

特集：感染症の診断と制御

ウイルス感染症の胸部画像診断

新家 崇義¹⁾, 原田 雅史¹⁾, 西岡 安彦²⁾¹⁾ 徳島大学病院放射線診断科²⁾ 徳島大学病院呼吸器・膠原病内科

(令和6年3月25日受付) (令和6年4月19日受理)

はじめに

ウイルス感染症はあらゆる時代で人々の暮らしに影響を与え続けており、その大流行が生じるたび社会制度や医療体系が大きく変わってきた。最近では2019年以降に確認された新型コロナウイルス感染症が記憶に新しい。現時点では人類に感染するウイルスとして400種以上のゲノム配列が確認されており、ウイルス感染に伴う身体症状や臓器障害はウイルスによってさまざまであり、呼吸器症状のほか、消化器症状、皮疹、脳炎、流行性耳下腺炎、流行性角結膜炎、腫瘍性疾患など多岐にわたる。

医療画像の進歩に目を向けると、1895年ドイツの物理学者ヴェルヘルム・コンラート・レントゲンによるX線の発見からその歴史が始まり、本邦でもそのわずか11ヵ月後の1896年に京都の島津製作所において日本初のX線発生実験が成功している。X線を用いた画像検査は今日では世界中の医療、特に呼吸器感染症の臨床において必要不可欠なものとなっている。

X線検査とともに、現在の臨床現場で重要な役割を担っている画像検査としてコンピュータ断層撮影(Computed Tomography: 以下CT)がある。1972年から英国にて臨床機器としての稼働が始まり、その後約半世紀にわたり飛躍的な進歩を遂げてきた。その原理は多方向からX線画像を撮影し、得られた情報をコンピュータ処理することで断層画像を作成することであり、それにより撮影部位の体内の細やかな状態や解剖が確認可能な画像が合成される。特に呼吸器感染症においてはX線検査では見つけにくい肺疾患の発見のみならず、3次元的な病気の広がり・形態などが、CT検査により初めて認識することが可能となることも臨床ではよく経験される。

本稿ではウイルス感染症の画像検査、特にCT画像に焦点をあて、新型コロナウイルス感染症を含むさまざま

なウイルス感染症のCT所見について紹介する。

I. ウイルス性肺炎(新型コロナウイルス肺炎以外)

CTでは基本的には両側性・多発性の「すりガラス影・粒状影・結節影」が認められるが、浸潤影(consolidation)やcrazy-paving appearanceを示すこともあり多彩な画像パターンを呈し得る(図1)。すりガラス影は胞隔炎やより重篤なびまん性肺胞障害(diffuse alveolar damage; DAD)を反映している。粒状影や結節影は線維化や壊死を反映し、浸潤影は肺虚脱を反映していることが多いとされている¹⁻³⁾。

以下に新型コロナウイルス以外の代表的なウイルスの画像所見を説明するが、ウイルス性肺炎の画像所見は多彩なため、画像上の特徴のみでは、細菌性肺炎やニューモシチス肺炎などの他感染症や特発性器質化肺炎、薬剤性肺炎などを含む急性間質性肺炎、肺胞出血、肺水腫など他疾患との鑑別は困難な場合が多い。

1. インフルエンザウイルス肺炎

呼吸線毛上皮に対する親和性が強いことを反映し、病理所見では壊死性・出血性気管支炎・細気管支炎の所見を呈する。重症例ではDADに進展する。CTでは初期には気管支壁肥厚や小葉中心性陰影、汎小葉性陰影がみられ、その後、それらの融合・進行により両肺のすりガラス影や浸潤影がみられる⁴⁾(図2)。縦隔リンパ節腫大や胸水貯留も認める。また陰影が下葉・背側優位であれば誤嚥性肺炎の併発を積極的に疑うべきともされる¹⁾。ウイルス感染により惹起される宿主の過剰な免疫応答のため生じる過剰なサイトカイン産生や蛋白分解酵素の誘導により、広範囲のすりガラス影やcrazy paving appearanceなどの画像所見を呈し、重篤な呼吸不全を

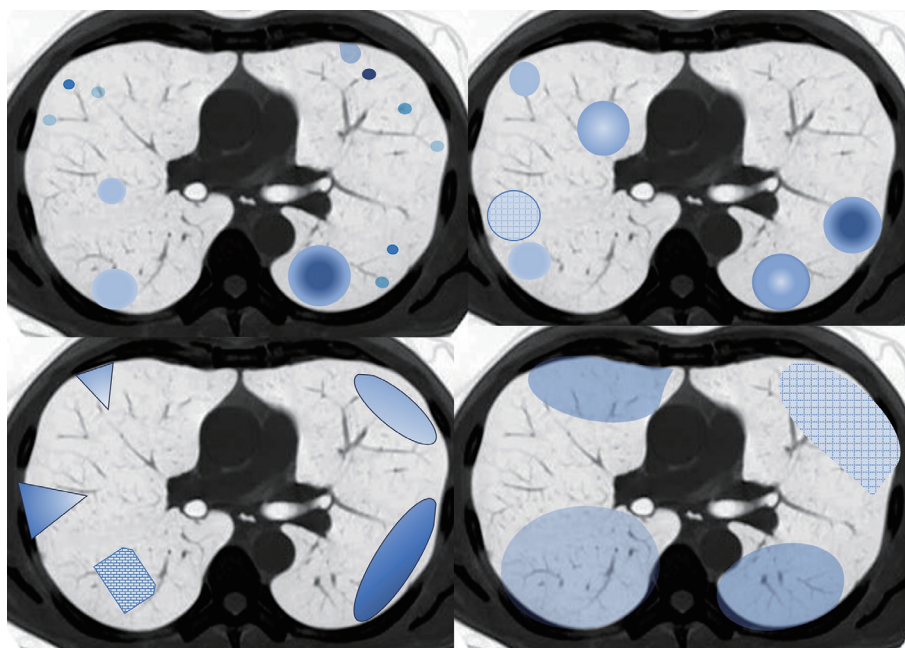


図1 ウイルス性肺炎のCT画像パターン模式図
すりガラス影や粒状影、結節影、浸潤影、crazy-paving appearance など、多彩な画像所見を呈するが、陰影サイズや広がり、形態は症例によりさまざまである。両側性・多発性の分布が典型的である。

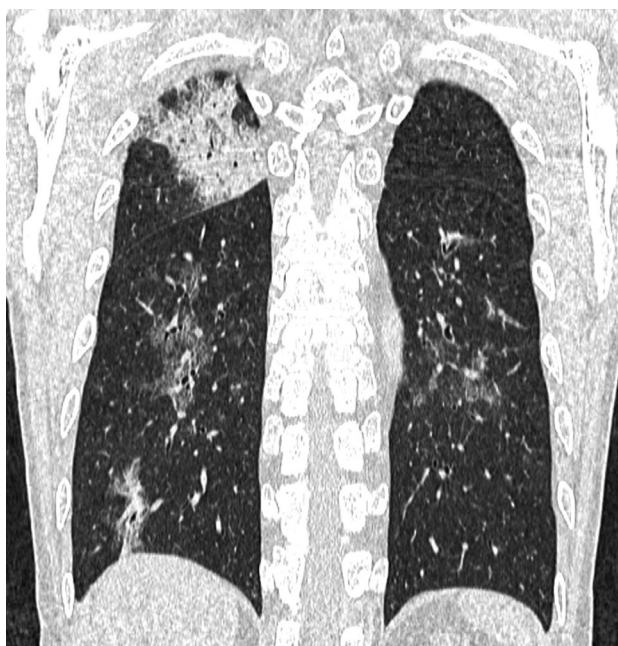


図2 インフルエンザ肺炎のCT画像（冠状断像）
小葉中心性分布の小さなすりガラス影や広範囲に広がるすりガラス影、それらに重なる濃厚部分や網目様構造を認める。本症例では小葉間隔壁で境されるような直線状辺縁が目立つ。右上葉ではすりガラス影が濃厚化し、広範囲に分布する浸潤影となっている。全体的に気道内喀痰は乏しく、気管支など気道内の含気は保たれている。

引き起こすことがある⁵⁾。

2. サイトメガロウイルス肺炎

ヘルペスウイルス科に属する直径180nm からなる2本鎖DNAウイルスで、ヘルペスウイルス科の中で最大である。日本人は成人までに90-91%の人が罹患しており、ほとんどは不顕性感染でウイルス抗体陽性となっている。発生機序としては幼児期の潜行感染の再活性化であり、免疫不全患者や移植患者に発症する日和見感染が臨床重要である^{2,3)}。病理学的には核内あるいは細胞質内の封入体を伴った細胞腫大（巨細胞封入体症）が感染を示唆する所見である。また肺胞壁の肥厚や硝子膜形成、繊維索性滲出物、出血が肺胞内に存在する、いわゆるDADの所見が最も多い⁴⁾。CTでは下肺野中心のすりガラス影や小葉中心性のすりガラス影、斑状影、粒状影などがみられる（図3）。粒状影は小葉中心性分布以外にも、血行性散布を反映してランダム分布を示すこともある。胸部CTで確認される結節は炎症性あるいは出血性の結節、器質化肺炎を反映している^{2,6,7)}。

3. 水痘・带状疱疹ウイルス

成人や免疫抑制状態で発症した水痘は重症化しやす

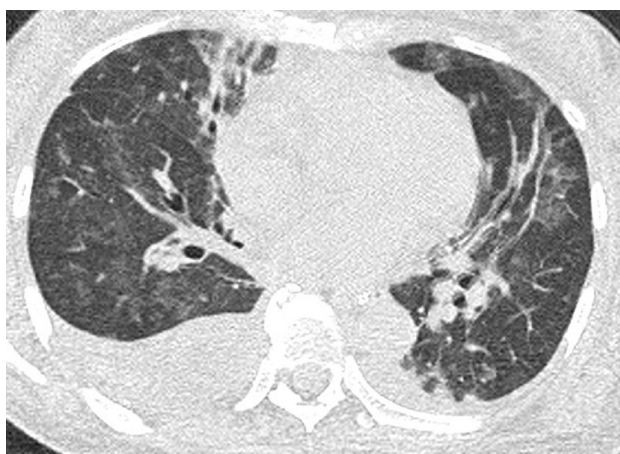


図3 サイトメガロウイルス肺炎のCT画像（横断像）
両下葉を中心にすりガラス影や小さな浸潤影、小葉中心性の粒状影が分布している。本症例では胸水貯留も認めている。

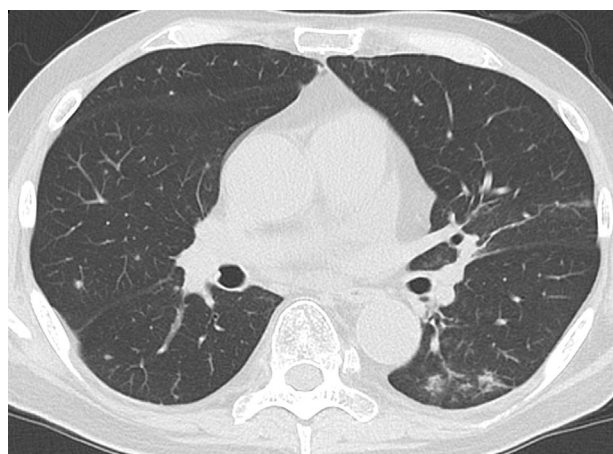


図4 水痘・带状疱疹ウイルス肺炎のCT画像（横断像）
右中下葉や左上下葉に粒状影や結節影が散在性に分布している。左下葉結節の周囲には淡いすりガラス影も認められる。

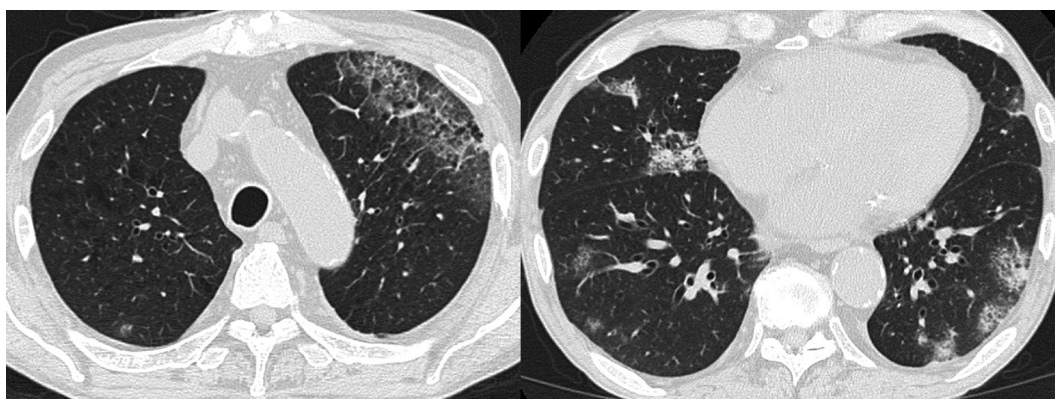


図5 新型コロナウイルス肺炎のCT画像（横断像）
左上葉胸膜下には非区域性に広がるすりガラス影があり、内部に粒状影や網目様構造を認める。右上葉や右中下葉、舌区、左下葉には円形・類円形・多角形など多彩な形態のすりガラス影が多発しているが、サイズや陰影濃淡はさまざまである。

く、播種性水痘（带状疱疹）から水痘肺炎や脳炎、髄膜炎などを併発した場合、致命的な経過に至ることがある。CTでは血行性感染を示唆するようなランダム分布の多発性の結節影・粒状影、その周囲のすりガラス影を生じることが多い（図4）。回復期以降にしばしば石灰化結節が残存する^{3,4)}。

II. 新型コロナウイルス肺炎

1. 典型的なCT画像所見と発症後の画像経過

典型的には、胸膜下領域に両側性・多発性にみられる

非区域性のすりガラス影および浸潤影で二次小葉内隔壁の肥厚を高頻度に伴う⁸⁻¹⁷⁾。病変の分布は背側または下葉優位で、陰影の形態はしばしば半円形や類円形、不整形を呈する（図5）。

CT所見は発症からの時間とともに変化する。無症状例や病初期では多発する円形すりガラス影が多く、続いて小葉内隔壁の肥厚が出現する。非区域性にすりガラス影が広がり、crazy-paving appearanceを呈することがある。その後、浸潤影が主体となりしばしば器質化肺炎像を呈する。重症例では肺容積減少や牽引性気管支拡張も出現する^{3,8-11)}。

2. 変異株とワクチン接種に伴う CT 画像所見の変化

新型コロナウイルスの異なる変異株の CT 所見に関して比較検討が報告されている。Inui らによると、デルタ株、アルファ株、野生型の順で、consolidation を伴ったすりガラス影の頻度が高く、病初期においてデルタ株の CT 重症度スコアは、アルファ株や野生型より高かったと報告されている¹⁸⁾。すなわち初期ステージにおいてデルタ株は他の 2 株に比べ、迅速かつ重症であることが示された。近年ではオミクロン株はデルタ株に比べて、胸部 CT の重症度スコアがより少なく、より軽度の画像所見であったと報告されている¹⁹⁾。実臨床上も胸部 CT にて異常を認めない症例をしばしば経験する。またワクチン未接種者と比べ、mRNA ワクチンやアデノウイルスベクターワクチンの接種後のブレイクスルー感染者の方が、肺炎の頻度や重症度が有意に低かったと報告されている²⁰⁾。すなわち画像評価においては、ブレイクスルー感染の肺傷害に対するワクチン接種の有効性が示されている。

まとめ

代表的なウイルス性肺炎の CT 画像および新型コロナウイルス肺炎の画像所見について最近の見聞も含め報告した。ウイルス性肺炎は両側性・多発性の「すりガラス影・粒状影・結節影」が典型的な画像所見であるが、細菌性肺炎の合併や類似した画像所見を呈する他疾患の存在もあり画像のみでの診断確定は難しい。CT は肺病変の重症度判定や治療後評価、細菌性肺炎を含めた他疾患の合併の判断に有用である。新型コロナウイルス肺炎は変異株の変遷やワクチン接種の普及などもあり、典型的な CT 所見の出現頻度が減少しつつある。今後のさらなる画像所見の変化が生じる可能性も念頭に置いておきながら、新型コロナウイルス診療を行っていく必要があると考える。

文 献

- 高野賢治：ウイルス肺炎. 臨床雑誌内科, 133 : 249-254, 2024
- 藤田昌樹：肺炎の治療 ウイルス肺炎. 臨牀と研究, 92 : 1534-1538, 2015
- 森本俊規, 山崎啓, 矢寺和博：ウイルス性肺炎 (COVID-19を含む). 呼吸器ジャーナル, 71 : 319-327, 2023
- 田中伸幸, 国弘佳枝, 松永尚文：びまん性肺疾患の HRCT びまん性陰影を呈しうる感染症の基本. 臨床画像, 27 : 458-467, 2011
- Koo, H. J., Choi, S. H., Sung, H., Choe, J., *et al.* : RadioGraphics Update : Radiographic and CT features of viral pneumonia. Radiographics., 40 : E8-15, 2020
- Moon J. H., Kim E. A., Lee K. S., Kim T. S., *et al.* : Cytomegalovirus pneumonia : high-resolution CT findings in ten non-AIDS immunocompromised patients. Korean J Radiol., 1 : 73-8, 2000
- Kang, E. Y., Patz, E. F., Müller, N. L. : Cytomegalovirus pneumonia in transplant patients : CT findings. J Comput Assist Tomogr., 20 : 295-299, 1996
- Inui, S., Fujikawa, A., Jitsu, M., Kunishima, N., *et al.* : Erratum : Chest CT findings in Cases from the Cruise Ship "Diamond Princess" with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Radiol Cardiothorac Imaging., 2 : e204002, 2020
- Wang, Y., Dong, C., Hu, Y., Li, C., *et al.* : Temporal Changes of CT findings in 90 Patients with COVID-19 Pneumonia : A Longitudinal Study. Radiology., 296 : E55-E64, 2020
- Pan, F., Ye, T., Sun, P., Gui, S., *et al.* : Time Course of Lung Changes at Chest CT during Recovery from Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Radiology., 295 : 715-721, 2020
- Bernheim, A., Mei, X., Huang, M., Yang, Y., *et al.* : Chest CT findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19) : Relationship to Duration of Infection. Radiology., 295 : 200463, 2020
- Song, F., Shi, N., Shan, F., Zhang, Z., *et al.* : Emerging 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. Radiology., 295 : 210-217, 2020
- Ng, M-Y., Lee, E.Y.P., Yang, J., Yang, F., *et al.* : Imaging Profile of the COVID-19 Infection : Radiologic Findings and Literature Review. Radiol Cardiothorac Imaging., 2 : e200034, 2020
- Fang, Y., Zhang, H., Xu, Y., Xie, J., *et al.* : CT Manifestations of Two Cases of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. Radiology., 295 : 208-209, 2020
- Chung, M., Bernheim, A., Mei, X., Zhang, N.,

- et al.*:CT Imaging Features of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV). *Radiology.*, **295** : 202-207, 2020
- 16) Caruso, D., Zerunian, M., Polici, M., Pucciarelli, F., *et al.*:Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy. *Radiology.*, **296** : E79-E85, 2020
- 17) 戌亥章平, 藤川章, 實素行, 國島直晃 他: 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の画像診断. *画像診断*, **40** : 755-768, 2020
- 18) Inui, S., Fujikawa, A., Gono, W., Kawano, S., *et al.* : Comparison of CT findings of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia caused by different major variants. *Jpn J Radiol.*, **40** : 1246-1256, 2022
- 19) Tsakok, M. T., Watson, R. A., Saujani, S. J., Kong, M., *et al.*:Reduction in Chest CT Severity and Improved Hospital Outcomes in SARS-CoV-2 Omicron Compared with Delta Variant Infection. *Radiology.*, **306** : 261-269, 2023
- 20) Vicini, S., Bellini, D., Lannarelli, A., Rengo, M., *et al.*:Pneumonia Frequency and Severity in Patients With Symptomatic COVID-19 : Impact of mRNA and Adenovirus Vector Vaccines. *AJR Am J Roentgenol.*, **219**(5) : 752-761, 2022

Chest CT findings associated with viral infection

Takayoshi Shinya¹⁾, Masafumi Harada¹⁾, and Yasuhiko Nishioka²⁾

¹⁾*Department of Radiology, Tokushima University Hospital, Tokushima, Japan*

²⁾*Department of Respiratory Medicine and Rheumatology, Tokushima University Hospital, Tokushima, Japan*

SUMMARY

Computed tomography (CT) is an imaging modality that plays an important role in clinical practice. It began being used as a clinical device in the United Kingdom in 1972 and has made dramatic progress over the past half century. The principle is to create a tomographic image by getting X-ray images from multiple directions, to process the information obtained by a computer, and to create an image that allows you to check the detailed internal state and anatomy of the parts of the body. In the clinical practice in patients with respiratory infections, it is often experienced that CT examinations make the pneumonia detectable, which are difficult to detect with X-ray examinations, and can be used to evaluate the three-dimensional shape, spread, and severity. In this article, we focus on CT imaging for various viral infections and introduce CT images of COVID-19 pneumonia.

Key words: computed tomography (CT), viral infection, coronavirus disease 2019 (COVID-19)