

特集 全身性疾患の肺病変の画像診断

2. 小児腎疾患の肺病変

原 裕子, 大久保裕雄

川口市立医療センター 放射線科

Imaging Features of Chest Associated with Renal Diseases

Hiroko Hara, Yasuo Ookubo

Department of Diagnostic Imaging, Kawaguchi Municipal Medical Center

Abstract

A variety of conditions involve pulmonary manifestations associated with renal disorders. Thoracic manifestations associated with renal failure include pulmonary edema, pleural effusions, metastatic calcifications, and renal osteodystrophy. Thoracic involvement occurs more frequently in systemic lupus erythematosus which causes renal failure in children. Inflammatory reactions directed primarily against the vascular wall, with presumed immunologic origin produce Wegener's granuloma, and myeloperoxidase antineutrophil cytoplasmic antibody (MPO-ANCA) -related pulmonary diseases. MPO-ANCA-related pulmonary diseases induce pulmonary hemorrhage and extravascular parenchymal diseases. Specific systemic diseases, tuberous sclerosis, von Hippel-Lindau disease, and Potter sequence are also known to involve both lungs and kidneys.

This article concentrates on the evaluation of the intrathoracic imaging features of disorders involving both lungs associated with renal diseases in children. Although intrathoracic manifestations may be nonspecific, knowledge of the associated pulmonary abnormalities frequently narrows the differential of the pulmonary findings in children.

Keywords: Children, Lung diseases, Renal diseases, Imaging features

腎疾患と関連した肺病変としては、古典的には腎不全に伴う肺水腫や胸水、転移性肺石灰化症 metastatic calcificationなどが挙げられる。また肺と腎はともに毛細血管がよく発達した臓器であり、血管炎により様々な症状を呈する。肺の血管炎は通常全身性の血管炎の一つと考えられており、腎障害とともに肺出血を合併する疾患は肺腎症候群として知られている。この他、小児で腎、肺両者に所見を呈する症候群がいくつかあり、ここではこれらの画像所見を中心に記載する。

1. 腎不全に伴う肺病変

腎不全に合併する肺病変としては、肺水腫、胸

水、異所性肺石灰化症 metastatic calcification、尿毒症肺が、胸部では腎性骨異常栄養症も認められる。さらに膠原病で腎不全を生じる全身性エリテマトーデスでは肺病変を合併することが知られている¹⁾。

A) 肺水腫

肺水腫は肺血管外水分量の増加として定義され種々の原因により生じる。原因疾患により心疾患に見られる心原性肺水腫、心疾患以外を原因とする非心原性肺水腫に区別される。非心原性肺水腫は、1) 肺静脈疾患、2) 腎疾患や過剰輸液による腎性、3) 頭部外傷や頭蓋内圧亢進による神経原性、4) 急性呼吸窮迫症候群 (acute respiratory distress syndrome ; ARDS)、上気道閉塞、薬剤

性、ガス吸入などによる毛細血管透過性亢進型肺水腫に分類されてきた²⁾。一方肺水腫の病態からは、血管内あるいは組織内静水圧、血漿浸透圧、組織浸透圧などの静水圧因子による肺水腫をhydrostatic edema、血管基底膜や肺胞上皮の透過性亢進による肺水腫をpermeability edemaと呼ぶ。心原性肺水腫は主としてhydrostatic edema、腎性肺水腫は循環血液量の増加と血漿膠質浸透圧の低下によるhydrostatic edemaと考えられている³⁾。血管外組織に漏出した水分が肺の間質に留まっている状態を間質性肺水腫 (Fig.1)、肺胞内まで漏出液が及んでいる状態を肺胞性肺水腫 (Fig.2) と呼ぶ。

心原性肺水腫では左房圧が上昇し、肺静脈圧が上昇する。坐位や立位では末梢血管抵抗は上肺野より下肺野で高いため、肺静脈圧の上昇は上肺野でより上昇しやすい。その結果、肺血管陰影は上肺野で拡張し、相対的に下肺野では縮小する。これを再分布redistributionと呼び、肺毛細血管楔入圧 (pulmonary capillary wedge pressure PCWP) 15～20mmHgで生じるとされる。続いて肺の間質である気管支血管束周囲や小葉間隔壁に水分貯留を生じる。これはPCWPが20～25mmHgを超えると生じる

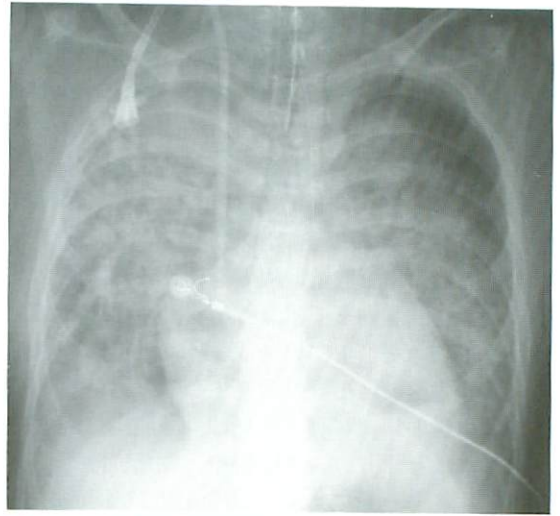
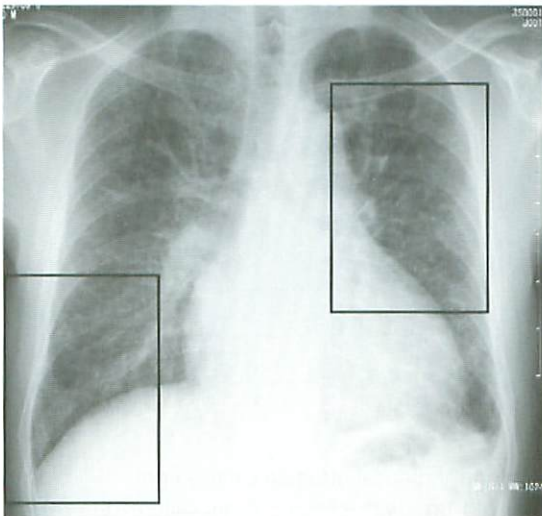


Fig.2 Airspace edema

A 22-year-old man with chronic renal failure, cardiomyopathy, and hypertension, who presented rapidly developing short of breath.

Chest radiograph demonstrates bilateral airspace consolidation involving mainly the perihilar regions (butterfly pattern), cardiomegaly, and bilateral pleural effusion. The subpleural zone of the lung is spared. (Courtesy of Dr. Ishikura and Dr. Ikeda, Kiyose Children's Hospital)



拡大

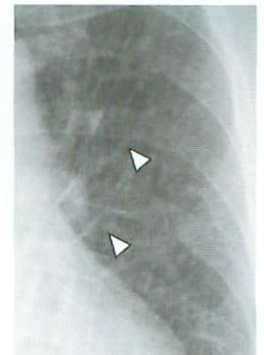
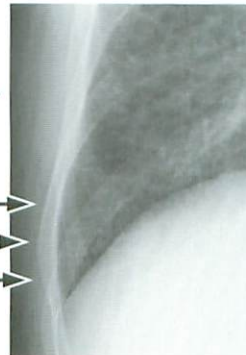


Fig.1 Interstitial pulmonary edema.

A 30-year-old man who presented with dyspnea for a week.

Chest radiograph shows a reticular pattern due to interlobular septal thickening, septal lines (Kerley A line: arrowheads, Kerley B line: arrows), ill definition of the pulmonary vessels, cardiomegaly and left pleural effusion.

とされる。気管支血管束周囲に水分が貯留すると、胸部単純写真では肺門部の血管陰影不鮮明化 (perihilar haze) や気管支壁の肥厚 (peribronchial cuffingカフサイン) として描出される。また小葉間隔壁の肥厚は単純写真ではseptal lines (Kerley A線, B線) として認められ (Fig.1), これは肺静脈圧が17~20mmHg以上で出現するとされる⁴⁾。

肺間質への水分貯留の限界を超えると肺胞上皮が破綻し、肺胞内まで水分貯留が波及すると肺胞性肺水腫となる。PCWPが急速に25mmHgを超えると肺胞内への浸出液貯留を生じるとされる。肺胞性肺水腫の単純写真の所見は、肺胞内に漏出した液体によりすりガラス陰影や、細葉性陰影、小葉性陰影あるいはこれらの癒合した陰影である。典型的には肺門付近にその程度が強く、蝶形陰影

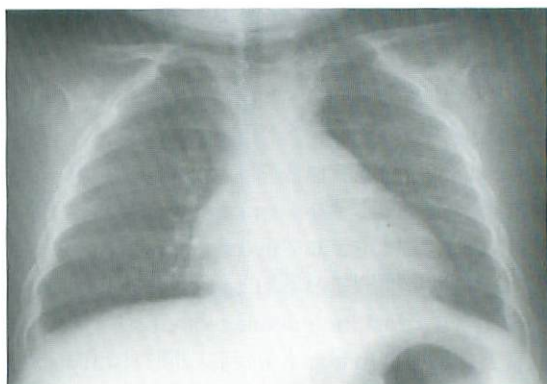
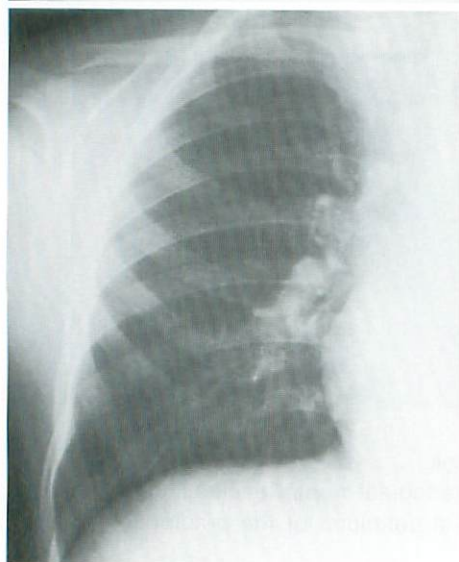
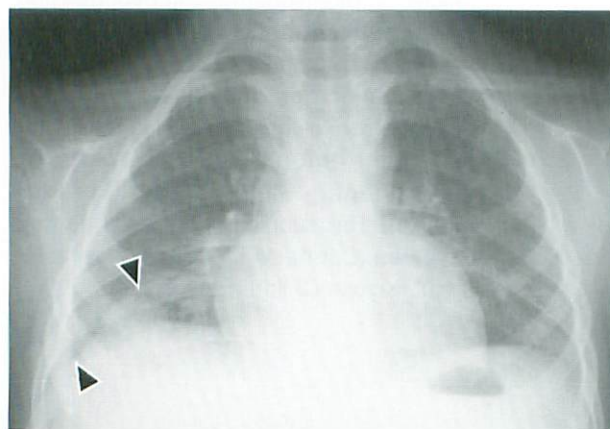


Fig.3 Pleural effusion

A 3-year-old girl with nephrotic syndrome, with severe hypoproteinemia (Albumin 1.0-1.5g/dl).

Chest radiograph reveals dullness of costophrenic angle, representing small amount of pleural effusion on both sides. Mild thickening of right minor fissure is also seen. (Courtesy of Dr. Ishikura and Dr. Ikeda, Kiyose Children's Hospital)



a
b
c

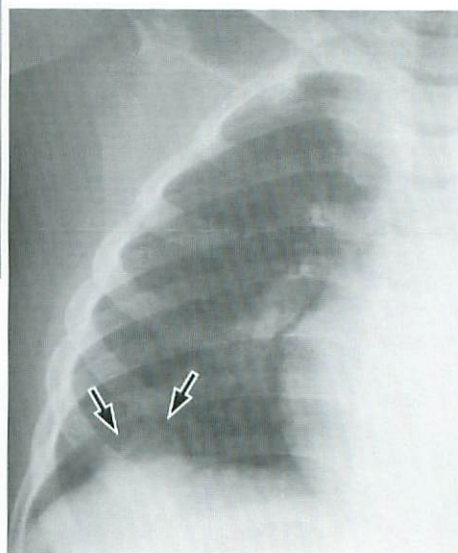


Fig.4 Subpulmonary pleural effusion on the right

A 4-year-old boy with chronic renal failure due to focal segmental glomerulosclerosis.

Chest radiograph (a) demonstrates small amount of right pleural effusion (arrowheads). Remaining localized subpulmonary effusion appears to be a pulmonary nodule (arrows) (b). It disappears two months later(c).

(Butterfly shadow)を示す(Fig.2)。肺門中心性の病変を呈する仮説として、肺血管気管支周囲の間質の浮腫や、呼吸運動に伴うリンパ液の流れが肺門付近より末梢で良好であると説明されている^{1,2)}。

非心原性肺浮腫の胸部単純写真の所見は心原性肺水腫と類似している。両者の鑑別に有用な所見は心拡大の有無であるが、腎不全では心疾患や高血圧を合併したり、心嚢液貯留を伴うことが多く、通常心拡大を伴っている。また重症心不全では腎前性腎不全となりやすいため、心原性と非心原性の重複は認められる。単純写真の経時的変化を臨床所見と併せて評価することが原因の鑑別には有用である。

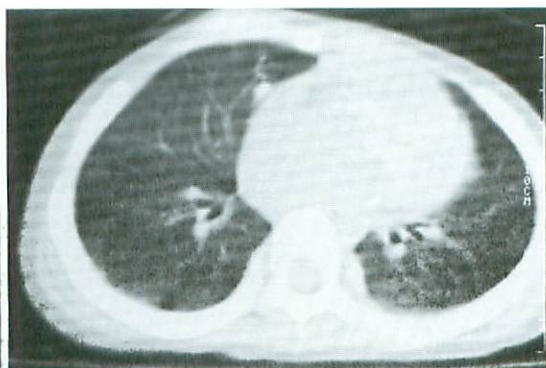
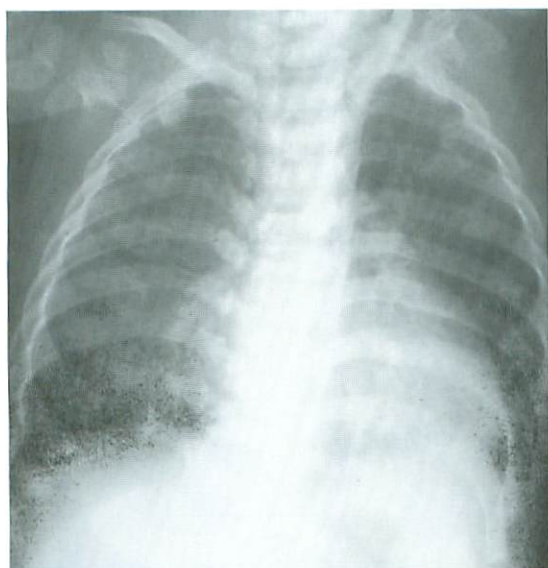
慢性腎不全は小児の肺水腫の重要な原因である。慢性腎不全で肺水腫を生じる要因にはいくつか挙げられる。水分過負荷、腎不全による体液増加、毛細血管透過性亢進、血漿膠質浸透圧低下、低蛋白

血症、高血圧性左心不全などである⁵⁾。腎性肺水腫(Fig.2)でも心原性と同様の単純写真像を呈する。肺水腫以外に腎不全ではマクロファージの活性低下、細胞性免疫の抑制により肺炎を生じやすい。

B) 胸水

胸水は肺水腫や様々な要因によって生じる。尿毒症患者の剖検では20%で浸出液による胸膜炎を認める。心不全や水分過負荷、ネフローゼ症候群、急性糸球体腎炎、血管炎や膠原病などの自己免疫疾患などでも胸水を認める。ネフローゼ症候群(Fig.3)では重症な低たんぱく血症のために漏出液による胸水を認める。単純写真では肋骨横隔膜角の鈍化、葉間に胸水が貯留することにより葉間胸膜が肥厚し、hair lineの肥厚やvanishing tumor* (Fig.4)が見られるが、臥位では少量の胸水は背面に貯留するので同定は容易ではない。

*: Vanishing tumorとは本来は、葉間胸膜に貯留した胸水を表す用語である。葉間胸膜に貯留した胸水が腫瘤様に見え、胸水消失とともに腫瘤も消失するので、Vanishすなわち消える腫瘤と呼ばれる。Fig.4の右肺下胸水に対してVanishing tumorという用語は本来の用語として



a	b
c	

Fig.5 Metastatic pulmonary calcification

A 4-year-old boy with chronic renal failure.

Chest radiograph (a) shows wide spread fluffy opacities involving both lungs, and renal osteodystrophy. CT(b) demonstrates ground-grass opacities in both lungs, representing metastatic calcification. CT(c) also reveals metastatic calcification in the myocardium, and bronchial wall.

は当てはまらないが、言葉の意味だけからは肺下胸水が消失したのでVanishing tumorである。

C) 転移性肺石灰化症 (Fig.5)

転移性肺石灰化症は長期透析に生じる合併症であり、剖検では全年齢の透析患者の60~80%で観察されている。石灰化は肺胞の基底膜に認められる以外に気管支壁や動脈壁にも認められる。通常無症状である。両側性で、好発部位は上葉である。これは換気血流比が高い上葉がアルカローシスに傾くため石灰化沈着を生じやすいとされている。単純写真の所見はゆっくり進行するびまん性肺胞陰影、すりガラス影、肺尖部の透過性亢進、数mmの石灰化結節であり、胸膜の石灰化は稀である。単純写真は転移性肺石灰化症の検出には鋭敏ではなく、CT特にHigh Resolution CT (HRCT) が診断に役立つ。また骨シンチでは肺野への集積が増強し、診断に有用である。

D) 尿毒症肺

腎不全が進行し尿毒症に合併した、左心不全による肺水腫に類似した肺門周囲の癒合傾向を示す肺胞性陰影を尿毒症肺と呼ぶ。病理学的にフィブリンが豊富な肺胞性肺水腫、硝子膜形成、出血、感染を示す病態で、血液透析開始以前には多数見

られたが、透析の発達した現在ではあまり見ることがなくなった。原因は明らかではなく、重症なものではびまん性肺胞損傷を示す。尿毒症ではこの他胸膜炎や心膜炎の合併も知られている¹⁾。

E) 腎性骨異栄養症 (Fig.6)

腎性骨異栄養症は慢性腎不全に合併した骨病変

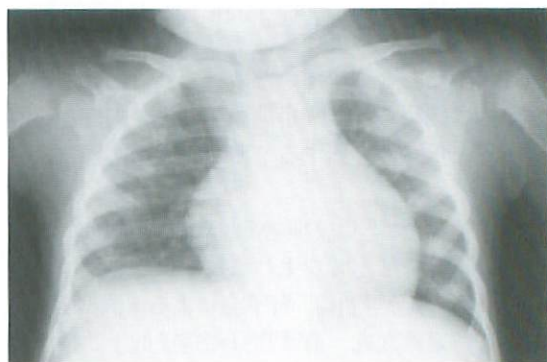
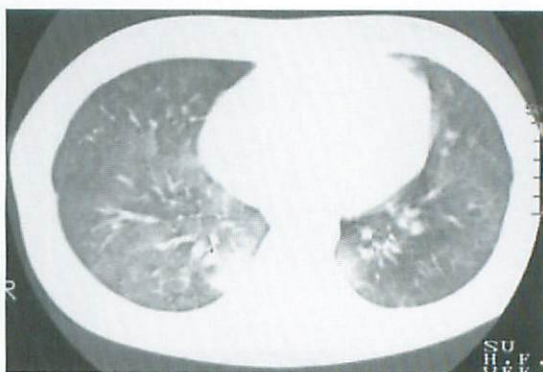
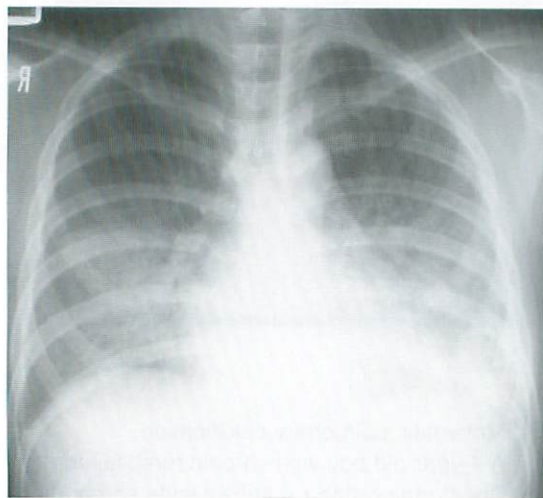


Fig.6 Renal osteodystrophy

A 3-year-old boy with chronic renal failure. Chest radiograph shows erosion of the distal epiphysis of the clavicle, flaring and fraying of the humeral diaphysis, rachitic change of the ribs, osteosclerosis, and osteopenia.



a | b

Fig.7 Acute pulmonary hemorrhage

A 13-year-old girl with systemic lupus erythematosus.

Chest radiograph (a) shows airspace consolidation and ground-glass opacities scattered mainly in both lower lung fields on both sides.

CT(b) demonstrates diffuse areas of ground-glass attenuation on both sides, and patchy area of consolidation in right lower lobe, representing pulmonary hemorrhage.

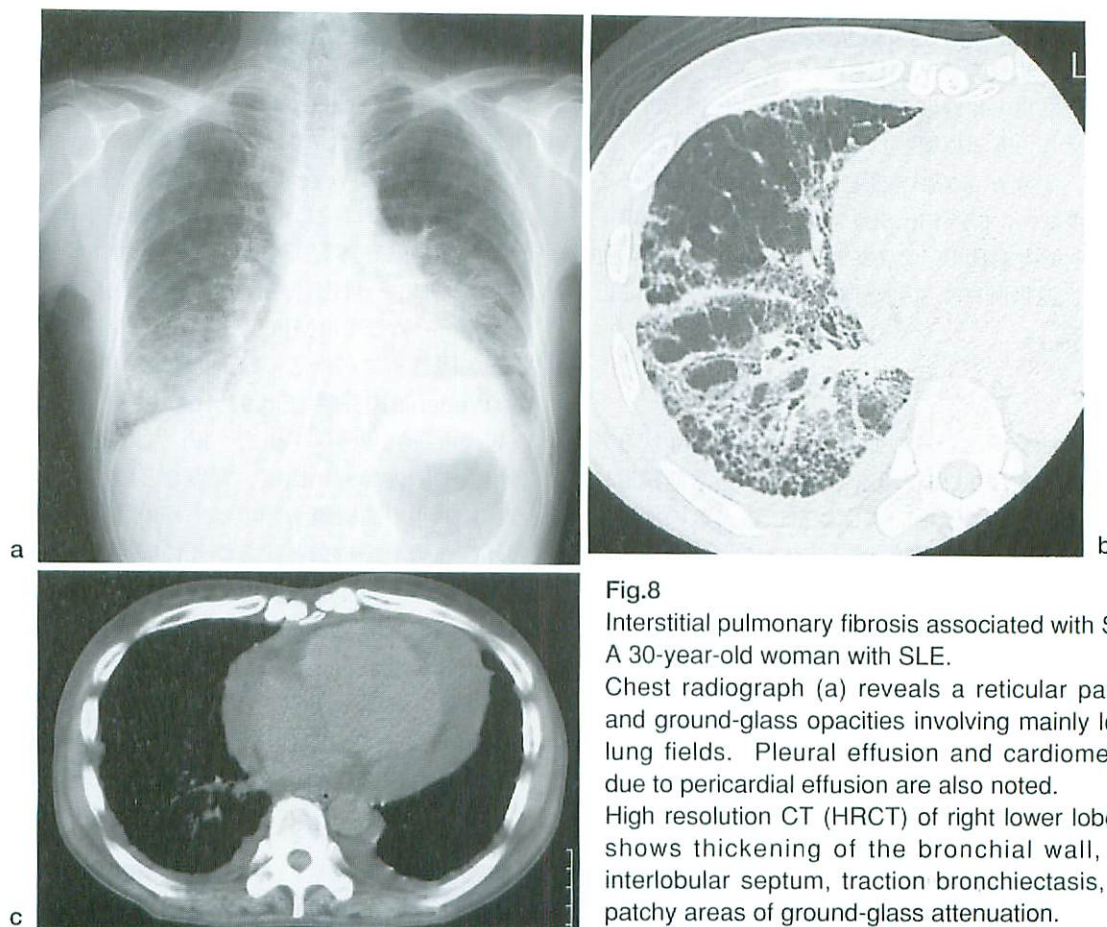


Fig.8

Interstitial pulmonary fibrosis associated with SLE. A 30-year-old woman with SLE.

Chest radiograph (a) reveals a reticular pattern and ground-glass opacities involving mainly lower lung fields. Pleural effusion and cardiomegaly due to pericardial effusion are also noted.

High resolution CT (HRCT) of right lower lobe (b) shows thickening of the bronchial wall, and interlobular septum, traction bronchiectasis, and patchy areas of ground-glass attenuation.

CT (c) demonstrates pleural effusion, and pericardial effusion.

で、二次性副甲状腺機能亢進症とビタミンD代謝異常に骨硬化や骨粗鬆症が加わった複雑な病態である。鎖骨遠位端のerosion、上腕骨の骨膜下骨吸収、rugger-jersey spine、小児では肋骨のくる病性変化などが胸部でよく見られる所見である。

F) 全身性エリテマトーデス (Fig.7, 8)

全身性エリテマトーデス (SLE) は、種々の自己抗体により引き起こされる自己免疫疾患で、若い女性に多いが、小児期に発症することもある。SLEに伴う肺、胸膜病変の頻度は様々であり、60%から、肺病変は3~7%、胸膜病変は17~38%と報告されている⁶⁾。SLEの肺、胸膜病変にはSLE自体による一次性病変と、SLEによる他の臓器障害や治療薬剤による二次性病変がある。一次性病変として最も頻度が高いのは胸膜炎と胸水であり、頻度は45~60%である⁶⁾。病理学的には線維素性胸膜炎やpleural fibrosisを呈し、胸水を合併した

い場合もある。約半数では両側性で、大量の胸水は稀である。胸膜病変が初発となりうるので、胸水の性状から他疾患との鑑別が必要となる。

SLEの肺病変は、ループス肺臓炎 (acute lupus pneumonitis)、肺胞出血 (Fig.7)、間質性肺炎 (Fig.8) などがある。ループス肺臓炎は感染を伴わない、突然の呼吸困難や呼吸器症状や発熱で発症する。単純写真では両側性や片側性の、肺底部に好発する斑状の硬化像や浸潤影、すりガラス影を呈し、横隔膜の挙上や胸水を認めることがある。病理所見は多彩で、すりガラス影は出血を伴った毛細血管炎、びまん性肺胞領域障害の初期の滲出性病変を反映するとされる⁷⁾。肺出血は毛細血管炎によるもので、胸部単純写真 (Fig.7a) では両側に辺縁の不明瞭な斑状の肺陰影、融合影、浸潤影を

認める。CT (Fig.7b) では初期には小粒状影を、増悪するとすりガラス影様陰影を呈する。SLEでの間質性肺炎の頻度は1~6%と低く、経過とともに出現する。胸部単純写真 (Fig.8a) では肺底部の線状影、すりガラス影を認め、蜂窩肺を形成することは少ない。CT (Fig.8b) では、小葉間隔壁の肥厚、小葉内網状影、すりガラス影を呈する。この他気管支拡張所見や気管支壁肥厚も認められることがある⁷⁾。

2. 血管炎に伴う肺病変

肺の血管炎は全身の血管炎症候群の一症状と考えられており、肺血管のみではなく、通常他臓器にも病変を認める。血管炎症候群には多数の疾患が含まれるが、侵される血管の大きさに基づく分類が1994年に提唱され⁸⁾、現在広く用いられている。顕微鏡的多発血管炎、Wegener肉芽腫症、アレルギー性肉芽腫性血管炎 (Churg-Strauss症候群) などでは抗好中球細胞質抗体 (anti-neutrophil cytoplasmic antibodies; ANCA) が高率に認められることが知られており、これらの疾患はANCA

関連血管炎とも呼ばれている。ANCAは好中球細胞質に対する自己抗体であり、cytoplasmic-ANCA (c-ANCA) とperinuclear-ANCA (p-ANCA) に分類される。c-ANCAの対応抗原はproteinase-3であり、活動性のWegener肉芽腫で陽性を示す。p-ANCA対応抗原は主にmyeloperoxidaseであり、半月体形成性糸球体腎炎や顕微鏡的結節性多発動脈炎、アレルギー性肉芽腫性血管炎 (Churg-Strauss syndrome) などではMPO-ANCAが高率に検出されるが、陽性率は各疾患に特異的なものではない⁹⁾。

A) Wegener肉芽腫 (Fig.9, 10)

Wegener肉芽腫は上気道、肺、腎に病変を有し、鼻出血や膿性鼻漏、血痰、腎炎などの症状を呈する。1994年の血管炎分類では小—中等大の血管の壊死性血管炎を特徴とする壊死性肉芽腫性炎症とされている。肺は最も侵されやすい臓器の1つである。病理では肺実質の壊死性肉芽腫性炎症と壊死性肉芽腫性血管炎が特徴で、肺胞出血を伴うこともある。胸部単純写真では、多発結節影 (Fig.9) や腫瘍性病変を認め、半数で壁の厚い空洞形成 (Fig.10) を認める¹⁰⁾。浸潤影を認めることもある。

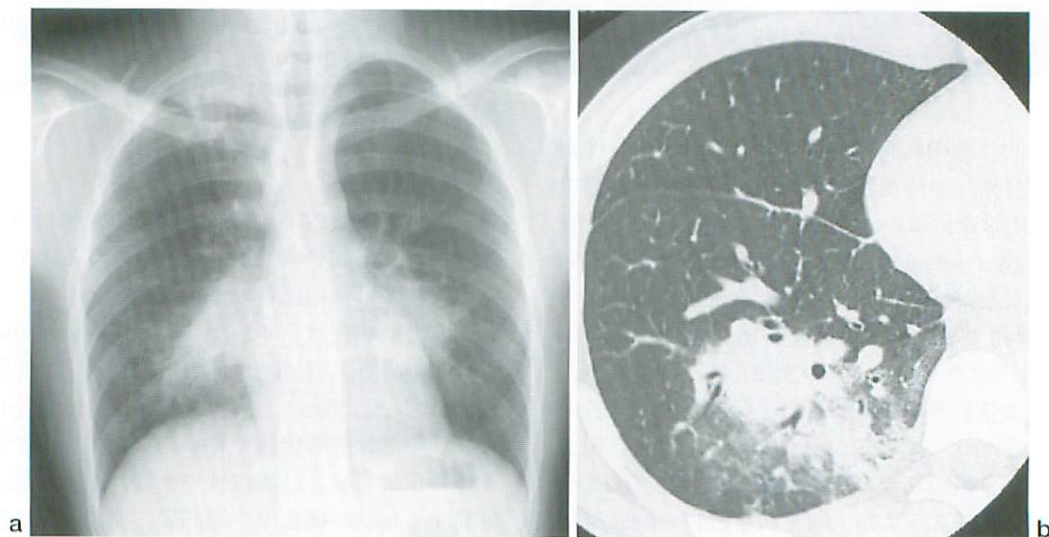


Fig.9 Wegener's granulomatosis

A 21-year-old man with Wegener's granulomatosis.

Chest radiograph (a) demonstrates air space consolidation in right upper lobe, and bilateral lower lobes. Right apical pleural thickening and small pulmonary nodules in the mid lung field are also noted.

HRCT (b) in the right lower lobe shows ill-defined pulmonary nodules surrounded by ground-glass attenuation.

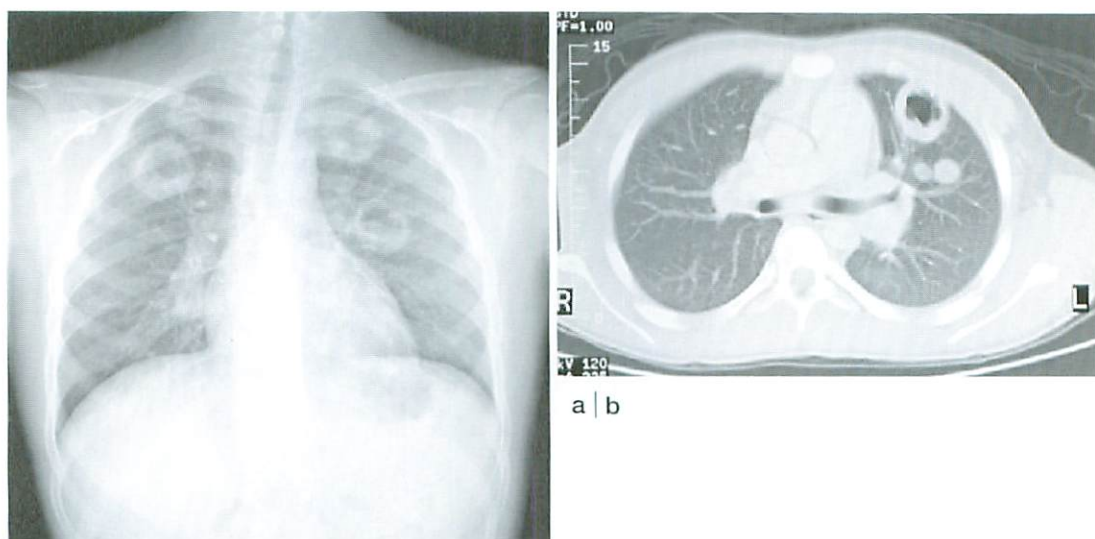


Fig.10 Wegener's granulomatosis

A 15-year-old boy with Wegener's granulomatosis.

Chest radiograph (a) demonstrates several pulmonary cavities with thickened wall in both lungs. CT (b) shows pulmonary nodules with cavitation in the left upper lobe. (Courtesy of Dr. Sato, University of Iowa Hospitals & Clinics)

CTでは結節影、空洞、結節影の周囲をとりまくすりガラス影、結節影からの帯状影や胸膜肥厚を認める。肺出血はすりガラス影として描出される、小児では肺出血を生じることが多く、結節影や空洞を形成した結節が見られる頻度は成人に比べ低い¹¹⁾。このほか気管支壁肥厚、胸水や胸膜肥厚を認めることもある。

B) MPO-ANCA関連肺疾患

アレルギー性肉芽腫性血管炎 (Churg-Strauss syndrome) は喘息と末梢血の好酸球増多および全身の壊死性血管炎を特徴とする疾患である。喘息が初発症状である。顕微鏡的結節性多発動脈炎は限局性の壊死性糸球体腎炎を伴う全身性血管炎である。結節性多発動脈炎と、顕微鏡的結節性多発動脈炎との鑑別は、血管炎の所見による。好発年齢は50歳前後で、壊死性糸球体腎炎は必発、1/3に肺出血を認める。

小血管から毛細管レベルの血管炎は肺毛細管血管炎による肺出血に加え、糸球体腎炎を併発することが多い。その成因を、Boschらは抗糸球体基底膜抗体 (Goodpasture症候群)、免疫複合体 (Henoch-Schonlein紫斑病)、免疫複合体沈着のないANCA関連血管炎 (Wegener肉芽腫、顕微鏡

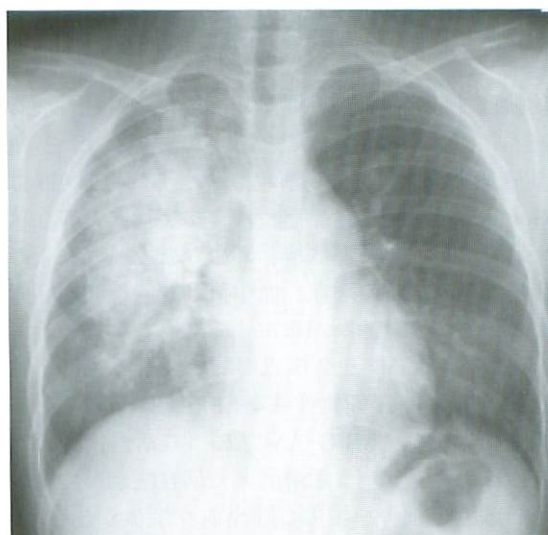


Fig.11 Acute pulmonary hemorrhage with MPO-ANCA associated vasculitis

A 15-year-old girl with rapidly progressive glomerulonephritis.

Chest radiograph reveals patchy areas of air space consolidation involving right lung. Air bronchogram is identified in areas of major consolidation. The apices and costophrenic angle are invariably spared.

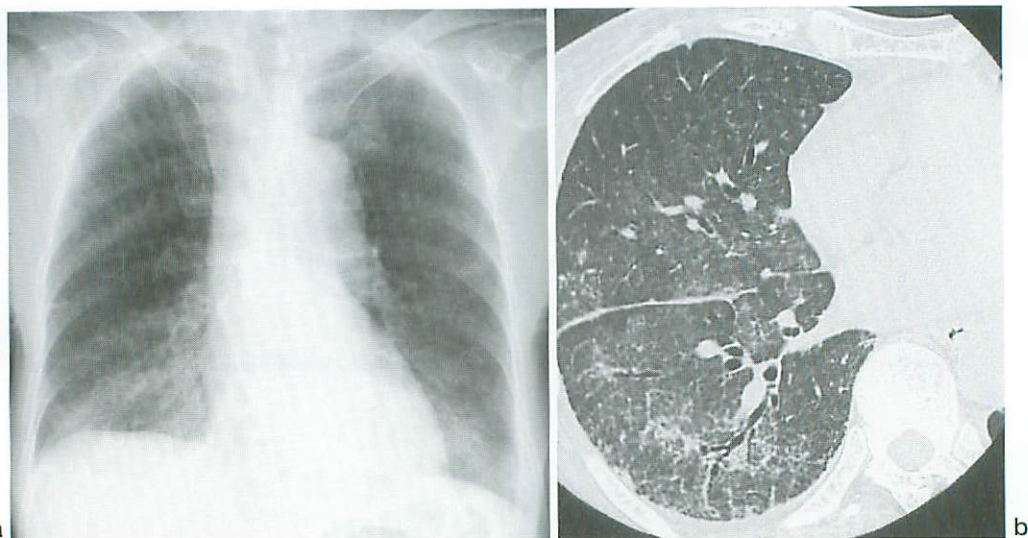


Fig.12 Interstitial pneumonitis with MPO-ANCA associated vasculitis
 A 72-year-old woman with chronic renal failure and microscopic polyarteritis nodosa. Chest radiograph (a) reveals a reticular pattern and ground-glass opacities involving mainly lower lung fields. Pleural effusion and cardiomegaly are also seen. High resolution CT (HRCT) of right lower lobe (b) shows thickening of the interlobular septum, traction bronchiectasis, ground-glass attenuation, and pleural effusion. The level of MPO-ANCA is elevated up to 640 EU.

的結節性多発動脈炎，アレルギー性肉芽腫性血管炎，半月体形成性糸球体腎炎）に分類した¹²⁾。抗基底膜抗体によって惹起される肺腎症候群はGoodpasture症候群と呼ばれ，肺症状，腎の症状が存在し，糸球体基底膜，および肺胞基底膜上のIgGとC3の線状の局在，血中抗基底膜抗体を証明することにより診断が確定する¹³⁾。

MPO-ANCA関連肺疾患の肺病変としては，肺出血（Fig.11）と間質性肺炎（Fig.12）がある。肺出血の機序は，MPO-ANCAにより活性化された好中球からタンパク融解酵素や活性酸素が放出され，肺胞毛細管を損傷し肺出血を生じるとされ，壊死性毛細血管炎が病理組織では認められる⁹⁾。咳嗽や血痰などの呼吸器症状があれば，その多くは胸部単純写真やCTで異常所見を認める。肺病変は通常両側性で，浸潤性病変と結節影が多い¹⁴⁾。浸潤性病変は出血を反映することが多い。結節性病変の大きさは様々であり，大きな結節では空洞を認めることが多い。間質性肺炎もしばしば認められる。胸膜病変も頻度は低いが見られることがある。

3. 肺，腎に病変を生じる症候群

A) 結節性硬化症（Fig.13）

結節性硬化症は精神発育遅滞，痙攣，皮膚の皮脂腺腫を特徴とする常染色体優性遺伝性疾患で，神経線維腫症について頻度の高い神経皮膚症候群である。原因遺伝子も明らかになっている（9d34，16p13.3）。腎には腫大，腎嚢胞，血管筋脂肪腫（Fig.13b）などが見られる。肺病変の頻度は1～2%で，リンパ管腫や過誤腫，嚢胞，リンパ脈管筋腫症などを認め，気胸を生じることが多い¹⁵⁾。肺病変は小児では稀であり，通常は妊娠可能な若年婦人で見られる¹⁶⁾。早期の肺病変は単純写真では同定できず，進行すると網状影やすりガラス影が出現する¹⁷⁾。CTでは早期には壁が薄い嚢胞性病変（Fig.13c）が肺野にほぼ均等に分布する所見を呈する¹⁸⁾。嚢胞の大きさは様々である。進行すると嚢胞数が増加し，肺実質が破壊され，間質性網状影を認めることもある。

B) von Hippel-Lindau病

von Hippel-Lindau病は中枢神経の血管芽腫と

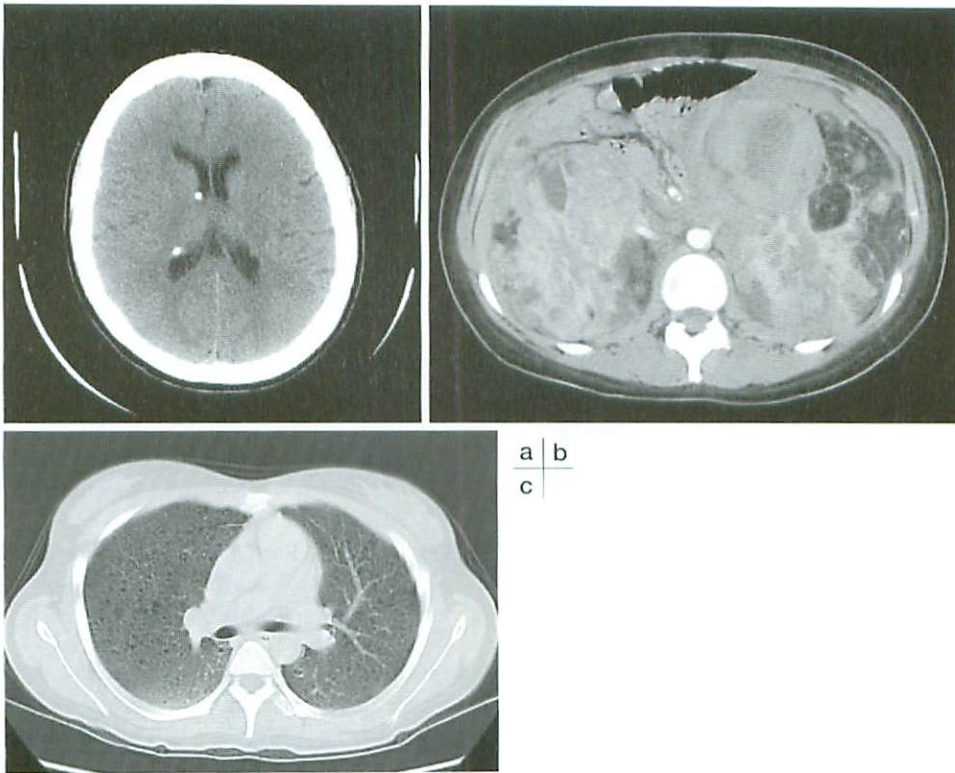


Fig.13 Pulmonary involvement of tuberous sclerosis
 A 22-year-old woman with tuberous sclerosis.
 Head CT (a) demonstrates periventricular calcification.
 CT (b) shows enhancing large renal mass containing fat, representing angiomyolipoma involving both sides.
 CT(c) demonstrates multiple small cysts with imperceptible walls scattered in both lungs. These likely represent early changes of lymphangioleiomyomatosis.
 (Courtesy of Dr. Masaki and Dr. Nosaka, National Center for Child Health and Development)



Fig.14 Newborn baby boy with Potter sequence
 Chest radiograph shows bell shaped thorax, pneumomediastinum and pneumothorax.

内臓病変を合併する神経皮膚症候群の1つである。常染色体優性遺伝を示し、第三染色体短腕の異常が同定されている。内臓病変は腎嚢胞、腎細胞癌、褐色細胞腫、脾嚢胞、脾腫瘍などが報告されている。肺病変は稀であるが、血管芽腫や嚢胞の存在が知られている¹⁹⁾。

C) Potter sequence

両側肺低形成、両側腎無形成あるいは形成異常、羊水過少症を呈する疾患をPotter sequenceと呼ぶ。扁平な特有の顔貌を有し、関節拘縮なども認められる。両側肺低形成のために胸郭はbell-shapedであり、気胸や気縦隔を伴うことが多い(Fig.14)²⁰⁾。

終わりに

腎疾患に関連した肺病変の画像所見について記載した。肺病変の範囲、分布、性状の把握には単純写真よりCTが優れている。肺病変の画像所見は種々で、各々の疾患に特異的な肺病変はない。しかし臨床症状と組み合わせることにより原疾患を推定することが可能な場合もありうるため、肺病変の画像所見を知っておくことは重要である。

●文献

- Gavelli G, Zompatori M: Thoracic complications in uremic patients and in patients undergoing dialytic treatment: state of the art. *Eur Radiol* 1997; 7: 708-717.
- 伏見育崇, 野間恵之, 金子智亜紀, 他: 心不全は胸部単純写真にて診断可能か? 画像診断 2002; 22: 376-384.
- 酒井文和, 鎌田憲子, 牛見尚史, 他: 肺水腫. 画像診断 2004; 24: 17-26.
- Kuhn JP: Disorders of pulmonary circulation. in *Caffey's diagnostic imaging* edited by Kuhn JP, Slovis TL, and Haller JO 10th ed. Mosby Philadelphia 2004; p1073-1094.
- Fraser RS, Pare JAP, Fraser RG, et al: Pulmonary hypertension and edema. In *Synopsis of diseases of the chest*. Edited by Fraser RS, Pare JAP, Fraser RG, Pare PD, 2nd ed. WB Saunders Philadelphia 1994; p574-621.
- Kim JS, Lee KS, Koh E, et al: Thoracic involvement of systemic lupus erythematosus: clinical, pathologic, and radiologic findings. *J Comput Assist Tomogr* 2000; 24: 9-18.
- Muller NL, Fraser RS, Lee KS, et al: Connective tissue diseases, in *Diseases of the lung radiologic and pathologic correlations*. Edited by Muller NL, Fraser RS, Lee KS, Johkoh T Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2003; p136-155.
- Jennette JC, Falk RJ, Andrassy K, et al: Nomenclature of systemic vasculitis. Proposal of an international consensus conference. *Arthritis Rheum* 1994; 37: 187-192.
- 高橋康二, 花岡秀人, 油野民夫, 他: ANCA関連肺疾患—MPO-ANCA関連血管炎—. 臨床画像 1999; 15: 1333-1339.
- 安原美文, 松田 健, 高橋忠章, 他: ANCA関連肺疾患—Wegener肉芽腫症—. 臨床画像 1999; 15: 1325-1332.
- Wadsworth DT, Siegel MJ, Day DL: Wegener's granulomatosis in children; Chest radiographic manifestations. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 163: 901-904.
- Bosch X, Font J, Mirapeix E, et al: Antimyeloperoxidase autoantibody-associated necrotizing alveolar capillaritis. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 1326-1329.
- 小林 豊: Goodpasture症候群. 医学のあゆみ 別冊. 2003; 517-520.
- 芦澤和人, 福島 文, 阿比留一, 他: 呼吸器—びまん性肺出血を中心に—. 臨床画像 2004; 20: 162-173.
- Muller NL, Fraser RS, Lee KS, et al: Miscellaneous pulmonary diseases, in *Diseases of the lung radiologic and pathologic correlations*. Edited by Muller NL, Fraser RS, Lee KS, Johkoh T Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2003, p352-376, 2003.
- Effmann EL: Pulmonary neoplasms, tumor-like conditions, and miscellaneous diseases. in *Caffey's diagnostic imaging* edited by Kuhn JP, Slovis TL, and Haller JO 10th ed. Mosby Philadelphia, 2004, p1128-1159.
- 佐藤輝彦, 瀬山邦明: リンパ脈管筋腫症. 臨床放射線 2004; 49: 9-19.
- Brody AS: Thoracic manifestations of systemic diseases. In *Pediatric chest imaging* edited by Lucaya J, and Strife J, Springer-Verlag Berlin 2002; pp245-263.
- Choyke PL, Glenn GM, Walther MM, et al: von Hippel-Lindau disease: genetic, clinical, and imaging features. *Radiology* 1995; 194: 629-642.
- Leonidas JC, Bhan I, Beatty EC: Radiographic chest contour and pulmonary air leaks in oligohydroamnios-related pulmonary hypoplasia (Potter's syndrome) *Investigative Radiology* 1982; 17: 6-10.