

原 著

NMR-CT による肝疾患の 診断—肝腫瘤の鑑別診断お よび病理組織所見との比較 検討—

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Imaging in the Diagnosis of Liver Disease: Differential Diagnosis of Hepatic Tumors and Correlation between NMR Imaging and Histological Findings

江原正明 (千葉大学医学部第一内科)
大藤正雄 (同 上)
杉浦信之 (同 上)
木村邦夫 (同 上)
奥田邦雄 (同 上)
広岡 昇 (千葉大学医学部病理)
池平博夫 (放射線医学総合研究所臨床研究部)
福田信男 (同 上)
館野之男 (同 上)

キーワード

NMR-CT, 緩和時間 (T_1 時間), 肝疾患, 肝細胞癌, 肝組織

要 旨

常電導型 (0.1T) の NMR-CT 装置を健常者 10 例, 各種肝腫瘤性病変 26 例, 計 36 例に臨床応用し, 各種疾患の NMR-CT における特徴を明らかにし, T_1 値による鑑別診断を行った. さらに, 病理組織の得られた肝細胞癌 5 例, 肝硬変 7 例について, T_1 値と病理組織所見との対比検討を行った. X線 CT で描出された病変は, いずれも NMR-CT で明瞭に描出され, 径 1.5cm の小肝細胞癌も鮮明に描出された. 結節型を示す肝細胞癌の約半数に, 腫瘍の辺縁に “ring sign” と称すべき特徴的な輪状構造を認めた. 腫瘍の T_1 値では, 正常肝 < 肝硬変 < 肝細胞癌 < 肝海綿状血管腫 < 肝嚢胞の関係が認められた. 肝細胞癌の組織所見で, 線維化の高度のものは T_1 値の延長, 脂肪変性の高度のものは T_1 値の短縮を示した. 肝硬変では, 線維化の高度のものは T_1 値の延長を示した.

1 緒 言

最近、核磁気共鳴 (NMR) 現象を応用した画像診断装置の進歩^{1)~3)}は著しく、X線 CT に匹敵する画像が得られるようになった。腹部疾患に対しても NMR-CT は、その臨床に応用され^{4)~12)}、従来の X線 CT に比し、脈管構造の描出、軟部組織のコントラスト等で優れており、各種疾患の診断に有用性が高いとされている。今回、我々は肝疾患、主として腫瘍性病変に対し、NMR-CT を施行し、各疾患の特徴、 T_1 値による鑑別診断等について検討した結果、臨床的に有用であると確認した。

2 対 象

対象は、健常者 10 例、および昭和 58 年 6 月より昭和 59 年 3 月までに千葉大学第一内科にて診断された各種肝疾患 26 例、計 36 例である(表 1)。なお、肝細胞癌のうち 13 例は、肝硬変症を合併していた。健常群は、年齢が 26~35 歳、平均 30.6 ± 3.2 歳であった。肝疾患群では、年齢は 36~85 歳、平均 60.9 ± 10.8 歳、性別は男 19 例、女 7 例であった。確定診断は、肝細胞癌 8 例、胆管細胞癌 1 例、転移性肝癌 2 例、および肝硬変 10 例が生検又は剖検による組織診により、肝細胞癌 1 例が吸引細胞診によりなされた。その他、いずれも

表 1

対 象	36 例
健 常 者	10 例
肝 疾 患	26 例
肝 細 胞 癌*	14 例
胆 管 細 胞 癌	1
転 移 性 肝 癌	3
肝 血 管 腫	4
肝 嚢 胞	4
肝 硬 変 症	13
*肝硬変症合併	13 例

超音波、X線 CT、および血管造影等の検査により確定診断が得られた。腫瘍の形態についてみると、肝細胞癌では 3 例が径 3 cm 以下の結節型、6 例が 3 cm 以上の結節型、4 例が塊状型を示した。胆管細胞癌の 1 例は、径 4 cm、肝血管腫と肝嚢胞の各々 4 例は、いずれも 5 cm 以上の腫瘍であった。

3 方 法

3・1 使用装置

NMR-CT 装置は、旭化成工業株式会社製 Mark-J 型で、主な仕様は表 2 に示す如くである。

表 2 NMR-CT 装置 (Mark-J 10) の仕様

1) 静磁場強度: 0.1 T (常電導)
2) スキャン方式 Spin Warp 法
3) 撮影画像
飽和回復 (SR) 像
反転回復 (IR) 像
T_1 時間分布像
4) 断層像
横断・冠状断・矢状断像
5) 収集データ数
125 × 125 および 256 × 256
6) スライス厚
5, 10, 15, 20 mm
7) 走査時間
128 秒 (標準)
8) 表示画像
512 × 512 マトリックス
9) 空間分解能
2 mm

3・2 撮影方法

通常、反転回復法 (Inversion Recovery (IR)) で遅れ時間 (T_d): 300 msec、繰り返し時間 (T_r): 1000 msec を標準撮影法として、超音波又は X線 CT で描出された肝内病変部を参考とし、10 mm 又は 15 mm 間隔で、10 スライス前後の横断像を得る。次に、病変部が最もよく描出されている部

位で, T_1 (T_d : 300 msec, T_r : 1000 msec) 像を得, CRT ディスプレイ上での関心領域操作により, 病変部, 各種臓器の T_1 計測 (平均値, ヒストグラム) を行った. なお, 腫瘍性病変では, 病変部全体の T_1 値を, 病変部を除く肝, およびその他の臓器では, 5×5 , 10×10 , 又は 20×20 ピクセルの関心領域を数カ所とり, 中間値を採用した. さらに, 病変部の範囲をより詳細に描出させるため, 必要に応じて, 冠状, あるいは矢状断などの縦断像を得たり, IR では, T_d , T_r を変えて像を得た. なお, 病理組織の得られた肝細胞癌 5 例, 肝硬変 7 例について, 組織所見と病変部の T_1 値との対比検討を行った.

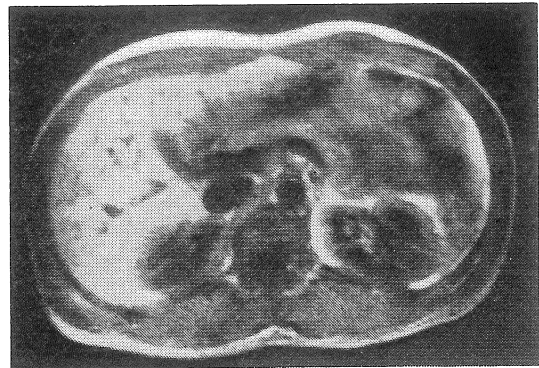
4 成績

4.1 正常例の NMR-CT (図 1・a, b)

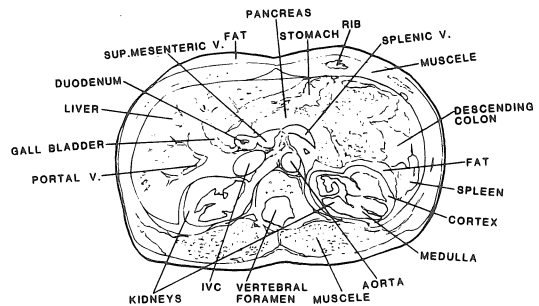
図 1・a は, スキャン・マトリックス 256×256 で撮影した IR 像であり, 詳細な解剖が得られている. 特に, 腹部大動脈, 下大静脈, 脾静脈等の脈管は鮮明に描出された. 脾の同定や腎における皮質と髄質との識別も容易である. 健常者 10 例の T_1 像より得られた各臓器の T_1 値は表 3 に示した如く, 各臓器間に相違がみられた. 肝 (右葉) では, T_1 値は $201 \sim 252$ msec. の範囲にあり, 平均 234 ± 18 msec を示した.

表 3 健常者 (10 例) における水素スピン-格子緩和時間 (T_1)

臓器	T_1 値 (msec)	
	Mean \pm S.D.	範囲
肝 (右葉)	234 \pm 18	201 ~ 252
脾	368 \pm 22	347 ~ 395
膵	274 \pm 13	255 ~ 296
腎	429 \pm 15	418 ~ 454
胆嚢	527 \pm 186	345 ~ 965
大動脈	568 \pm 81	475 ~ 690
下大静脈	528 \pm 63	425 ~ 591



a



b

図 1 a. IR (300,1000), 正常例
b. 図説

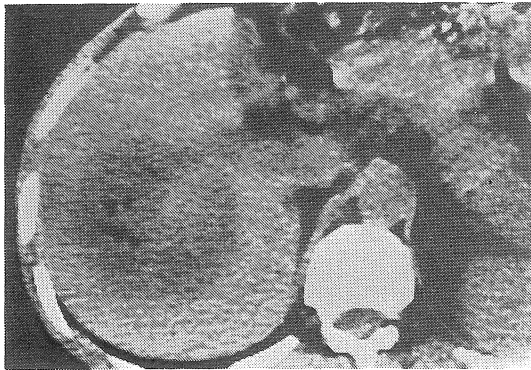
4.2 肝疾患における NMR-CT

X線 CT で描出された肝腫瘍性病変は, 全例において, NMR-CT でも描出が可能であった. 以下, 代表的症例の X線 CT と NMR-CT を示し, それぞれの特徴を示す.

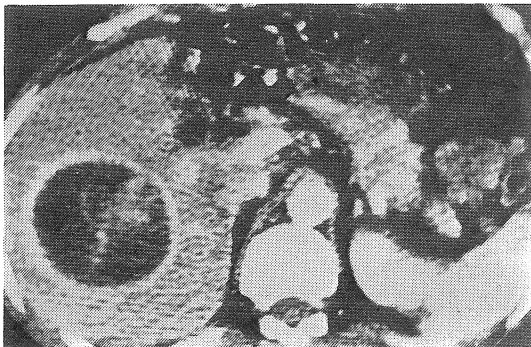
(1) 肝硬変を合併した肝細胞癌
症例① 49 歳, 男.

X線 CT 所見: 図 2・a (造影前) では不均一な低吸収域として描出され, 図 2・b (造影後) では, 腫瘍の辺縁は全周性の輪状構造が濃く造影され, 内部は一部のみ造影された. NMR-CT 所見: 図 2・c (IR (300, 1000) 横断像) にて, 肝右葉内の腫瘍は辺縁に境界鮮明な帯状の低信号領域, 内部に低~高信号領域を認めた. 図 2・d (T_1 (300,

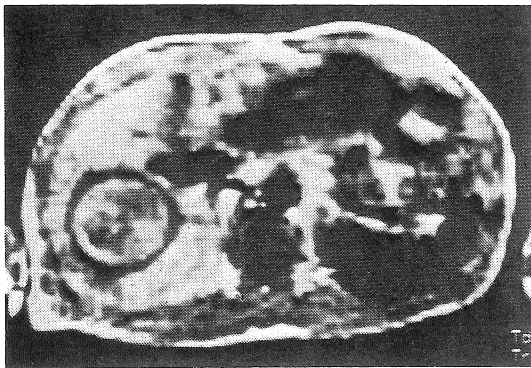
1000) 横断像) では, 腫瘍部の T_1 値は 309 ± 29 msec と延長し, さらに腫瘍辺縁の T_1 値は 420 ± 10 msec と著明な延長を示した. 肝実質部 (非腫瘍部) の T_1 値は, 254 ± 14 msec と正常例に比し, 延長を示した.



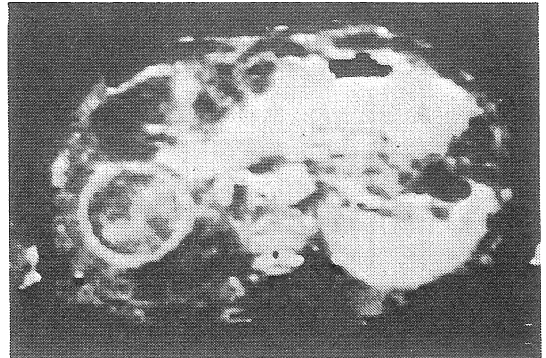
a



b



c



d

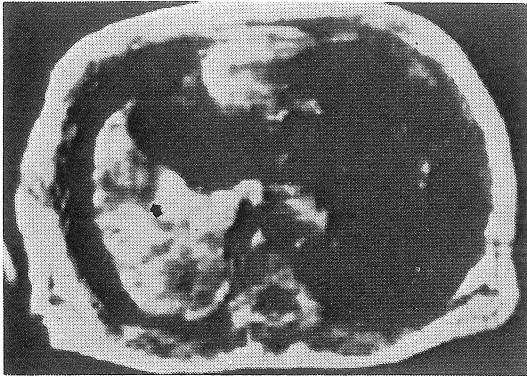
図 2 a. X線 CT (造影前), 症例①
b. X線 CT (造影後),
c. IR (300,1000)
d. T_1 像 (300,1000)

症例② 54歳, 女.

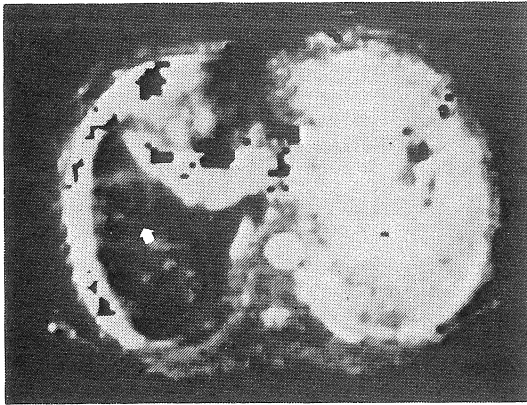
X線 CT 所見: 図 3・a (造影前) において, 肝 (右葉) は縮小し, 肝内に円形の低吸収域 (CT 値 15.8H.U.) がみられる. 腹水, 脾腫の存在も明らかである. NMR-CT 所見: 図 3・b (IR (300, 1000) 横断像) では, 右葉の縮小, 肝表面の凹凸の他に, 肝内に輪状の低信号領域をもつ腫瘤を認め, その内部は周囲の肝とほぼ同一の信号強度を示した. 肝表面と腹壁の間に腹水を示す帯状の低信号域を認めた. 図 3・c は同断面の T_1 (300, 1000) 像である. 腫瘍の辺縁は輪状に T_1 値が延



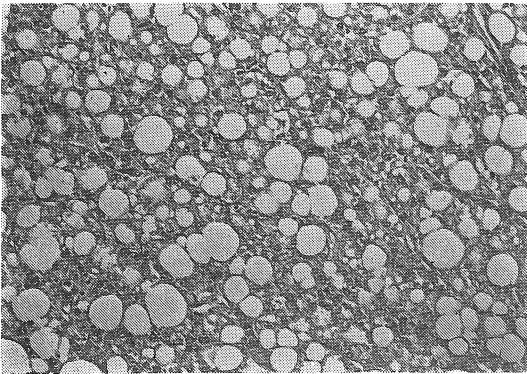
a



b



c



d

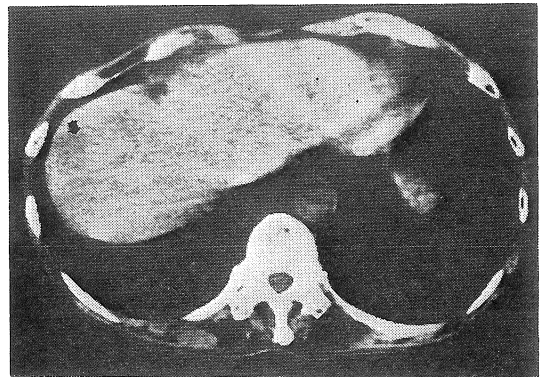
図 3 a. X線 CT (造影前), 症例 ②
 b. IR (300,1000), 矢印は腫瘍を示す.
 c. T_1 像 (300,1000), 矢印は腫瘍を示す.
 d. 生検組織像. 広範な脂肪変性がみられる.

長し, 内部の T_1 値は平均 252 ± 36 msec と周囲の肝 (239 ± 9 msec) とほぼ同値を示した. 腹水の T_1 値は, 著明に延長し, 脾の T_1 値も延長を示した. 図 3・d は, 腫瘍の生検組織像を示すが, 広範な脂肪変性がみられた.

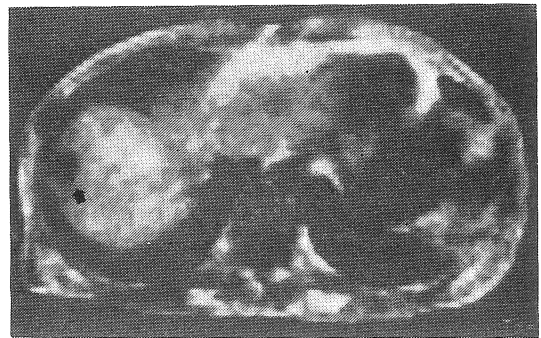
症例 ③ 60 歳, 男.

X線 CT 所見: 図 4・a では, 肝右葉上縁に境界不鮮明な低吸収域が描出されているが, アーチファクトの可能性も否定できない. NMR-CT 所見: 腫瘍は, 図 4・b (IR (300, 1000) 横断像) で境界鮮明な円形の低信号領域, 図 4・c (IR (100, 1000) 横断像) では, 境界鮮明な高信号領域として確実に描出された.

症例 ①, ② で描出された腫瘍辺縁の輪状構造 (ring sign とする) は 10 例の結節型のうち 6 例にみられ, 塊状型には認められなかった.



a



b

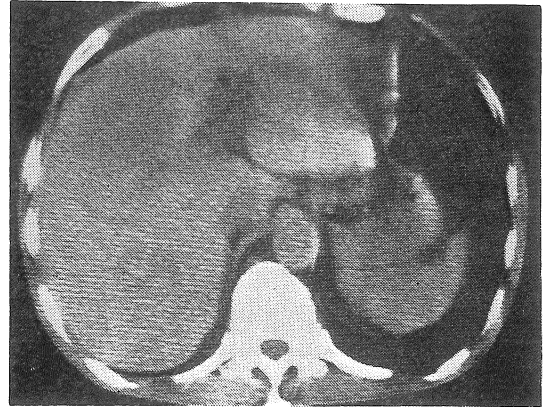
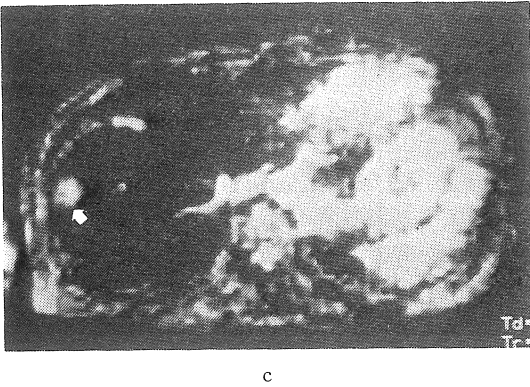
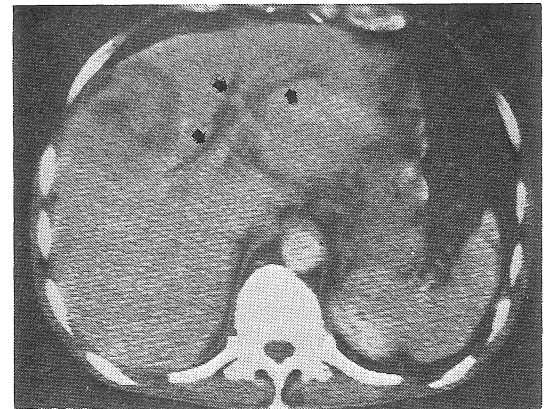


図 4 a. X線 CT(造影前), 症例③. 腫瘍は境界不鮮明な低吸収域として示された(矢印).
 b. IR (300,1000), 矢印は腫瘍を示す.
 c. IR (100, 1000), 矢印は腫瘍を示す.

(2) 胆管細胞癌

症例④ 54歳, 男.

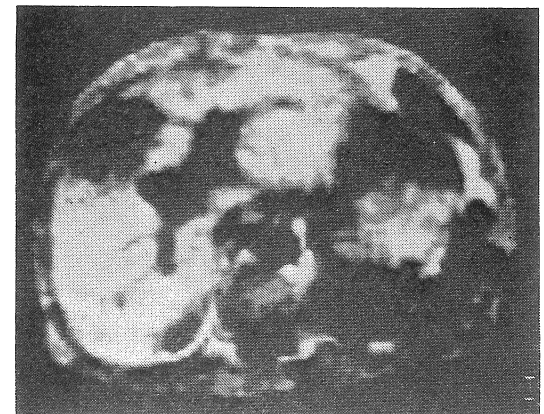
X線 CT 所見: 図5・a(造影前)では, 肝右葉に境界不鮮明な低吸収域が見られ, 図5・b(造影後)にて腫瘍の輪郭は明瞭となり, 内部は不規則にわずかな造影をみる. 左肝内胆管枝の拡張も認める. NMR-CT 所見: 図5・c (IR (300, 1000) 横断像)にて肝右葉に輪郭鮮明な低信号領域として腫瘍が描出された. 図5・d (T_1 (300, 1000) 横断像)にて腫瘍部の T_1 値は, ほぼ均一で平均 $370 \pm 18 \text{ msec}$ と延長を示した. 本例では, 特徴的な所見は認められなかった.



(3) 膵尾部癌からの転移性肝癌

症例⑤ 77歳, 男.

X線 CT 所見: 図6・a(造影前)では, 肝左葉に3カ所, 肝右葉に1カ所, 計4カ所に円形の低吸収域を認めた. 左葉外側区域の腫瘍(矢印)の CT 値は, 特に低値を示した. NMR-CT 所見: 図6・b (IR (300, 1000) 横断像)では, 肝内の4カ所に境界鮮明な円形の低信号領域として, 腫瘍は描出された. 図6・c (T_1 (300, 1000) 横断像)にて腫瘍の T_1 値は, 右葉内のものが $303 \pm 23 \text{ msec}$ を示したが, 外側区域内のものは $428 \pm$





d

図 5 a. X線 CT (造影前), 症例④
 b. X線 CT (造影後), 矢印は拡張胆管を示す.
 c. IR (300,1000),
 d. T_1 像 (300,1000).

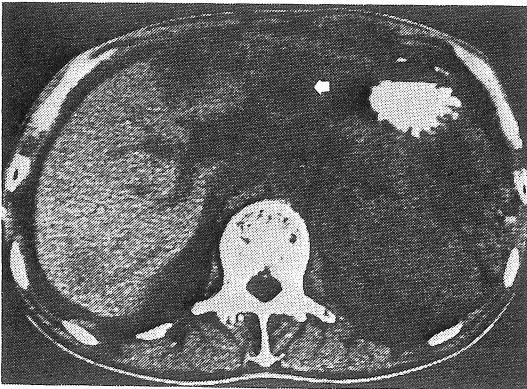
57 msec と著しく延長していた.

剖検により, 外側区域の転移巣は中心部に融解壊死がみられ, この腫瘍における著しい T_1 値の延長が裏付けられた.

(4) 肝海綿状血管腫

症例⑥ 36歳, 女.

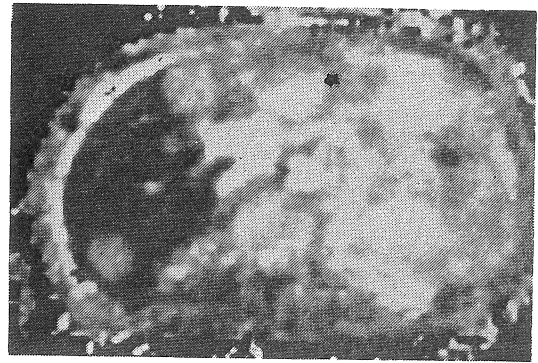
X線 CT 所見: 図 7・a (造影前) では, 肝右葉後区域に比較的境界鮮明な低吸収域を認め, さらに腫瘍内に CT 値のより低い部位が見られた. 図



a



b



c

図 6 a. X線 CT (造影前), 症例⑤. 矢印に示す腫瘍の CT 値は, 特に低値であった.
 b. IR (300,1000),
 c. T_1 像(300,1000), 矢印で示す腫瘍の T_1 値は, 著しく延長していた.

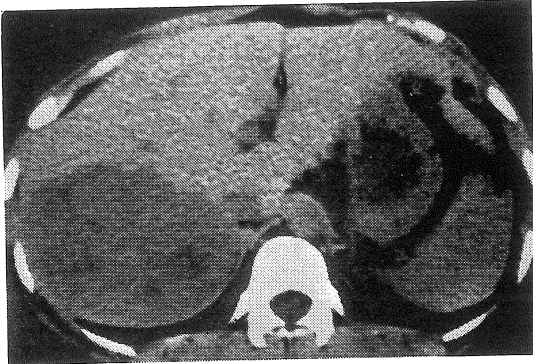
7・b (造影後) では, 造影剤の急速注入により, 腫瘍の辺縁部に点状の濃染部を認めた. NMR-CT 所見: 図 7・c (IR (300, 1000) 横断像) にて, 腫瘍は境界鮮明かつ均一な低信号領域として描出された. 図 7・d (T_1 (300, 1000) 横断像) では, 腫瘍の T_1 値はほぼ均一で, 平均 460 ± 56 msec と延長を示した.

本症は, IR 像および T_1 値にて境界鮮明な腫瘍として描出され, 腫瘍の T_1 値は高度延長を示した.

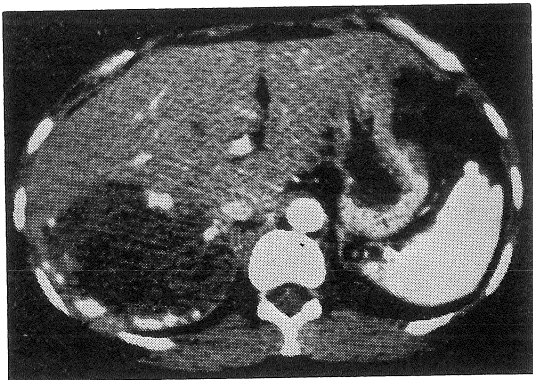
(5) 先天性肝嚢胞

症例⑦ 85歳, 女.

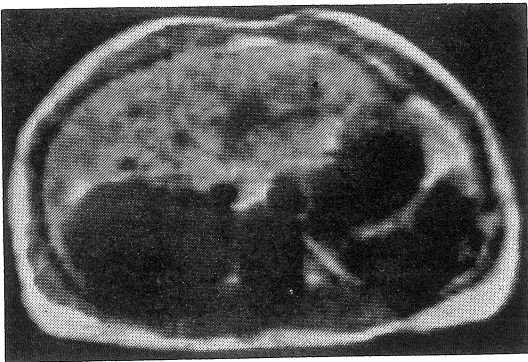
X線 CT 所見: 図8・a (造影前) では, 肝右葉



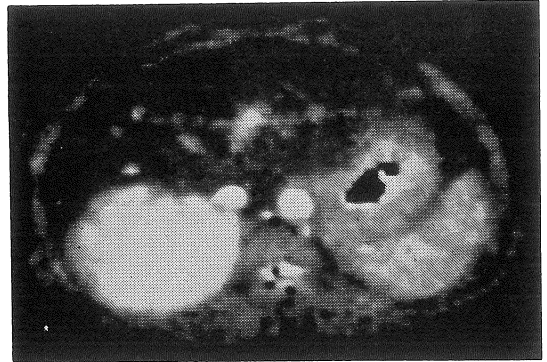
a



b



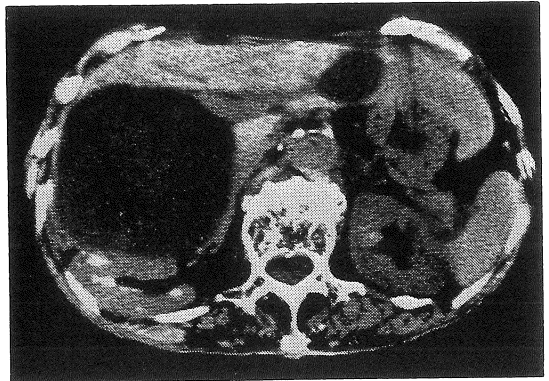
c



d

図7 a. X線 CT (造影前), 症例⑥
b. X線 CT (造影後), 腫瘤の辺縁に点状の濃染部がみられる.
c. IR (300,1000),
d. T_1 像 (300,1000).

に約9×9cm, 左葉に3×3cm 大の円形で均一な低吸収域を認めた. いずれの腫瘤も辺縁平滑で, CT 値は各々平均 20.2, 29.9 H.U. と低値を示した. NMR-CT 所見: 図8・b (IR (300, 1000) 横断像) にて, 腫瘤は辺縁平滑, 均一な低信号領域として描出された. 図8・c (T_1 (300, 1000) 横断像) では, 腫瘤の T_1 値は平均 748 ± 186 msec と極めて延長を示した. さらに, 図8・d (T_1 値のヒストグラム) の如く, 腫瘤内の T_1 値の分布は狭い範囲に高いピークが見られた.



a

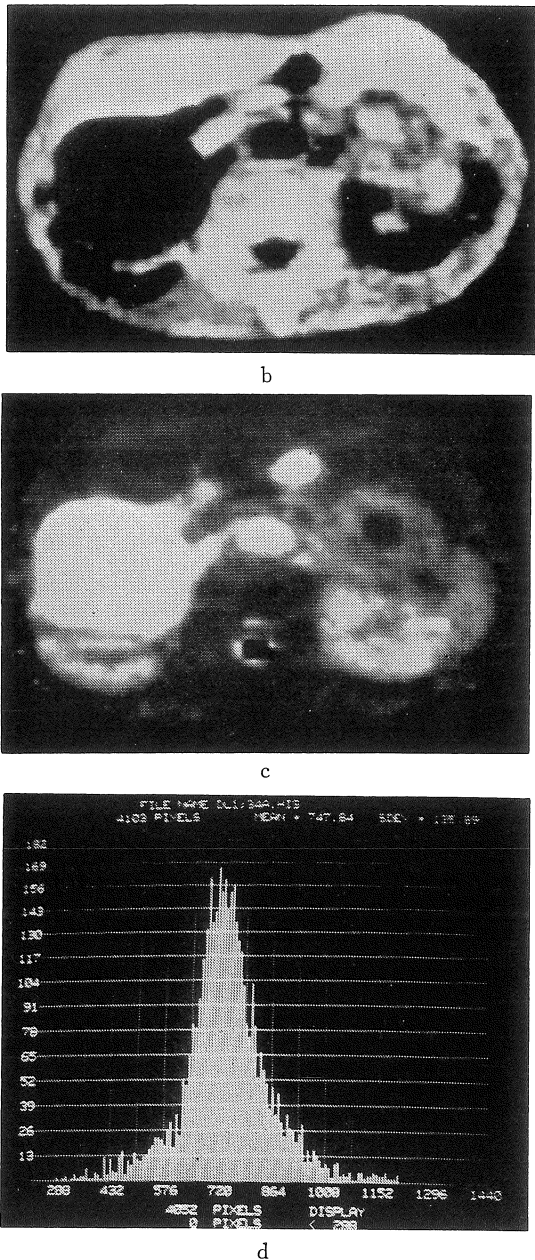


図 8 a. X線 CT (造影前), 症例 ⑦
 b. IR (300, 1000).
 c. T_1 像 (300, 1000)
 d. T_1 値のヒストグラム, 狭い範囲で高値を示す特徴がみられる。

4・3 肝疾患における T_1 値について

健常例, 各種肝腫瘍性病変, および肝硬変の T_1 値について表 4 に示した。各種腫瘍性病変は, 健常肝および肝硬変に比べ, 有意に長い T_1 値を示し, 確実に識別された。腫瘍性病変では, 肝細胞癌<肝血管腫<肝嚢胞の関係が認められ, T_1 値による鑑別診断が可能であった。肝細胞癌, 胆管細胞癌, および転移性肝癌では, T_1 値に差異はなく, T_1 値だけによる鑑別は困難であった。ただし, 結節型を示す肝細胞癌における ring sign, 転移性肝癌に比較的多くみられる融解壊死巣などでは, 特徴的な T_1 値の分布を示し, 鑑別が可能であった。肝硬変では, 正常例に比べ, 肝および脾の T_1 値は有意の延長を示した。

表 4 肝疾患における水素スピン-格子緩和時間 (T_1)

疾 患	患者数	T_1 値 (msec)	
		Mean \pm S. D.	範 囲
正 常 (肝)	10	234 \pm 18	201 ~ 252
(脾)	10	368 \pm 18	347 ~ 395
肝細胞癌	12	354 \pm 57	260 ~ 413
胆管細胞癌	1	359	
転移性肝癌	3	370 \pm 63	303 ~ 428
肝海綿状血管腫	4	440 \pm 38	395 ~ 481
先天性肝嚢胞	4	675 \pm 82	558 ~ 748
肝硬変 (肝)	13	266 \pm 27	225 ~ 305
(脾)	13	395 \pm 30	364 ~ 459

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

4・4 病変部における T_1 値と組織所見との対比

表 5 は, 肝細胞癌 5 例の検討を示した。高度な線維化を示す例は, T_1 値の延長, 高度の脂肪変性は T_1 値の著しい短縮を示したが, 壊死の程度と T_1 値には一定の関連が認められなかった。表 6 は, 肝硬変症 7 例の検討であるが, 高度の線維化を示すものは T_1 値の延長を示したが, 明白な関連は認められなかった。

表 5 肝細胞癌における T_1 時間と病理組織所見との対比

患者	T_1 値 (msec)	病理組織所見			
	Mean±S. D.	壊死	線維化	脂肪変性	出血
1	393±28	-	3+	-	-
2	350±50	+	+	-	-
3	346±25	-	-	+	-
4	319±39	3+	-	-	-
5	252±36	+	-	3+	-

-: なし, +: 軽度, 2+: 中等度, 3+: 高度

表 6 肝硬変における T_1 時間と病理組織所見との対比

患者	T_1 値 (msec)	病理組織所見			
	Mean±S. D.	壊死	線維化	脂肪変性	出血
1	303±13	+	3+	-	-
2	293±10	-	+	-	-
3	273±45	-	2+	+	-
4	261±13	-	+	-	-
5	250±13	-	+	-	-
6	239±20	-	2+	-	-
7	236±10	-	+	-	-

-: なし, +: 軽度, 2+: 中等度, 3+: 高度

5 考 察

この2, 3年来, NMR-CT の臨床応用は, 活発に行われ, 各種肝疾患についても発表されているが^{13)~18)}, 特に, 肝腫瘍性病変を取り上げ, 詳細に検討した報告はない。

今回, 対象とした各疾患の成績に基づいて考察を加える。肝細胞癌では, 結節型を示す腫瘍の60%に延長した T_1 値からなる輪状構造が認められた。これは他の腫瘍性病変には認められず, 結節型の肝細胞癌に特徴的な NMR-CT 所見と考えられ, ring sign とした。超音波^{19)~21)}, X線 CT²²⁾ にも, ring sign が報告されており, 被膜との関連性が示唆されている。今回, NMR-CT で ring sign を示した6例のうち, 1例のみが, 超音波お

よびX線 CT で ring sign を示したにすぎない。すなわち, NMR-CT における ring sign は, 超音波およびX線 CT よりも高頻度で認められており, 今後, 病理組織との詳細な対比等により, その成り立ちを検討すべきと考えられる。腫瘍組織と T_1 値との関係についてみると, 腫瘍内の線維増生の高度なものは T_1 値の延長, 脂肪変性の高度なものは T_1 値の短縮を示した。一般に, 脂肪の T_1 値は短く⁹⁾, 線維増生を示す病変の T_1 値は長い¹¹⁾とされており, 今回の結果の如く, 腫瘍内の組織学的変化は T_1 値に反映すると考えられる。症例③の如く, 径1.5cmの小肝細胞癌も鮮明に描出が可能であった。通常, 2cm以下の小肝細胞癌は, X線 CT では検出が困難であり²²⁾, 超音波検査にても横隔膜下に病変が存在する場合, 描出が不可能となる¹⁹⁾。NMR-CT では, 腫瘍部と非腫瘍部とのコントラストが良好であるため, partial volume effect, 呼吸性移動の影響にもかかわらず, 径2cm以下の小肝細胞癌も検出可能である。X線 CT では, 造影剤の使用により病変の特徴が描出されるが, 多数の断面に造影剤を使用することは困難である。NMR-CT では, 造影剤を使用せずに, 小腫瘍の描出が可能のため, 今後, 小肝細胞癌の検出に極めて有力な検査法となると思われる。さらに, 進行した肝細胞癌では, 門脈内腫瘍塞栓や娘結節などの診断に非常に有効である。胆管細胞癌は境界鮮明な不正形の腫瘍として描出され, T_1 値は肝細胞癌, 転移性肝癌とほぼ同一であり, 特徴的所見は認められなかった。転移性肝癌では, 特徴的な所見はないが, 融解壊死を示す転移巣では, 腫瘍中心部の T_1 値は著しい延長を示す。海綿状血管腫は, X線 CT で造影剤の急速注入により特徴的所見が得られるが, NMR-CT では, T_1 値が肝細胞癌に比べ延長を示し, 鑑別が可能である。肝嚢胞では, 腫瘍全体の T_1 値は極めて延長し, ヒストグラムで示した如く, 狭い範囲に分布する特徴がみられる。

肝硬変の診断において, NMR-CT は, 超音波

やX線 CT と異なり、肝の形態的变化のみならず、肝実質部の T_1 値延長という計量的な評価が可能である。肝硬変における T_1 値延長の理由について、病理組織との対比より、線維化の程度が関与することが示唆されたが、その他、単位面積あたりの血管腔、血流動態等、複数の因子が関与すると考えられる。なお、肝硬変における脾の T_1 値は、正常脾に比し、延長を示したが、これは脾内の貯留血液量が正常脾よりも多いことが主な原因と考えられる。

6 結 語

(1) NMR-CT は肝腫瘍性病変を鮮明に描出し、径 1.5 cm の小肝細胞癌の検出が可能であった。

(2) NMR-CT により、結節型を示す肝細胞癌の 60% に ring sign とよぶ特徴的な所見が認められる。

(3) NMR-CT (T_1 値) により、肝腫瘍性病変の鑑別診断が可能である。

(4) NMR-CT による肝腫瘍性病変の所見は、病理組織所見と密接な関連が認められる。

(5) NMR-CT により、肝硬変では、肝および脾の T_1 値が正常例に比べ、有意の延長を示す。

本論文の要旨の一部は、第 3 回核磁気共鳴医学研究大会 (1983 年 7 月, 仙台) にて発表した。

文 献

- 1) R. Damadian: Tumor detection by nuclear magnetic resonance, *Science* **171**: 1151-1153, 1971.
- 2) L. Crooks, M. Arakawa, J. Hoening, et al.: Nuclear magnetic resonance whole-body imager operating at 3.5 K Gauss, *Radiology* **143**: 169-174, 1982.
- 3) Ralph J. Alford, John R. Haaga, Saba J. E. I. Yousef, et al.: Preliminary Experimental Results in Humans and animals with a Superconducting, Whole-body, Nuclear Magnetic Resonance Scanner, *Radiology* **143**: 175-181, 1982.
- 4) Charles B. Higgins, Henry Goldberg, Hedvig Hricak, et al.: Nuclear Magnetic Resonance Imaging of Vasculature of Abdominal Viscera: Normal and Pathologic Features, *AJR* **140**: 1217-1335, 1983.
- 5) Hedvig Hricak, Roy A. Filly, Alexander R. Margulis, et al.: Work in Progress: Nuclear Magnetic Resonance Imaging of the Gallbladder, *Radiology* **147**: 481-484, 1983.
- 6) R. C. Hawkes, G. N. Holland, W. S. Moore, et al.: Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Tomography of the Normal Abdomen, *J. Comput. Assist. Tomogr.* **5**: 613-618, 1981.
- 7) Edward Buonocore, Gregory P. Borkowski, William Pavlicek, et al.: NMR Imaging of the Abdomen: Technical Consideration, *AJR* **141**: 1171-1178, 1983.
- 8) F. W. Smith, J. R. Mallard, J. M. S. Hutchison, et al.: Clinical application of nuclear magnetic resonance. *Lancet* **1**: 1250-1251, 1981.
- 9) H. Ikehira, F. W. Smith: Application of T_1 data to diagnosis using the Aberdeen NMR imaging system, *NMR* **2**: 84-93, 1982.
- 10) 福田信男, 池平博夫, 館野之男, 他: NMR の臨床応用, *映像情報* **15**: 730~736, 1983.
- 11) Hedvig Hricak, Charles B. Higgins, Richard D. Williams: Nuclear Magnetic Resonance Imaging in Retroperitoneal Fibrosis, *AJR* **141**: 35-38, 1983.
- 12) Herbert Y. Kressel, Leon Axel, David Thickman, et al.: NMR Imaging of the Abdomen at 0.12 T: Initial Clinical Experience with a Resistive Magnet, *AJR* **141**: 1179-1186, 1983.
- 13) F. W. Smith, J. R. Mallard, A. Reid, et al.: Nuclear magnetic resonance tomographic imaging in liver disease, *Lancet* **1**: 963-966, 1981.
- 14) F. H. Doyle, J. M. Pennock, L. M. Banks et al.: Nuclear Magnetic resonance imaging of the liver: initial experience, *AJR* **138**: 193-200, 1982.
- 15) Gregory P. Borkowski, Edward Buonocore,

Craig R. George, et al.: Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Imaging in the Evaluation of the Liver: A preliminary Experience, J. Comput. Assist. Tomogr. **7**: 768-774, 1983.

16) Michael E. Bernardino, William Small, Jacob Goldstein, et al.: Multiple NMR T_2 Relaxation Values in Human Liver Tissue, AJR **141**: 1203-1208, 1983.

17) Robert K. Kerlan, Hedvig Hricak, Barry H. Gross, et al.: Nuclear Magnetic Resonance and Computed Tomographic Angiography in the Detection of Hepatic Metastases, J. Clin. Gastroenterol. **5**: 461-464, 1983.

18) G. A. Lawler, J. M. Pennock, R. E. Steiner, et al.: Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Imaging in Wilson Disease, J. Comput. Assist. Tomogr. **7**: 1-8, 1983.

19) 大藤正雄, 品川 孝, 木村邦夫, 他: 超音波リニア電子スキャンによる小肝細胞癌の診断, とくに他の検査法との対比による診断能の検討, 肝臓 **22**: 119, 1981.

20) 品川 孝, 大藤正雄, 木村邦夫, 他: 小肝細胞癌の臨床, 日消誌 **79**: 2277-2284, 1982.

21) 江原正明, 大藤正雄, 品川 孝, 他: 長期無治療の小肝細胞癌 22 例における臨床所見の検討: 日消誌 **81** (8): 印刷中, 1984.

22) 常富重幸, 大藤正雄, 飯野康夫, 他: X線 CT による小肝細胞癌の診断—特に病理所見との対比による検討—日消誌 **81**: 72-81, 1984.