

## 肝臓

角谷眞澄\*

## はじめに

肝の病変はびまん性と腫瘍性に大別されるが、これらの診断を目的に超音波 (US)、CT および MRI 検査が施行されることが多い。画像と病理との対比はどのレベルで行われるか、一つは肉眼像 (ルーベ像) であり、もう一つは組織像である。肉眼像を反映する画像所見は検査法の相違、原理を知らなくても識別できることが多い。しかし、病変のサイズが小さくなるにつれて肉眼的特徴は薄れ、単一の検査法では病変を鑑別することが困難で、複数の検査法を動員すると共に、画像上の濃淡の解析には検査法の原理も念頭におく必要がでてくる。こうした点に留意しながら、ここでは腫瘍性病変に限定し、それぞれの検査法における画像所見から病理診断へのアプローチを中心に解説する。

## I. 画像診断の進め方

肝内に限局性病変が認められた時、それが充実性か囊胞性を識別することが画像診断の第一歩である。単純画像で容易に鑑別可能と思われがちだが、囊胞性病変であるにもかかわらず、画像上は一見充実性病変と誤認する場合も少なくない。病変の大きさや内部構造および内容物の性状などに起因することが多いが、超音波、CT、MRI 検査など各画像診断法の撮像原理の相違も関わっている。

病変が充実性か囊胞性であるか、また囊胞性でも多房性か単房性かなどが、造影により明らかにできる。ダイナミックCTが普及してからは、肝の腫瘍性病変は造影早期、後期および平衡相と経時的評価が一般化した。全ての時相で濃染を示さない場合は囊胞性病変と診断できる。一方、充実性病変は造影早期の濃染程度から富血性 hypervascular と乏血性 hypovascular とに大別され、鑑別診断が進められていく。造影検査は病変の評価に適した一つの診断法

\*信州大学医学部画像医学

に止めることも負担を軽減する意味で肝要である。新たな超音波造影剤の登場により、造影検査はCTやMRIに先立ち、造影エコーが診断アルゴリズムの先頭を担いそうである<sup>1)</sup>。

## II. 充実性病変

## 1. 肉眼像の描出

幾つかの具体例を挙げる。径2cmを超える古典的肝癌では線維性被膜を伴い、内部は線維性隔壁で境された異なる組織構造の集まり (モザイク構造) から成ることが多い。超音波では無エコーのリング帯 (ハロー) として描出される (図1a)。MRIのT1強調像ではリング状低信号として高率に検出される<sup>2,3)</sup>。一方モザイク像は、線維性隔壁の描出あるいは強度の異なる信号域の集簇として認識される<sup>3)</sup>。転移性肝癌の特徴の一つである癌臍は、肝表の陥凹部として画像では容易にとらえられる。中心壊死は限局性結節性過形成 (focal nodular hyperplasia: FNH) をはじめ、幾つかの充実性腫瘍性病変の特徴の一つである。単純画像でも細胞成分とは異なる濃淡を示す索状構造で、造影検査で明瞭化することが多い。

## 2. 組織学的特徴

## (1) 超音波の濃淡

肝の限局性病変の超音波所見は、周囲肝と比較して低輝度 (低エコー)、等輝度 (等エコー)、高輝度 (高エコー)、もしくはこれらが混在する混合型 mixed に分類される。

低エコーは組織学的に均一な内部性状を示唆する。悪性リンパ腫や腺腫様過形成がこれにあたる。これに対して、高エコーは内部に反射源が多く存在することを意味する。肝細胞癌では、著明な脂肪沈着、豊富な偽腺管構造あるいは腫瘍内血洞の広いタイプ (peliotic change) が高エコーを示す。転移性肝腫瘍も様々なエコーを示す。Bull's eye 様やターゲット状など中心壊死を反映した所見を示せば、転移の可能性を第一に挙げることができる。

しかし、均一な低あるいは高エコーを示す時は非特異的

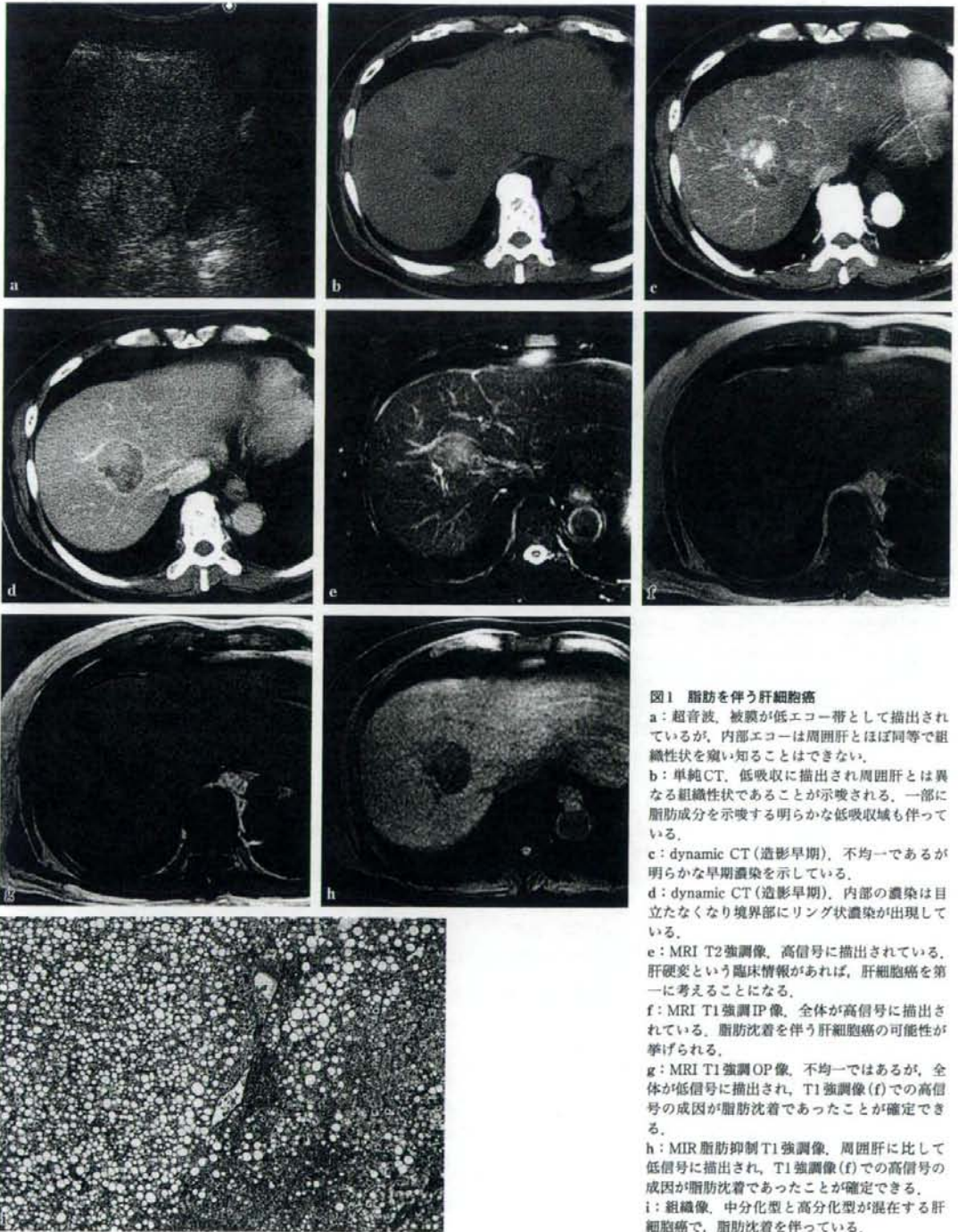


図1 脂肪を伴う肝細胞癌

a: 超音波、被膜が低エコー帯として描出されているが、内部エコーは周囲肝とほぼ同等で組織性状を窺い知ることはできない。  
 b: 単純CT、低吸収に描出され周囲肝とは異なる組織性状であることが示唆される。一部に脂肪成分を示唆する明らかな低吸収域も伴っている。  
 c: dynamic CT (造影早期)、不均一であるが明らかな早期濃染を示している。  
 d: dynamic CT (造影早期)、内部の濃染は目立たなくなり境界部にリング状濃染が出現している。  
 e: MRI T2強調像、高信号に描出されている。肝硬変という臨床情報があれば、肝細胞癌を第一に考えることになる。  
 f: MRI T1強調IP像、全体が高信号に描出されている。脂肪沈着を伴う肝細胞癌の可能性が挙げられる。  
 g: MRI T1強調OP像、不均一ではあるが、全体が低信号に描出され、T1強調像(f)での高信号の成因が脂肪沈着であったことが確定できる。  
 h: MIR 脂肪抑制T1強調像、周囲肝に比して低信号に描出され、T1強調像(f)での高信号の成因が脂肪沈着であったことが確定できる。  
 i: 組織像、中分化型と高分化型が混在する肝細胞癌で、脂肪沈着を伴っている。



で、単純超音波のみでの質的診断は困難である。また、周囲肝と明らかに異なる組織性状を示す病変であっても、反射の程度が同等になるため等エコーに描出されることも起こりうる。超音波所見がどのような組織学的特徴を反映しているかは、CT、MRIとの総合評価で初めて明らかとなることが多い。

### (2) CTの濃淡

CTの濃淡は体内のX線吸収の差をCT値に反映させたものである。CT値はHounsfield unit (HU) で表され、水は0 HU、肝実質は40～50 HU程度である。充実性病変は一般に、周囲肝に比して低吸収を示す。ほとんどの病変で含水量が多くなるためと推測される。脂肪組織のCT値は-100 HUであることから、脂肪沈着を伴う病変もCT値が低下する。病変が-20 HU以下のCT値を示す時は脂肪沈着の可能性が高い。一方、CT値が-20 HUよりも高値を示している、軽度の脂肪沈着は否定できない。

石灰化以外で高吸収を示す成因の一つに鉄沈着がある。筋肉に比して明らかに高吸収を示す肝内脈管が末梢まで描出され、CT値が100 HUを超えるような時は、鉄沈着を伴う結節の可能性が高い。一部の肝細胞癌では銅沈着をきたしCTで高吸収を呈することがあるが、その成因は銅自体ではなく金属結合蛋白による可能性が報告されている<sup>4)</sup>。また、細胞密度が増加する腺腫様過形成やFNHは、軽度の高吸収もしくは等吸収に描出される。

経カテーテル肝動脈塞栓術(transcatheter arterial embolization: TAE)後の肝細胞癌はCTで高吸収に描出される。腫瘍が阻血効果で壊死をきたし、抗剤と共にエマルジョンとして投与された油性ヨード造影剤(リビオドール)が、病変内に停滞するためである。

### (3) MRIの濃淡

#### (a) 単純MRI

MRIの信号源は水と脂肪であるが、水はその存在状態から自由水と束縛水(結合水)に大別される。緩和時間にはT1とT2との2種類があるが、T2は分子運動の方向性に関与し、分子運動の方向に束縛を受けない自由水はT2が長い。一方、分子運動の方向が制限される結合水のT2は短い。T2強調像ではT2の長いものほど高信号に描出される。このため、自由水の割合の多い組織ほどT2強調像で高信号に描出される。T1には分子運動の速度が関与する。核磁気共鳴をひき起こす電磁波(ラジオ波)の周波数に比して分子運動の速度が速すぎる自由水も、逆に遅すぎる結合水もT1は長くなる。T1強調像では、T1が長いと低信号に、T1が短いと相対的に高信号に描出される。

多くの病変は自由水の割合が増加するためT1、T2共に延長し、その結果、T1強調像では低信号、T2強調像では高信号に描出される。一方、結合水の割合を増加させるような病変ではT1、T2共に短縮するため、T1強調像では高信号、T2強調像では低信号に描出される。

脂肪を構成する水素原子核の分子運動速度は共鳴周波数

にほぼ一致する。このため、脂肪のT1は正常組織の中では最も短くなり、T1強調像で著明な高信号を示すことになる。水と脂肪の水素原子核の共鳴周波数を比較すると、若干のズレがある。この違いを利用し、脂肪の信号を抑制した水だけのMRI画像を撮像することができる。また、通常の画像が水と脂肪の足し算の画像(in-phase: IP像)であるのに対し、両者の引き算の画像(opposed-phase: OP像)も撮像できる。これらの画像での信号強度を比較することで、脂肪沈着の有無や多寡を類推できる(図11)<sup>5)</sup>。

#### ①肝細胞性結節性病変

古典的肝癌はT1強調像で低、等、高信号と様々な信号強度を示すが、T2強調像では周囲肝に比して高信号を呈する<sup>2,3)</sup>(図1e)。肝細胞癌は構造異型により、索状型、偽腺管型、充実型、硬化型に分類される。偽腺管型が主体を成す場合には、腺管内の液体成分が緩和時間に大きく反映され、腫瘍はT2強調像で著明な高信号に描出される<sup>6)</sup>。血管造影でも描出されるような拡張した不整血管腔peliotic changeは、血管腫のように血流が緩やかなため液体である血液の緩和時間が影響し、T2強調像で点状・策状の著明な高信号領域に描出される<sup>3)</sup>。

高分化型肝癌や腺腫様過形成では、結節内の脂肪沈着の有無にかかわらずT1強調像では高信号を呈するのに対し、T2強調像では等ないしは低信号に描出される<sup>3,7)</sup>。これは細胞密度の増加が信号強度に反映されている可能性が高い。高分化型肝癌と異型性の強い腺腫様過形成との鑑別は病理学的にも容易ではないため、施設により若干の混同がある。

対電子をもつ物質は常磁性物質と呼ばれ、周囲に存在する自由水の緩和時間を短縮させる効果を有している。存在状態の違いから、T1強調像で高信号に描出されたり、T2強調像で低信号に描出されたりする。肝細胞癌や腺腫様過形成では細胞内に銅の沈着を認めることもある。T1強調像の高信号が銅沈着による可能性も報告されている<sup>8)</sup>。

T2強調像で低信号を示し、T2\*強調像でその程度が顕著になる時は、鉄(ヘモジデリン)沈着の可能性が高い。腺腫様過形成、高分化型肝癌などでは病変内に鉄が沈着することがある。一方、古典的肝癌では一般に鉄沈着は認めない。したがって、鉄沈着を伴う腺腫様過形成の内部に生じた癌病巣は、鉄沈着に鋭敏なMRIで容易に識別できる<sup>9)</sup>。

#### ②転移性肝腫瘍・胆管細胞癌

T1強調像で低信号、T2強調像では高信号を示すことが多い。水分量の増加によるものと推測される。中心部に壊死を伴うと同心円状の構造を、特にT2強調像で認めやすい。

悪性黒色腫の転移や出血壊死部はT1強調像で高信号を示す。共にメラニン内の鉄イオンおよび出血内のメトヘモグロビンの鉄イオンに存在する対電子の影響による。



図2 海綿状血管腫

a: 超音波、肝S6に高エコーの腫瘍性病変が描出されている。

b: MRI T2強調像、均一で著明な高信号に描出されている。隔壁構造で境され、液体成分が豊富な病変と頷推できる。

血管腫、偽腺管型肝細胞癌、peliotic changeが顕著な肝細胞癌などが鑑別に挙げられる。

## (b) 造影MRI

### ①非特異性造影剤

細胞外液に分布する造影剤は組織特異性がなく、静注されると血中から細胞外液に移行し、再び血中に戻った後は尿中に排泄される。水溶性ガドリニウム製剤がこれに該当し、CTにおける水溶性ヨード造影剤と同様の体内動態を示す。造影剤が分布し、緩和時間が短縮するとT1強調像で高信号に描出される。細胞外液に分布するガドリニウム製剤によるダイナミックMRIは、肝細胞癌をはじめとする多血性病変の早期発見、病変の鑑別診断、肝細胞癌に対するリビオドールTAE後の効果判定や局所再発の評価に有用性を発揮してきた。液化壊死は造影検査で濃染を示さない。転移性肝腫瘍や胆管細胞癌では壊死部に線維化を伴うことが多いが、ダイナミックMRIでは造影早期には濃染せず、造影後期に遅延性濃染として描出される。

### ②網内系造影剤

超常磁性酸化鉄粒子 (superparamagnetic iron oxide: SPIO) は Kupffer 細胞に貪食されるため、その多寡および貪食能の程度が画像のコントラストに反映される<sup>40)</sup>。SPIO が取り込まれると局所磁場の不均一が形成されるため、T2強調像やT2\*強調像で信号が低下する。取り込み能を有さない肝細胞癌や肝転移は相対的に高信号に描出される。限局性結節性過形成や肝細胞腺腫などの良性肝細胞性結節性病変では造影剤が取り込まれ、低信号に描出されることがある。

### ③肝細胞性造影剤

Gd-EOB-DTPA (gadolinium ethoxybenzyl diethylenetriamine-pentaacetic acid) は新たに臨床で使用可能となった脂溶性造影剤<sup>41)</sup>で、肝細胞に特異的に取り込まれ胆道系に排出される特徴がある。造影剤が分布した部位はT1強調像で高信号を示す。ダイナミックスタディも可能なことから病変のvascularityも評価でき、肝細胞癌と前癌病変の鑑別、転移性肝腫瘍の検出、限局性結節性過形成の診断などに有用性が期待されている。

## III. 嚢胞性病変

嚢胞壁を裏打ちする細胞成分は、画像では描出できない。病変の形状に加えて、隔壁構造の有無、内容液の性状が画像所見を大きく左右する。

### 1. 超音波の濃淡

超音波は水の中を直進し音響インピーダンスの異なる境界面で反射する。液体は反射源がないため、基本的には無エコーに描出される。嚢胞性病変では深部の肝実質に達する超音波のエネルギーが高くなり、壁の後方が高エコー (音響陰影の増強) を呈する。単純嚢胞は無エコーを呈する病変の代表である。液体中に超音波の反射源となるような固体が存在すると点状の内部エコーとして描出される。嚢胞内に剝離した上皮や血球成分などは反射源になり、嚢胞内の充実性成分と誤認されることがある。正確な診断には造影検査が必要になる。

嚢胞内の隔壁様構造は強い反射源になるため、多房性嚢胞の診断は比較的容易である。ただし、感染性嚢胞や肝腫瘍などで、析出物が反射源となり多房性と誤認されることがあり注意が必要である。一方、隔壁構造が密集していると、病変全体が高エコーとして描出される。海綿状血管腫が好例である (図2a)。また、腔が小さく無エコー域として描出できないような微小な嚢胞あるいは嚢胞様腔が集簇していると、壁構造が反射源となり高エコー領域として描出される。von Meyenburg complex, peribiliary cystなどがこの例である。

### 2. CTの濃淡

肝よりもX線吸収値が低く、単純CTで明瞭な低吸収病変として描出される病変は単純性嚢胞の可能性が高い。CTでは、超音波に比して内容液の性状が濃度差に反映されにくい。病変が周囲肝実質に比して軽度低吸収、等吸収あるいは高吸収に描出される場合には、漿液以外、すなわち蛋白、脂質、カルシウムなどが様々な程度に含有され



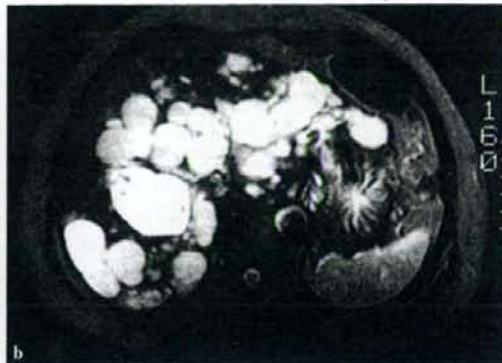
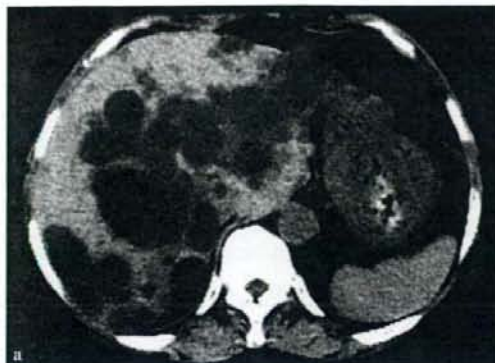
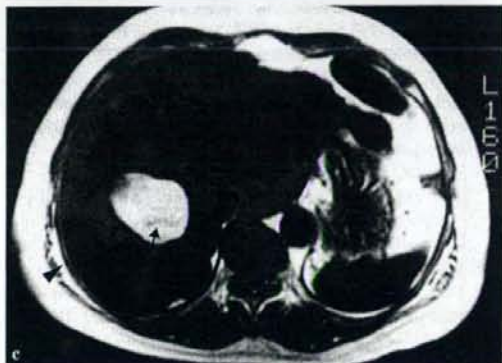


図3 出血性嚢胞 a:単純CT, 肝内に嚢胞を示唆する低吸収病変が多発している。b: MRI T2強調像, 著明な高信号に描出されており, 嚢胞として矛盾しない。c: MRI T1強調像, 多数の病変が明らかな低信号を呈するのに対し, 著明な高信号を示す病変(矢印)が識別される。周囲肝と等信号を示すもの(矢頭)もある。



た嚢胞性病変を考慮する必要がある。

一方, 径がスライス厚以下の小さな病変では, 漿液性嚢胞であっても部分体積現象により明らかな低吸収を示さないことになる。また, 薄い隔壁構造を識別することも稀で, 多房性嚢胞や血管腫などは均等な低濃度腫瘍として描出される。

### 3. MRIの濃淡

液体の信号源は自由水として存在する水分子であり, その緩和時間はT1, T2共に, 他の組織に比して明らかに長い。このため, 肝内に存在する単純嚢胞や血管腫は, T1強調像で明らかな低信号, T2強調像では著明な高信号を示す。

蛋白, 脂質などの高分子化合物が存在すると内容液の粘稠度が高くなるが, 水和効果により結合水の割合が増加するためT1, T2は共に短縮する。粘稠度の低い段階ではT1短縮が信号強度により強く反映されるため, T1強調像, T2強調像ともに高信号に描出される。高分子の割合が増えT2の短縮が顕著になると, T1強調像では高信号, T2強調像では低信号の組み合わせになる。この段階ではX線吸収値もかなり高くなっているため, CTでは等もしくは軽度高濃度の病変として描出されることが少なくない。

い。

嚢胞内容液中の細胞成分, 析出物などは, CTと同様で, MRIでもこれらを識別することは困難なことが多い。しかしながら, これらの存在が内容液中の結合水の割合を増加させて信号強度に影響を与えるため, 感染性嚢胞なども単純嚢胞と鑑別可能なことが多い。

MRIの空間分解能はCTよりも明らかに劣るため, 部分体積現象の影響で内部の隔壁構造や小嚢胞の壁はMRIでは描出困難で, 血管腫やvon Meyenburg complexなどでは内腔の血液や内容液が信号強度を左右する。すなわち, これらはT2強調像では均一で著明な高信号領域に描出され, 単房性嚢胞性病変と酷似する。一方, 超音波では隔壁構造がエコー源となり高エコーに描出されるので, 超音波とMRI, 特にT2強調像は, それぞれ単独では非特異的所見しか示さないことになるが, 両者の組み合わせは病変の鑑別上極めて有用な情報を提供してくれることになる(図3b)。

T2強調像で低信号, あるいはT1強調像で高信号に描出される時は, 血性的内容液を考える必要がある。単純CTでは漿液を含む単純嚢胞と識別ができないような軽微な出血であっても, 不対電子を有するメトヘモグロビンが存在

すれば、T1強調像では著明な高信号に描出され、容易に血性と診断できることが多い(図3c)。

### おわりに

肝の代表的な限局性病変を中心に、画像所見からどのようにアプローチして病理組織像を類推するかを概説した。病変の組織性状に迫るには、検査法の原理を踏まえた単純画像での濃淡の解析と造影検査での濃染パターンによる評価が基本的な戦略である。肝の病理組織診断に際して、本稿が画像の濃淡を解釈する一助になれば幸いである。

### 文 献

- 1) 工藤正俊, 畑中綱世, 鄭浩柄 他: 肝細胞癌治療支援における Sonazoid 造影エコー法の新技術の提唱: Defect re-perfusion imaging の有用性. 肝臓 2007, 48: 299-301
- 2) Itoh, K., Nishimura, K., Togashi, K. et al.: Hepatocellular carcinoma: MR imaging. Radiology 1991, 164: 21-25
- 3) Kadoya, M., Matsui, O., Takashima, T. et al.: Hepatocellular carcinoma: correlation of MR imaging and histopathologic findings. Radiology 1992, 183: 819-825
- 4) Kitagawa, K., Matsui, O., Kadoya, M. et al.: Hepatocellular carcinoma with excessive copper accumulation: CT and MR findings. Radiology 1991,

180: 623-628

- 5) 角谷眞澄: 脂肪のすべて: MRI は脂肪が面白い. 消化器画像 2005, 7: 573-581
- 6) Ohtomo, K., Itai, Y., Matsuoka, Y. et al.: Hepatocellular carcinoma: MR appearance mimicking cavernous hemangioma. J Comput Assist Tomogr 1990, 14: 650-652
- 7) Matsui, O., Kadoya, M., Kameyama, T. et al.: Adenomatous hyperplastic nodules in the cirrhotic liver: differentiation from hepatocellular carcinoma with MR imaging. Radiology 1989, 173: 123-126
- 8) Ebara, M., Watanabe, S., Kita, K. et al.: MR imaging of small hepatocellular carcinoma: effect of intratumoral copper content on signal intensity. Radiology 1991, 180: 617-621
- 9) Terada, T., Kadoya, M., Nakanuma, Y. et al.: Iron accumulating adenomatous hyperplastic nodule with malignant foci in the cirrhotic liver: histopathologic, quantitative iron, and magnetic resonance imaging in vitro studies. Cancer 1990, 65: 1994-2000
- 10) 谷本伸弘: SPIO 造影MRI, 肝の最新MRI (谷本伸弘 編), 金原出版, 東京, 2004, 113-127
- 11) Ni, Y., Marchal, G., Yu, J. et al.: Prolonged positive contrast enhancement with Gd-EOB-DTPA in experimental liver tumors: potential value in tissue characterization. JMIR 1994, 4: 355-363

●肝脂肪沈着の画像診断

# 肝脂肪沈着のMRI診断\*

山田 哲<sup>1)</sup> 角谷 眞澄 藤永 康成 八田 朋子 上田 和彦

Key Words : MRI, 肝, 脂肪, 定量

## 【要旨】

肝脂肪沈着(脂肪肝)は日常臨床で高頻度に遭遇する病態であるが、近年の生体肝移植術の普及や進行性肝疾患との関連が示唆される中で、非侵襲的画像診断法の確立が望まれている。MRIでは脂肪成分を選択的に画像化できるため、脂肪肝の診断への応用がおおいに期待されている。しかし、MR画像は鉄沈着や撮像法、撮像機器の違いなどによる影響を受けるため、これらの特性を理解しつつ目的とする病態に応じて適切な撮像法を選択する必要がある。本稿では脂肪を中心としたMR画像の成り立ちの理解とともに、MRIの肝脂肪沈着診断への臨床応用および今後の展望について概説する。

肝胆膵画像 2008 ; 10 : 35-43

## ■はじめに

肝脂肪沈着(脂肪肝)は日常臨床で高頻度に遭遇する病態であるが、近年の生体肝移植術の普及や進行性肝疾患との関連が示唆される中で、非侵襲的画像診断法の確立が望まれている。種々の画像診断の中でも、磁気共鳴画像(magnetic resonance imaging : MRI)は脂肪成分を選択的に画像化できることから、脂肪肝の診断への応用がおおいに期待されている。しかし、MRIには特有のアーチファクトが存在するため、診断に際しては留意すべき点も多い。本稿では脂肪を中心としたMRIの成り立ちの理解と

ともに、肝脂肪沈着の画像診断におけるMRIの臨床応用および今後の展望について概説する。

## ■MRIの成り立ち

### 1. 核磁気共鳴<sup>1)</sup>

MRIは水素原子核(<sup>1</sup>H:プロトン)の核磁気共鳴現象(nuclear magnetic resonance : NMR)を利用して生体情報を画像化する検査法で、優れた組織コントラストを示す点が他の画像診断法にはない大きな特徴である。

プロトンは、生体内では水(H<sub>2</sub>O)、脂肪(-CH<sub>2</sub>-)および多くの高分子化合物の構成原子核として存在している。しかし、高分子内のプロトンは3次元の構造の影響で、発生するMR信号は極めて微弱で無視できる。したがって、われわれが目にするMRIは、水と脂肪とから発生するMR信号で構成されているといっても過言ではない。

電荷を持ってスピンする粒子は磁石としての性質を有するが、プロトンもその一つである。磁石としての大きさと向きは磁化ベクトルとして表される。われわれの体内には水あるいは脂肪を構成する無数のプロトンが存在しているが任意の方向を向いている。このため、個々のプロトンの磁力は相殺され、全体としてはゼロとなり磁力を認識できない。しかしながら、MR装置のような強い静磁場に晒されると、プロトンは倒れかけたコマのように、自転しながら外部磁場方向を軸とした新たな回転運動を始める。歳差運動と呼ばれるこの運動の回転速度(周波数)は、外部磁場強度に比例する(図1)。組織内では無数のプロトンが歳差運動を始めるが、その位置は

\* MR Imaging of Hepatic Steatosis

1) 信州大学医学部 画像医学講座(〒390-8621 長野県松本市旭3-1-1) Akira YAMADA, Masumi KADOYA, Yasunari FUJINAGA, Tomoko HATTA, Kazuhiko UEDA : Department of Radiology, Shinshu University School of Medicine, Matsumoto



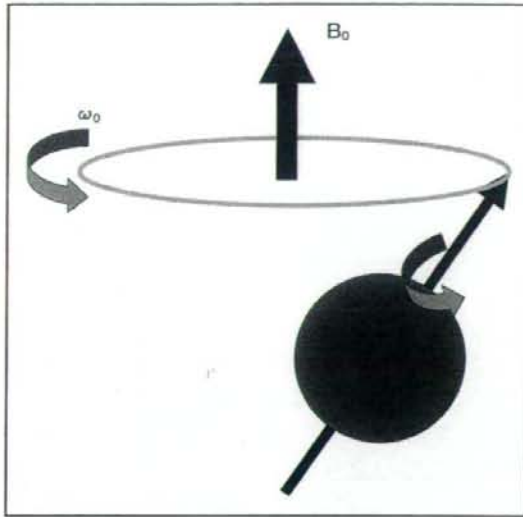


図1 歳差運動

$\omega_0 = \gamma B_0$  ( $\omega_0 = 2\pi\nu_0$ )  $\omega_0$ :角周波数,  $\gamma$ :磁気回転比 (MHz/T),  $B_0$ :静磁場,  $\nu_0$ :共鳴周波数

バラバラでずれている(位相分散)したがって、個々のプロトンの磁力を合成すると、静磁場方向には磁化が出現する(縦磁化成分)のに対し、静磁場方向に直交する平面内の磁化(横磁化成分)はゼロになっている。

この状態で歳差運動の回転速度(ラーモア周波数)と等しい周波数の電磁波を照射すると、共鳴現象が起こる。このとき、プロトンの中には共鳴周波数の電磁波(ラジオ波)のエネルギーを吸収することで静磁場とは逆方向に向きを変えるものが出現するため、縦磁化は減少していく。一方、同時進行で個々のプロトンの歳差運動の位相が強制的に揃っていくため、横磁化が出現してくる。

## 2. 緩和現象と緩和時間

核磁気共鳴を引き起こしたラジオ波を切ると、プロトンの位相が分散しはじめるとともに、吸収されたエネルギーも再び放出されながら照射前の分布状態へ戻っていく。これが緩和(relaxation)と呼ばれる現象である。エネルギーの放出による縦磁化の回復は、縦緩和と呼ばれる。位相分散による横磁化の減少は、横緩和と呼ばれる。蒸留水では縦緩和と横緩和は同時に完了するが、生体内では高分子化合物

の存在などの影響を受け、横緩和が縦緩和よりも先に完了する。

縦緩和による縦磁化の回復は指数関数的な増加曲線を描くのに対し、横磁化の減少は減衰曲線を描く。このため、それぞれの緩和速度は時定数で表わされ、T1(縦緩和時間)およびT2(横緩和時間)と定義される。

## 3. 組織の緩和時間と信号強度<sup>2)</sup>

T1の長短を画像の白黒で表わしたものが、T1強調画像である。T2強調画像では組織間のT2の違いが画像の濃淡として描出される。組織が異なるとT1もT2もそれぞれ異なる値を示してくる。したがって、T1強調画像とT2強調画像とは得られる情報が異なっている。

T1が短い組織はT1強調画像では白く描出される。T1が長いと、T1強調画像では黒くなる。T2強調画像では逆で、T2が短いと黒く、T2が長いと白くなる。同一組織内ではT1がT2よりも長い。

①T1とT1強調画像 組織内の水分子や脂肪酸の側鎖では、回転あるいは並進運動を絶えず繰り返している。緩和現象により放出されるエネルギーは、この分子運動のエネルギーに変換される。ラジオ波から吸収されたエネルギーは、再びラーモア周波数の電磁波として放出されるが、分子運動の運動速度がこれに等しい周波数であれば変換効率が高い。脂肪酸の側鎖がこれに該当するため、脂肪のT1は正常組織中では最も短くなる結果、T1強調画像では高信号に描出される。高分子化合物の近傍に存在すると、水分子の運動は束縛を受け、その程度に応じて運動速度は遅くなる。束縛水あるいは結合水と呼ばれるこの状態では、エネルギーの変換効率が悪くなりT1は長い値を示す。なんら束縛を受けない自由水では分子運動が逆に速すぎるため、結果的に同様にT1が長くなる。したがって、結合水の豊富な筋肉も、自由水が豊富な脊髄液も、T1強調画像では低信号を示すことになる。

②T2とT2強調画像 核磁気共鳴現象で強制的に揃えられたプロトンの位相は、その局所の磁場が均一であれば分散することはない。しかし、分子運動によって隣接するプロトン同士が局所磁場の不均一を形成する結果、位相の分散が起こる。束縛水や結



合水では分子運動の方向性が著しく制限されている。このため、緩和が始まると個々のプロトンは素早く向きを変えて元の状態に戻っていく、すなわち、位相の分散が一気に進み、横磁化はあつという間に減少する。したがって、T2は短い値をとることになりT2強調像では低信号に描出される。一方、アトランダムに動くことのできる自由水では互いの影響が相殺されるため、位相分散に要する時間はむしろ長くなる。したがって、T2は長い値をとりT2強調像では著明な高信号を示すことになる。

脂肪のT2は、水と筋肉との中間の値をとるため、従来のスピネコー法(CSE)では中等度信号として描出された。現在、日常臨床で頻用されている高速スピネコー法(FSE)では信号収集用の電磁波を頻回に照射する結果、位相分散が制限される。このため、FSE法によるT2強調像では、脂肪は著明な高信号に描出されることに留意しておく必要がある<sup>3)</sup>。

#### 4. 化学シフト

例えば、1.5 T(テスラ)装置では、水分子のプロトンは約64 MHz(メガヘルツ)で歳差運動することになる。ところが脂肪を構成するプロトンでは水のプロトンよりもわずかながら歳差運動の周波数は遅くなる(3 ppm:1.5 Tでは約220 Hzに相当する)。この化学シフト(chemical shift)と呼ばれている現象は、化合物の共有結合に関与する原子の種類が異なると、プロトン(水素原子核)周囲の対電子の分布が違ってくことに起因する。脂肪では水素は炭素に、水では水素は酸素にそれぞれ共有結合している。炭素は酸素に比べ電子雲を引きつける程度(電気陰性度)が弱いため、電子雲による磁気遮蔽が大きくなる。その結果、同じ外部磁場に晒されても脂肪のプロトンが感じる磁場(実効磁場)は弱くなるため、共鳴周波数も水のプロトンに比べて低くなる(化学シフト)。この現象を利用して、MRIでは水と脂肪とを識別できる。

①周波数選択性脂肪抑制法<sup>4)</sup> 最初に臨床応用されたSE法では、水と脂肪の両者の共鳴周波数を含む広い周波数帯域のラジオ波が照射された。したがって、MRIは水と脂肪で構成された画像との認識で誤りはなかった。技術の進歩により、周波数選択

性脂肪抑制法が可能になった。選択的に脂肪の信号を抑制したり、水だけを励起して画像化する。この撮像法は、血管筋脂肪腫などでみられる粗大な脂肪塊の評価に適している。また、脂肪組織以外から生じる信号には影響を与えないため、脂肪と同等のT1値を有する組織との鑑別にも有用である。欠点は磁場不均一性の影響を強く受け、アーチファクトが生じやすいことである。

②位相コントラスト法 水と脂肪の運動周波数の違いはプロトンが歳差運動する際の位相差としても現れ、「第2の化学シフト」と呼ばれている。これはグラディエントエコー法(GRE)でみられる現象であり、位相のズレが補正されてしまうSE法ではみられない<sup>2)</sup>。脂肪のプロトンは水のプロトンに比べて歳差運動の回転が遅いため、時間の経過とともにそれぞれの位相が同方向(同位相 in-phase)となったり、逆方向(逆位相 opposed-phase)となる。トラック競技に例えるならば、同時にスタートした速い走者(水のプロトン)と比較して、遅い走者(脂肪のプロトン)が、ある時に半周遅れ(逆位相)となり、またある時には周回遅れ(同位相)となることに似ている。同位相での信号強度は水と脂肪からの信号を足し合わせたものとなるが、逆位相では両者の信号強度が差分される(図2)。したがって、脂肪肝や骨髄などのように水と脂肪が混在する組織では、同位相像に比して逆位相像で信号強度が低下する。これに対して、純粋な脂肪組織や脂肪を含有しない組織では、逆位相像であっても明らかな信号低下はみられない。

この位相コントラスト法は軽度から中等度の脂肪沈着の検出に適しており、軽微な脂肪沈着を視覚的にも鋭敏に捉えられる(図3)。近年、GRE法を用いて同位相像と逆位相像を同時に得る撮像法が実用化され、位置ずれのない位相差画像を短時間で得られるようになってきている(dual GRE法)。その結果、同位相像および逆位相像から脂肪沈着量を高精度で定量化することが可能となり(Dixon法変法)、われわれの施設でも生体肝移植における提供臓器適合性の判定に用いている<sup>5)</sup>。

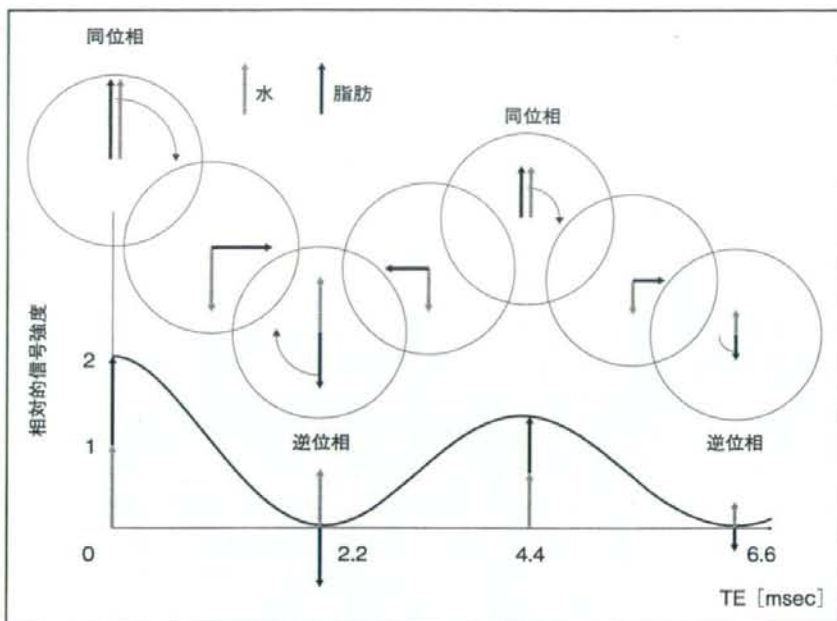


図2 位相差画像における信号強度

水のプロトンは脂肪のプロトンに比べて1.5 Tでは220 Hz 早く回転するため、時間 (TE)によってそれぞれが同方向 (同位相)となったり、逆方向 (逆位相)となる。同位相での信号強度は水と脂肪からの信号を足し合わせたものとなるが、逆位相では両者の差が信号強度として反映される。図は水と脂肪が等量に存在する例であり、逆位相での信号強度は相殺されてほぼ零になる。また水および脂肪からの信号強度は時間経過とともに磁場不均一性の影響により減少する。

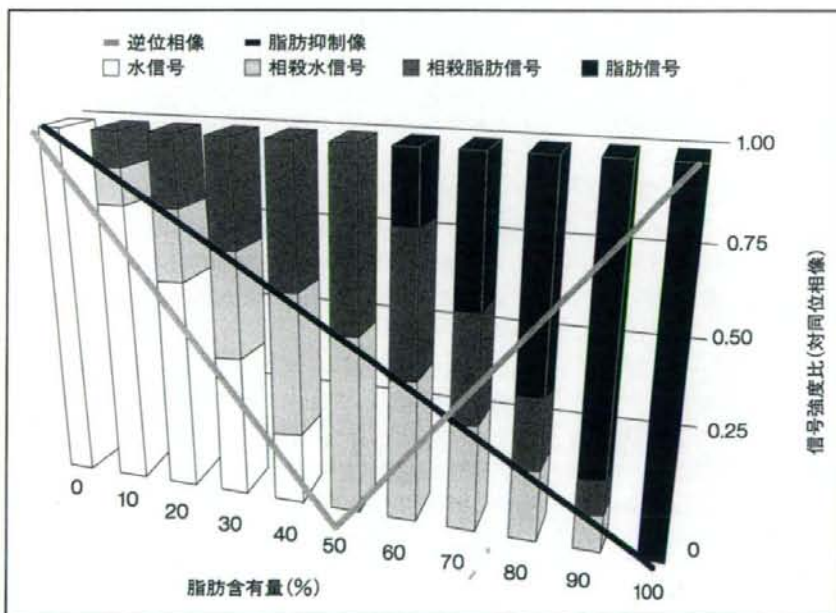


図3 脂肪含有量と撮像法による信号強度

周波数選択性脂肪抑制像では脂肪からの信号が抑制されるため水からの信号のみが画像の信号強度に反映される。逆位相像では水からの信号と脂肪からの信号が相殺されるため軽度から中等度の脂肪沈着が存在する場合には周波数選択性脂肪抑制像と比較してより強い画像上の信号低下を呈する。脂肪沈着が高度な場合には相殺される水と脂肪の信号が少なくなり、周波数選択性脂肪抑制像のほうが逆位相像と比較してより強い画像上の信号低下を呈する。



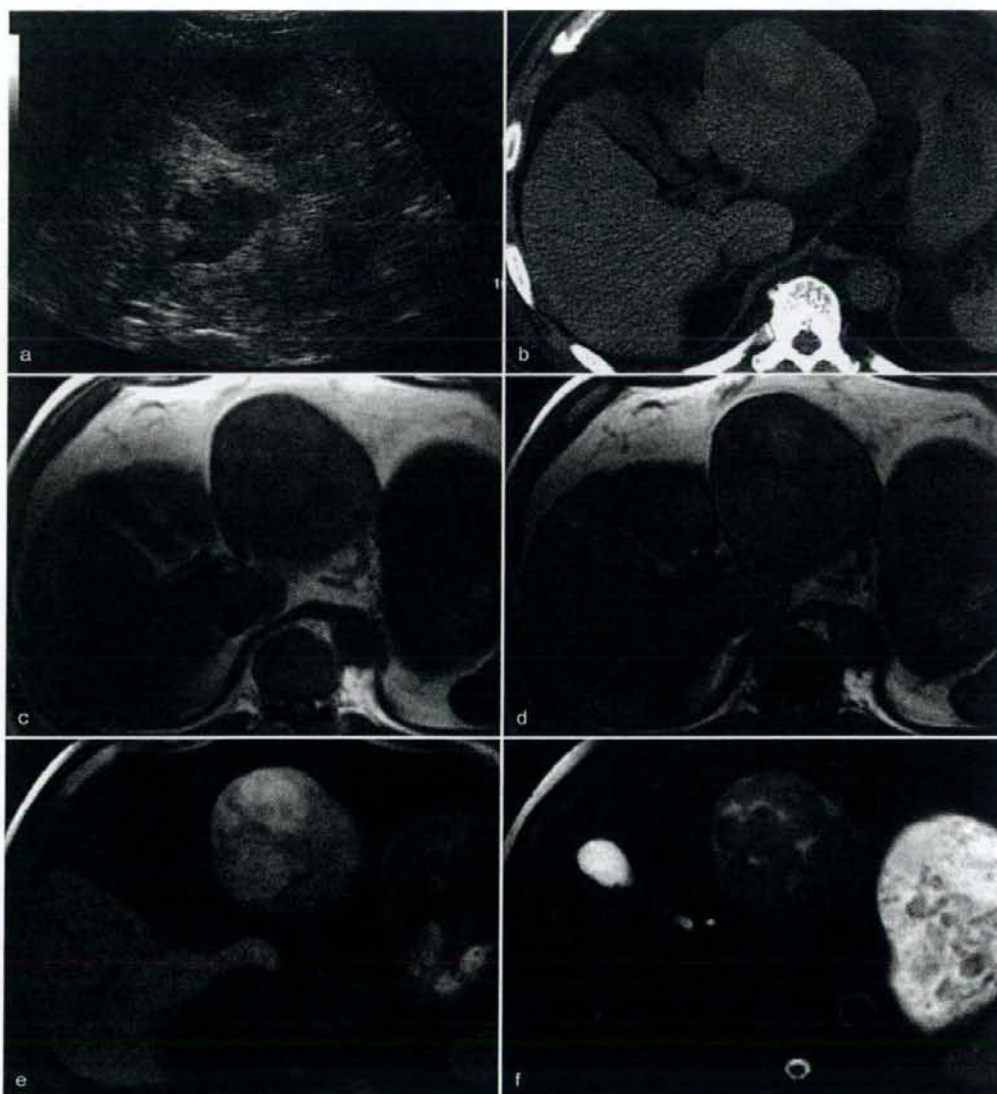


図4 脂肪沈着を伴う古典的肝細胞癌

- a. US. 腫瘤内部にモザイク状の高輝度域と低輝度域が混在しており、辺縁に被膜状の低輝度帯を伴っている。脂肪沈着の有無は特定できない。
- b. 単純CT. USにて高輝度を示した領域は低濃度を示しており脂肪沈着の可能性が唆されるが、特定には至らない。
- c. T1強調像同位相像(GRE 100/4.76/90). 腫瘤内部は全体に高信号を示し、線状の低信号として描出される被膜および隔壁構造を伴っている。
- d. T1強調像逆位相像(GRE 100/2.38/90). T1強調像

同位相像と比較して、USにて高輝度、CTにて低濃度として描出された領域に一致して信号低下がみられ、脂肪沈着と特定可能である。

e. 脂肪抑制併用T1強調像(GRE 150/2.64/70). T1強調像同位相像と比較して、脂肪沈着部に一致して信号低下がみられるが、逆位相像と比較して信号低下の程度は弱い。

f. 脂肪抑制併用T2強調像(FSE 3335/87). 腫瘤内部は高信号を示し、被膜および隔壁構造はより強い高信号を示している。

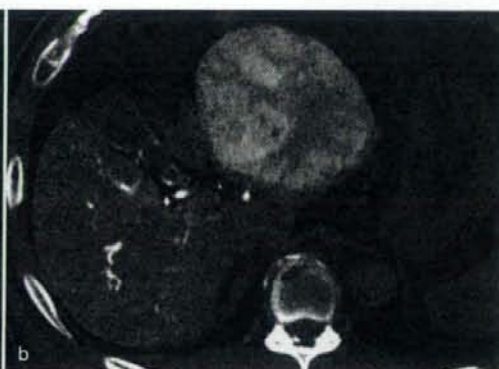
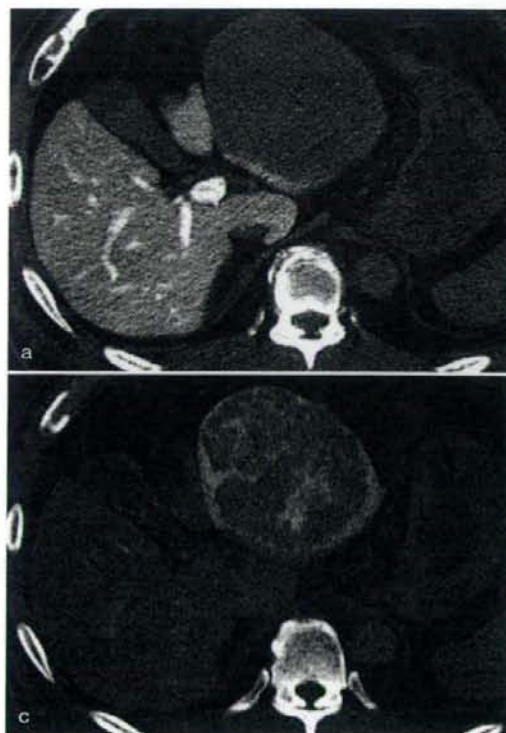


図5 図4と同一症例の画像

a. CTAP. 腫瘍の造影効果は認められない。  
 b. CTHA 早期相. 腫瘍内部はモザイク状に濃染を示す、被膜および隔壁構造の濃染は認められない。  
 c. CTHA 後期相. 早期相と比較して腫瘍内部は濃度低下を示し、被膜および隔壁構造は遅延性濃染を示している。

## ■臨床応用

### 1. MRI の有用性

診断法により肝の脂肪沈着の診断精度(感度/特異度)には違いがあり、それぞれUSでは60~100%/77~95%、CTでは43~95%/90%、MRIのGRE法による位相差画像で80~100%/90~100%と報告されている<sup>6,7)</sup>。肝脂肪沈着はUSでは輝度の上昇、CTでは濃度の低下として描出されるが、これらの所見は非特異的であり線維化や細胞浸潤などでも同様の所見を呈することがある。また脂肪沈着が軽度の例では、USやCTでの診断は容易ではない。この点でMRIは特異的に脂肪沈着を評価でき、軽度の脂肪沈着についても評価が可能であることの有用性は高い<sup>8)</sup>。ただし、肝脂肪沈着は組織学的には大滴性と小滴性に分類され前者が主に肝障害に関与しているとされるが、MRIでは両者の判別は行えず総脂肪量

(正確には重量ではなくプロトン数)が画像に反映されている<sup>9)</sup>。一方、USでは100 $\mu$ m以上の大滴性脂肪沈着のみが輝度上昇に関与するとされており、MRIとUSとの併用によって、臨床的により有用性の高い脂肪沈着評価ができる可能性がある<sup>9)</sup>。

MRIによる脂肪沈着の評価は、脂肪肝の程度や肝細胞癌の鑑別診断などに応用されている。特に移植肝における脂肪沈着は肝微小循環の障害のため、機能回復の遅延や機能不全を来すことがある。このため肝移植臓器提供候補者における脂肪肝の有無を術前評価することはきわめて重要である<sup>7)</sup>。また脂肪沈着を伴う肝細胞性結節は境界病変から高分化型肝細胞癌に多いが、中分化型肝細胞癌でも時に認められる。脂肪化は血流変化に伴う代謝障害である可能性が高く、結節内脂肪の証明は癌化の早期診断上も重要である<sup>9)</sup>(図4, 5)。

### 2. MRI の診断精度

1.5 T MR装置における正常な肝実質のT1値は



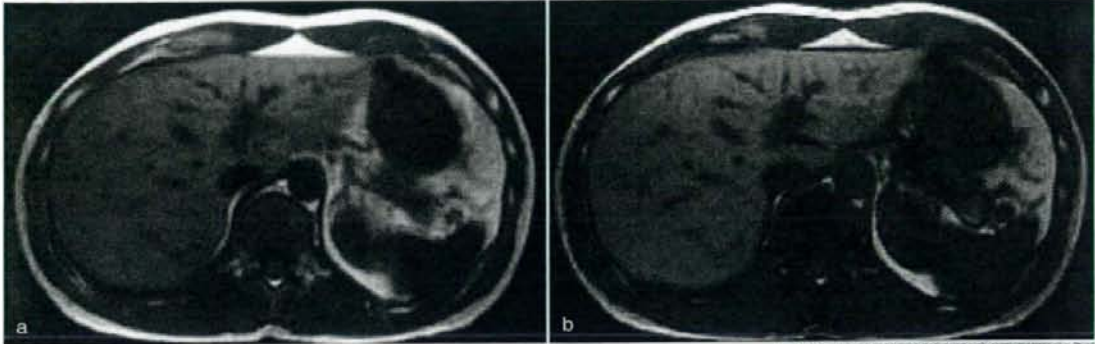


図6 正常例(生体肝移植臓器提供候補者)

- a. T1強調像同位相像(GRE 100/4.76/90). 肝実質は傍椎体筋および脾と比較して高信号域として描出される。  
 b. T1強調像逆位相像(GRE 100/2.38/90). 同位相像と比較して肝実質の信号強度に低下は認められず、脂肪沈着の存在は否定的である。椎体は脂肪髄の存在により同位相像と比較して信号低下を生じている。一方、水の含有が少ない皮下脂肪組織には信号低下は認められない。  
 c. 肝生検組織像(HE染色)。脂肪沈着はほとんど認められない。

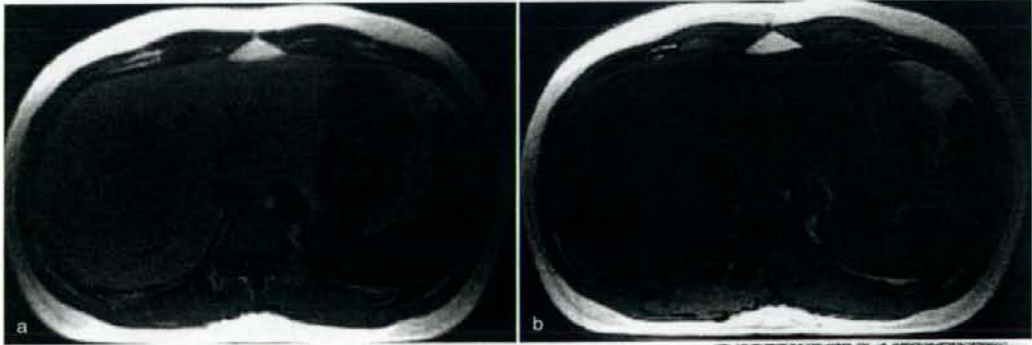
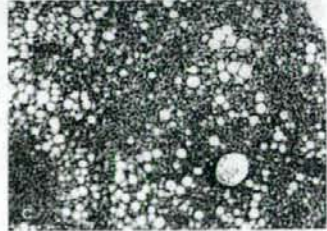


図7 脂肪肝(非アルコール性脂肪肝炎)

- a. T1強調像同位相像(GRE 100/4.76/90). 肝実質は全体的に信号上昇を示しているが、視覚的な認識は困難である。  
 b. T1強調像逆位相像(GRE 100/2.38/90). 同位相像と比較して肝実質の信号強度の低下がみられ、傍椎体筋および脾と比較して低信号を示している。高度の脂肪沈着が示唆される所見である。Dixon法変法を用いた推定脂肪沈着率は約30%であった。  
 c. 肝生検組織像(HE染色)。大滴性および小滴性の脂肪沈着を約30%に認める。



約570 msecで、傍椎体筋(約870 msec)および脾(約1,040 msec)と比較して短い<sup>7)</sup>。このためT1強調像ではこれらの臓器の中では肝が最も高信号に描出される(図6)。したがって、逆位相像においてこれらの臓器よりも肝の信号低下がみられた場合には、肝脂

肪沈着が推定される(図7)。この逆位相像における肝の信号低下を陽性所見とした場合、臓器提供候補者(n=57)を対象とした脂肪含有率30%以上の脂肪肝の診断精度は感度60%、特異度96.2%であり、同位相像と比較して逆位相像での肝信号強度低下を陽

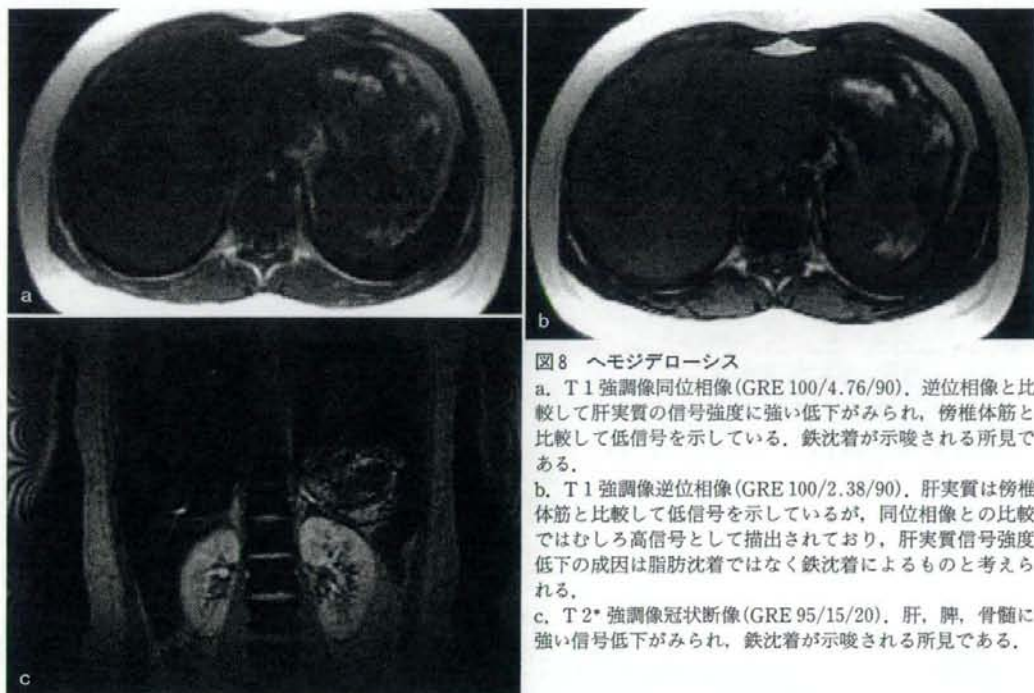


図8 ヘモジデロシス  
 a. T1強調像同位相像(GRE 100/4.76/90). 逆位相像と比較して肝実質の信号強度に強い低下がみられ、傍椎体筋と比較して低信号を示している。鉄沈着が示唆される所見である。  
 b. T1強調像逆位相像(GRE 100/2.38/90). 肝実質は傍椎体筋と比較して低信号を示しているが、同位相像との比較ではむしろ高信号として描出されており、肝実質信号強度低下の成因は脂肪沈着ではなく鉄沈着によるものと考えられる。  
 c. T2\* 強調像冠状断像(GRE 95/15/20). 肝、脾、骨髄に強い信号低下がみられ、鉄沈着が示唆される所見である。

性とした場合、感度 100%、特異度 90.4%であると報告されている<sup>7)</sup>。

一方、同位相像と逆位相像が一回の撮像で同時に得られる dual GRE 法では位置ずれによるアーチファクトが少なく、非肝硬変例において肝脂肪沈着の推定含有率は組織学的脂肪含有率と高い相関( $r=0.7\sim 0.8$ )を示す<sup>10,11)</sup>。肝移植の臓器提供候補者を対象とした脂肪含有率 30%以上の脂肪肝の診断精度は、GRE 法を用いた T1 強調同位相像と逆位相像間の肝の信号強低下率 20%以上を陽性とした場合、感度 100%、特異度 92.3%であると報告されている<sup>7)</sup>。

しかしながら、肝硬変および肝に鉄沈着を伴う例では dual GRE を用いた推定肝脂肪含有率と組織学的脂肪含有率との相関は低下する( $r=0.1\sim 0.2$ )<sup>10,12)</sup>。これは鉄沈着による磁場不均一性の影響によるものと考えられる。磁場不均一性は信号低下として画像上に反映されるが、逆位相像に比べて信号の受信時間が長く設定される同位相像において顕

著となる。このため同位相像および逆位相像の信号強度の比較による脂肪沈着の評価が困難となる(図 8)。このような症例で正確な脂肪沈着評価を行うためには周波数選択性脂肪抑制法を用いた手法<sup>10)</sup>や磁場不均一性の影響を補正した手法<sup>12,13)</sup>、MR spectroscopy (MRS)<sup>14)</sup>などを利用する必要がある。

また位相差画像を利用した脂肪沈着評価は水と脂肪の差を画像化するという特性上、50%以上の脂肪沈着を正確に評価できないことに留意する必要がある(図 3)。日常臨床ではあらかじめ脂肪沈着量が判明しているわけではないので、正確な脂肪沈着評価のためには通常の T1 強調同位相像に加えて、軽度から中程度の脂肪沈着に鋭敏な逆位相像、および高度の脂肪沈着を描出するのに適した脂肪抑制法の 3 種類を撮像し信号強度を比較する必要がある<sup>1)</sup>。

### ■3.0 T と脂肪沈着

近年、3.0 T の高磁場 MRI 装置が臨床稼働を始



め、その高い信号対雑音比のみならず、肝脂肪沈着評価の領域においても診断能の向上が期待されている。プロトンの運動周波数は磁場強度に比例するため1.5 Tと比べて3.0 Tでは水と脂肪の化学シフトが倍増し周波数選択性が向上する。これは良好なMRSならびに脂肪抑制画像を得る上で特に有利となる。これまでに3.0 T装置において周波数選択性脂肪抑制法による肝脂肪沈着の定量化の試みがなされており、良好な結果が得られている( $n=10$ ,  $r=0.96$ )<sup>10)</sup>。しかしながら高磁場においては磁化率効果も増強するため軽微な鉄沈着が脂肪沈着の評価に強い影響を与える可能性もあり、臨床的有用性の評価は十分になされてはいない。

また高磁場での共鳴周波数の増加はGREでの「第2の化学シフト」にも影響を与える。1.5 T装置では肝脂肪沈着定量化に広く応用されている位相差画像であるが、現在までに3.0 T装置においては*in vitro*での脂肪定量化の検討がなされているのみであり<sup>11)</sup>、*in vivo*での肝脂肪沈着の診断精度についての報告はない。また、3.0 T装置の稼働当初では撮像可能な最初の逆位相が同位相の後となる制約があったため、鉄沈着と脂肪沈着の鑑別が困難とされてきた。しかしながら技術の向上でこの問題は解決されてきており、脂肪沈着の評価における今後の発展が期待される。

## ■おわりに

MRIはその優れた組織コントラスト、組織選択性により高精度な肝脂肪沈着の視覚的・定量的評価を可能とする。しかしながら鉄沈着や撮像法、撮像機器の違いによる影響を受けるため、これらの特性を理解しつつ目的とする病態に応じて適切な評価法を選択する必要がある。

## 文 献

- 1) 角谷眞澄. 脂肪のすべて: MRIは脂肪が面白い. 肝胆膵のMRI(5). 消化器画像 2005; 7: 573-581
- 2) Hashemi RH, Bradley WG. 荒木力監訳. MRIの基本. 医学書院 MYW. 1998: 18-58
- 3) Henkelman RM, Hardy PA, Bishop JE, et al. Why fat

is bright in RARE and fast spin-echo imaging. J Magn Reson Imaging 1992; 2: 533-540

- 4) Delfaut EM, Beltran J, Johnson G, et al. Fat suppression in MR imaging: techniques and pitfalls. Radiographics 1999; 19: 373-382
- 5) 藤永康成, 角谷眞澄, 唐木田修, 他. MRI double echo FLASHを用いた肝内脂肪沈着定量化の試み: 生体肝移植ドナーにおける検討. 日本医放会誌 2002; 62: S 2241
- 6) Kinella ME, McCarthy R, Thakrar K, et al. Dual-echo, chemical shift gradient-echo magnetic resonance imaging to quantify hepatic steatosis: implications for living liver donation. Liver Transpl 2003; 9: 851-856
- 7) Kim SH, Lee JM, Han JK, et al. Hepatic macrosteatosis: predicting appropriateness of liver donation by using MR imaging-correlation with histopathologic findings. Radiology 2006; 240: 116-129
- 8) Kim SH, Lee JM, Kim JH, et al. Appropriateness of a donor liver with respect to macrosteatosis: application of artificial neural networks to US images-initial experience. Radiology 2005; 234: 793-803
- 9) Kadoya M, Matui O, Takashima T, et al. Hepatocellular carcinoma: correlation of MR imaging and histopathologic findings. Radiology 1992; 183: 819-825
- 10) Qayyum A, Goh JS, Kakar S, et al. Accuracy of liver fat quantification at MR imaging: comparison of out-of-phase gradient-echo and fat-saturated fast spin-echo techniques-initial experience. Radiology 2005; 237: 507-511
- 11) Levenson H, Greensite F, Hoefs J, et al. Fatty infiltration of the liver: quantification with phase-contrast MR imaging at 1.5 T vs biopsy. AJR Am J Roentgenol 1991; 156: 307-312
- 12) Westphalen AC, Qayyum A, Yeh BM, et al. Liver fat: effect of hepatic iron deposition on evaluation with opposed-phase MR imaging. Radiology 2007; 242: 450-455
- 13) Glover GH, Schneider E. Three-point Dixon technique for true water/fat decomposition with B0 inhomogeneity correction. Magn Reson Med 1991; 18: 371-383
- 14) Thomsen C, Becker U, Winkler K, et al. Quantification of liver fat using magnetic resonance spectroscopy. Magn Reson Imaging 1994; 12: 487-495
- 15) Heiken JP, Lee JK, Dixon WT. Fatty infiltration of the liver: evaluation by proton spectroscopic imaging. Radiology 1985; 157: 707-710
- 16) Cotler SJ, Guzman G, Layden-Almer J, et al. Measurement of liver fat content using selective saturation at 3.0 T. J Magn Reson Imaging 2007; 25: 743-748
- 17) Schuchmann S, Weigel C, Albrecht L, et al. Non-invasive quantification of hepatic fat fraction by fast 1.0, 1.5 and 3.0 T MR imaging. Radiology 2005; 234: 793-803

## 画像からみた肉芽腫性肝疾患の鑑別診断

柳 沢 新\* 角 谷 眞 澄\*

索引用語：肉芽腫性肝疾患、US、CT、MRI、シンチグラフィ

## 1 はじめに

画像検査の進歩はめざましく、ほとんどの施設で超音波検査(US)、CT、MRIが利用可能である。肝病変の検出、局在、大きさなどに留まらず、USでのエコーレベル、CTでの吸収値、およびMRIでの信号強度から病変の性状が類推できる。さらに造影検査を加えることで濃染パターンから鑑別を絞り込んでいくことができる。最近ではFDG-PETによる核医学検査からの鑑別も行われるようになってきた。

肝細胞癌、肝転移の臨床像や画像所見はよく知られているが、時にこれらとの鑑別に苦慮する肉芽腫性肝疾患に遭遇する。肉芽腫性肝疾患の画像からみた鑑別診断を概説する。

## 2 肉芽腫性病変の病理と画像

炎症は時間とともに変化する。また、同一病変でも均一性を欠くことが多い。すなわち、同一の組織診断が下される病変であっても、発見された時期によって画像上にも違い

があるうえに、病変が大きい場合は辺縁部と中心部で異なる画像所見を呈する可能性がある。これが、肉芽腫性肝疾患の特徴であり留意点といえる。

慢性炎症の組織学的特徴は、正常構造の破壊、慢性炎症性細胞の浸潤、線維成分の出現である。肉芽腫性肝疾患では類上皮細胞や多核巨細胞がこれらに加わる。画像ではこれらの細胞成分や線維成分を識別することはできないが、病変部局所の水分量の増加が共通の画像所見をもたらす。CTでは低吸収、MRIのT1強調像では低信号、T2強調像では高信号域として描出される。炎症が活動的で血管が豊富な部位では、水溶性造影剤によるダイナミックスタディで早期濃染を示す。一方、線維成分が豊富な部位では、乏血性で細胞外液に分布する水溶性造影剤のクリアランスが低下する点の特徴で、いわゆる遅延性濃染として捉えられる。また、画像上結節性病変として認識できない微細な肉芽腫が形成された場合は肝腫大を呈し、病期が進行すると硬変肝および門脈圧亢進を反映した所見(脾腫大、

Shin YANAGISAWA et al: Granulomatous hepatic diseases: differentiation with diagnostic imaging

\*信州大学医学部画像医学 [〒390-8621 松本市旭 3-1-1]



表1 肝肉芽腫性疾患

薬剤性
免疫性
原発性胆汁性肝硬変
原発性硬化性胆管炎
アレルギー性肉芽腫症
ウェゲナー肉芽腫症・・・
感染性疾患
寄生虫
アメーバ
日本住血吸虫
肝, 肺吸虫・・・
細菌
放線菌症
猫引っかき病
ブルセラ
リステリア・・・
結核
リケッチア
クラミジア
真菌
アスペルギルス
カンジダ
クリプトコッカス
ヒストプラズマ・・・
ウイルス
悪性腫瘍
悪性リンパ腫・・・
その他
サルコイドーシス・・・

参考文献: Alastair DB, Bernard CP, Linda DF: MacSween's Pathology of the liver 4th edition: p885 Table 17.1 を一部改変

側副路発達等)を呈する。門脈枝が肉芽腫性病変に侵されると、門脈血流低下に伴い末梢肝の動脈血が増加し、区域性の早期濃染を呈する。

シンチグラフィは画像の空間分解能がCT、MRIより劣るため、現在では肝腫瘍の質的診断に寄与することは少ないが、肉芽腫あるいは肉芽腫周辺に活動性炎症をきたしている

場合は、 $^{67}\text{Ga}$ による炎症シンチグラフィにて病変部への集積を認めることがある。 $^{18}\text{F}$ -FDGでは糖代謝亢進を反映して病変部への集積を認めると考えられる。

### 3 肉芽腫性疾患と画像所見

肉芽腫性疾患の成因はさまざまである。病理学的に肉芽腫性病変を認めた疾患を一部表に記す(表1)。その中からいくつかの肉芽腫性疾患について、その画像所見と鑑別点を述べる。

#### 1. 薬剤性肝炎

過敏性反応の一例とされ、肝肉芽腫をきたしうる薬剤は、アスピリン、BCG、インターフェロン、ペニシリン、キノジン、ジアゼパムなど数十種に及ぶ<sup>1)</sup>。生検肝を用いた検討において、肝肉芽腫の30%が薬物性肝障害に起因するとされている<sup>2)</sup>。病理所見上、肝実質内または門脈域内に類上皮肉芽腫、多核巨細胞の目立つ類上皮肉芽腫を形成するとされる<sup>3)</sup>。サリドンを服用後、薬剤性肝炎をきたした例では、CT上で肝脾腫を呈したとしている<sup>4)</sup>。

#### 2. 原発性胆汁性肝硬変

中年女性に好発し、抗ミトコンドリア抗体が特異的に検出される。病理組織学的所見の特徴は、中等大の小葉間胆管、隔壁胆管にみられる炎症性の破壊像である。その周囲には小円形細胞、形質細胞の集簇性浸潤がみられ、いわゆる慢性非化膿性破壊性胆管炎の像を呈する。Scheuerの病理学的病期分類では、I期:胆管障害期、II期:細胆管増生期、III期:瘢痕期、IV期:肝硬変期とされている。CTでは、初期には形態的変化を伴わないが、進行すると線維性組織あるいは再生結節を認める<sup>5)</sup>。また比較的早期より門脈圧亢進所見(脾腫大、静脈瘤など)を呈する(図

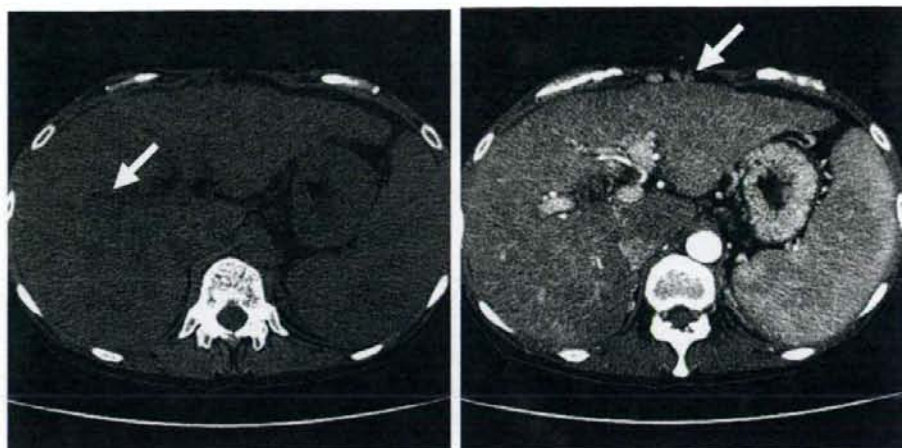


図1 40歳代、女性、原発性胆汁性肝硬変

a: 単純CT, b: 造影CT (動脈相)

a: 単純CTにて肝腫大および辺縁凹凸不整を認める。

Periportal collar signを認め(白矢印)、グリソン鞘への細胞浸潤が疑われる。

b: 動脈相にて肝の造影増強効果は不均一である。

脾腫大、傍脾静脈拡張(白矢印)などを認め、門脈圧亢進症が示唆される。

1). MRIでは、T1強調像およびT2強調像にて門脈枝周囲に低信号域が取り囲む所見(MR imaging periportal halo sign)を呈する点特徴的とされ、線維組織の増生、細胞消失などの病理所見を反映するとされている<sup>6)</sup>。自験例ではSPIO投与後のT2強調像にて、MR imaging periportal halo sign が明瞭に描出された(図2)。

### 3. 日本住血吸虫

日本住血吸虫症は、ミヤイリガイから遊出し、水中に浮遊したメタセルカリアが経皮的に侵入し感染する。虫卵の一部が肝内門脈末梢を塞栓し、組織融解性物質などを分泌することで炎症および肉芽を形成する。USでは線維性隔壁および石灰化を反映し、高エコーを呈する。CTでは、網目状の隔壁石灰化を示すことが特徴的であり、造影にて隔壁および被膜の増強効果を認める。MRIでは、隔

壁はT1強調像で低信号、T2強調像では高信号を呈する<sup>7)</sup>。

### 4. 肝結核

肝結核は粟粒結核、孤立性結核腫、胆管結核の3型に分類される。粟粒結核が多く、孤立性結核は稀とされる<sup>8)</sup>。結核腫の画像所見は、炎症の時期により異なるため、特異的所見は認められない<sup>9)</sup>とされる。粟粒結核では肝腫大を呈し、治癒期にはび慢性石灰化を呈する。孤立性結核腫はUSでは、円形で低エコーを呈する。CTでは、造影前後で低濃度を呈する。MRIでは、T1強調像にて低信号、T2強調像にて低～等信号を呈する<sup>10)</sup>。西田らは、急性期の画像所見を他起因菌の肝膿瘍所見と同様とし、陳旧期の場合は転移性肝癌、胆管細胞癌などの腫瘍性病変との鑑別が困難な画像を呈するとしている<sup>11)</sup>。ただし、肝結核を疑わせる所見として、MRIのT2強



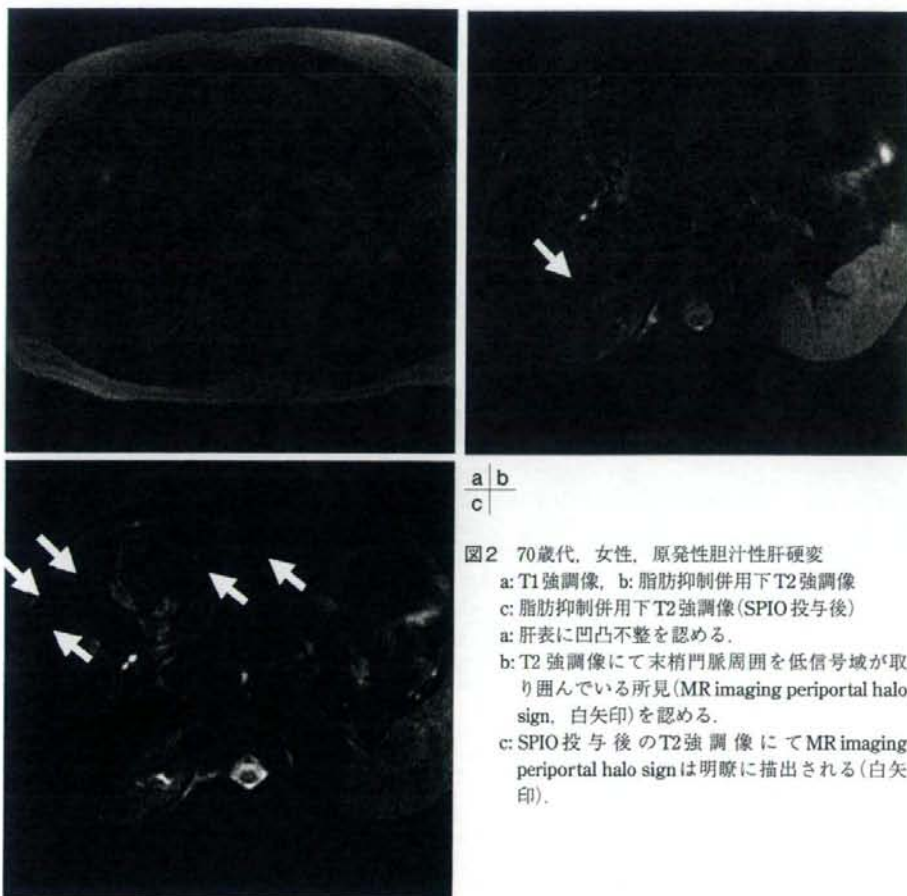


図2 70歳代，女性，原発性胆汁性肝硬変  
 a: T1強調画像，b: 脂肪抑制併用下T2強調画像  
 c: 脂肪抑制併用下T2強調画像(SPIO投与後)  
 a: 肝表に凹凸不整を認める。  
 b: T2強調画像にて末梢門脈周囲を低信号域が取り囲んでいる所見(MR imaging periportal halo sign, 白矢印)を認める。  
 c: SPIO投与後のT2強調画像にてMR imaging periportal halo signは明瞭に描出される(白矢印)。

画像にて低信号を呈し辺縁部や隔壁様構造が造影される点，CTにて石灰化を有する点，比較的狭い区域に小結節病変が集簇して分布する点などを挙げている<sup>11)</sup>。

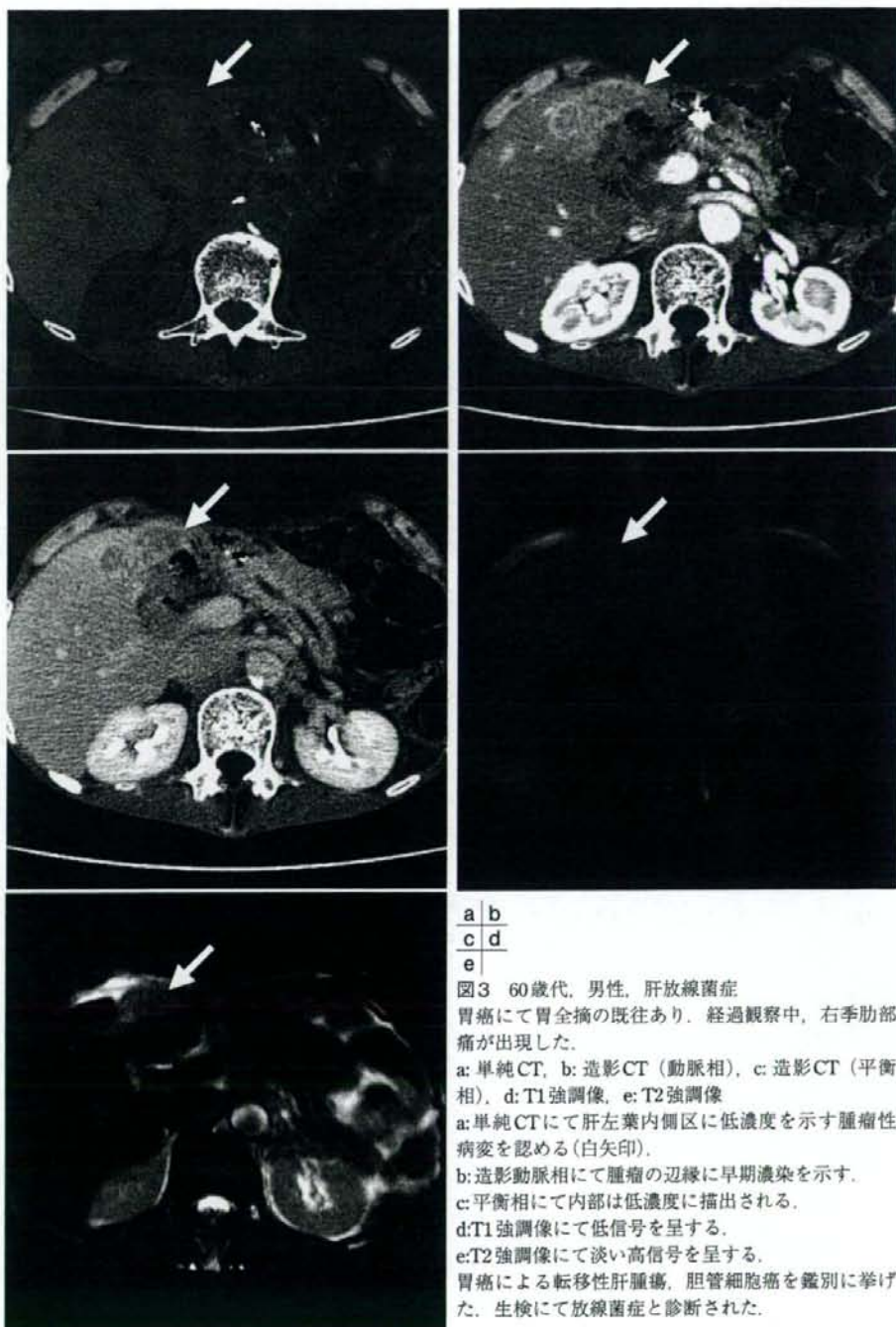
##### 5. 肝放線菌症

放線菌症を引き起こす *Actinomyces israelii* は，口腔，消化管などの常在菌である。内因感染により頭頸部，胸部，腹部などが侵され，全症例の5%が肝へ浸潤する<sup>12)</sup>。多くは単発性の腫瘍として描出されるが，両葉に多発する場合がある。時期により画像所見が異

なり，肉芽腫の時期には造影CT早期相にて造影増強効果を有する。MRIでは，T1強調画像にて低信号，T2強調画像にて軽度高信号を呈する(図3)。膿瘍を形成すると，内部は造影CTにて低濃度，MRI T2強調画像にて不均一な高信号を呈することが多い<sup>13)</sup>。<sup>67</sup>Gaシンチグラフィにて集積を示すと報告がある<sup>14)</sup>。

##### 6. カンジダ症

白血病などの化学療法，あるいは臓器移植後の免疫能低下状態で発症する。白血球が減少しているにも関わらず発熱を伴う時に，本症を疑う必要がある。



a | b  
c | d  
e

図3 60歳代, 男性, 肝放線菌症  
胃癌にて胃全摘の既往あり. 経過観察中, 右季肋部痛が出現した.

a: 単純CT, b: 造影CT (動脈相), c: 造影CT (平衡相), d: T1強調像, e: T2強調像

a: 単純CTにて肝左葉内側区に低濃度を示す腫瘍性病変を認める(白矢印).

b: 造影動脈相にて腫瘍の辺縁に早期濃染を示す.

c: 平衡相にて内部は低濃度に描出される.

d: T1強調像にて低信号を呈する.

e: T2強調像にて淡い高信号を呈する.

胃癌による転移性肝腫瘍, 胆管細胞癌を鑑別に挙げた. 生検にて放線菌症と診断された.