

酒井 文和 / 渡邊 祐亮 / 岡野奈々美

要旨:肺炎は、病原体と宿主の相互作用の上になりたつ病態であり、 病原体の毒力と宿主反応性のバランスのの両者に影響される.画像 所見は肺炎病態の表現であり、その解析には病原体の性質と宿主反 応性の両者に対する深い理解が必要であるが、肺炎の病態と画像の 解釈の間にはまだ大きなギャップがあり、今後さらに研究が必要で ある.

キーワード:肺炎、病原体、宿主免疫、CT Pneumonia, Infectious agent, Host immunity, CT

連絡先:酒井 文和 〒350-1298 埼玉県日高市山根 1397-1 埼玉医科大学国際医療センター画像診断科 (E-mail: fmksakai@yahoo.co.jp



図1 (a~c)気管支肺炎,モラクセラ肺炎. (a)胸部単純X線撮影.両側下肺に気管支血管束に沿って広がる浸潤影を認める. (b)胸部CT.気管支血管束に沿った斑状の浸潤影を認める. (c)胸部CT.気管支壁の肥厚と気管支血管束に沿う浸潤影 を認める. (d~f)大葉性肺炎,肺炎球菌肺炎. (d)胸部単純X線撮影.心拡大を認める.右下肺には浸潤影を認める. 肺 野の容積減少. (e)胸部高分解能CT (HRCT).右肺に比較的均一な内部構造をもつ浸潤影を認める. (f)冠状断再構成 CT 像.病変の広がりが,右下葉全般であることがわかる.

はじめに

肺炎といってもその病態には、多彩なものが含まれる. 宿主の免疫状態によるものでは、市中肺炎、院内感染肺炎、nursing home-acquired pneumonia などに分類される.また病原体別のものでは、細菌性肺炎、真菌肺炎、 ウイルス肺炎、クラミドフィラ肺炎、マイコプラズマ肺 炎などがある.また病態面からいえば、どのような生体 の反応が肺炎発症に関わっているかが重要である.本稿 では、これらの肺炎の病因診断、病態診断に画像診断が どの程度有益な情報を与えるかという観点から、肺炎の 画像所見を記載したい.

肺炎の画像はどこまで病理像を 反映するか

細菌性肺炎は,大葉性肺炎と巣状肺炎に分類されるが, 経気道散布を示すものが気管支肺炎であり,血行散布を 示すものが感染性塞栓である.細菌性肺炎においては, その病理形態像は主に肺胞腔内の浸出性病変で,多核好 中球の浸出を主体にする.気管支肺炎では,気管支炎周 囲に小葉単位,細葉単位に浸出病変がみられ,病変が高 度になると比較的大きな局面を形成する.また大葉性肺 炎では,浸出病変は,主に気管支以外の肺胞間の交通路 (Kohn pore など)を経由して肺内に広がり,最終的に は融合して一葉に至る大きな浸潤巣の局面を形成する. したがってこれらの細菌性肺炎の分布は,気管支肺動脈 沿いあるいは区域性,葉性の分布をとる傾向がある.

ウイルス肺炎では、細気管支炎と局所性のびまん性肺



図2 swiss cheese appearance. (a) 胸部単純 X 線撮影. 胸部単純撮影では,両肺の容積は増加, 右下肺に浸潤影を認めるが,その内部は不均一である. (b) HRCT. 既存の肺気腫のために網状 陰影があるかのようにみえる. 間質性肺炎や蜂巣肺と誤ってはいけない.

胞障害 (DAD) 所見である. またマイコプラズマ肺炎は, 細気管支炎とその周囲の間質および肺胞腔内の浸出病変 を主体とする. ニューモシスチス肺炎では, Pneumocystis 病原体が肺胞腔内に充満しており肺胞腔内充填性 病変であるが, DAD が続発することがある. 重症肺炎 により肺に続発性した DAD は, その他の原因による DAD と病理学的には変わるところはない.

肺炎の画像所見

肺炎の画像所見は、上記の病理像を反映している.す なわち細菌性肺炎では、肺胞腔内病変を反映して、濃厚 な浸潤影を形成するが、不十分な肺胞充填性病変ではす りガラス陰影を示すので、浸潤影の辺縁部では、しばし ばすりガラス陰影が混在する.気管支肺炎では気道壁の 肥厚を伴い気管支血管束周囲に分布する斑状のすりガラ ス陰影とその融合像が主体になる(図 la~c).大葉性 肺炎(図 ld~f)では、区域性または非区域性に分布す る浸潤影とその融合による大きな局面を形成する浸潤影 であるが、浸潤影の周囲では、すりガラス陰影や気管支 壁の肥厚を伴う.浸潤影内部には気管支透亮像を伴う. 既存の肺破壊性病変が存在すると、肺炎の画像が修飾を 受けることがある.肺気腫に肺炎が合併すると肺気腫部 分には浸出病変が起きないので、多嚢胞性陰影を示し、 蜂巣肺や間質性肺炎に類似することがあるので注意を要 する(図 2).

1. 肺炎球菌性肺炎

肺炎球菌性肺炎は、病原体が判明している市中肺炎の なかでは、最も頻度が高いとされる、病理的には、典型 的な肺胞腔内浸出病変を示す、大葉性肺炎、気管支肺炎 (小葉性肺炎)いずれの形態もとりうる(図1).したがっ てその画像所見は、一葉に及ぶ均一な大葉性肺炎から小 葉大の浸潤影まで、さまざまである^{1)~3)}.気管支壁の肥



図3 レジオネラ肺炎. (a) 胸部単純X線撮影. 左上から中肺野に比較的不均一な浸潤影の広がりを認める. (b) 胸 部 HRCT. 左上葉に比較的広範な葉性分布を示すすりガラス陰影内部の反回枝領域に, 斑状の浸潤影を認める. (c) 胸部 CT 冠状断再構成. 病変は右上葉に病変が存在することが明瞭である.



図4 インフルエンザ桿菌肺炎. (a) 胸部単純 X 線撮影. 両肺に斑状の浸潤影を認める. (b) 胸部 CT. 両肺で, 気管支壁の肥厚を認め,両肺に多発結節陰影や斑状の浸潤影がみられる. (c) HRCT. 肺野で,気管支壁の肥 厚を認め,肺野に多発結節陰影や斑状の浸潤影がみられる.

厚を示す.また浸潤影の辺縁部では,細気管支壁の肥厚 を伴う.またその他の菌種の合併感染があると画像がや や異なった像を示すと記載されている².

2. レジオネラ肺炎

レジオネラ肺炎は,診断の遅れや抗菌薬選択の誤りに より重症化し,死に至る肺炎として恐れられてきたが, 最近は,尿中抗原による簡便で的確な診断法の進歩によ り,診断は比較的容易になってきた⁴⁾.しかし,尿中抗 原で診断できるのは,血清型1型のみであり,尿中抗原 陰性のレジオネラ肺炎の存在には,常に注意を払う必要 がある.

我々の38 例の CT を中心とする画像所見の検討⁵⁾やそ の他の報告⁶⁾では、その1/3 程度で肺炎球菌肺炎と全く 区別がつかない陰影を形成するが、2/3 程度の症例で比 較的特徴的な所見を示し、その診断を疑う契機になる。 細菌性肺炎としては、すりガラス陰影が広範で、主に反 回枝領域の多小葉性浸潤影が重畳して、陰影が不均一な 内部構造を持つ印象を受ける(図3).これは,肺炎球 菌性肺炎が,比較的単調で均一な構造をもつ浸潤影を示 す点とやや異なる点である.

3. その他の細菌性肺炎⁷⁾⁸⁾

緑膿菌やインフルエンザ桿菌などのグラム陰性桿菌に よる肺炎は、しばしば院内感染肺炎の臨床像を示す. 画 像上も気管支肺炎による多発性小葉大浸潤影の集簇とし てみられる(図4). レスピレーター装着者の緑膿菌肺 炎はしばしば、広範な両側性気管支肺炎による多発結節 陰影を示し、重症化する. 肺炎桿菌性肺炎は、教科書的 には、激烈な出血性肺炎により罹患肺葉の容積増大 (bulging fissure sign)を示すとされる. ブドウ球菌肺 炎や嫌気性細菌感染症では、陰影内部に壊死による空洞 を伴うことが多い.

4. 非細菌性肺炎

マイコプラズマ肺炎やウイルス肺炎, クラミドフィラ 肺炎では、細菌性肺炎と異なり、小葉中心性粒状陰影や



図5 マイコプラズマ肺炎.(a) 胸部単純X線撮影.両肺に斑状の浸潤影がみられる.(b) 胸部 HRCT.細葉中心性の辺縁の不明瞭な小陰影がみられ、細気管支中心性の肺炎と思われる.

気管支血管束肥厚,小葉性すりガラス陰影が高い頻度で みられると報告されている^{119~11)}(図5).一方では,クラ ミドフィラ肺炎は,マイコプラズマ肺炎に比べて気管支 壁の肥厚や小葉中心性陰影の頻度が低く,また小葉性す りガラス陰影や浸潤影の頻度が高く,むしろ6球菌性肺 炎に類似すると報告されている⁹⁾.また季節性インフル エンザおよび H1N1 インフルエンザ肺炎(図6)やアデ ノウイルスでは,高頻度に小葉内網状陰影がみられると 報告されているが,この所見の病理学的背景は十分に明 らかにされていない.また細菌性肺炎との混合感染では, 浸潤影が高頻度にみられ,純系ウイルス肺炎とはやや異 なった画像を示すとされる.

ニューモシスチス肺炎 (PCP) は、両肺に広範なすり ガラス陰影を示す (図7) が、その基礎疾患によって、 宿主応答が異なることが知られている¹²⁰¹³⁾. *Pneumocystis jirovecii* は、まれに肉芽腫性反応をきたして腫瘤陰 影を示したり、浸潤影を示すことがあるが、どのような

宿主反応性の差がその背後にあるかは十分に解明されて いない.しかし、P. jirovecii それ自体には組織障害性 が少なく、PCPの病態を決定しているのは、宿主側の 反応様式であることが知られている¹⁴⁾. すなわち HIV 陽性患者の PCP は宿主反応性が低く, 肺炎の病像は比 較的軽症であるのに対して、非 HIV 患者では、宿主反 応が高度で重症の炎症を呈しやすい. これが画像にどの ように表れるかについてのストレートな説明はなされて いないが、Tokuda らは、HIV 陽性患者の PCP とリウ マチ患者で治療により免疫不全が誘導された患者での PCP の画像に相違があるとして、何らかの病態の相違 が示されている可能性を示唆している. また同様に免疫 不全患者の日和見感染症として重要なサイトメガロウイ ルス (cytomegalovirus) 肺炎 (図8) は, PCP 同様に 広範なすりガラス陰影や小葉中心性粒状陰影などを示す が、浸潤影など非典型的な所見を示すこともまれではな い. また HIV 陽性患者では、PCP とサイトメガロウイ



図6 季節性インフルエンザ肺炎. (a) 胸部単純 X 線撮影. 両肺に斑状のすりガラス陰影ないし浸潤影を認める. (b) 胸部 CT. 両肺に斑状のすりガラス陰影や結節陰影がみられる. (c) 胸部 CT. 両肺に斑状のすりガラス陰影や結節陰影がみられる. (d) 胸部 HRCT. 気管支血管束沿いの斑状のすりガラス陰影を認める.



図7 ニューモシスチス肺炎. HRCT. 両肺に広範 なすりガラス陰影がみられる.



図8 サイトメガロウイルス肺炎. (a) 胸部単純X線撮影 左上肺の透過性低下は,胸腺腫に対する放射線治療の影響と考 えられる. 右肺下肺優位にすりガラス陰影がみられる. (b) 胸部 CT. 右肺優位に多発性に小葉中心性にすりガラス陰影 を認める. (c) 胸部 HRCT. 右肺では,多発性に結節陰影やすりガラス陰影がみられる. 病変の分布は小葉中心性である. (d) 胸部 HRCT. 右肺では,多発性に結節陰影やすりガラス陰影がみられる. 病変の分布は小葉中心性である.

ルスの重感染も少なくない.

Yanagawa ら¹⁵は Cryptococcus 感染症においても,リ ウマチ患者ではHIV陽性患者や免疫正常者とは異なって, 胸膜直下の分布よりは肺野の内層に優位の陰影分布を示 すことを見いだしており,画像所見が肺炎などの感染症 の病態や宿主反応性の相違の何らかの表現である可能性 が示唆されているが,陰影の分布や形態と病態の関連に ついては今後の検討が必要である.

画像で肺炎と類似疾患(非感染症) の鑑別はどこまで可能か

種々の非感染性疾患が肺炎に類似した画像を示すこと が知られている。特に免疫不全患者では、すりガラス陰 影を広範に示す感染症があり、薬剤性肺障害やその他の 非感染性疾患との鑑別が重要になる¹⁶¹⁷.また担癌個体 では、腫瘍の進展も鑑別疾患として重要になる

HRCT による感染性疾患と非感染性疾患の鑑別において最も重要な所見は小葉中心性結節¹⁶⁾, 陰影の区域性分布¹⁸⁾, 区域気管支を中心とした楔状浸潤影,粘液栓による分岐状陰影¹⁶⁾¹⁸⁾¹⁹⁾などと記載されている.小葉中心性分岐状構造は非感染性炎症性疾患ではみられない²⁰⁾. 白血病,悪性リンパ腫,癌性リンパ管症などの悪性腫瘍では気管支血管束の肥厚,結節,リンパ節腫大の頻度が高い.

画像所見から病原体を どこまで推定しうるか

18 例の細菌性肺炎と14 例の非定型肺炎の CT を比較 した結果¹⁹⁾では、非定型肺炎は、小葉単位のすりガラス 影と consolidation、および小葉中心性粒状影を示しやす い傾向にあった。クラミドフィラ肺炎 24 例、マイコプ ラズマ肺炎 30 例,肺炎球菌肺炎 41 例の画像所見の比較⁹⁾ では、気管支血管束肥厚や小葉中心性粒状影の所見は、 マイコプラズマ肺炎およびクラミドフィラ肺炎で頻度が 高い⁹⁾.94 例の細菌性肺炎(うち肺炎球菌 65 例)と 31 例の非定型肺炎(うちマイコプラズマ肺炎 20 例、クラ ミドフィラ肺炎 7 例)について CT 所見を比較検討¹¹⁾し たところ、小葉中心性粒状影、気管支血管束肥厚、小葉 性すりガラス影が非定型肺炎で有意に高頻度に認められ

細菌性肺炎との相違点であったが、クラミドフィラ肺炎 と細菌性肺炎との区別は困難であった.細菌性肺炎35例、 マイコプラズマ肺炎28例、ウイルス肺炎9例を含む計 114 例の CT 所見の比較では、マイコプラズマ肺炎とウ イルス肺炎では、細菌性肺炎と比較して小葉中心性粒状 影を高頻度で認め、ウイルス肺炎では consolidation が 認められなかった10. ウイルス肺炎 93 例と細菌性肺炎 22 例の CT 所見の検討では、細菌性肺炎に比べてウイ ルス肺炎ではびまん性のすりガラス影あるいは consolidation が高頻度で認められた²¹⁾. Miyashita²²⁾および Nei²³の報告でも、マイコプラズマ肺炎では気管支壁肥 厚と小葉中心性粒状影が有意に高頻度に認められる.以 上を総合すると、気管支壁肥厚および小葉中心性粒状影 の所見は、細菌性肺炎と非定型肺炎を鑑別するうえで有 用であると思われる、クラミドフィラ肺炎は、画像によ る肺炎球菌肺炎との鑑別は困難とされている⁹⁾²⁴⁾.

季節性および新型インフルエンザ肺炎に関しては, CT 像で小葉内網状影を認めることが多いとされる²⁵⁻²⁷⁾. 細菌性肺炎との混合感染例では区域性の consolidation を認め、純ウイルス肺炎と区別されうるとの報告もみら れる²⁵⁾.インフルエンザ以外の他のウイルス肺炎でも, 同様な所見(小葉内網状影)の報告が多い.これらの所 見は、ウイルス肺炎と細菌性肺炎との鑑別に役立つ^{10/25)}.

細菌性肺炎の起炎菌の画像による鑑別では,肺炎球菌 のように大葉性肺炎をきたしやすい傾向のある菌と,イ ンフルエンザ桿菌や緑膿菌のように気管支肺炎を主体と する菌種があり,ある程度の画像の相違がある.我々の 検討によるレジオネラ肺炎の画像的特徴については,前 述したとおりである

肺炎の合併症の診断

肺炎の合併症としてあげられるものに,肺炎随伴胸水, 膿胸(図9),肺化膿症(膿瘍)(図10),重症肺炎に続 発するARDS(DAD)などがある.肺炎随伴性胸水と 膿胸の鑑別には,胸水穿刺による胸水の検索が必須であ り,画像診断による鑑別には限界がある.肺化膿症では, 化膿性炎症により,腫瘤陰影やその内部の空洞,あるい は造影CTによる造影不良域の出現を認める点が,特徴 的である.重症肺炎による肺のサイトカインストームの 結果,DADが続発するが,初期の浸出期では,非心原 性肺水腫の画像を示す.



図9 細菌性膿胸. (a) 胸部単純X線撮影. 左胸腔は完全に透過性が低下している. (b) 胸部造影 CT. 左胸腔には, 被 包化された胸水を認め, 胸膜肥厚もみられる. (c) 胸部造影 CT 冠状断再構成. 左胸腔には, 被包化された胸水を認め, 胸膜肥厚もみられる.



図10 細菌性膿瘍. (a) 胸部単純 X 線撮影 右上肺に異常陰影がみられる. (b) 胸部造影 CT. 造影 CT では,内部 低吸収を示す腫瘤が左上葉にみられ,空洞もみられる. (c) 胸部 CT 肺野条件. (d) 胸部 HRCT. 肺野条件.

おわりに

肺炎の画像は,起炎菌の相違,それに対する宿主反応 性の相違に規定されるはずである.しかし,画像所見に は,非特異的な所見も多く,肺炎の病態,宿主反応の相 違と相関させるにはまだまだギャップが大きく,今後こ れらのギャップを埋めるべく画像所見の解析が必要であ る.

引用文献

- Haroon A, et al. Pulmonary computed tomography findings in 39 cases of Streptococcus pneumoniae pneumonia. Intern Med 2012; 51: 3343–9.
- Okada F, et al. Thin-section CT findings of patients with acute Streptococcus pneumoniae pneumonia with and without concurrent infection. Br J Radiol

2012; 85: e357-64.

- Yagihashi K, et al. Correlations between computed tomography findings and clinical manifestations of Streptococcus pneumoniae pneumonia. Jpn J Radiol 2011; 29: 423-8
- Kim KW, et al. Chest computed tomographic findings and clinical features of legionella pneumonia. J Comput Assist Tomogr 2007; 31: 950–5.
- Sakai F, et al. Computed tomographic features of Legionella pneumophila pneumonia in 38 cases. J Comput Assist Tomogr 2007; 31: 125–31.
- Yu H, et al. Computed tomographic features of 23 sporadic cases with Legionella pneumophila pneumonia. Eur J Radiol 2010; 74: e73-8.
- Okada F, et al. High-resolution CT findings in Streptococcus milleri pulmonary infection. Clin Radiol 2013; 68: e331-7.

- Okada F, et al. Pulmonary thin-section CT findings in acute Moraxella catarrhalis pulmonary infection. Br J Radiol 2011; 84: 1109–14.
- Nambu A, et al. Chlamydia pneumoniae: comparison with findings of Mycoplasma pneumoniae and Streptococcus pneumoniae at thin-section CT. Radiology 2006; 238: 330–8.
- Reittner P, et al. Pneumonia: high-resolution CT findings in 114 patients. Eur Radiol 2003; 13: 515–21.
- Ito I, et al. Differentiation of bacterial and non-bacterial community-acquired pneumonia by thin-section computed tomography. Eur J Radiol 2009; 72: 388–95.
- 12) Shorr AF, et al. Pulmonary infiltrates in the non-HIV-infected immunocompromised patient: etiologies, diagnostic strategies, and outcomes. Chest 125: 260-71, 2004.
- 13) Emoto T, et al. HRCT findings of pulmonary complications in non-AIDS immunocompromised patients: are they useful in differential diagnsis? Radiat Med 2003; 21: 7–15.
- 14) Tokuda H, et al. Clinical and radiological features of Pneumocystis pneumonia in patients with rheumatoid arthritis, in comparison with methotrexate pneumonitis and Pneumocystis pneumonia in acquired immunodeficiency syndrome: a multicenter study. Intern Med 2008; 47: 915–23.
- 15) Yanagawa N, et al. Pulmonary cryptococcosis in rheumatoid arthritis (RA) patients: Comparison of imaging characteristics among RA, acquired immunodeficiency syndrome, and immunocompetent patients. Eur J Radiol 2013; 82: 2035–42.
- 16) Tomiyama N, et al. Acute parenchymal lung disease in immunocompetent patients: diagnostic accuracy of high-resolution CT. AJR Am J Roentgenol 2000; 174: 1745–50.
- 17) Brown MJ, et al. Acute lung disease in the immuno-

compromised host: CT and pathologic examination findings. Radiology 1994; 190: 247-54.

- 18) Johkoh T, et al. Usefulness of high-resolution CT for differential diagnosis of multi-focal pulmonary consolidation. Radiat Med 1996; 14: 139–46.
- Tanaka N, et al. High resolution CT findings in community-acquired pneumonia. J Comput Assist Tomogr 1996; 20: 600-8.
- Aquino SL, et al. Tree-in-bud pattern: frequency and significance on thin-section CT. J Comput Assist Tomogr 1996; 20: 594–9.
- 21) Miller WT Jr, et al. CT of viral lower respiratory tract infections in adults: comparison among viral organisms and between viral and bacterial infections. AJR Am J Roentgenol 2011; 197: 1088-95.
- 22) Miyashita N, et al. Radiographic features of Mycoplasma pneumoniae pneumonia: differential diagnosis and performance timing. BMC Med Imaging 2009; 9: 7.
- 23) Nei T, et al. Mycoplasma pneumoniae pneumonia: differential diagnosis by computerized tomography. Intern Med 2007; 46: 1083–7.
- 24) Okada F, et al. Chlamydia pneumoniae pneumonia and Mycoplasma pneumoniae pneumonia: comparison of clinical findings and CT findings. J Comput Assist Tomogr 2005; 29: 626–32.
- 25) Fujita J, et al. Chest CT findings of influenza virusassociated pneumonia in 12 adult patients. Influenza Other Respi Viruses 2007; 1: 183–7.
- 26) Agarwal PP, et al. Chest radiographic and CT findings in novel swine-origin influenza A (H1N1) virus (S-OIV) infection. AJR Am J Roentgenol 2009; 193: 1488–93.
- 27) Marchiori E, et al. High-resolution computed tomography findings from adult patient with influenza A (H1N1) virus-associated pneumonia. Eur J Radiol 2010; 74: 93-8.

Abstract

Pneumonia: Approach to a pathophysiologic background with imaging

Fumikazu Sakai, Yusuke Watanabe and Nanami Okano

Department of Diagnostic Radiology, Saitama International Medical Center, Saitama Medical University

Imaging findings are manifestation interactions between an infectious agent and host reaction and may be affected by the virulency of infectious agents and altered states of host immunity. Some gap between changes of interaction and imaging manifestions may be found; however, it seems mandatory to understand the fundamentals of immunology and the protection of repiratory infection.