

## Multi-slice CT による肺癌の T 因子診断

大野良治<sup>1</sup>・神山久信<sup>1</sup>・野上宗伸<sup>1</sup>・松本純明<sup>1</sup>・  
竹中大祐<sup>1</sup>・小谷義一<sup>2</sup>・真庭謙昌<sup>3</sup>・西村善博<sup>2</sup>・  
大林千穂<sup>4</sup>・吉村雅裕<sup>3</sup>・杉村和朗<sup>1</sup>

**要旨**——近年の CT の技術進歩は急速であり、マルチスライス CT の臨床応用により TNM 診断における様々な情報を種々の再構成画像を駆使して供給することが可能になっている。しかし、それらを用いた場合に、従来の CT 診断を中心とした形態診断に対してどのような有用性があるのか、或いは正診率の向上がみられるのかということに関しての知見はあまり得られていない。本稿においては近年の肺癌病期診断におけるマルチスライス CT 診断における最新の知見とその限界についても述べたい。(肺癌. 2007;47:161-167)

**索引用語**——CT, MRI, 肺, 肺癌, 病期診断

## T-stage Diagnosis on Multi-slice CT in Lung Cancer Patients

Yoshiharu Ohno<sup>1</sup>; Hisanobu Koyama<sup>1</sup>; Munenobu Nogami<sup>1</sup>; Sumiaki Matsumoto<sup>1</sup>;  
Daisuke Takenaka<sup>1</sup>; Yoshikazu Kotani<sup>2</sup>; Yoshimasa Maniwa<sup>3</sup>; Yoshihiro Nishimura<sup>2</sup>;  
Chiho Ohbayashi<sup>4</sup>; Masahiro Yoshimura<sup>3</sup>; Kazuro Sugimura<sup>1</sup>

**ABSTRACT**——Recent advances in computed tomography (CT) such as the multi-slice CT system provide new information from various reconstructed CT images for diagnosis of TNM staging. However, capability of these images for improvement of diagnostic accuracy of T-factor has not been determined. In this review, we describe recent advancement of T-stage diagnosis on CT in lung cancer patients and its limitations. (*JJLC*. 2007;47:161-167)

**KEY WORDS**——CT, MRI, Lung, Lung cancer, Staging

### 緒言

肺癌の診断には胸部単純写真、喀痰細胞診、気管支鏡や CT 下生検、胸部 CT 及び MRI、骨シンチが用いられる。これらの中でも、その利便性から CT は肺癌診断に最も広く用いられる画像診断法であり、近年のマルチスライス CT (Multi-slice CT: MSCT) の開発及び臨床応用が進むにつれて、画質の改善とともに各種の再構成画像が

広く臨床に用いられるようになってきている。一般に MSCT においては高精細な Volume data を得られることから、様々な再構成画像が作成可能である。特に昨今臨床応用が進んでいる Multiplanar reconstructed image (MPR image) は従来では MRI にてのみ可能であった任意断面での観察が CT においても可能となることから、肺癌病期診断、特に T 因子診断における CT の診断能改善の可能性は諸家の示唆するところではあるものの、現

神戸大学大学院医学系研究科 1内科系講座放射線医学分野, 2外科学講座呼吸器外科学分野, 3内科学講座呼吸器内科学分野; 4神戸大学医学部附属病院病理部。

別刷請求先: 大野良治, 神戸大学大学院医学系研究科内科系講座放射線医学分野, 〒650-0017 神戸市中央区楠町 7-5-2 (e-mail: yosirad@kobe-u.ac.jp)。

<sup>1</sup>Department of Radiology, <sup>2</sup>Division of Cardiovascular and Respiratory Medicine, Department of Internal Medicine, <sup>3</sup>Division of

Cardiovascular, Thoracic and Pediatric Surgery, Kobe University Graduate School of Medicine, Japan; <sup>4</sup>Division of Pathology, Kobe University Hospital, Japan.

Reprints: Yoshiharu Ohno, Department of Radiology, Kobe University Graduate School of Medicine, 7-5-2 Kusunoki-cho, Chuo-ku, Kobe 650-0017, Japan (e-mail: yosirad@kobe-u.ac.jp).

© 2007 The Japan Lung Cancer Society

時点でその診断能に関する報告は限られている。

本稿においては MSCT 時代における肺癌病期診断のうちでもその有用性が示唆されている T 因子診断に関して、最新の知見を述べるとともに、その限界についても言及したい。

## 1. 肺癌病期における T 因子に関する基礎的事項

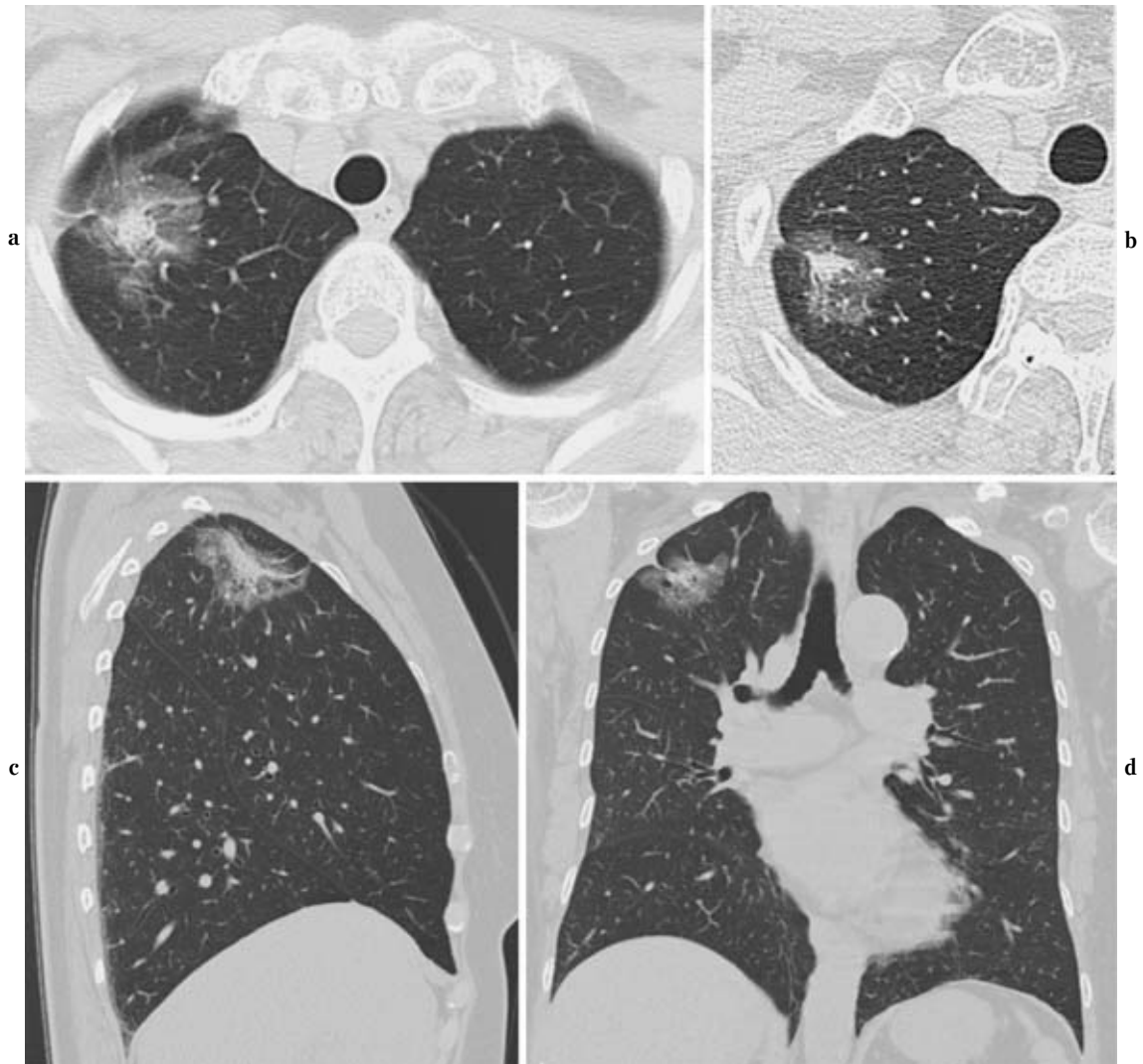
TNM 分類は癌の進展度の記載及び分類であり、これを元に治療計画や予後の推定などが行われる。一般に肺癌患者における予後に影響する因子として代表的なものは宿主因子として Performance status, 年齢, 体重減少があげられ、腫瘍因子として腫瘍の組織型及び生物学的特性と臨床病期があげられる。1997 年に国際対がん連合 (Unio Internationalis Contra Cancrum, International Union against Cancer : UICC) TNM 分類 (第 5 版)<sup>1</sup> が出版され、以前の分類に比して若干の変更があった。これに伴い改定された“臨床・病理 肺癌取扱い規約 (第 6 版)”が現在日本では使用されている。<sup>2</sup> TNM 分類には治療前の臨床情報や画像所見から病変の広がりや評価する TNM 臨床分類 (cTNM 分類) と術後の病理所見を追加した TNM 病理組織学的分類 (pTNM 分類) があるが、本稿においては cTNM 分類に限って述べる。

T 因子診断は CT, MRI, 超音波検査や気管支鏡検査などを単独ないし組み合わせて行うことが強く勧められている。中でも CT 検査は技術進歩や薄層 CT (Thin-section CT : TSCT) 所見が腫瘍の肉眼病理像をよく反映し、結節病変の存在診断のみならず、質的診断にも寄与することから単純写真に次いで頻用され、最も重要な検査である。一般に T 因子診断判定のポイントは①腫瘍のサイズ、②臓側胸膜浸潤の有無、③気管分岐部浸潤の有無、④壁側胸膜を含めた隣接臓器浸潤の有無、⑤肺内転移の有無及び⑥胸水及び心嚢水の有無があげられ、肺門部型肺癌では CT 検査以外に気管支鏡検査も重要となり、縦隔及び胸壁浸潤診断では MRI も用いられ、これら进行评估することで T1 から T4 まで主に 4 段階に分類される。T1 は“腫瘍の最大径が 3 cm 以下で、健常肺組織または肺胸膜に囲まれているもの (P0~1)”。ただし、気管支鏡的に癌浸潤が葉気管支より中枢に及ばない”とされ、T2 は“最大径が 3 cm をこえるもの、腫瘍の浸潤が主気管支に及ぶものの腫瘍の中枢側が気管分岐部より 2 cm 以上離れているもの、臓側胸膜に浸潤する腫瘍 (P2) もしくは葉間をこえて隣接葉に浸潤 (葉間 P3)、肺門に及ぶ無気肺あるいは閉塞性肺炎が片肺全野に及ばないもの”と規定され、N 及び M 因子にもよるものの、一般には外科的治療が選択される。一方、T3 は“大きさに無関係で隣接臓器 (すなわち壁側胸膜、胸壁、横隔膜、縦隔胸膜、壁側心膜など) に直接浸潤するもの (P3)、腫瘍が

主気管支に浸潤し、腫瘍の中枢側が気管支分岐部より 2 cm 未満に及ぶもの、ただし、気管分岐部浸潤はみとめない、或いは無気肺・閉塞性肺炎が片肺全野に及ぶもの”とされ、T4 は“大きさに無関係で縦隔、反回神経、臓側心膜から心臓、大血管、気管、食道、椎体、気管分岐部に浸潤が及ぶもの、上大静脈閉塞、気管・食道への圧排、悪性心嚢水や悪性胸水、胸膜播種及び同一肺葉に散在する腫瘍結節を伴う腫瘍”とされ、放射線治療或いは化学療法との併用或いは単独治療などの保存的治療が選択される。したがって、臨床現場においては前述の①から⑥に関して評価し、主に 1) 肺癌のサイズや臓側胸膜及び葉間胸膜浸潤の有無、2) 縦隔及び大血管浸潤の有無、3) 胸壁浸潤の有無及び 4) 肺内転移及び胸水や心嚢水の有無により外科的治療を第 1 選択とされる肺癌 (T1 或いは T2) と保存的治療を第 1 選択とされる肺癌 (T3 或いは T4) に分類することが重要である。

## 2. 肺癌のサイズや臓側胸膜及び葉間胸膜浸潤の有無

近年国内外における CT を用いた肺癌検診の有用性に関する検討がなされるとともに、小さな肺癌の発見が予後の改善に寄与するか否かも検討されている。<sup>3-10</sup> 一般に肺野型肺癌が疑われた場合には病変の辺縁性状や内部構造を評価するために、TSCT の併用がなされる。そしてサイズが最大断面横断像にて測定される場合が多いが、腫瘍の進展は三次元的であり、必ずしも横断像が長径の測定に適していない場合もある。このような場合には胸部単純写真での評価が有用である場合もあるが、MSCT においては高精細な Volume data を有しているため、我々の施設では常に MPR image を作成し、可能な限り三次元的に評価し、正確な測定を心掛けている (Figure 1)。一般に辺縁に Spicula や Pleural indentation を伴っている場合や二次変化である無気肺や閉塞性肺炎などを伴っている場合には正確な測定は困難であり、造影 MSCT や MRI の併用が望まれる場合もある。また、肺野型肺癌の臓側胸膜の関係においては接している部分が二次変化か腫瘍の浸潤なのかは厳密には病理検査を待たねばならない場合が多いが、MSCT における MPR image の併用により胸膜直下の少量の胸水の評価が可能になり、腫瘍の不全分葉或いは分葉のある葉間をこえた浸潤を直接評価することが容易となり、従来の横断像のみの CT に比して診断能は向上している<sup>11</sup> (Figure 2)。一般に葉間浸潤に関する診断基準においては主所見として“明らかな不全分葉或いは完全分葉をこえた他葉への浸潤”があげられ、副所見としては“胸膜と 3 cm をこえた接触”、“腫瘍と胸膜のなす角が鈍角であること”、“腫瘍と葉間胸膜の接触面における胸膜肥厚”或いは“Pleural



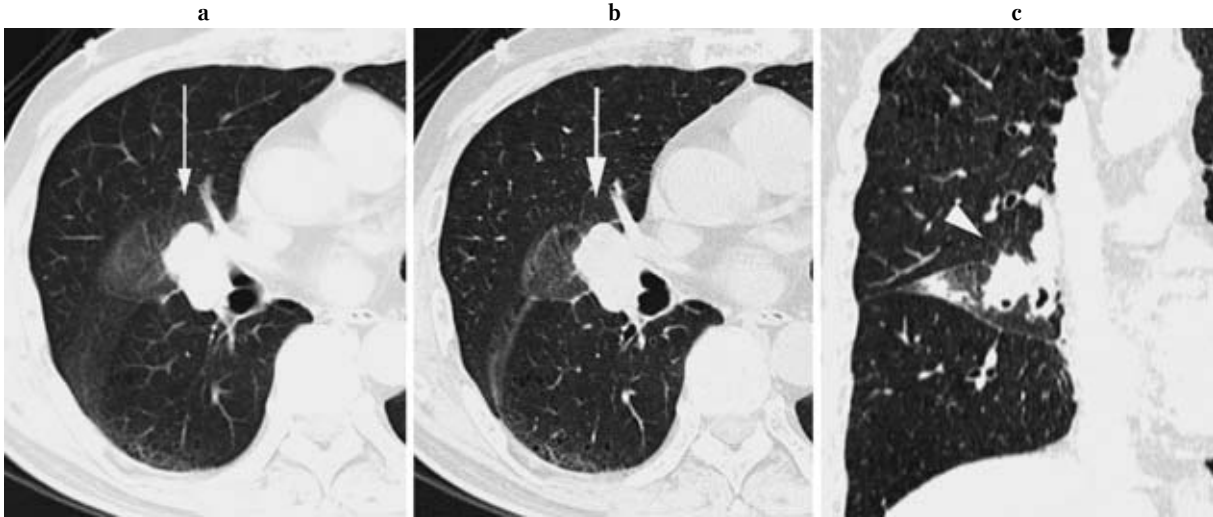
**Figure 1.** 76-year-old woman with localized bronchioalveolar carcinoma in the right upper lobe. Routine CT (a) with 5-mm section thickness demonstrates semi-solid nodule, whose longest diameter is 29 mm, and is considered to be T1. Thin-section axial CT (b), and sagittal (c) and coronal (d) MPR image with 1-mm section thickness clearly show a semi-solid nodule. The longest dimension on sagittal MPR image is 38 mm, and it was diagnosed as T2.

indentation の存在”があげられる.<sup>11-14</sup> しかし、葉間浸潤の確実な所見は“明らかな不全分葉或いは完全分葉をこえた他葉への浸潤”のみであり、さらに臓側胸膜浸潤があると診断できる診断基準はないため、臨床における画像検査にては Over diagnosis に注意すべきと考えられる。<sup>11</sup>

### 3. 縦隔及び大血管浸潤の評価

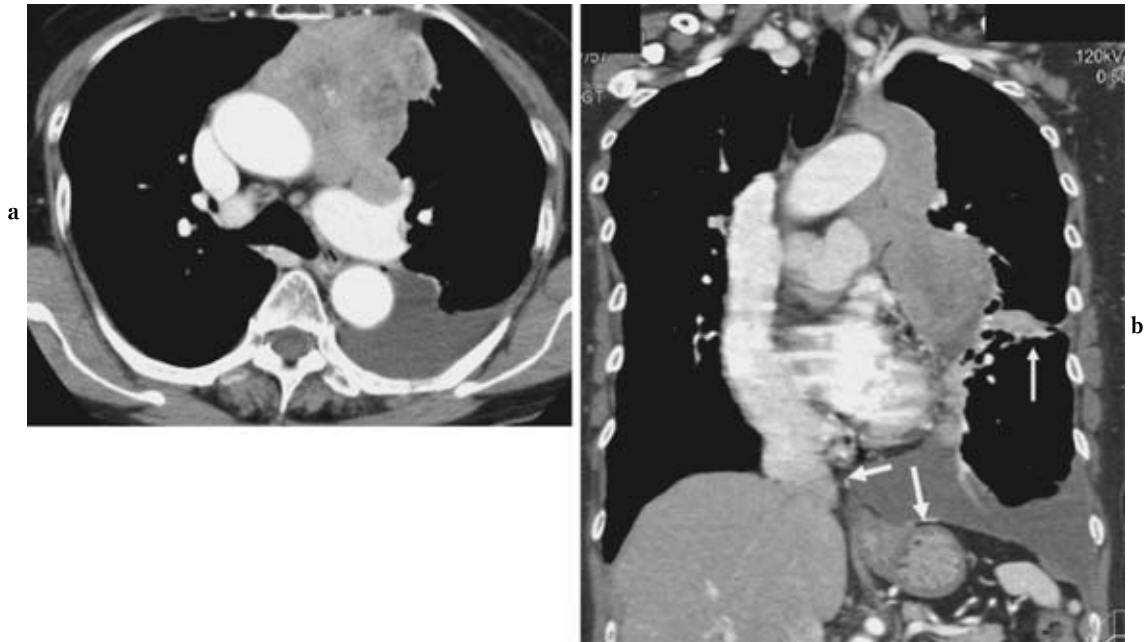
縦隔浸潤や大血管浸潤とは縦隔側の胸膜をこえた縦隔への直接浸潤や大動脈、上・下大静脈、主肺動脈、心膜内部の左右肺動脈及び左右上・下肺静脈への浸潤を指す。一般に縦隔及び大血管浸潤の診断基準は主所見とし

て“縦隔胸膜との3 cm 以上の接触”、“腫瘍と縦隔構造或いは大血管とのなす角が鈍角であること”、“腫瘍の縦隔脂肪内への直接浸潤、大血管周囲の脂肪層の断裂或いは縦隔脂肪層の不鮮明化”或いは“血管内腔の変形狭窄もしくは閉塞”などがあげられる。<sup>11-13,15-17</sup> しかし、この所見は必ずしも、腫瘍が T3 以上であり、外科的切除ができないということの意味しない。Glazer らは“縦隔胸膜との3 cm 未満の接触”、“腫瘍と縦隔構造或いは大血管とのなす角が鋭角であること”或いは“腫瘍の縦隔脂肪が確認可能である”の条件のうち1つ以上がある場合は手術可能であることを示唆しているが、彼らの検討においても手術が可能であった50%の肺癌において“縦隔胸



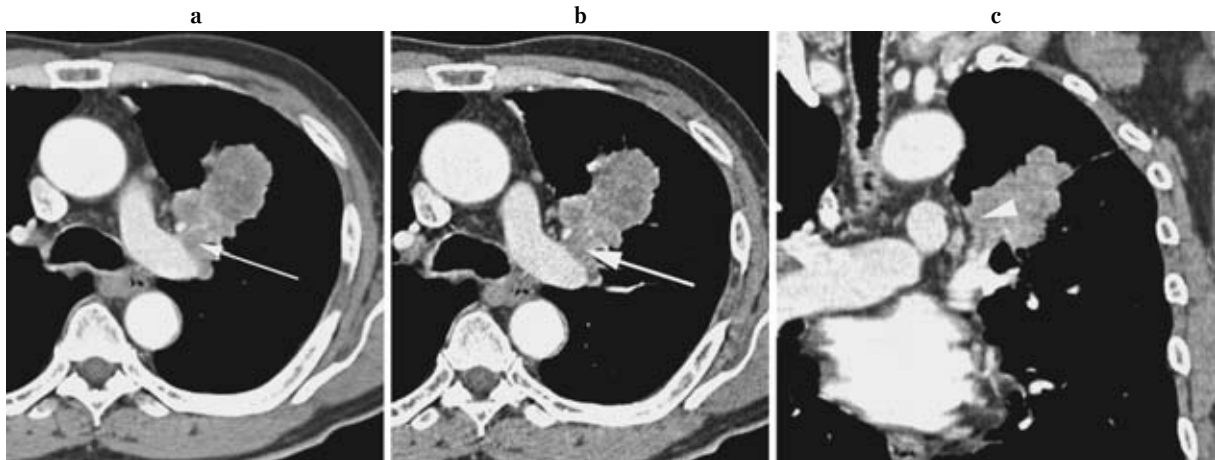
**Figure 2.** 69-year-old man with large cell neuroendocrine carcinoma in the right middle lobe with interlobar invasion. (文献 11 より許可を得て掲載)

Routine CT (a) does not clearly show tumor extension over the fissure (arrow), and does not suggest interlobar invasion. On the other hand, thin-section CT (b) shows suspected interlobar invasion with indistinct demonstration of tumor extent over the fissure (large arrow). Thin-section coronal MPR image (c) clearly demonstrates interlobar invasion due to tumor extent across the fissure (arrow head). Pathological examination after lobectomy with right anterior segmentectomy confirmed the presence of interlobar invasion.



**Figure 3.** 79-year-old man with adenocarcinoma in the left upper lobe with mediastinal invasion, malignant pleural effusion and suspected dissemination.

Routine CT (a) demonstrates lung cancer with mediastinal invasion and pleural effusion. Pleural effusion was diagnosed as malignant pleural effusion by using cytological examination. Thin-section MPR image (b) demonstrates mediastinal invasion and pleural effusion. In addition, thickening of the interlobar pleura and diaphragm (arrows) suggested the presence of dissemination.



**Figure 4.** 62-year-old man with squamous cell carcinoma in the left upper lobe without mediastinal invasion. (文献 11 より許可を得て掲載)

Routine CT (a) shows suspected mediastinal invasion due to obliteration of the fat layer (arrow). Thin-section CT (b) also shows suspected mediastinal invasion due to obliteration of the fat layer (large arrow). On the other hand, thin-section coronal MPR image (c) demonstrates invasion to the left upper division of the pulmonary artery, does not clearly demonstrate obliteration of fat plane, and leads to an assessment of the probable absence of mediastinal invasion (arrow head). Pathological examination after sleeve lobectomy confirmed the absence of mediastinal invasion.

膜との 3 cm 以上の接触” がみられたことを示唆している。<sup>15</sup> したがって、縦隔及び大血管浸潤においては造影 CT 横断像よりも組織分解能や造影剤に対するコントラスト分解能が高く、任意断面での観察が可能な MRI や MR angiography (MRA) が有用であることが示唆されている。<sup>18-20</sup> しかし、造影 MSCT においては前述したように連続性に富んだ Volume data を有しているため、高分解能造影 MPR image の作成により、MRI や MRA と同様に任意断面での観察を可能にし (Figure 3, 4)、前述の診断基準を用いても造影 CT 横断像に比して有意に診断能を改善することが示唆されているが、あわせてさらなる診断能の改善には高分解能 MPR image による新たな診断基準の作成が急務であることも示唆されている。<sup>11</sup>

#### 4. 胸壁浸潤の評価

胸壁浸潤診断の主所見は“胸壁との 3 cm 以上の接触”、“腫瘍と胸壁のなす角が鈍角であること”、“腫瘍の胸壁脂肪内への直接浸潤或いは胸壁脂肪層の不鮮明化”や“肋骨の骨破壊性変化”があげられ、副所見として“腫瘍と胸壁の接触面における胸膜肥厚”や“Pleural indentation”をあげている報告もある。<sup>11-13,21</sup> これらの中で最も特異度及び正診率の高い所見は“肋骨の骨破壊性変化”であるが、感度の低い点が問題である。胸壁浸潤は 1991 年の Radiologic diagnostic oncology group (RDOG) レポートに記されているように、CT に比して MRI 診断が優れており、特に Pancoast 腫瘍においてその有用性が示唆される場合が多い。<sup>18</sup> しかし、造影 MSCT の高精細

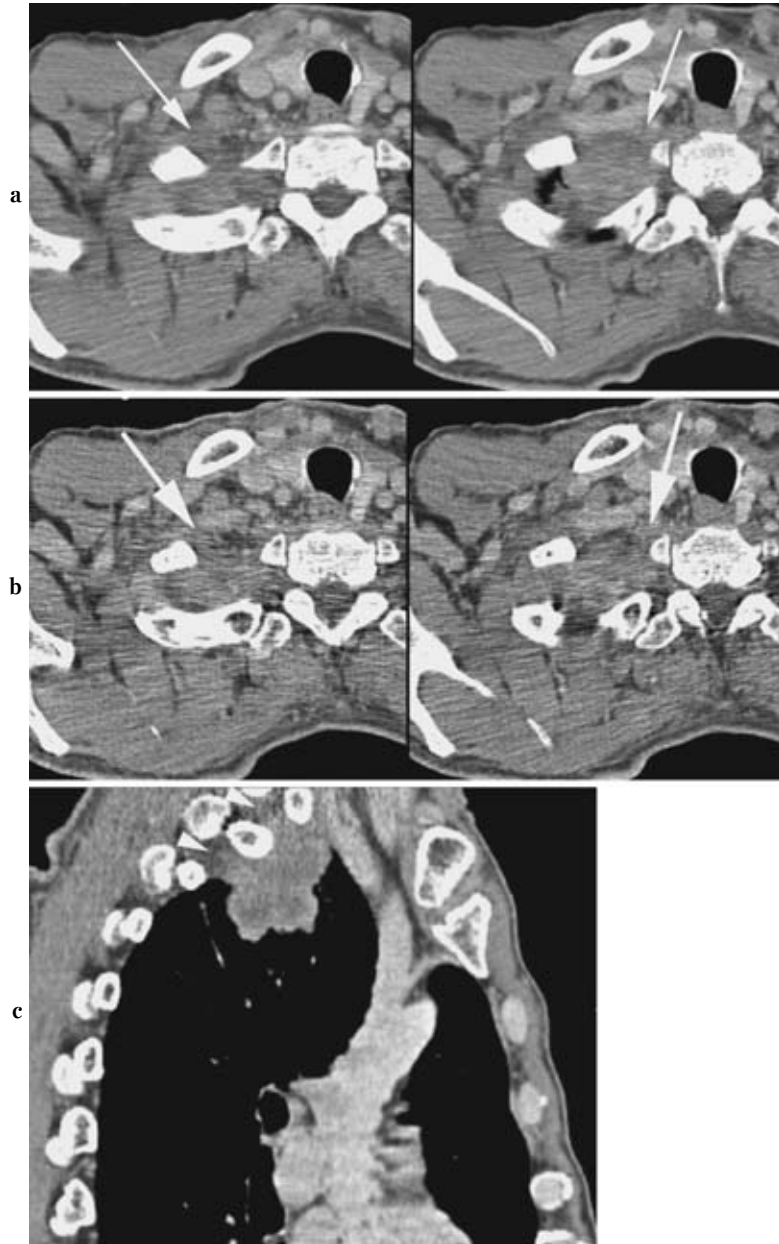
Volume data から作成される高分解能造影 MPR image は MRI や MRA と同様に任意断面での観察を可能にし、前述の診断基準を用いても造影 CT 横断像に比して有意に診断能を改善することが示唆されている<sup>11</sup> (Figure 5)。しかし、縦隔及び大血管浸潤診断においてと同様にさらなる診断能の改善には高分解能 MPR image による新たな診断基準の作成が急務であることも示唆されている。<sup>11</sup>

#### 5. 肺内転移、胸水及び心嚢水の有無

肺内転移に関しては原発巣と同一肺葉内のみ認められれば T4 となるが、他葉にまで転移巣が確認された場合には M1 となる。ランダムな分布で多発している場合には診断が容易であるが、単発の場合にはある程度の大きさにならなければ 2-[fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG) によるポジトロンエミッショントモグラフィ (Positron emission tomography : PET) や Dynamic MRI などの評価も困難であり、臨床経過や過去画像との対比による部分が大である。また、胸水や心嚢水に関しては試験穿刺が可能であれば積極的に行い、悪性胸水或いは心嚢水であるかを細胞診にて行うべきであるが、TSCT 或いは高分解能 MPR image において臓側胸膜や壁側胸膜に沿った小結節が確認できれば播種が疑われ、T4 と診断できる可能性が高くなる。

#### 結語

近年の MSCT 技術進歩をかんがみて最新の MSCT に



**Figure 5.** 66-year-old man with squamous cell carcinoma in the right upper lobe with chest wall invasion. (文献 11 より許可を得て掲載)  
 Routine CT images (a) (L to R: cranial to caudal) shows suspected chest wall invasion due to obliteration of the fat layer (arrows). Thin-section CT images (b) (L to R: cranial to caudal) also show the suspected presence of chest wall invasion due to obliteration of the fat layer (large arrows). Thin-section sagittal MPR image (c) clearly demonstrates chest wall invasion as tumor extension to the fat layer through the intercostal space (arrow heads). Pathological examination after lobectomy with chest wall resection confirmed the presence of chest wall invasion.

よる T 因子診断に関して解説した。T 因子診断において従来から用いられている診断基準は最新の高分解能 MPR image にても応用可能であり、高分解能 MPR im-

age を用いることにより CT の T 因子診断能を向上させることも可能である。しかし、向上した空間分解能を最大限に活用し、高精細 Volume data を用いた高分解能

MPR imageにあわせて、病理検査或いは術中所見とあわせて開発された新たな診断基準の作成はMRIなどの他の診断法との併用と同様に重要であり、急務であると現在考えられる。

## REFERENCES

1. UICC. *TNM classification of malignant tumours*. Sobin LH, Wittekind CH, eds. 5th ed. New York: John Wiley and Sons; 1997.
2. 臨床・病理 肺癌取扱い規約. 日本肺癌学会, 編集. 改訂第6版. 東京: 金原出版; 2003.
3. Sone S, Takashima S, Li F, et al. Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *Lancet*. 1998;351:1242-1245.
4. Henschke CI, McCauley DI, Yankelevitz DF, et al. Early Lung Cancer Action Project: overall design and findings from baseline screening. *Lancet*. 1999;354:99-105.
5. Patz EF Jr, Rossi S, Harpole DH Jr, et al. Correlation of tumor size and survival in patients with stage IA non-small cell lung cancer. *Chest*. 2000;117:1568-1571.
6. Heyneman LE, Herndon JE, Goodman PC, et al. Stage distribution in patients with a small (<or = 3 cm) primary nonsmall cell lung carcinoma. Implication for lung carcinoma screening. *Cancer*. 2001;92:3051-3055.
7. Swensen SJ, Jett JR, Sloan JA, et al. Screening for lung cancer with low-dose spiral computed tomography. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165:508-513.
8. Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE, et al. Lung cancer screening with CT: Mayo Clinic experience. *Radiology*. 2003;226:756-761.
9. Gajra A, Newman N, Gamble GP, et al. Impact of tumor size on survival in stage IA non-small cell lung cancer: a case for subdividing stage IA disease. *Lung Cancer*. 2003; 42:51-57.
10. Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE, et al. CT screening for lung cancer: five-year prospective experience. *Radiology*. 2005;235:259-265.
11. Higashino T, Ohno Y, Takenaka D, et al. Thin-section multiplanar reformats from multidetector-row CT data: utility for assessment of regional tumor extent in non-small cell lung cancer. *Eur J Radiol*. 2005;56:48-55.
12. Glazer HS, Duncan-Meyer J, Aronberg DJ, et al. Pleural and chest wall invasion in bronchogenic carcinoma: CT evaluation. *Radiology*. 1985;157:191-194.
13. Rendina EA, Bognolo DA, Mineo TC, et al. Computed tomography for the evaluation of intrathoracic invasion by lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1987;94:57-63.
14. Storto ML, Ciccotosto C, Guidotti A, et al. Neoplastic extension across pulmonary fissures: value of spiral computed tomography and multiplanar reformations. *J Thorac Imaging*. 1998;13:204-210.
15. Glazer HS, Kaiser LR, Anderson DJ, et al. Indeterminate mediastinal invasion in bronchogenic carcinoma: CT evaluation. *Radiology*. 1989;173:37-42.
16. Herman SJ, Winton TL, Weisbrod GL, et al. Mediastinal invasion by bronchogenic carcinoma: CT signs. *Radiology*. 1994;190:841-846.
17. McLoud TC. CT of bronchogenic carcinoma: indeterminate mediastinal invasion. *Radiology*. 1989;173:15-16.
18. Webb WR, Gatsonis C, Zerhouni EA, et al. CT and MR imaging in staging non-small cell bronchogenic carcinoma: report of the Radiologic Diagnostic Oncology Group. *Radiology*. 1991;178:705-713.
19. Takahashi M, Shimoyama K, Murata K, et al. Hilar and mediastinal invasion of bronchogenic carcinoma: evaluation by thin-section electron-beam computed tomography. *J Thorac Imaging*. 1997;12:195-199.
20. Ohno Y, Adachi S, Motoyama A, et al. Multiphase ECG-triggered 3D contrast-enhanced MR angiography: utility for evaluation of hilar and mediastinal invasion of bronchogenic carcinoma. *J Magn Reson Imaging*. 2001;13:215-224.
21. Ratto GB, Piacenza G, Frola C, et al. Chest wall involvement by lung cancer: computed tomographic detection and results of operation. *Ann Thorac Surg*. 1991;51:182-188.