan shows collapsed right lower lobe with mucoid bronchograms and a central tumor.
B: Lung window shows a convex interface of medial portion of major fissure (arrow) and linear interface of lateral portion. Note narrowing of the intermediate bronchus with the tumor.

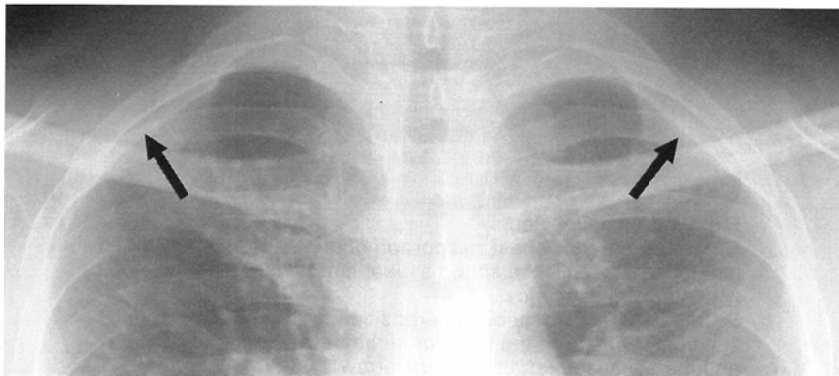


Fig. 7 Rib companion shadow.
Posteroanterior radiograph reveals thick companion shadows just below the bilateral second ribs (arrows).

この陰影は気胸による臓側胸膜による線状影と鑑別しなければならない。

Rib overlay shadow

Rib overlay shadowも普段の読影の中でしばしば目にしていてものの注意を注がない陰影の一つである。Rib overlay shadowは両下肺外側部の肋骨に重なって短い線状影、帯状あるいは三角形の陰影をさす(Fig. 9)。これらは第6, 7, 8肋骨で良く観察され、68%のフィルムで認められる。この陰影の成因としてGilmartinは前鋸筋の一部が肋骨と重なる部分を見ていると報告している。しかし軟部組織陰影にしてはその辺縁は明瞭すぎると思われるし、この陰影は常に肋骨内に重なっており線状影あるいは三角形の陰影が肋骨外に達することがないことから、筆者は骨そのものを見ていると考えている。

肋骨はtwisted ribbonのようになっていて、正面像では上縁を追っていくと下縁に、下縁を追っていくと上縁にと移行してしまう。よって肋骨の外側部でそれらが交叉し、twisted ribによる重なり部分がrib overlay shadow形成する。

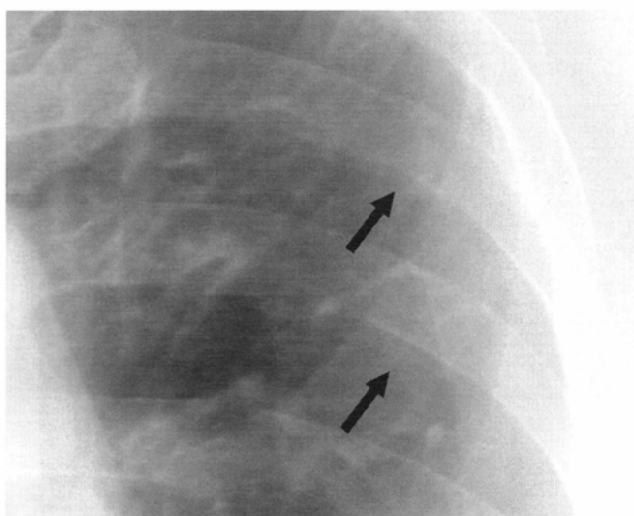


Fig. 8 Costal groove.
Close-up view of posteroanterior chest radiograph shows sharp, thin lines along the lower margin of the ribs (arrows).

Localized fat collection adjacent to the intrahepatic portion of the inferior vena cava

肝臓上縁レベルの下大静脈内側部にあたかも fatty tumor の様に類円形の fat collection を示すことがある (Fig. 10)。最初に報告した Miyake らによると、この normal variant の CT における頻度は 0.5%、200 例の CT に 1 例であるので決して稀ではない。毎日の一定量の CT を読影しなければならない放射線科医であるなら頻繁に遭遇しているはずである。直径は 22mm 以下で肥満との関連は無いと言われている。

Paravertebral intercostal vein

特に造影 CT の場合よく観察されるのであるが、椎体の両側に胸膜に沿って曲線あるいは線状構造が認められる (Fig. 11)。これは intercostal vein である。その解剖学的対称性から右側が見えているスライスでは左側も見えていることが多く、見えない場合は左右ともに見えない。太さは 2~3mm 程である。胸膜の部分肥厚や pleural plaque と鑑別しなければならない。

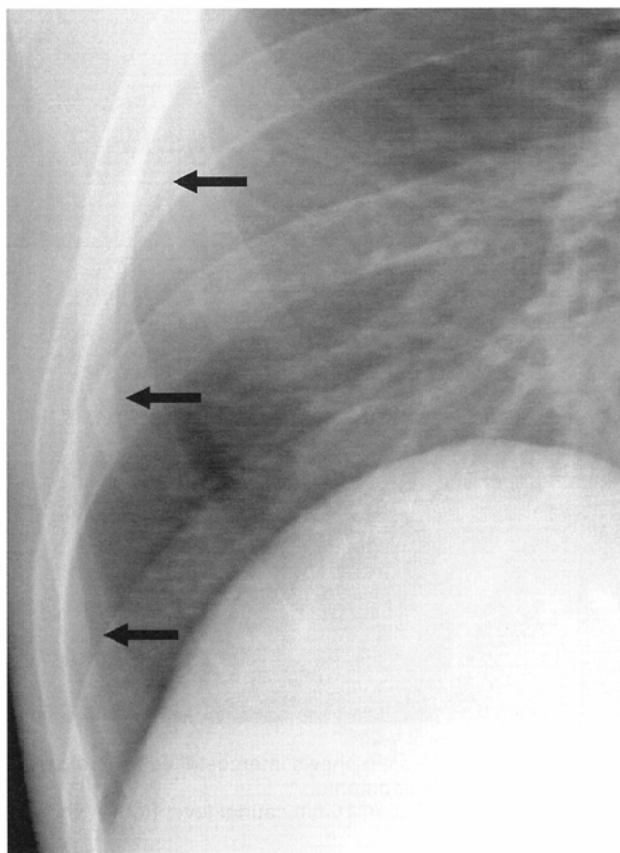


Fig. 9 Rib overlay shadows.
Posteroanterior chest radiograph shows two types of short, linear opacities projecting over the lateral portion of the ribs; anterior overlying opacities (white arrows) and posterior overlying opacity (black arrow).

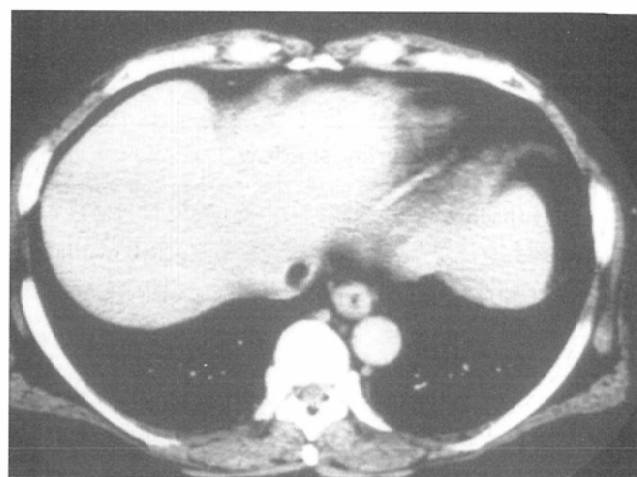
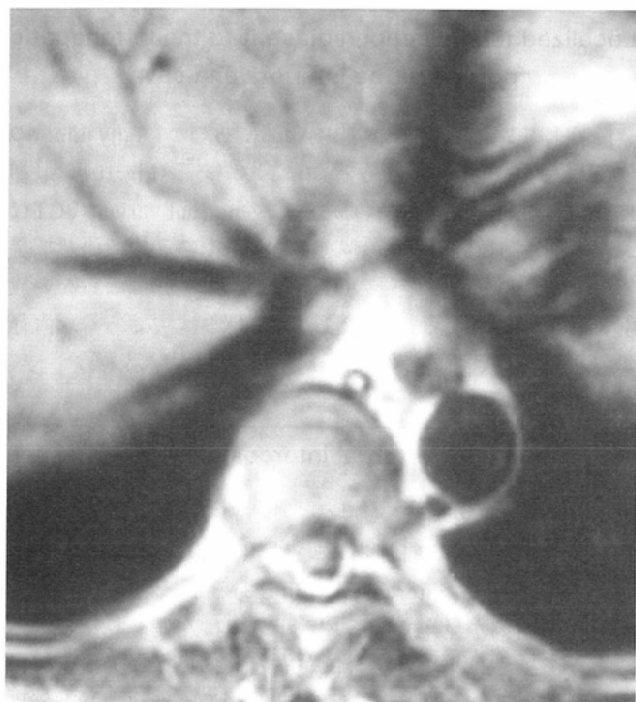


Fig. 10 Localized fat collection adjacent to the intrahepatic portion of the inferior vena cava.
A: Enhanced CT scan shows an oval fatty nodule medial and adjacent to the intrahepatic portion of the inferior vena cava.
B: T1-weighted MR image shows a structure protruding from the medial aspect of the infrarenal portion of the inferior vena cava.



Fig. 11 Paravertebral veins.
A: High-resolution CT scan shows intercostal veins in a paravertebral location (arrows). The veins do not indent the pleura and typically are seen only in segments.
B: High-resolution CT scan 10mm caudal level from A shows no linear structure at the paravertebral area.

Pericardial recesses

良く知られているpericardial recessは、大動脈や肺動脈間の後方に位置するtransverse recessである。特に上行大動脈後方部分はrecessus aorticusあるいはsuperior recessとよばれ、画像的には縦隔リンパ節との鑑別が問題となるが、典型例では三日月型の均一な低濃度構造物となり(Fig.12)、円形で軟部組織濃度のリンパ節と区別される(Fig.13)。Transverse recess (あるいはsuperior recess) は上行大動脈を取り囲むように進展しており人によっては大動脈弓レベルにも達する。腹臥位にするとtransverse recessの心嚢液が前方に移動することがある。

それ以外に実際のCTの読影においてしばしば目に付くpericardial recessはleft plumonic recessである(Fig.14)。これは左肺動脈と左上肺静脈の間に位置し左心耳上後方で延びており左上葉枝前方まで達している。

Phrenic nerve

横隔神経の走行路を把握することは横隔神経麻痺の原因検索には必要な知識である。横隔神経麻痺が生じると患側横隔膜の挙上を伴うことが多く、無気肺を伴ったりする。原因としては肺癌の直接浸潤が多いが、大動脈解離でも起こりうるし、開胸心手術によるtopical coolingによる一過性の横隔神経麻痺も有名である。CTにおける横隔神経麻痺の診断は横隔膜の挙上を見いだすことも重要であるが、不完



Fig. 12 The superior sinus of the pericardium. Chest CT scan at the level of the carina demonstrates a semi-circular, near-water-density structure posterior to the ascending aorta (arrow).

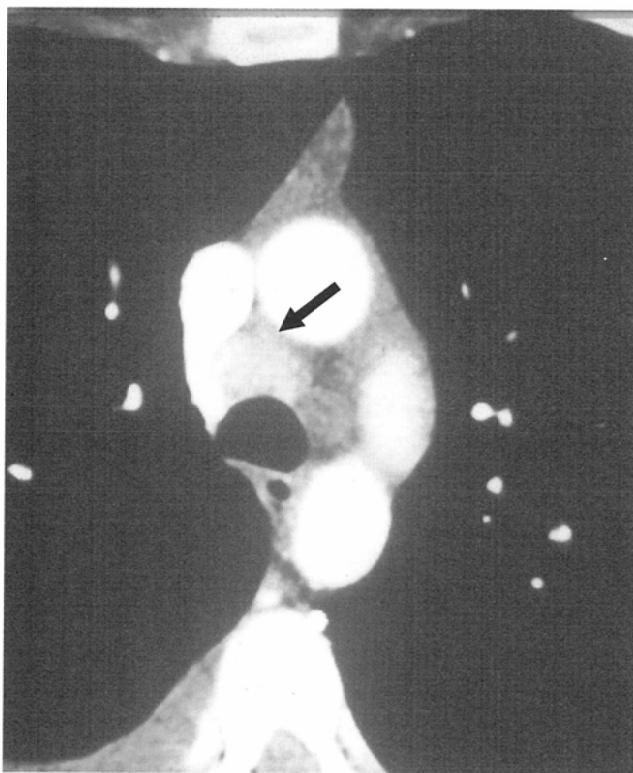


Fig. 13 The mediastinal lymphnode. Chest CT scan shows an enlarged lymph node immediately anterior to the trachea (arrow). The lymph node is differentiated from the pericardial sinus due to its shape and density.

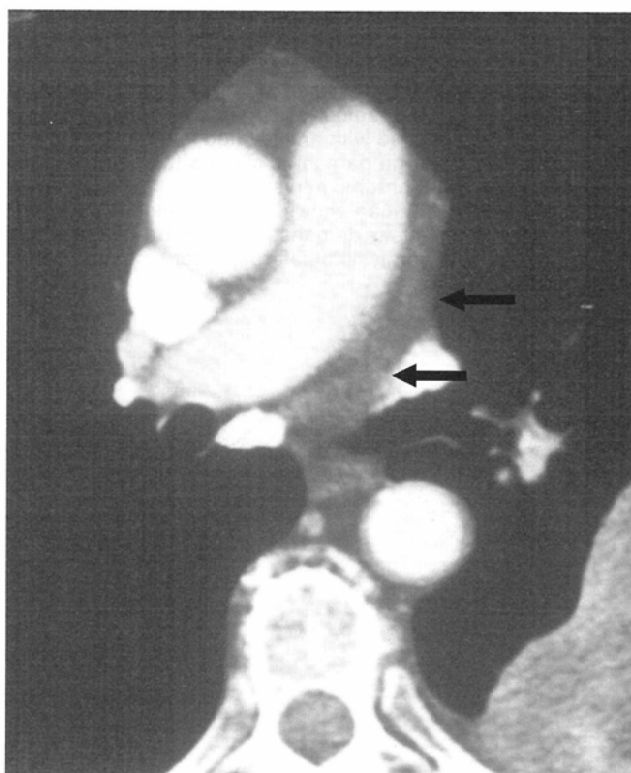


Fig. 14 The left plumonic recess. Chest CT scan at the level of the pulmonary artery demonstrates a near-water-density structure lateral to the pulmonary artery (arrows).

全な息止めに伴う呼吸によるmotion artifactが患側には生じていない事実に気付くことも大切である(Fig.15). この一見CTの弱点を利用した診断方法は，残念ながらscan時間が極めて短い最近の装置では有効でないことが多い。

右横隔神経自体はCT上，下大静脈外側に位置する点とし

て描出され，肺や条件では外側に向く棘上突起として認められる．これより上方の縦隔でも連続する棘上突起物として観察されることはしばしばあるが，横隔膜の高さによって横隔神経の張力も異なり，深呼吸位の方が呼気位より突起状構造は目立つ傾向にある(Fig.16).

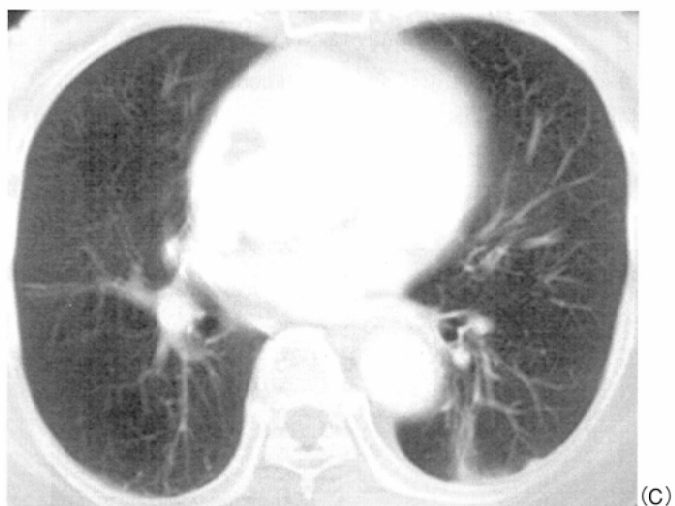
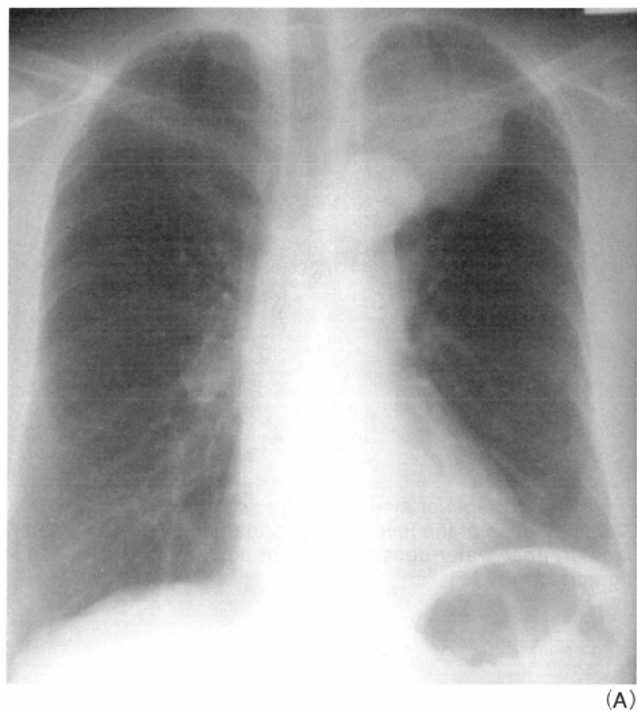


Fig. 15 Phrenic nerve paralysis

A: Posteroanterior chest radiography shows a round mass in the left upper lung associated with an elevated left hemidiaphragm.
B: CT scan shows a large paraaortic mass with central necrosis, probably involving left phrenic nerve.
C: Lung window of CT scan shows severe motion artifact in the right lung in spite of clear demonstration of the left pulmonary vessels, suggesting paralysis of left respiratory motion.



Fig. 16 Phrenic nerve.

A: Inspiratory CT scan shows a beak-like structure at the lateral aspect of the superior vena cava (arrow), which corresponds to the right phrenic nerve.
B: Expiratory CT scan shows a less prominence of the protrusion.

肺底部の棘上構造で横隔神経と良く対比されるのが下肺靱帯およびそれに連続するintersegmental septumである。これは食道の外側部で横隔膜と下肺静脈間に位置する冠状膜様構造物である。特に右下葉においてはS7とS10を分離す

る構造物となるのであるが、B7bを有する人の場合は肺静脈より後方までS7が存在することになり、このintersegmental septumがどのように分布しているのかは個人的に興味のあるところである。

文 献

- 1)Proto AV, Ball JB: The superolateral major fissures. *AJR* 140: 431-437, 1983
- 2)Otsuji H, Uchida H, Maeda M, et al: Incomplete interlobar fissures: bronchovascular analysis with CT. *Radiology* 187: 541-546, 1993
- 3)Hayashi K, Aziz A, Ashizawa K, et al: Radiographic and CT appearances of the major fissures. *RadioGraphics* 21:861-874, 2001
- 4)Raasch BN, Carsky EW, Lane EJ, et al: Pleural effusion: Explanation of some typical appearances. *AJR* 139: 899-904, 1982
- 5)Heitzman ER, Raasch BN: Diseases of pleura. In: Heitzman ER, ed. *The lung: radiologic-pathologic correlation*. 2nd ed. St. Louis, Mo: Mosby, 1984; 502-540.
- 6)Blankenbaker, DG: The luftsichel sign. *Radiology* 208: 319-320, 1998
- 7)Gluck MC, Twigg HL, Ball MF, et al: Shadows bordering the lung on radiographs of normal and obese persons. *Thorax* 27: 232-238, 1972
- 8)Kurihara Y, Yakushiji YK, Matsumoto J, et al: The ribs: anatomic and radiologic considerations. *RadioGraphics* 19: 105-119, 1999
- 9)Gilmartin D: The serratus anterior muscle on chest radiograph. *Radiology* 131: 629-635, 1979.
- 10)Miyake H, Suzuki K, Ueda S, et al: Localized fat collection adjacent to the intrahepatic portion of the inferior vena cava: a normal variant on CT. *AJR* 158: 423-425, 1992
- 11)Im JG, Webb WR, Rosen A, Gamsu G: Costal pleura: appearances at high-resolution CT. *Radiology* 171: 125-131, 1989
- 12)Aronberg DJ, Peterson RR, Glazer MS, et al: The superior sinus of the pericardium: CT appearance. *Radiology* 153: 489-492, 1984
- 13)Levy-Ravetch M, Auh YH, Rubenstein WA, et al: CT of the pericardial recesses. *AJR* 144: 707-714, 1985
- 14)Berkmen YM, Davis SD, Kazam YH, et al: Right phrenic nerve: anatomy, CT appearance, and differentiation from the pulmonary ligament. *Radiology* 173: 43-46, 1989
- 15)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* 185: 389-393, 1992.