

3 次元表示による転移性肺腫瘍の評価

大城康二¹

要旨 最近導入されつつある多検出器 CT により, 全肺野が一回息止めで得られ, 日常臨床で高分解能の三次元画像が容易に作成できるようになった. MPR, 最大値投影法などの三次元画像は, 転移性肺腫瘍と既存構造との関係の評価する上で有用である. 転移性肺腫瘍は一般的には円形の境界明瞭な結節影や腫瘤影として見られるが, 非典型的な画像所見を呈することがあり, 非腫瘍性病変や原発性肺癌と鑑別が問題となる. これらの非典型像を呈する転移性肺腫瘍を熟知することでより正確な診断が可能となる. (肺癌. 2002;42:710-716)

索引用語 転移性肺腫瘍, CT, 三次元画像

Analysis of Pulmonary Metastases by Three-dimensional CT Images

Yasuji Oshiro¹

ABSTRACT Newly developed multidetector-row CT can acquire whole lung data during a single breath hold. With multi-slice data, high resolution 3D reconstruction images can be easily obtained in daily practice. Three-dimensional reconstruction images such as multiplanar reconstruction (MPR) and maximum intensity projection (MIP) are useful to evaluate the association between pulmonary metastases and surrounding pulmonary structures. It is well known that typical radiologic findings of a pulmonary metastasis are of a round nodule or mass with a smooth margin. However, metastases with atypical radiologic features are often encountered, and are often difficult to distinguish from non-malignant pulmonary diseases or primary lung cancer. Detailed knowledge of the atypical radiologic features of pulmonary metastases is essential for correct diagnosis. (JLCC. 2002;42:710-716)

KEY WORDS Metastatic lung tumor, Computed tomography (CT), Three-dimensional image

はじめに

肺腫瘍の中で, 転移性肺腫瘍は日常診療においてしばしば遭遇する疾患である. この転移性肺腫瘍の診断は治療方針を立てるうえで, また悪性腫瘍の病期診断において重要で, 画像診断の果たす役割は大きい. 一方, multidetector-row CT (MDCT) の出現により, 肺腫瘍性病変は極めて容易に, ルーチン検査においても種々の画像処理表示により診断できるようになった. さらに, いままで高分解能 (HR) CT で確立されたさまざまな所見が, multiplanar reconstruction (MPR) 像をはじめとする 3D 画像を用いるとより理解しやすくなることがわかってきた.^{1,2} 本稿では, 3D 画像, 特に MPR 像を用いて転移

性肺腫瘍と周辺肺野の既存構造との関連性について概説する. さらに, 非典型像を呈する転移性肺腫瘍について紹介する.

1. 転移性肺腫瘍と既存構造物との関係

転移性肺腫瘍の分類は進展形式により血行性, リンパ行性, 経胸腔性, 経気道性, 直接浸潤に分けられる. 最も多い血行性転移の画像所見は, 辺縁平滑で明瞭な結節影, 腫瘤影として見られることが多い. 通常は多発性で両側肺野に見られることが多く, サイズも大小不同である. 好発部位は上肺野より下肺野, 中央部より末梢側に位置することが多い. 下肺野に多いのは重力の影響, 胸膜側に多いのは肺血流の影響と考えられている. 転移性

¹ 琉球大学医学部放射線科.

¹ Department of Radiology, School of Medicine, University of

the Ryukyus, Japan.

© 2002 The Japan Lung Cancer Society

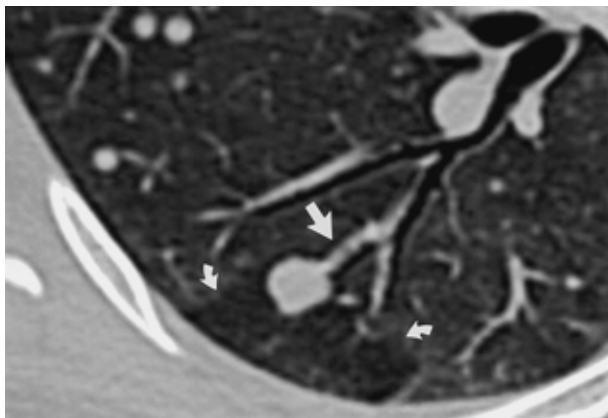
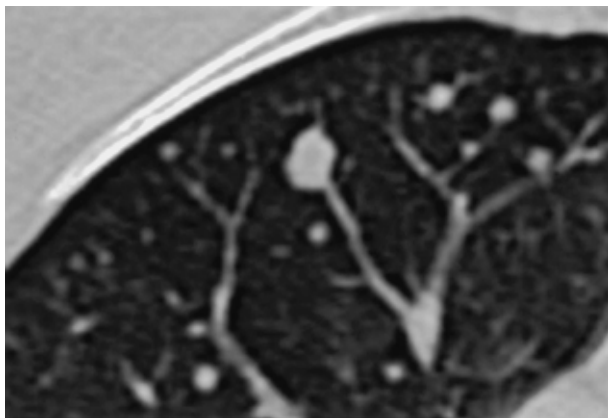
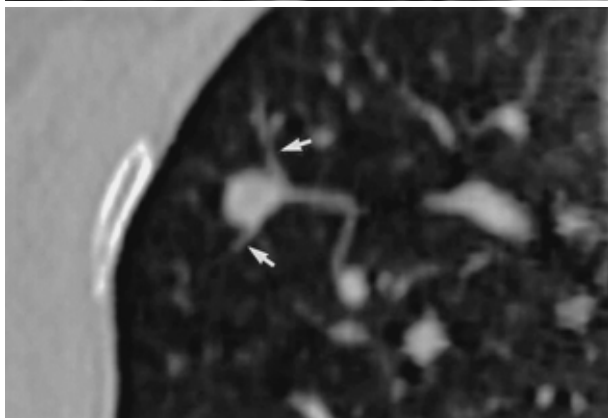


Figure 1. Lung metastasis in a 53-year-old woman with an ovarian carcinoid tumor. Arterial vessel (arrow) leading to the tumor nodule is seen. Note the finding of a zone of hypattenuation distal to the nodule (curved arrows)



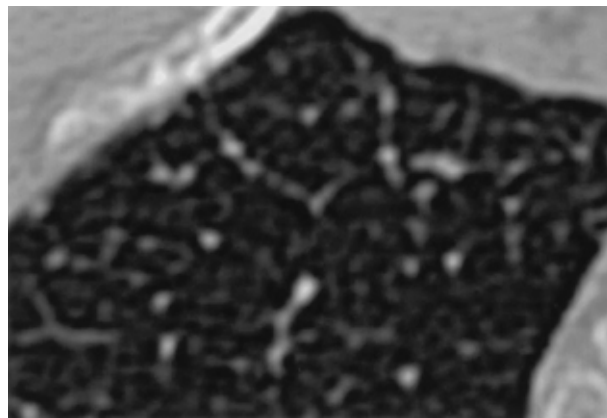
A



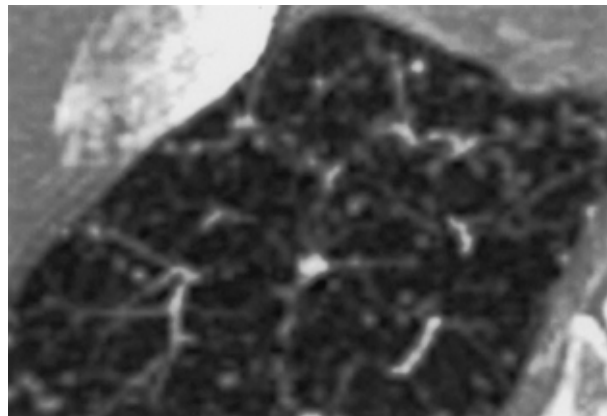
B

Figure 2. Lung metastasis in a 53-year-old woman with an ovarian carcinoid tumor. **A.** Axial CT image shows a metastatic nodule with a feeding vessel. **B.** MPR image reveals vessel branching in close proximity to the metastatic nodule (arrows)

肺腫瘍と肺血管との関係に関して Mezziane らは、しばしば転移巣と肺野血管の直接的な連続性が見られると報告



A



B

Figure 3. Miliary metastasis in a 52-year-old woman with breast cancer. **A.** Axial 0.5-mm image shows miliary parenchymal micronodules in the right upper lobe. Note the difficulties in the differentiation of normal vasculature from parenchymal micronodules. **B.** 4.9-mm MIP slab shows randomly distributed parenchymal micronodules. Randomly distributed parenchymal micronodules in the pulmonary lobules are depicted more clearly than on **A.**

している³ feeding vessel sign あるいは mass vessel sign と知られているが、Wegener 肉芽腫症、肺梗塞、動静脈奇形、敗血症性塞栓症などでも見られ疾患特異性はない。他に血行散布性、血管由来の病変を示唆する間接所見の一つとして病変より末梢肺野に低吸収域がみられることがある⁴ (Figure 1)。転移巣により閉塞した肺動脈末梢の低灌流を示唆する所見と考えられる。HRCTの詳細な分析、病理組織像との対比より3 mmより大きい結節の多くは気管支血管束を圧排するのみであることがわかっている⁵ feeding vessel sign が見られる原因の一つとして、厚いスライス厚で撮影されるほど部分容積現象が影響し血管と腫瘍が連続して見えることが考えられる。血管が連続して見える腫瘍をMPR像で観察すると、血管は腫瘍に対し斜めに走行していたり、圧排のみであったり、腫瘍の直前で分岐していることがわかる(Figure 2)。MPR像は冠状断像、矢状断像などを含む任意断

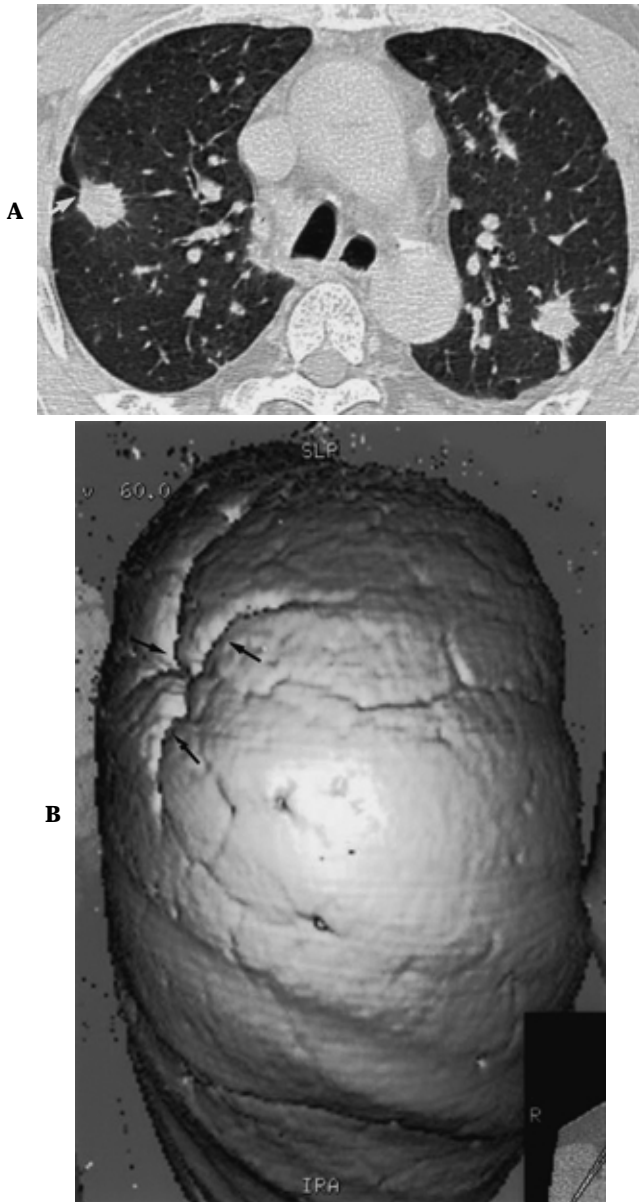


Figure 4. Spiculated metastasis in a 63-year-old man with rectal cancer. **A.** Axial CT image shows multiple spiculated nodules. Note the metastatic nodule with isolated pleural plane (arrow) due to pleural indentation in the right upper lobe. **B.** Surface rendering image shows severe pleural indentation (arrows)

面の描出が可能であるが、特に頭尾方向あるいは横断像に対し斜めに走行する構造物の把握が容易である。

小さなびまん性転移巣をHRCTで見ると胸膜や肺静脈に接するもの、小葉中心部の細動脈や気管支動脈束に一致するもの、あるいはこれらの既存構造とは無関係に存在するものが、観察される^{5,6}つまり、個々の転移巣が二次小葉と一定の関係を持たずに不規則に分布する状態であり、微小な腫瘍塞栓が小葉中心部からさらに末梢の

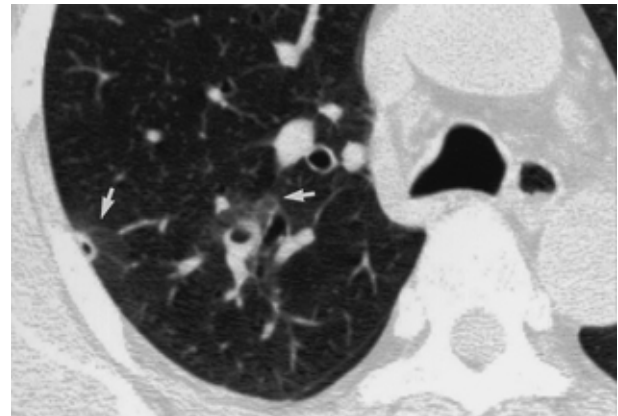


Figure 5. Hemorrhagic metastasis in a 72-year-old man with a malignant hemangioendothelioma. Axial CT shows cavitating nodule with surrounding areas of ground-glass opacity (arrows) The areas of ground-glass opacity are due to hemorrhage around the metastatic nodules.

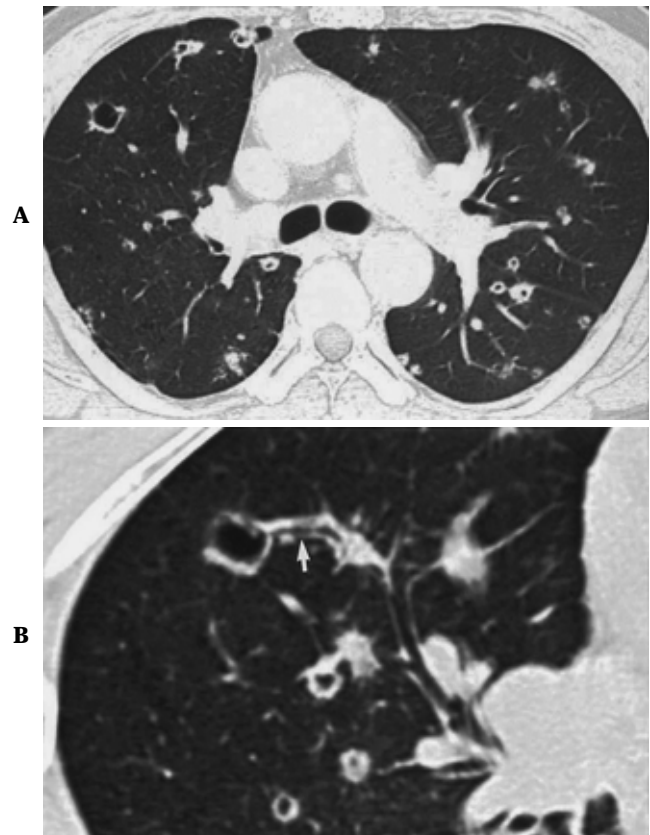


Figure 6. Cavitating metastasis in a 53-year-old man with a colon cancer. **A.** Axial CT shows multiple metastatic nodules in both lungs. Note the irregularity of the tumor-lung interface. **B.** Oblique axial MPR image shows the segmental bronchus (arrow) leading to a cavitating nodule.

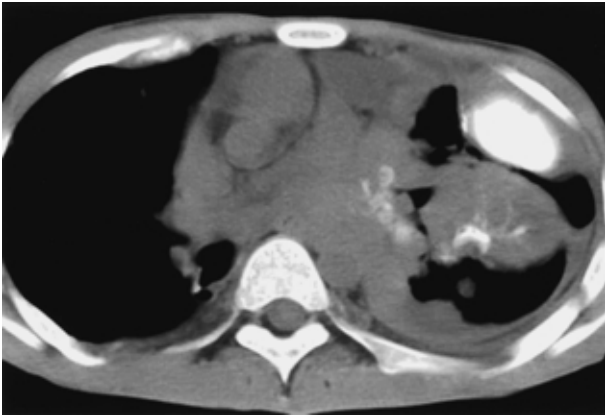


Figure 7. Calcified metastasis in an 18-year-old man with a osteosarcoma. Axial non enhanced CT shows calcification within the masses.

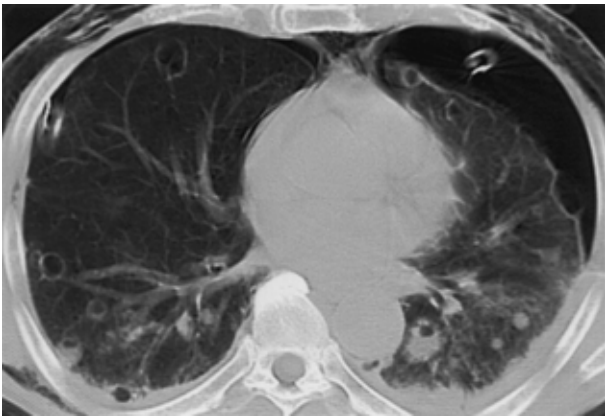


Figure 8. Cavitating metastasis associated with a pneumothorax in a 75-year-old man with a malignant hemangioendothelioma. Drainage catheters are seen in the bilateral thorax.

細動脈から毛細血管のどのレベルにでも生じ得ることを反映している。このような病変と二次小葉との関係は、HRCTで理解しやすい。ただし、スライス厚が薄すぎれば、病変なのか血管なのか区別しづらい。逆にスライス厚が厚いと部分容積現象のため病変がはっきりしなくなる。maximum intensity projection (MIP) 像を作成して観察すると二次小葉内でランダムに分布する転移巣が明瞭に描出される (Figure 3)。このように、MIP 像は微小病変の血管、二次小葉との関係の評価に有用である。

2. 非典型像を呈する転移性肺腫瘍

転移性肺腫瘍は辺縁平滑明瞭が基本だが、組織型により非典型像を呈する場合があり、診断に難渋することがある。非典型像を呈する転移性肺腫瘍を内部、辺縁性状から分類すると辺縁不整、結節周囲すりガラス影、空洞

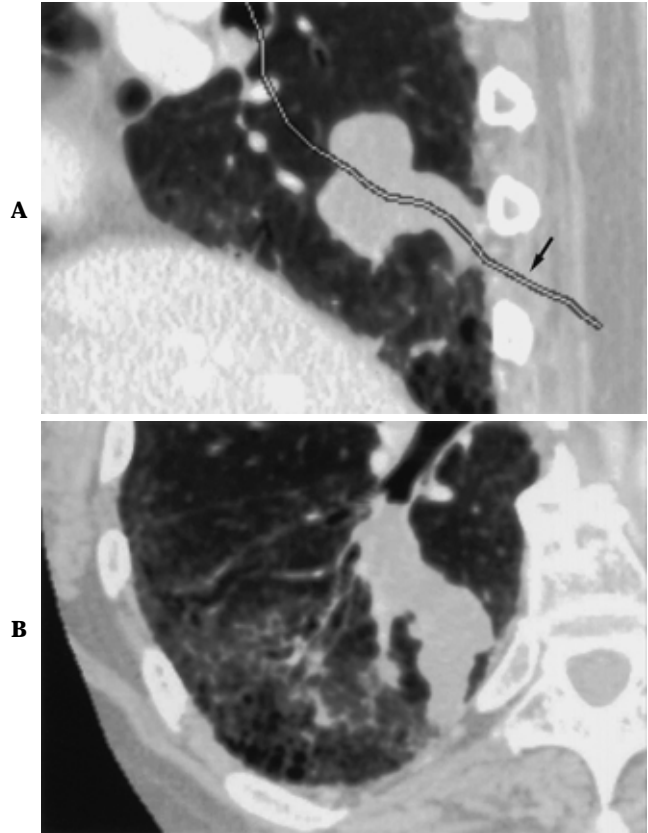


Figure 9. Endobronchial metastasis in a 66-year-old woman with a colon cancer. **A.** Sagittal MPR image shows irregular lobulated mass in the right lower lobe. A curved line (arrow) traces the course of the associated bronchus. **B.** Curved MPR image reveals an endobronchial mass.

形成、石灰化、コンソリデーションを来す肺転移に分けられる^{6,7} その他、特殊な病態を呈する肺転移として気胸を伴う肺転移、肺動脈塞栓を伴う肺転移、気管支内転移、良性転移性腫瘍などがあり⁸⁻¹⁰ これらについて概説する。

1) 辺縁不整

肺転移の辺縁が不整になることがありノッチ形成を認めるような例やスピクラの所見が見られるものもある。時に原発性末梢腺癌に特徴的な胸膜陥入像による孤立胸膜面 (isolated pleural plane) を形成することがある (Figure 4)。孤立胸膜面を形成すると、CTでは複数の胸膜陥入底に、平坦またはやや凹んだ腫瘤肺境界が見られ、肺野も気腫状となる¹¹ 辺縁不整像は特に大腸癌、乳癌、頭頸部癌の肺転移で見られる。孤立性の場合には原発性腺癌との鑑別が非常に困難であり、術前の生検でも原発性肺癌との鑑別が困難なことがある。

2) 結節周囲すりガラス陰影

結節や腫瘍の周囲に全周性にすりガラス影を伴う場合は、CT halo sign と呼ばれる (Figure 5)。CT halo sign

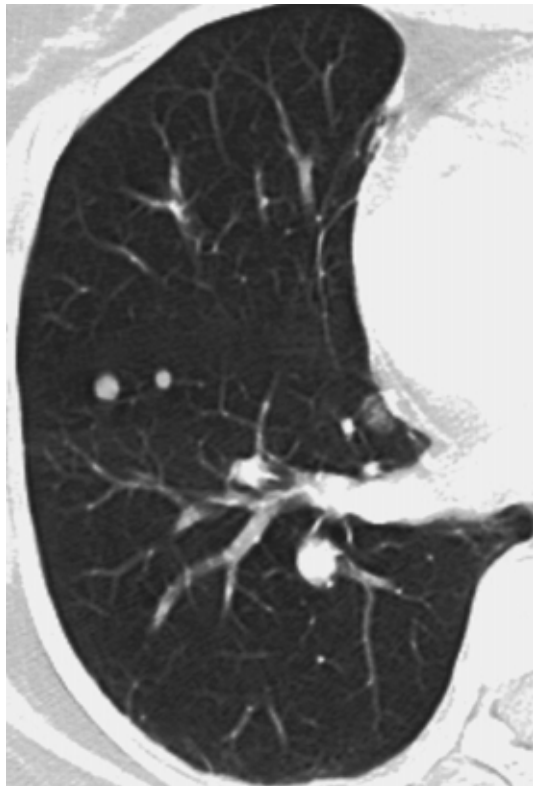


Figure 10. Benign metastasis from uterine myoma in a 49-year-old woman who had undergone hysterectomy 8 years ago. Axial CT image shows round metastatic nodules in the right lower lobe.



Figure 11. Lymphangitic carcinomatosis in a 60-year-old man with a breast cancer. This MPR image was obtained through left lower bronchus, and demonstrates irregularly thickened peribronchovascular interstitium (arrow).

はもともと浸潤性アスペルギルス症の浸潤影周囲の出血を反映している所見として報告されたが¹² 疾患特異性はなく、炎症や腫瘍細胞浸潤でも同様の所見を呈する。転移性肺腫瘍では、血管肉腫、Kaposi肉腫、絨毛癌などの肺転移で見られる¹³ 機序としては転移巣の脆弱な腫瘍血管の破綻により腫瘍周囲にすりガラス影が生じる。

3) 空洞形成

転移性肺腫瘍の空洞形成は比較的少ないとされるが、稀なものではない。原発巣としては頭頸部などを原発とする扁平上皮癌が最も頻度が高く、時に膀胱腫瘍などの移行上皮癌や大腸癌でも見られる。薄壁空洞の多発性転移をきたすものとして皮膚の悪性血管内皮細胞腫がよく知られ、後述するように気胸も合併しやすい。空洞形成の機序としては、腫瘍内壊死が気管支と交通して気道内に壊死物質が排泄される結果とされている。空洞形成の別のメカニズムとしては、腫瘍による細気管支閉塞のためチェックバルブ機構によって末梢に嚢胞が形成されるような場合もある。Figure 6は大腸癌の肺転移の症例であるが空洞と気管支が連続する断面でMPR像を作成すると気管支内腔と空洞の連続が描出でき壊死物質排除に關与した気管支を同定できる。

4) 石灰化

石灰化を示す転移性肺腫瘍の代表的疾患としては、古くより骨肉腫の肺転移が知られている(Figure 7)。この場合の石灰化の機序はosteoid matrix内の骨化によってされている。その他の石灰化の機序としては、甲状腺乳頭癌、治療後の変化で見られる異栄養性石灰化、消化管原発ムチン腺癌、乳癌で見られるムチン石灰化などがある⁸。

5) コンソリデーション

腺癌の肺転移では細気管支肺胞上皮癌のように肺胞壁を置換するように進展することがある。胸部単純X線写真では肺炎様の浸潤影を呈し、CTではair-bronchogramを伴うコンソリデーション、限局性のすりガラス陰影、小結節影を呈する。これらは、腫瘍細胞の肺胞隔壁に沿う増殖や、経気道性に運ばれた腫瘍の散布性の増殖、ならびに肺胞腔内の粘液貯留に相当する所見である¹⁴。腺癌や消化管由来の腺癌の転移でこのような所見を認めることがある^{6,15}。

6) 気胸を伴う肺転移

気胸を伴う肺転移として骨肉腫による肺転移は最も多

く見られ有名であるが、その他の肉腫、壊死傾向の強い腫瘍でも見られる^{16,17} (Figure 8). 原因として胸膜直下の腫瘍壊死による気管支胸膜間癭が考えられている。肉腫を有する患者で自然気胸を見た場合は、胸部単純X線写真で転移巣がわからなくても転移を念頭に置くべきである。

7) 肺動脈血栓を伴う肺転移

肺動脈腫瘍栓は血行転移と異なり、動脈内での腫瘍細胞の増殖は認めない。肺動脈腫瘍栓は一般には肺動脈末梢に起こるため、胸部単純X線写真、CTあるいは肺動脈造影を用いても診断に苦慮する¹⁸。担癌患者が低酸素血症を伴う急性期呼吸困難を来し、胸部単純X線写真で異常が見られない場合は肺動脈腫瘍栓も鑑別診断の一つに加えるべきである。肺動脈血栓のCT所見は、多発性に見られる亜区域支肺動脈の拡張、数珠状変化及び梗塞による末梢の楔状陰影である¹⁹⁻²¹。肺動脈腫瘍栓を来す原発巣として肝細胞癌、乳癌、腎癌、胃癌、前立腺癌、絨毛癌などがある^{8,18}。

8) 気管支内転移、無気肺

転移性腫瘍が中枢側気管支を閉塞し、肺門部肺癌と臨床的に類似した病態を示すいわゆる気管支内転移 (endobronchial metastasis) は比較的まれではあるが、腎癌、乳癌、大腸癌、悪性黒色腫などの転移で見られる。画像所見としては、気管支閉塞に伴う二次性変化として無気肺、閉塞性肺炎像を伴いやすいが、腫瘍がはっきりしなくて無気肺、閉塞性肺炎などの二次性変化のみを呈することがあるので注意すべきである。画像的には肺門部肺癌との鑑別は困難であり、診断には気管支鏡による直視下生検が必要となる⁹。Figure 9は大腸癌の気管支内転移であるが、横断像では不整形の腫瘍ながら気管支との連続性はわかりにくかった。矢状断のMPR像を作成し気管支血管束に沿って曲面画像(Curved MPR像)を作成すると、気管支内腔に沿って発育する腫瘍形態が容易に描出できる。

9) 良性転移性肺腫瘍

胸腔外の良性腫瘍が稀に肺転移を来すことがある。病理組織学的には良性であっても多臓器に転移するという特殊な性格をもつ腫瘍として子宮筋腫²² (Figure 10)をはじめ胞状奇胎、骨巨細胞腫、唾液腺多形性腺腫が知られている⁸。画像上は他の悪性腫瘍の肺転移と鑑別できないが、発育経過が遅いことが多い。

10) 癌性リンパ管症

癌性リンパ管症は多くは肺末梢の血行性肺転移から始まり、末梢のリンパ管を浸潤し、肺門へと進展するのが一般的な経路と言われる。胃癌、乳癌で多く見られ、原発性肺癌でも癌性リンパ管症の進展を示すものが見られる。胸部単純X線写真では、典型的には血管、気管支周囲の間質性変化を反映して、肺門より末梢に広がる線状

影や、小葉間隔壁の肥厚を反映して Kerley's B line が認められる。通常は両側性であるが肺癌症例などでは一側性の場合もある。HRCTは他のびまん性肺疾患との鑑別に有用で、その所見としては、気管支血管周囲間質の不規則な肥厚、小葉間隔壁の肥厚がある。この所見は癌性リンパ管症に比較的特徴的である⁹。MPR像で観察すると同様に小葉間隔壁の肥厚がよくわかり小葉の立体構造が理解しやすくなる。下葉気管支に沿って裁断したMPR像 (Figure 11) を作成すると、左下葉気管支の長軸像がよく描出され、下葉の気管支血管束の不整な肥厚がわかりやすい。

おわりに

以上、転移性肺腫瘍の画像診断について概説した。MDCTの登場により、一回の呼吸停止下で全肺をより薄層でスライスできるようになり、手軽にボリュームデータが得られるようになった。肺病変を横断像の一方のみでなく別の角度から観察することは病変の本質を理解、把握するのに役立つ。この点でMPR像をはじめ三次元画像は有用な手段である。また、転移性肺腫瘍は非典型像を呈することも多いため、これらの特徴を理解することでより正確な診断が可能となる。

REFERENCES

1. 村山貞之. MDCT 画像の 3 次元表示による肺病変の描出. 画像診断. 2002;22:794-802.
2. 池添潤平, 居倉博彦, 安原美文, 他. Multidetector helical CT 臨床活用の実例. 胸部疾患. 日獨医報. 2000;45:36-43.
3. Mezziane MA, Hruban RH, Zerhouni EA, et al. High resolution CT of the lung parenchyma with pathologic correlation. *Radiographics*. 1988;8:27-54.
4. Naidich DP, Webb WR, Müller NL. *Computed Tomography and Magnetic Resonance of the Thorax*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999:303-306.
5. Murata K, Takahashi M, Mori M, et al. Pulmonary metastatic nodules: CT-pathologic correlation. *Radiology*. 1992;182:331-335.
6. 平方啓子. 転移性肺腫瘍. 中田 肇, 伊藤春海, 編集. 胸部CT. 第3版. 東京: 秀潤社; 2001:129-145.
7. Hirakata K, Nakata H, Haratake J. Appearance of pulmonary metastases on high-resolution CT scans: comparison with histopathologic findings from autopsy specimens. *AJR Am J Roentgenol*. 1993;161:37-43.
8. Seo JB, Im JG, Goo JM, et al. Atypical pulmonary metastases: spectrum of radiologic findings. *Radiographics*. 2001;21:403-417.
9. 楠本昌彦, 大城康二, 金子昌弘, 他. 転移性腫瘍の画像診断. 肺. 臨床画像. 2000;16:1296-1304.
10. 上村良一, 高島 力, 小林 健, 他. 転移性腫瘍の画像診断. 肺転移. 臨床画像. 1995;11:26-37.
11. 伊藤春海, 幡生寛人. 胸膜陥入の見方. 小塚隆弘, 編集.

- 臨床放射線科のコツと落とし穴① 検査・診断 Part 1 .
東京：中山書店；1999:132-133.
- 12 . Kuhlman JE, Fishman EK, Siegelman SS. Invasive pulmonary aspergillosis in acute leukemia: characteristic findings on CT, the CT halo sign, and the role of CT in early diagnosis. *Radiology*. 1985;157:611-614.
 - 13 . Kim Y, Lee KS, Jung KJ, et al. Halo sign on high resolution CT: findings in spectrum of pulmonary diseases with pathologic correlation. *J Comput Assist Tomogr*. 1999; 23:622-626.
 - 14 . Gaeta M, Caruso R, Barone M, et al. Ground-glass attenuation in nodular bronchioloalveolar carcinoma: CT patterns and prognostic value. *J Comput Assist Tomogr*. 1998;22:215-219.
 - 15 . Gaeta M, Volta S, Scribano E, et al. Air-space pattern in lung metastasis from adenocarcinoma of the GI tract. *J Comput Assist Tomogr*. 1996;20:300-304.
 - 16 . Dines DE. Pneumothorax and metastatic sarcomas. *Chest*. 1978;73:681-682.
 - 17 . Furrer M, Althaus U, Ris HB. Spontaneous pneumothorax from radiographically occult metastatic sarcoma. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997;11:1171-1173.
 - 18 . Chan CK, Hutcheon MA, Hyland RH, et al. Pulmonary tumor embolism: a critical review of clinical, imaging, and hemodynamic features. *J Thorac Imaging*. 1987;2:4-14.
 - 19 . Shepard JA, Moore EH, Templeton PA, et al. Pulmonary intravascular tumor emboli: dilated and beaded peripheral pulmonary arteries at CT. *Radiology*. 1993;187:797-801.
 - 20 . Kim AE, Haramati LB, Janus D, et al. Pulmonary tumor embolism presenting as infarcts on computed tomography. *J Thorac Imaging*. 1999;14:135-137.
 - 21 . Kang CH, Choi JA, Kim HR, et al. Lung metastases manifesting as pulmonary infarction by mucin and tumor embolization: radiographic, high-resolution CT, and pathologic findings. *J Comput Assist Tomogr*. 1999;23:644-646.
 - 22 . Maredia R, Snyder BJ, Harvey LA, et al. Benign metastasizing leiomyoma in the lung. *Radiographics*. 1998;18: 779-782.