

心血管系腫瘍の磁気共鳴画像

Magnetic resonance imaging for cardiovascular masses

下條 途夫
津田 信幸
神島 宏
稲田 満夫
加藤 勤*
沢田 敏*
田中 敬正*

Michio SHIMOJO
Nobuyuki TSUDA
Hiroshi KAMIHATA
Mitsuo INADA
Tsutomu KATO*
Satoshi SAWADA*
Yoshimasa TANAKA*

Summary

We examined 10 patients with cardiovascular masses using 0.15 tesla permanent magnetic resonance imaging (MRI) incorporating an ECG-gated spin echo technique, and investigated the usefulness of MRI in the noninvasive diagnosis of cardiovascular masses. Patients were one with rhabdomyoma, one with leiomyosarcoma, one with malignant mesothelioma (diffuse type), three with pulmonary arterial invasions by lung carcinoma, one with left atrial invasion by lung carcinoma, and three with the superior vena cava (SVC) syndrome.

1. Each image obtained with TE of 40 msec, and TR of one R-R interval clearly defined the mass by its intermediate signal intensity.

2. In the case of rhabdomyoma occupying the right ventricle, leiomyosarcoma growing from the inferior vena cava into the right atrium and malignant mesothelioma diffusely invading the mediastinum, the morphology and the extent of each mass in relation to the surrounding structures were distinctly identified in the coronal, sagittal or oblique sections for situation, in addition to the routine transaxial section.

3. In the cases of pulmonary arterial invasion by lung carcinoma and the SVC syndrome, the masses invading the pulmonary artery or narrowing large vessels were clearly separated from adjacent structures on the sections through each of the large vessels.

4. In the case without left atrial invasion, which was proved by autopsy, a high intensity line due to mediastinal fat demarcated the mass distinctly. This finding is a useful sign for evaluating the extension of a tumor.

5. The image obtained with TE of 80 msec, and TR of double R-R interval (long SE image) showed a different contrast from the image obtained with TE of 40 msec and TR of one R-R interval. Leiomyosarcoma had a more heterogeneous intensity on the long SE image which may result from a different T2 value caused by necrotic, edematous or fibrotic changes within the tumor. These results indicate that MRI also provides some information about the differentiation between benign and malignant masses.

関西医科大学 第二内科
*同 放射線科
守口市文園町1 (〒570)

The Second Department of Internal Medicine and
*Department of Radiology, Kansai Medical University,
Fumizono-cho, 1 Moriguchi 570

Received for publication June 23, 1988; accepted August 27, 1988 (Ref. No. 35-PS 97)

Key words

Magnetic resonance imaging Cardiovascular mass

はじめに

磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging: MRI) は従来の検査法とは異なった特性を持つ非観血的な画像診断法であり, 心電図同期により, 心血管領域においても臨床応用が盛んに行われるようになった¹⁻³⁾. 現在最も広く用いられているスピエコー法 (SE 法) は, 組織性状の差をコントラストとして表わすのに適した方法であり, 本法により得た画像では, 水素原子の少ない肺実質, あるいは励起した水素原子が流れにより捕えることのできない血流部分では, 低信号となり黒く抜けるため, 心臓や大血管の内腔と肺およびその周囲組織とは, 造影剤を使用せずとも, 明瞭なコントラストを得ることができる. また MRI では, 水平断像のみでなく, 冠状断像, 矢状断像, さらに目的に応じた任意の断面像の撮像が可能である⁴⁾. これらの利点は心血管系腫瘍, あるいは縦隔腫瘍の画像診断法として特に有用と考えられる⁵⁻⁸⁾. そこで今回我々は 0.15T 永久磁石型 MRI を用い, 心拍同期 SE 法により心血管系腫瘍を撮像し, その有用性について検討した.

対象および方法

対象は横紋筋腫, 平滑筋肉腫, 悪性中皮腫 (瀰漫性) 各 1 名, 肺癌の肺動脈浸潤 3 名, 左房内浸潤 1 名, 上大静脈症候群 3 名で, いずれの症例も臨床症状, 心エコー図, CT, 細胞診, DSA, 血管造影その他の諸検査, および手術あるいは剖検所見にて診断の確定されている症例である.

使用機器は三洋電機製 0.15T 永久磁石型 MRI で, パルスシーケンスは SE 法にて撮像した. 使用コイルは胸部用チョッキ型コイルで, スライス厚 10 mm, スライス間隔 20 mm, TE は 40 msec または 80 msec である. 心肺領域の撮像に際しては, 心拍動及び血流によるノイズを除くため, 通

常心拍同期法を用いる⁹⁾. このため TR は心拍数に依存することになり, 今回の対象例の TR は 600~800 msec と, 症例によって異なる. また任意に TR を延長できないため, trigger 不感時間を延長し, 一拍おきに R 波同期を行う Skip-gate 法¹⁰⁾ を用い, TR を 2 倍の R-R 間隔, TE 80 msec で撮像したものを long SE 像とした. 撮像方向は水平断, 矢状断, 冠状断に加え, 症例により, その目的に応じた任意の断面像を撮像した.

結 果

症例 1: 9 ヶ月, 男児. 結節性硬化症を基礎疾患に持ち, 脳内に giant cell astrocytoma, 心臓内に横紋筋腫を合併した症例.

冠状断像 (Fig. 1a) および矢状断像 (Fig. 1b) で, 右室腔を占める腫瘍の全体像とその大きさが容易に把握できる. Fig. 1c に示した水平断像では, 心尖部付近で, 心室中隔と腫瘍との境界が一部不鮮明な部分が認められた. 手術時腫瘍は右室腔の約 2/3 を占め, MRI 像に一致した部位で, 腫瘍の心室中隔への侵入が認められた.

症例 2: 64 歳, 女性.

1985 年に腹部腫瘍を自覚したため, 本院外科を受診, 手術により下大静脈原発の平滑筋肉腫と診断されたが, 根治手術は不能であった. 1987 年, 心エコー図検査にて下大静脈より右房に連続する腫瘍が認められ, CT および MRI を施行した. Fig. 2a に示した単純 CT 像では腫瘍像は不明瞭であるが, 同レベルの MRI 像 (Fig. 2b) ではわずかに残る心房腔が黒く抜け, 拡大した右房内の腫瘍が明瞭に描出されている. また本例のように, 下大静脈に沿って頭尾方向に進展している腫瘍の場合には, 水平断像のみからその全体像を把握することは容易ではない. Fig. 2c に示した矢状断像では, 下大静脈に沿って進展した腫瘍が右

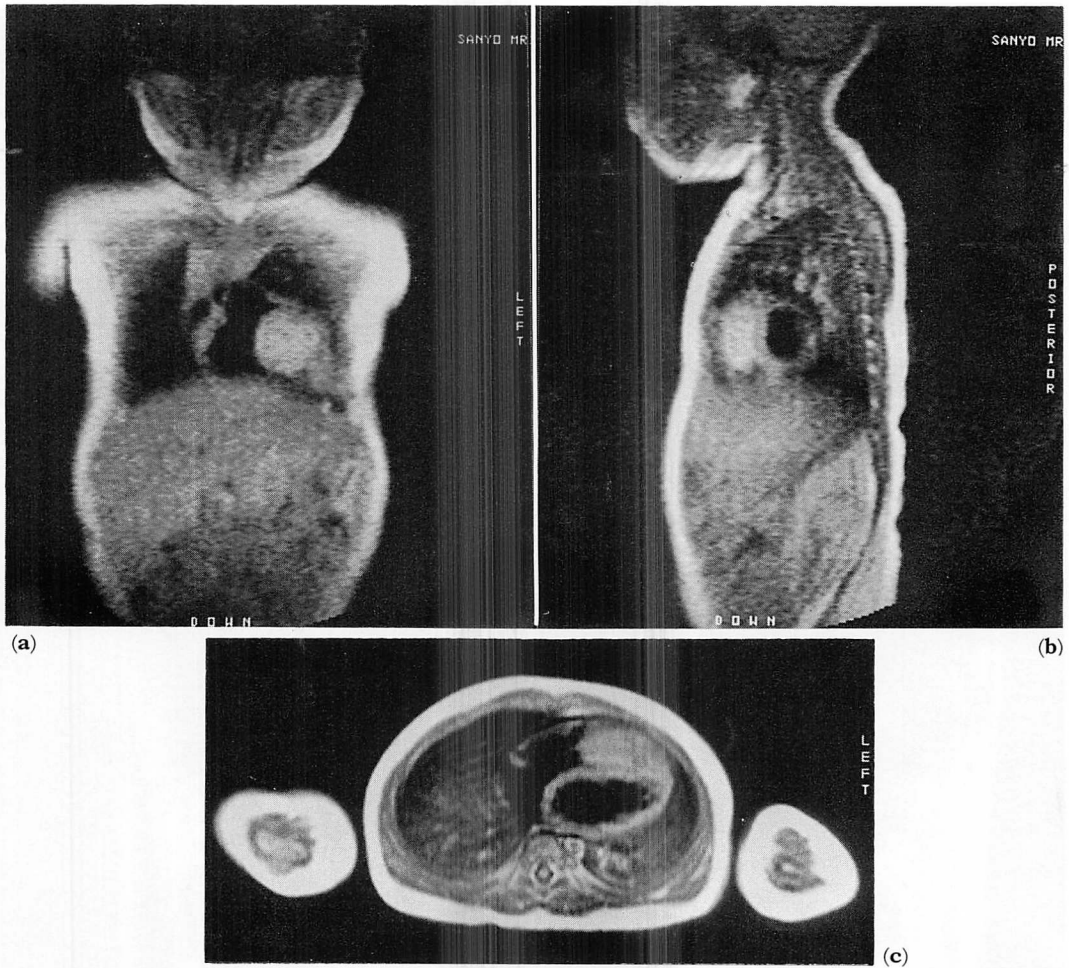


Fig. 1. MRIs in a case of rhabdomyoma (a: coronal image, b: sagittal image, c: transaxial image).

A large mass occupying two thirds of the right ventricular cavity is delineated clearly on the coronal and sagittal images (a, b). On the transaxial image (c), the border between the mass and the interventricular septum is unclear at the apex due to encroachment of the mass as proven at the time of operation.

房に突出し、右房内を占めるその全体像が容易に把握できる。また腫瘍の周囲にはわずかに黒く抜けた血管内腔を認め、下大静脈の血流が保たれていることを示している。TR, TE ともに延長した long SE 像 (Fig. 2d) では、腫瘍内部の不均一性、腫瘍と肝およびその他の周囲組織とのコントラストがより明瞭である。

症例 3: 65 歳, 男性。

1986 年に左胸膜より発生した中皮腫の摘出手術を受けたが、1987 年に再発した症例である。単純 CT 像で心臓周囲を取り囲む腫瘍を認め (Fig. 3a), MRI 像でも同様の所見を認めるが (Fig. 3b), 腫瘍と心筋とのコントラストは long SE 像で最も強い (Fig. 3c)。また左肺の癌性胸水の部分は long SE 像で信号が増強している。Fig. 3d に示した上大静脈の走行に一致した任意の冠状断面

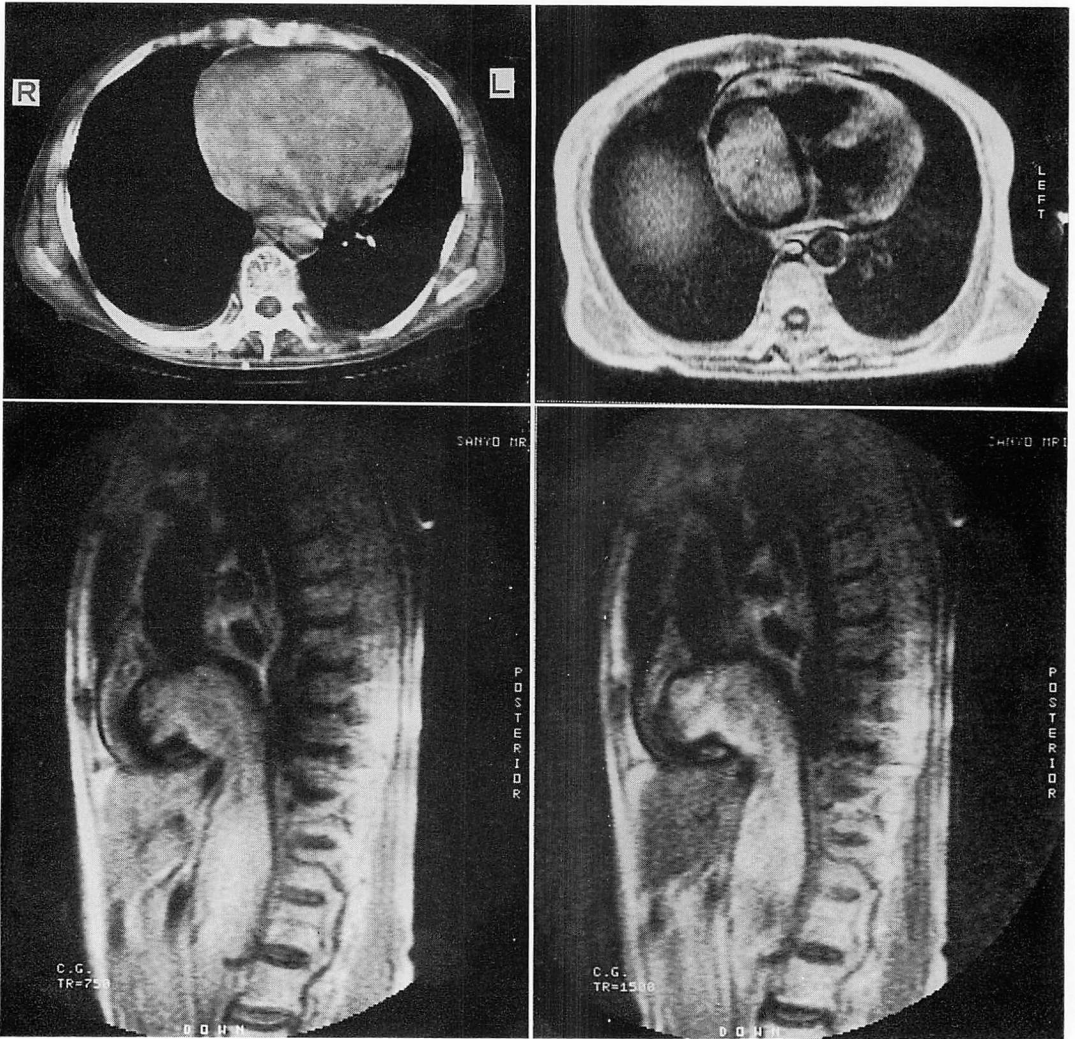


Fig. 2. Various images in a case of leiomyosarcoma.

a) plain CT, b) transaxial image, c) sagittal image, d) sagittal image (long SE image, TE=80 msec, TR=2×R-R interval).

a	b
c	d

A mass in the enlarged right atrium is demonstrated more clearly by the MR image (b) compared with the image by plain CT (a) at a comparable level. On the sagittal image (c), it is easy to perceive clearly the morphology of the mass which progresses in a vertical direction. The heterogeneity of the mass is demonstrated more clearly on the long SE image (d).

像でみると、腫瘍は縦隔全体にわたり広範に浸潤しているが、上大静脈、大動脈、肺動脈などの大血管の内腔は保たれている。

症例 4~7: 肺癌による肺動脈および左房浸潤

の症例。

肺動脈浸潤例では肺動脈に沿った断面像が有用であり、3例とも腫瘍による肺動脈の圧排、狭窄および腫瘍の突出等の所見がえられた (Fig. 4)。

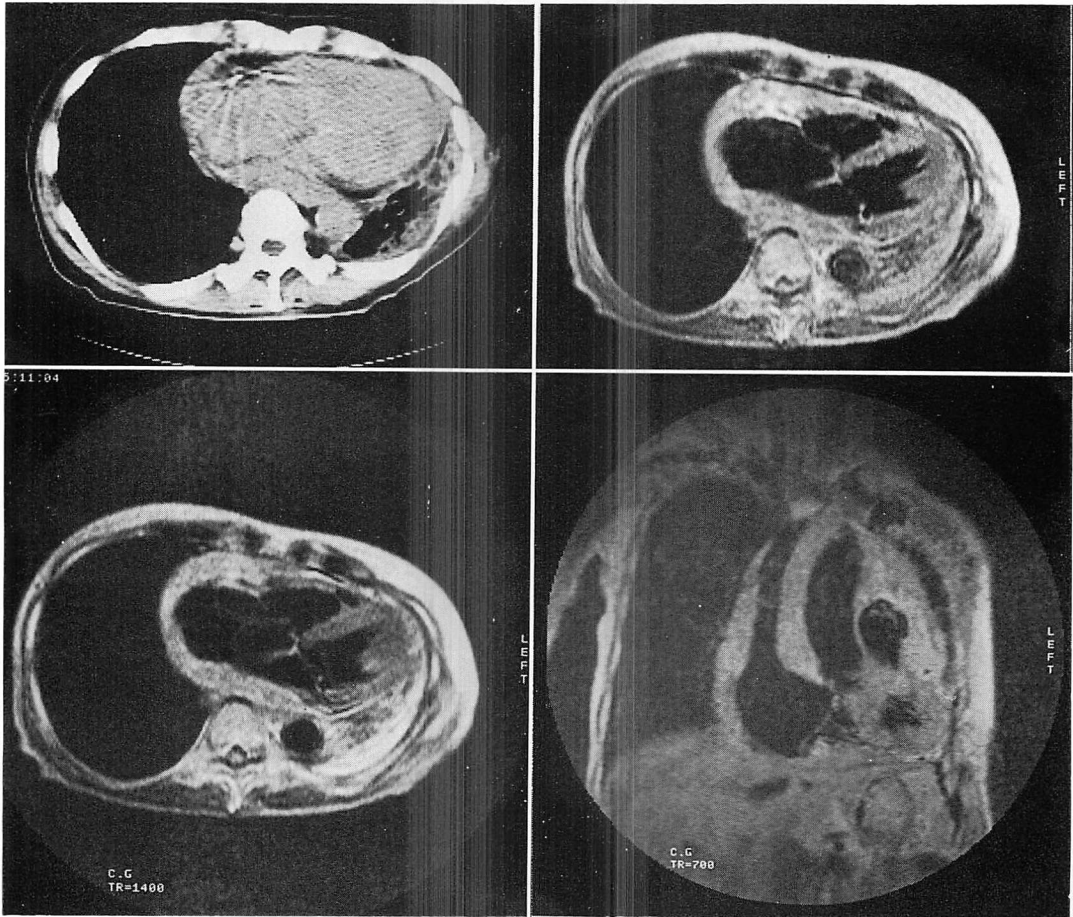


Fig. 3. Various images in a case of malignant mesothelioma (diffuse type).

a) plain CT, b) transaxial image, c) transaxial image (long SE image, TE=80 msec, TR=2×R-R interval), d) coronal image.

The tumor progresses as around the heart (a, b, c) and extends into the mediastinum diffusely (d). The contrast between the tumor and the intact myocardium is the most clear on the long SE image (c). No displacement of large vessels by the tumor is observed on the coronal image through the superior vena cava (d). The intensity of left carcinomatous pleural effusion increases on the long SE image.

a	b
c	d

肺癌により上方から左房内に浸潤した例では、冠状断像でその突出像が明瞭に描出された (Fig. 5a). 一方、剖検にて浸潤を認めなかった例では、腫瘍と左房壁との間に脂肪層による連続した高信号のラインが認められた (Fig. 5b).

症例 8: 45 歳, 男性. 小細胞癌により上大静脈症候群をきたした症例.

腫瘍により上大静脈が著明に狭窄され, 左方は

大動脈-肺動脈窓にまで浸潤している (Fig. 6). また心嚢腔には多量の心嚢液貯留を認める. 他の上大静脈症候群 2 症例でも, 上大静脈に沿った断像にて腫瘍による圧排および狭窄が明瞭に描出され, その狭窄範囲も同定できた. また 1 例では, 狭窄部位の直上の水平断像で上大静脈内に血流信号を認め, 血流のうっ滞を示唆した所見と考えられた.

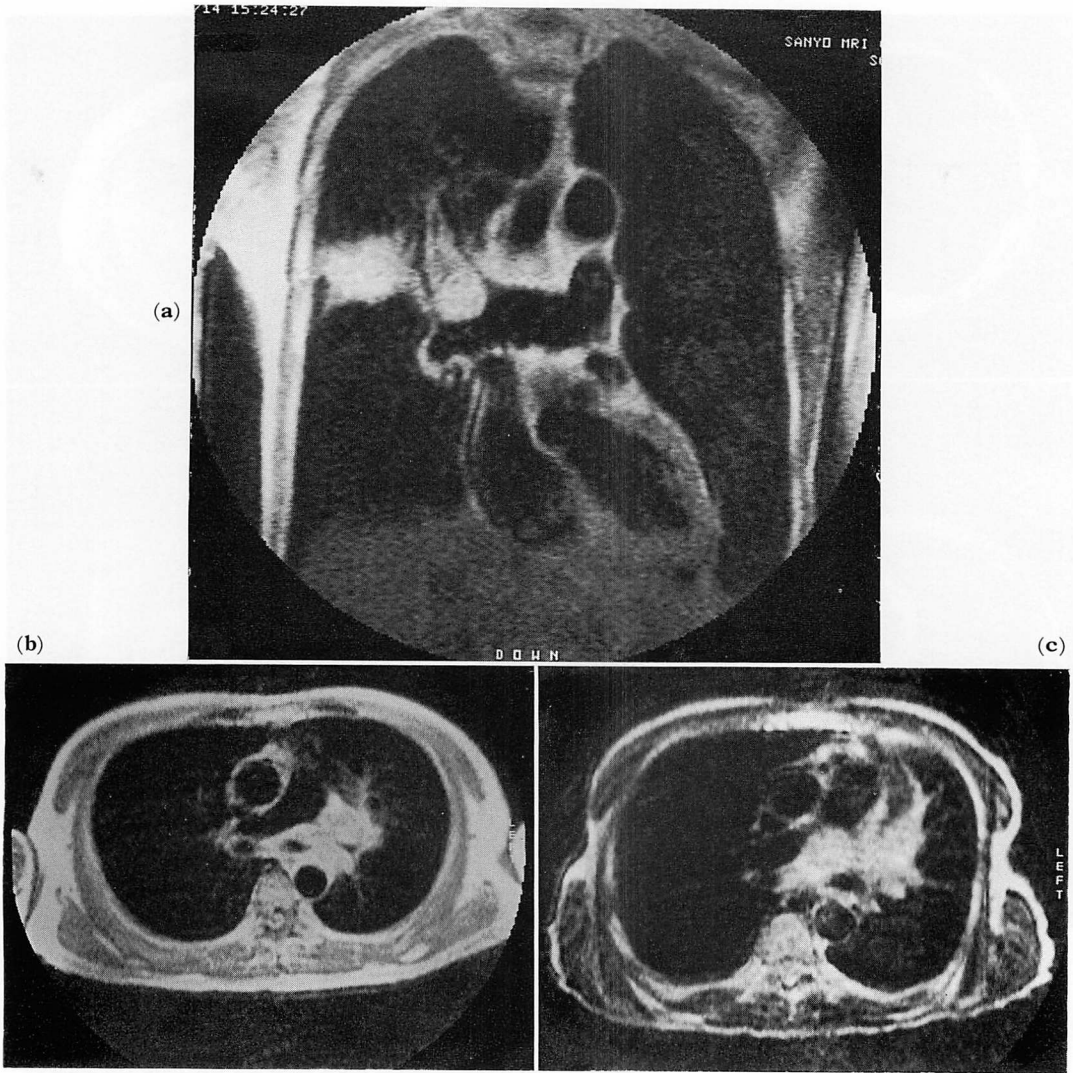


Fig. 4. MRIs of three cases with pulmonary arterial invasion by lung carcinoma.

a) squamous cell carcinoma, b) adenocarcinoma, c) squamous cell carcinoma (TE=80 msec, TR=2×R-R interval).

On the sections through the pulmonary artery, each of the MR images clearly demonstrates the invasion of the pulmonary artery by lung carcinoma.

考 察

心血管系腫瘍の画像診断では、その組織性状とともに腫瘍の全体像を把握し、周辺臓器との解剖学的位置関係や、浸潤の有無について明らかにす

ることが重要である。今回我々は 0.15T 三洋電機製永久磁石型 MRI を用いて SE 法により撮像し、本法の有用性について検討した。

TE 40 msec, TR は R-R 間隔で撮像した像では、腫瘍の信号強度はいずれも中等度の信号強度

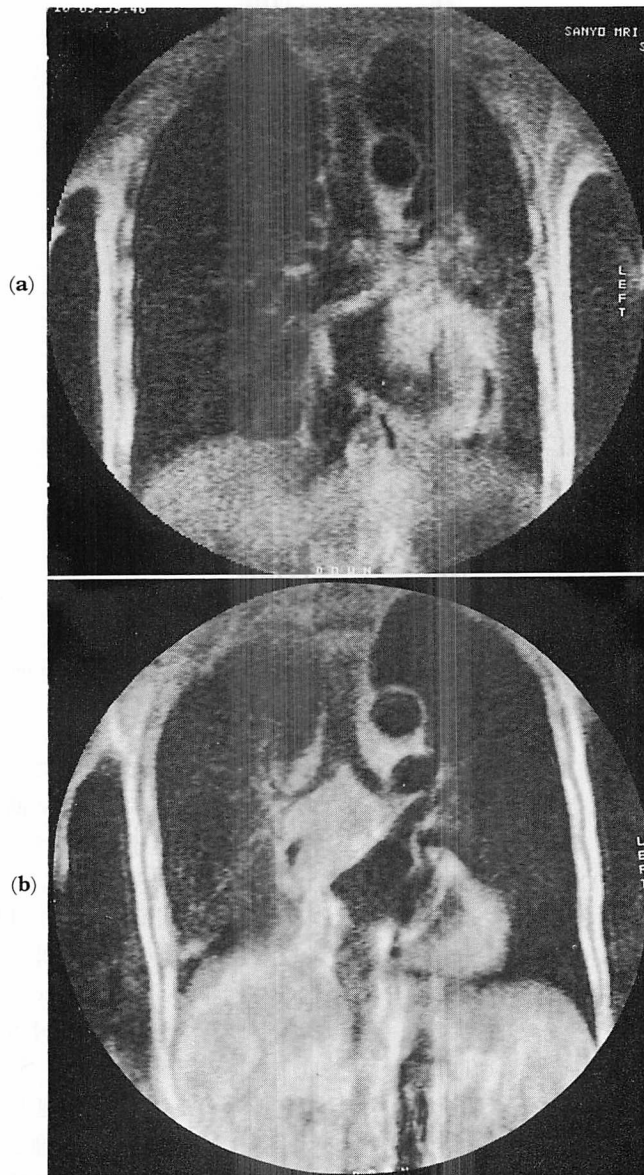


Fig. 5. Coronal sections through the left atrium with (a) and without (b) the invasion from the superior aspect of the left atrial wall.

A high intensity line of fat between the mass and the left atrium is observed in the case without left atrial invasion (b), which is proven at autopsy.

を示した。このため低信号で示される血管、心臓内腔および肺実質や、高信号で示される縦隔脂肪織との間に良好なコントラストがえられ、腫瘍像

が明瞭に描出された。症例1の右室腔を占める腫瘍や、症例2に示したごとく、頭尾方向に進展する腫瘍では、水平断像のみでなく、冠状断像およ

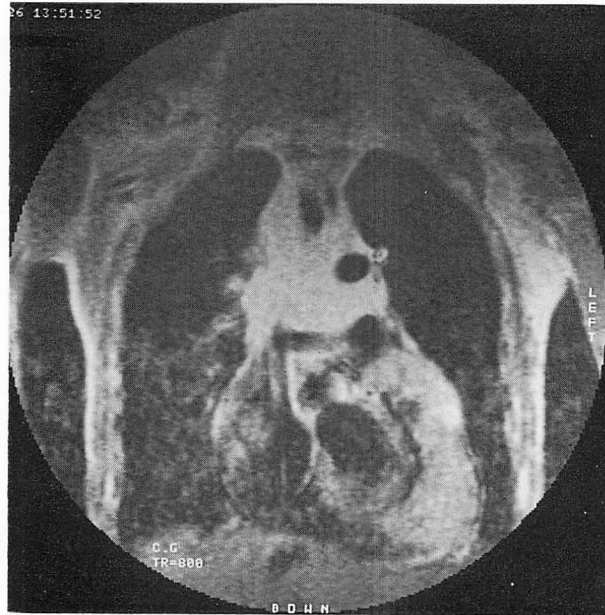


Fig. 6. SVC syndrome.

The degree and the extent of compression or narrowing of the SVC can be seen on the coronal section through the SVC. Massive pericardial effusion is also observed.

び矢状断像を撮像することにより、その全体像を容易に把握することができた。症例3の中皮腫の例では、縦隔に広範に浸潤する腫瘍の全体像と、血管系や周辺組織との解剖学的位置関係が、冠状断像で容易に把握された。

以上のごとく MRI では水平断像のみでなく冠状断像、矢状断像の撮像が可能であり、特に CT と比較しても、上大静脈や肺動脈分岐部、大動脈-肺動脈窓、気管分岐下部領域の検索には有用であると考えられる¹¹⁻¹⁴⁾。腫瘍と血管系との関連については、それぞれの血管の走行に一致した断面像が有用であり、上大静脈症候群の例では上大静脈の長軸断面で狭窄像が明瞭に描出され、その範囲も同定可能であった。肺癌の肺動脈および左房浸潤例では腫瘍の突出像や明らかな狭窄像がみられたが、腫瘍による圧排像のみの場合には、浸潤の有無の判定には慎重を要するものと思われる。剖検により左房浸潤を認めなかった Fig. 5b に示した例のごとく、脂肪層による高信号ラインの存在

が一つの指標になり得ることが示唆されるが、腫瘍浸潤の判定には、至適の断面が撮像できたとしても、スライス厚を考慮する必要がある、今後に残された問題である¹⁵⁻¹⁷⁾。

SKIP-GATE 法により TR は2倍の R-R 間隔、TE 80 msec として得た long SE 像は、TR は R-R 間隔、TE 40 msec の像と比べ、異なったコントラストを認めた。すなわち TR の延長により T1 の影響は減少し、S/N 比の増加による画質の改善がえられ、TE 延長による T2 コントラストがより強調された画像と考えられる。平滑筋肉腫例では long SE 像で腫瘍内部の不均一性が明瞭となっているが、これは腫瘍内部の部分的壊死、あるいは浮腫変性または線維化のための T2 値の差による結果と考えられる¹⁸⁻²⁰⁾。このように、腫瘍の内部構造、組織性状についての情報を信号強度の差として描出できるため、腫瘍の良性悪性の鑑別診断においても、本法の有用性が期待できる²¹⁾。

要 約

0.15T 永久磁石型 MRI を用い、心拍同期 SE 法により心血管系腫瘍を撮像し、心血管系腫瘍における非観血的画像診断法として、本法の有用性について検討した。対象は横紋筋腫・平滑筋肉腫・悪性中皮腫(瀰漫性)各1名、肺癌の肺動脈浸潤3名、左房内浸潤1名、上大静脈症候群3名である。

1. TE 40 msec, TR は R-R 間隔の像で、いずれの腫瘍も中等度の信号強度を示し、明瞭に描出された。

2. 右室腔を占める横紋筋腫、下大静脈より頭尾方向に進展し、右房内に突出した平滑筋肉腫、縦隔全体に広範に浸潤した中皮腫の例では、水平断像に加え、冠状断像、矢状断像、さらには任意の断面像を撮像することにより、腫瘍の全体像や、大血管系をはじめとする周辺組織との解剖学的位置関係が容易に把握できた。

3. 腫瘍と血管系との関連については、それぞれの血管の走行に一致した断面像が有用であり、上大静脈症候群や肺癌の肺動脈浸潤例で、血管の狭窄像や腫瘍の突出像が明瞭に描出された。

4. 肺癌による上方からの左房浸潤の1例では、冠状断像により腫瘍の突出像が明瞭に描出された。一方、剖検にて浸潤を認めなかった例では、腫瘍と左房壁との間に脂肪層による高信号ラインが認められ、浸潤の有無についての一指標になり得ることが示唆されたが、スライス厚を考慮する必要があり、これは今後に残された問題である。

5. SKIP-GATE 法により TR を2倍の R-R 間隔、TE 80 msec として得た long SE 像では、T2 コントラストが相対的に強調されるため、TE 40 msec, TR は R-R 間隔の像と比べ、異なったコントラストを認めた。平滑筋肉腫例では、long SE 像で腫瘍内部の不均一性が明瞭となったが、これは腫瘍内部の部分的壊死、あるいは浮腫変性または線維化のため、T2 値の差による結果と考えられた。このように腫瘍の内部構造、組織

性状についての情報を信号強度の差として描出できることは、腫瘍の良性・悪性の鑑別診断においても、本法の有用性を期待させるものである。

文 献

- 1) Higgins CB, Byrd II BF, McNamara MT, Lanzer P, Lipton MJ, Botvinick E, Schiller NB, Crooks LE, Kaufman L: Magnetic resonance imaging of the heart: A review of the experience in 172 subjects. *Radiology* **155**: 671-679, 1985
- 2) 西村恒彦, 内藤博昭, 山田幸典, 小塚隆弘: 心電図同期 MRI による心疾患の診断—0.35T および 1.5T における臨床応用—. *核医学* **22**: 1641-1652, 1985
- 3) 神島 宏, 津田信幸, 下條途夫, 稲田満夫, 加藤勤, 沢田 敏, 田中敬正: MRI による心膜および心臓腔の検討. *映像情報 (M)* **19**: 1081-1082, 1987
- 4) 西村恒彦: 心疾患における MRI の有用性. *画像診断* **6**: 1236-1244, 1986
- 5) Amparo EG, Higgins CB, Farmer D, Gamsu G, McNamara M: Gated MRI of cardiac and paracardiac masses: Initial experience. *Am J Roentgenol* **143**: 1151-1156, 1984
- 6) Winkler M, Higgins CB: Suspected intracardiac masses: Evaluation with MR imaging. *Radiology* **165**: 117-122, 1987
- 7) Go RT, O'Donnell JK, Underwood DA, Feiglin DH, Salcedo EE, Pantoja M, MacIntyre WJ, Meaney TF: Comparison of gated cardiac MRI and 2D echocardiography of intracardiac neoplasms. *Am J Roentgenol* **145**: 21-25, 1985
- 8) Conces DJ Jr, Vix VA, Klatte EC: Gated MR imaging of left atrial myxomas. *Radiology* **156**: 445-447, 1985
- 9) 植松貞夫, 岡田淳一, 守田文範, 増田善昭: MRI モーションアーチファクトの除去と呼吸・心拍同期システム. *日本臨床* **45**: 21-27, 1987
- 10) 下條途夫, 津田信幸, 神島 宏, 稲田満夫, 加藤勤, 沢田 敏, 田中敬正: 胸部における skip-gate 法の有用性について. *映像情報 (M)* **19**: 1083-1084, 1987
- 11) O'Donovan PB, Ross JS, Sivak ED, O'Donnell JK, Meaney TF: Magnetic resonance imaging of the thorax: The advantages of coronal and sagittal planes. *Am J Roentgenol* **143**: 1183-1188, 1984
- 12) Webb WR, Jensen BG, Gamsu G, Sollitto R, Moore EH: Coronal magnetic resonance imaging of the chest: Normal and abnormal. *Radiology* **153**: 729-735, 1984
- 13) Levitt RG, Glazer HS, Roper CL, Lee JKT, Murphy WA: Magnetic resonance imaging of me-

下條, 津田, 神島, ほか

- diastinal and hilar masses: Comparison with CT. *Am J Roentgenol* **145**: 9-14, 1985
- 14) Webb WR, Gamsu G, Crooks LE: Multisection sagittal and coronal magnetic resonance imaging of the mediastinum and hila. *Radiology* **150**: 475-478, 1984
- 15) 伊藤茂樹, 浅井英彰, 堀川よしみ, 島本佳寿広, 石垣武男, 佐久間貞行: MRI 有用性の検討: 肺・縦隔疾患の MRI. *日獨医報* **30**: 675-681, 1985
- 16) 奥畑好孝, 尾崎正時, 縄野 繁, 宇野公一, 三好武美, 川名正直, 有水 昇, 守田文範, 植松貞夫: 肺・縦隔の MRI: 初期臨床における有用性と可能性について. *NMR 医学* **6**: 135-144, 1986
- 17) 内田達男, 今泉宗久, 阿部稔雄, 伊藤茂樹, 浅井英彰, 佐久間貞行: 肺癌の心・大血管浸潤における MRI の有用性について. *映像情報 (M)* **19**: 309-313, 1987
- 18) Webb WR, Gamsu G, Stark DD, Moon KL Jr, Moore EH: Evaluation of magnetic resonance sequences in imaging mediastinal tumors. *Am J Roentgenol* **143**: 723-727, 1984
- 19) Schulthess GK, McMurdo K, Tscholakoff D, Geer G, Gamsu G, Higgins CB: Mediastinal masses: MR imaging. *Radiology* **158**: 289-296, 1986
- 20) 鳥居伸一郎, 福田信男, 西沢順子: 撮像と読影上の注意点. —MRI の臨床. *臨床画像* **1**: 14-20, 1985
- 21) 河野通雄, 足立秀治, 亀田京子, 田中浩司, 吉田裕, 田中胤泰, 伴野辰雄, 松尾導昌: 疾患別 MRI の臨床—縦隔腫瘍. *日本臨床* **45**: 139-144, 1987