

Title	X線吸収値を中心にした肝CT像の研究
Author(s)	前田, 裕子
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(2), p. 346-357
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20141
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

X線吸収値を中心にした肝CT像の研究

大阪医科大学放射線医学教室

前田裕子

(昭和58年7月4日受付)

(昭和58年8月16日最終原稿受付)

Studies on CT Image of the Liver, Especially on the Attenuation Coefficients (CT units)

Hiroko Maeda

Department of Radiology, Osaka Medical College, Osaka, Japan

Research Cord No. : 514

Key Words : Computed tomography, CT units, Liver cancer

The diagnosis of the liver mass lesions by computed tomography (CT) is well documented. Most of the papers, however, concern only the morphological appearance of the lesions and, I think, papers which describe the attenuation coefficient (CT unit) are still few.

This paper reports the CT units of various liver mass lesions in both before and after contrast enhancement and also diagnostic key points in combination extends the consideration in the relation with the morphological appearance of the liver masses, especially tumors.

The CT units were measured in 227 cases, in which the final diagnosis was obtained clinically. The CT images were studied on following four points:

- 1) sharpness of the contour
- 2) uniformity in the lesion
- 3) presence of necrosis
- 4) comparison of density of the lesion with those of liver and spleen

Results: The contour of metastatic liver cancer was clearer than the primary. In both of primary and metastatic liver cancer, most of large masses were apt to be heterogeneous although homogeneous in small ones. The primary liver cancers are, often, of isodensity with the liver parenchyma or of isodensity in the outer zone and of low density in the center. The metastatic cancers are usually of low density.

In plain CT, the CT unit of normal parenchymas was 57.8 ± 4.5 HU, primary liver cancer; 43.3 ± 6.5 HU, metastatic liver cancer; 41.3 ± 8.1 HU, necrosis; 24.6 ± 7.3 HU, liver cyst; 5.8 ± 3.7 HU, liver abscess; 31.0 ± 2.9 HU, and fatty liver; 24.9 ± 12.1 .

The increase of CT unit after contrast enhancement was highest in normal liver parenchyma, and then primary liver cancer, metastatic liver cancer, necrosis, and cyst in this order.

In the plain CT, CT unit of normal parenchyma of the liver was higher than that of spleen. If the CT unit of the liver is lower than that of the spleen, the presence of hepatic abnormality should be suspected.

I. はじめに

CT 検査は腹部, 特に肝臓においては高い検出率と質的診断が可能な点から実用性は高く, 放射性同位元素による肝シンチグラム, 超音波断層と共に非侵襲的検査として主に肝腫瘍性病変の検出に広く利用されている¹⁾⁻¹⁴⁾. しかし, CT 像はX線吸収値 (CT 値) を濃度 (黒さ) に変換したものであるから構成されており, その差のないものは大きさに関係なく描出できない²⁾⁻¹¹⁾¹⁵⁾⁻¹⁷⁾. そしてCT 像の肉眼的読影は, 人間の目が時にあいまいなものであるため客観性に欠ける場合もあり, CT 値自体を診断の参考とすることはCT 診断に客観性をもたせるといふ意味で有用と思われる. さらに, CT 値は病変の質的診断においても問題となるものであり, CT 値の検討はCT 像を読影する上で意味のあることと思われる.

すでに著者は25点平均化したCT 値 (EMI 値) の検討¹⁸⁾, 脂肪肝の検討¹⁹⁾を行ったが, 今回更に症例を加え, また造影剤の効果も考慮に入れ, 腫瘍性肝疾患に対するCT 検査の意義についてCT 像の肉眼的読影所見とCT 値の両面から検討を加え, その結果を報告する.

II. 研究方法

1977年2月より1982年8月までに行ったCT 検査総数 (Table 1) は21992検査であり, その内EMI 5005/12 (1977年2月~1981年4月) で13554検査, GECT/TX2 (1980年9月~1982年8月) で検査したものの8438検査であった. 今回は, GECT/TX2にて検査したもののなかから最終診断の確定し, artifactのない227症例を選び, 研究対象とした (Table 2).

1. 検査方法

CT 検査はGECT/TX2 (スキャン・タイム4.8または9.6秒) を用い, スライス間隔10~20mm, 1検査10~14スライスで単純または造影後のCTを行った.

造影の方法は30%DIP コンレイ220mlまたは60%コンレイ100mlを点滴静注し, 半量注入したところでスキャンを開始した.

なおCT 値は, 空気を-1000, 水0 (water density), 骨+1000とするHounsfield unit

Table 1 Number of CT examinations

Anatomical site	No. of examinations		
	EMI	GE	Total (%)
Head	8778	5117	13895 (63.2)
Otolaryngologic area	280	318	598 (2.7)
Orbita	27	112	139 (0.6)
Thyroid gland	195	175	370 (1.7)
Chest	601	441	1042 (4.7)
Liver	1381	1121	2502 (11.5)
Pancreas	472	167	639 (2.9)
Kidney	337	179	516 (2.3)
Bone	504	302	806 (3.7)
Prostate	305	77	382 (1.7)
Genital organ	383	194	577 (2.6)
Others	291	235	526 (2.4)
Total	13554	8438	21992 (100.0)

EMI: EMI5005/12 (February, 1977~April, 1981)

GE: GECT/TX2 (September, 1980~August, 1982)

Table 2 Subjects of the study

Final diagnosis	No. of cases (%)
Primary liver cancer	75 (33.0)
Metastatic liver cancer	71 (31.3)
Liver cyst	16 (7.0)
Liver abscess	3 (1.4)
Fatty liver	6 (2.6)
Normal	56 (24.7)
Total	227 (100.0)

(HU, -1000~+1000)²⁰⁾⁻²²⁾を用いた. なお本施設では毎日スキャン開始前に, ファントームによるCT 値のチェックを行ないその変動を±2以下に調節している. CT 値測定は各症例毎に, CRT 上で非腫瘍部, 病変部, 脾臓部に同じ大きさ(2×2cm)のROI (region of interest)を設定して行った. なお病変の小さなものでは非腫瘍部・脾臓部も同様に小さくした. ROIの病変部における設定部位は病変全体が均等な場合はほぼ中央に1箇所, 不均等な場合, 例えば中心部と辺縁部で差の観察できた場合は2~3箇所にROIを設定し, そのCT 値を平均した.

2. 検討方法

1) CT 像の肉眼的観察

まず肉眼によりCT 像を観察し, その部位の画像の濃淡につき検討した. 原発性肝癌と転移性肝癌を対象とし, 観察点を次の如く定めた.

Table 3 Analysis of CT images of cases with primary liver cancer. Number of cases and per cent

Diameter of lesion (cm)	Plain CT					after CE					Average			
	~5.0	5.0~10.0	10.0~	total		~5.0	5.0~10.0	10.0~	total		~5.0	5.0~10.0	10.0~	total
No. of cases	9	13	20	42		12	18	3	33		21	31	23	75
No. of lesion single	8(89)	11(85)	14(70)	33(79)		8(67)	10(56)	1(33)	19(58)		16(76)	21(68)	15(65)	52(69)
multiple	1(11)	2(15)	6(30)	9(21)		4(33)	8(44)	2(67)	14(42)		5(24)	10(32)	8(35)	23(31)
Border clear	4(56)	7(54)	12(60)	23(55)		6(50)	6(33)	1(33)	13(39)		10(48)	13(42)	13(57)	36(48)
unclear	5(44)	6(46)	8(40)	19(45)		6(50)	12(67)	2(67)	20(61)		11(52)	18(58)	10(43)	39(52)
Uniformity homogen.	6(67)	5(38)	4(20)	15(36)		4(33)	3(17)	0(0)	7(21)		10(48)	8(26)	4(17)	22(29)
heterogen.	3(33)	8(62)	16(80)	27(64)		8(67)	15(83)	3(100)	28(79)		11(52)	23(74)	19(83)	53(71)
Density low	1(11)	5(38)	12(60)	18(43)		2(17)	3(17)	0(0)	5(15)		3(14)	8(26)	12(52)	23(31)
iso	3(33)	2(15)	1(5)	6(14)		2(17)	1(5)	0(0)	3(9)		5(24)	3(10)	1(5)	9(12)
high	3(33)	1(8)	0(0)	4(10)		0(0)	0(0)	0(0)	0(0)		3(14)	1(3)	0(0)	4(5)
mixture	2(22)	5(39)	7(35)	14(33)		8(66)	14(78)	3(100)	25(76)		10(48)	19(61)	10(43)	39(52)
Necrosis (+)	2(22)	5(38)	11(55)	18(43)		6(50)	10(56)	3(100)	19(58)		8(38)	15(48)	14(61)	37(49)
(suspected) (-)	7(78)	8(62)	9(45)	24(57)		6(50)	8(44)	0(0)	14(42)		13(62)	16(52)	9(39)	38(51)

homogen.: homogeneous
heterogen.: heterogeneous
after CT: CT examination after contrast enhancement

Table 4 Analysis of CT images of cases with metastatic liver cancer. Number of cases and per cent

Diameter of lesion (cm)	Plain CT					after CE					Average			
	~5.0	5.0~10.0	10.0~	total		~5.0	5.0~10.0	10.0~	total		~5.0	5.0~10.0	10.0~	total
No. of cases	18	24	10	52		7	11	1	19		25	35	11	71
No. of lesion single	3(17)	4(17)	2(20)	9(17)		1(14)	0(0)	0(0)	1(5)		4(16)	4(11)	2(18)	10(14)
multiple	15(83)	20(83)	8(80)	43(83)		6(86)	11(100)	1(100)	18(95)		21(84)	31(89)	9(82)	61(86)
Border clear	18(100)	20(83)	9(90)	47(90)		5(71)	8(73)	0(0)	13(68)		23(92)	28(80)	9(82)	60(85)
unclear	0(0)	4(17)	1(10)	5(10)		2(29)	3(27)	1(100)	6(32)		2(8)	7(20)	2(18)	11(15)
Uniformity homogen.	14(78)	8(33)	0(0)	22(42)		5(71)	0(0)	0(0)	5(26)		19(76)	8(23)	0(0)	27(38)
heterogen.	4(22)	16(67)	10(100)	30(58)		2(29)	11(100)	1(100)	14(74)		6(24)	27(77)	11(100)	44(62)
Density low	16(88)	23(96)	7(70)	46(88)		5(71)	6(55)	0(0)	11(58)		21(84)	29(83)	7(64)	57(80)
iso	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)		0(0)	0(0)	0(0)	0(0)		0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
high	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)		0(0)	0(0)	0(0)	0(0)		0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
mixture	2(12)	1(4)	3(30)	6(12)		2(29)	5(45)	1(100)	8(42)		4(16)	6(17)	4(36)	14(20)
Necrosis (+)	4(22)	14(58)	7(70)	25(48)		2(29)	9(82)	1(100)	12(63)		6(24)	23(66)	8(73)	37(52)
(suspected) (-)	14(78)	10(42)	3(30)	27(52)		5(71)	2(18)	0(0)	7(37)		13(76)	12(34)	3(27)	34(48)

homogen.: homogeneous
heterogen.: heterogeneous
after CE: CT examination after contrast enhancement

- (1) 肉眼的な病変部辺縁の鮮明さ、
- (2) 病変部内濃度の均等性、
- (3) 病変部と非腫瘍部の濃度の対比、

病変部のCT値が非腫瘍部より肉眼的に高いと推定できるものをhigh, 低いものがlow, 肉眼的にはっきりしないもの又は全く病変を指摘しえないものをiso, 及びそれらの混合に分類した。

- (4) 壊死部の存在

病変部内に壊死と推定できるあきらかなlow densityの領域の有無を観察した。

以上の点に関して原発性・転移性及び病変部の大きさとの関係につき検討した。

2) 病変部のCT値

単純CT像の正常肝実質, 病変部の症例毎のROIのCT値を電算機に計算させ, 疾患別に検討した。更に同一症例にて正常肝実質と脾臓部, 病変部と脾臓部のCT値を対比し検討を加えた。

3) CT像の病変部辺縁の不鮮明とCT値

原発性・転移性肝癌において, 肉眼的に辺縁不鮮明な病変(単純CT 24病変, 造影後CT 26病変)に対して, 非腫瘍部と病変部のCT値の差を算出し, 検討を加えた。病変部におけるCT値測定部位は, 病変部が均等で境界が不明な場合は病変部の中央部を, 病変の中央部は明らかであるが辺縁に行くにつれて徐々に不鮮明に移行する場合は明らかに病変部と判定できる辺縁部を使用した。なお単純CT像には造影後CT像を, 造影後CT像には単純CT像を参考とした。対照の意味で肉眼的に辺縁鮮明とした病変(単純CT 68, 造影後CT 28)における非腫瘍部と病変部のCT値の差も算出した。

4) 造影後のCT値

造影剤投与後の正常肝実質, 各病変部の症例ごとのROIのCT値を疾患別に検討した。さらに造影剤投与による正常肝実質, 各病変部のCT値の変化を単純・造影後CT同時併用した20症例(原発性10, 転移性10)を対象として検討を加えた。

III. 結 果

1. 肉眼的観察

原発性肝癌・転移性肝癌において病変部の最大径を測定し, 5cm以下, 5~10cm, 10cm以上の3

つに分類し単純CT, 造影後CT別に検討した(Table 3, 4)。但し, 多発性の場合, 最大病変1箇所を対象とした。

1) 病変部辺縁の鮮明さ

原発性肝癌においては, 病変部辺縁の鮮明なものは単純CTで最大径5cm以下: 56%, 5~10cm: 54%, 10cm以上: 60%, 全体で55%, 造影後CTではそれぞれ50%, 33%, 33%および39%であった。転移性においては単純CTで5cm以下: 100%, 5~10cm: 83%, 10cm以上90%, 全体で90%, 造影後CTでは71%, 73%, 0%, 68%を示し, 単純, 造影後共に転移性の方の辺縁がより鮮明であった。

2) 病変内の均等性

原発性肝癌において, 病変内の均等なものは単純CTで最大径5cm以下: 67%, 5~10cm: 38%, 10cm以上: 20%, 全体で36%, 造影後CTではそれぞれ33%, 17%, 0%および21%であった。転移性でも単純CTで5cm以下: 78%, 5~10cm: 33%, 10cm以上: 0%, 全体で42%, 造影後CTでは71%, 0%, 0%および26%と最大径が大きくなる程病変内の均等性は減少する傾向があった。

3) 非腫瘍部との対比

単純CTにおける病変部の濃淡を非腫瘍部と対比させると, 原発性肝癌では最大径5cm以下でlow: 11%, iso: 33%, high: 33%, 混合: 22%, 5~10cmではそれぞれ38%, 15%, 8%, 39%, 10cm以上で60%, 5%, 0%, 35%で病変部径が大きくなるにつれてlowの割合が増加した。また原発性肝癌の造影後CTでは最大径5cm以下で17%, 17%, 0%, 66%, 5~10cmで17%, 5%, 0%, 78%, 10cm以上で0%, 0%, 0%, 100%と単純に比較して混合が増加した。

転移性肝癌の単純CTでは, 最大径5cm以下でlow: 88%, iso: 0%, high: 0%, 混合12%, 5~10cmで96%, 0%, 0%, 4%, 10cm以上で70%, 0%, 0%, 30%でありisoまたはhigh単独のものは見られず, また病変の大きさによる変化も見られなかった。また転移性においては混合中に石灰化と思われる点状の著明なhigh density

があった。

転移性肝癌の造影後CTでは最大径5cm以下で71%, 0%, 0%, 29%, 5~10cmで55%, 0%, 0%, 45%, 10cm以上で0%, 0%, 0%, 100%, と原発性肝癌と同様単純に比較して混合が増加した。

4) 壊死部の有無

壊死と考えられる low density の存在は原発性の単純CTでは最大径5cm以下: 22%, 5~10cm: 38%, 10cm以上: 55%, 全体で43%, 造影後CTで50%, 56%, 100%, 全体で58%であった。転移性でも単純CTで22%, 58%, 70%, 全体で48%, 造影後CTで29%, 82%, 100%, 全体で63%と病変部径の増大に伴って増加した。

2. 各病変部のCT値

単純CTでは正常肝実質は 57.8 ± 4.5 HU, 原発性肝癌 43.3 ± 6.5 HU, 転移性肝癌 41.3 ± 8.1 HU, 壊死部 24.6 ± 7.3 HU, 肝嚢胞 5.8 ± 3.7 HU, 肝膿瘍 31.0 ± 2.9 HU, 脂肪肝 24.9 ± 12.1 HUであった (Table 5)。これら単純CT検査のCT値の分布 (Fig. 1) は, 正常肝実質, 充実性腫瘍, 壊死部, 肝嚢胞の4ピークが見られ, 特に正常肝実質・充実性腫瘍と肝嚢胞は明らかに分離できた。しかし, 原発性と転移性肝癌はほぼ同様の分布を示した。

次に, 原発性(38症例, 47部位), 転移性肝癌(42症例, 45部位), 壊死部 (23症例, 23部位), 肝嚢胞 (12症例, 12部位) の各病変部, および正常肝実質 (28症例, 28部位) と脾臓部とのCT値の比較 (Fig. 2) では, 正常例は全例肝実質部のCT値

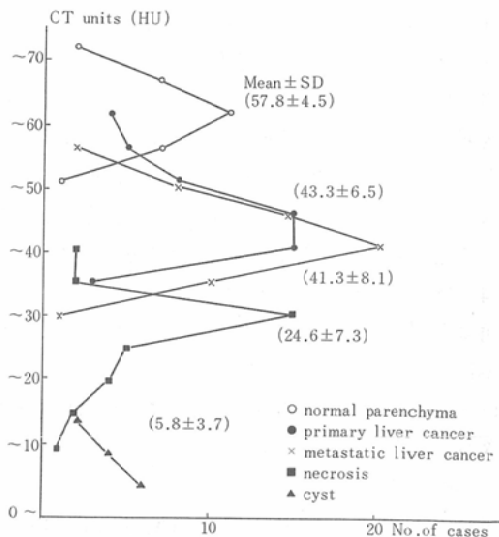


Fig. 1 Plain CT and the distribution of CT units in various lesions of liver

は脾臓部のCT値より高値を示し, 原発性肝癌病変部については34症例は脾臓部より低値で, 残り4症例では高値を示した。転移性肝癌でも大部分(38症例)は脾臓より低値で, 1症例で同じ値を, 3症例で脾臓部より高値を示した。

壊死部及び肝嚢胞では脾臓部より著明に低値で

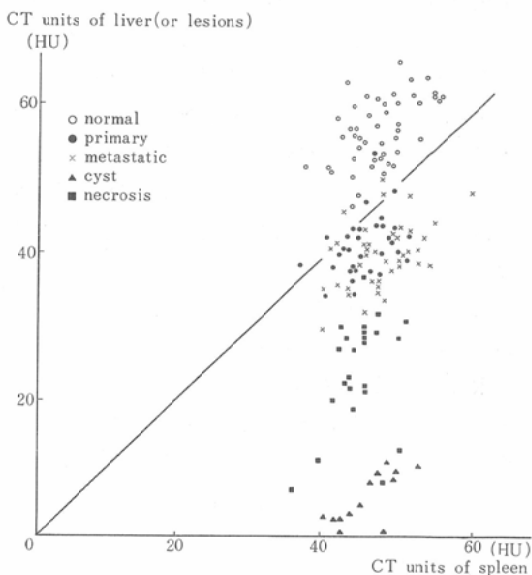


Fig. 2 Plain CT and the comparison of the CT units between liver and spleen in various lesions of liver

Table 5 CT units (HU) in various lesions of liver. (1)CT examination before contrast enhancement

Final diagnosis	No. of cases	CT units (HU)
Normal liver	28	57.8 ± 4.5
Primary liver cancer	42	43.3 ± 6.5
Metastatic liver cancer	52	41.3 ± 8.1
*Necrosis	31	24.6 ± 7.3
Liver cyst	12	5.8 ± 3.7
Liver abscess	2	31.0 ± 2.9
Fatty liver	6	24.9 ± 12.1

(Mean±SD)

*: Low density area was observed in the lesion and necrosis was suspected.

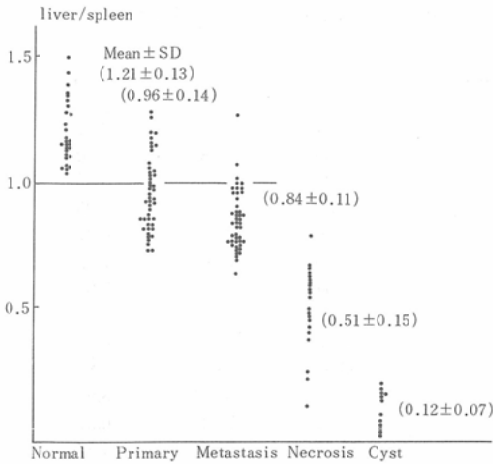


Fig. 3 Plain CT and the ratio of CT units of liver to that of spleen in various lesions of liver

あった。さらに、正常肝実質または病変部と脾臓部のCT値の比 (Fig. 3) は正常肝実質では平均 1.21 ± 0.13 , 原発性肝癌: 0.96 ± 0.14 , 転移性肝癌: 0.84 ± 0.11 , 壊死部: 0.51 ± 0.15 , 肝嚢胞: 0.12 ± 0.07 であった。正常肝実質は全例1.0以上を、壊死部・肝嚢胞は著明に低値を示しその差は明瞭であった。原発性及び転移性肝癌では、1.0以下を示すものが多かったが、原発性肝癌は転移性に比して1.0以上を示す割合が多かった。

3. 肉眼的所見とCT値との対比

肉眼的に辺縁不鮮明または iso density の原発性・転移性を含めた50症例について、CT値を検討した。単純CT (Table 6) では非腫瘍部と病変部の両者の差は $6.7 \pm 2.3\text{HU}$ ($0.88 \sim 11.85$), 造影後CT (Table 7) でも $6.5 \pm 2.1\text{HU}$ ($0.59 \sim 11.82$)

Table 6 List of cases with unclear border of tumor. Plain CT (24 cases)

Case	Diameter (cm)	Necrosis	Uniformity	Density	CT units of liver	CT units of tumor	Difference
1) TY 74Y	11.5	-	hetero.	iso+low	49.45	40.43	9.02
2) MN 50Y	11.0	+	"	"	58.14	52.95	5.19
3) RF 37Y	18.0	+	"	"	55.00	45.83	9.17
4) SA 54Y	11.0	-	homo.	"	51.32	45.99	5.33
5) TM 60Y	11.0	+	hetero.	"	45.04	38.54	6.50
6) SM 58Y	17.0	+	"	"	53.74	44.99	8.75
7) RM 29Y	10.0	-	"	"	50.66	46.00	4.34
8) KK 53Y	12.5	-	homo.	iso	52.69	40.84	11.85
9) ST 70Y	9.5	-	hetero.	iso+low	51.08	45.48	5.60
10) ST 61Y	6.5	-	homo.	iso	60.31	55.84	4.47
11) HH 50Y	6.5	-	hetero.	iso+low	52.71	46.65	6.06
12) TT 53Y	9.7	-	homo.	"	56.06	51.88	4.18
13) JK 65Y	5.8	+	hetero.	mixture	52.03	51.15	0.88
14) TT 52Y	9.7	-	homo.	iso	51.98	44.77	7.21
15) SO 46Y	3.5	-	"	"	45.54	38.36	7.18
16) TT 47Y	3.3	-	"	"	49.58	42.67	6.91
17) KH 67Y	3.5	+	hetero.	iso+low	60.02	52.86	7.16
18) MY 57Y	3.5	-	homo.	iso	50.15	43.85	6.30
19) MM 55Y	4.3	-	hetero.	iso+low	57.67	49.42	8.25
20) KI 82Y	13.0	+	"	low	57.96	49.46	8.50
21) OY 70Y	6.5	+	"	iso+low	56.71	52.77	3.94
22) FM 49Y	9.0	-	"	low	53.81	44.29	9.52
23) KI 40Y	6.1	+	"	"	54.64	47.62	7.02
24) TH 61Y	8.0	+	"	"	48.43	41.47	6.96

Mean±S.D.=6.68±2.29

homo.: homogeneous

hetero.: heterogeneous

CT units: Hounsfield units

Note: 1) Case NO. 1~19: Primary liver cancer, No. 20~24: Metastatic liver cancer

2) Difference of CT units between tumor with clear border and normal parenchyma; $19.3 \pm 3.5\text{HU}$ ($13.7 \sim 29.5$) in 68 cases.

Table 7 List of cases with unclear border of tumor. CT after contrast enhancement (26 cases)

Case	Diameter (cm)	Necrosis	Uniformity	Density	CT units of liver	CT units of tumor	Difference
1) SN 47Y	17.5	+	hetero.	iso+low	76.44	70.43	6.01
2) KH 49Y	14.5	+	"	"	85.80	79.80	6.00
3) SK 55Y	3.6	+	"	"	93.91	88.36	5.55
4) KI 55Y	3.6	-	homo.	iso	84.86	76.61	8.25
5) KH 67Y	3.5	+	hetero.	iso+low	91.46	85.09	6.37
6) JF 67Y	3.5	-	homo.	"	79.93	72.01	7.92
7) SK 59Y	1.8	+	hetero.	"	91.54	85.57	5.97
8) TT 47Y	3.3	-	homo.	iso	63.12	55.80	7.32
9) TK 48Y	6.0	+	hetero.	iso+low	78.39	72.00	6.39
10) RS 66Y	8.3	+	"	"	86.55	78.71	7.84
11) RI 42Y	9.4	-	"	"	71.86	62.91	8.95
12) RI 42Y	9.4	-	"	"	84.02	77.45	6.57
13) MM 55Y	5.8	+	"	"	77.63	72.76	4.87
14) RS 66Y	8.5	+	"	"	83.81	79.88	3.93
15) RI 42Y	9.5	-	"	"	75.97	64.15	11.82
16) HS 67Y	7.2	-	"	"	73.93	65.85	8.15
17) RS 66Y	8.5	+	"	"	79.41	73.22	6.19
18) RS 66Y	8.5	+	"	"	95.80	87.67	8.13
19) MM 55Y	5.8	+	"	"	77.78	72.32	5.46
20) SS 62Y	5.0	-	homo.	iso	65.78	65.19	0.59
21) KO 55Y	10.5	+	hetero.	iso+low	82.28	78.10	4.18
22) KI 82Y	9.4	+	"	"	100.90	95.44	5.46
23) RH 58Y	5.8	+	"	"	89.24	80.39	8.85
24) MS 52Y	7.0	+	"	"	76.59	69.36	7.23
25) TO 74Y	3.5	+	"	"	88.67	83.43	5.24
26) MH 67Y	2.2	+	"	"	76.42	71.22	5.20

Mean±S.D.=6.53±2.13

homo.: homogeneous

hetero.: heterogeneous

CT units: Hounsfield units

Note: 1) Case No. 1~20: Primary liver cancer, No. 21~26: Metastatic liver cancer

2) Difference of CT units between tumor with clear border and normal parenchyma; 26.7±8.9 (12.8~46.7) in 28 cases.

とそれぞれ1症例を除いて10.0HU以下を示した。

なお、鮮明と読影した症例(単純CT 68, 造影後CT 28)において非腫瘍部との差は、単純CTでは19.3±3.7HU(13.7~29.5), 造影後CTでは26.7±8.9HU(12.8~46.7)であった。この分布の状態をFig. 4に示した。

4. 造影後CTのCT値

造影後CT(Table 8)では、正常肝実質83.5±8.3HU, 原発性肝癌65.9±13.6HU, 転移性肝癌57.2±17.1HU, 壊死部30.3±10.8HU, 肝嚢胞7.6±3.2HUであった。造影剤投与によって、正常肝実質がCT値の上昇は最も高く、次に原発性肝癌, 転移性肝癌, 壊死部, 肝嚢胞の順であった(Fig.

5)。

単純CT及び造影後CTを同時併用した20症例(Table 9)の内、造影後鮮明となったもの6症例

Table 8 CT units (HU) in various lesions of liver.
(2) CT examination after contrast enhancement

Final diagnosis	No. of cases	CT units (HU)
Normal liver	28	83.5±8.3
Primary liver cancer	33	65.9±13.6
Metastatic liver cancer	19	57.2±17.1
*Necrosis	14	30.3±10.8
Liver cyst	4	7.6±3.2
Liver abscess	1	37.3

(Mean±SD)

*: Low density area was observed in the lesion and necrosis was suspected.

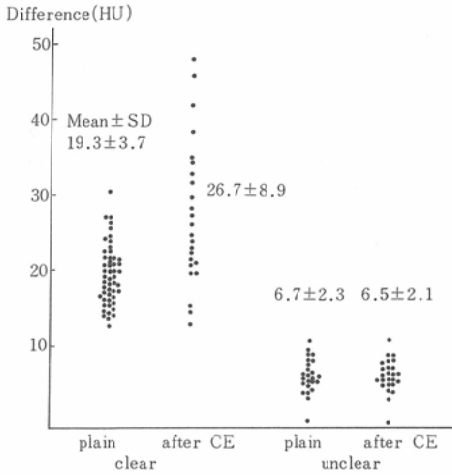


Fig. 4 Difference of CT units between tumor and normal parenchyma
 clear : border between tumor and normal parenchyma was clear. unclear : the border was unclear.

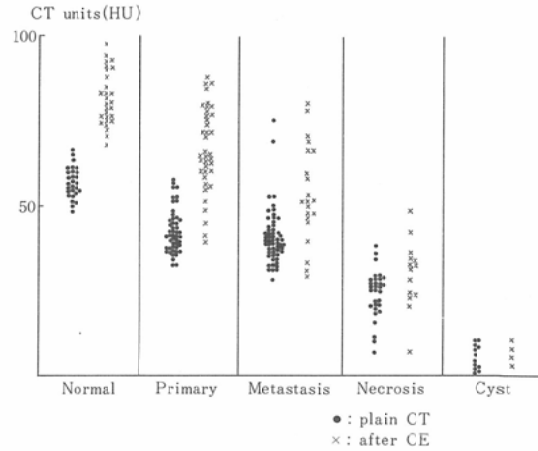


Fig. 5 Results of the study of CT units before and after contrast enhancement in various lesions of liver

(原発性 3, 転移性 3), 変化のなかったもの 5 症例(原発性 2, 転移性 3), 不鮮明または読影不能となったもの 9 症例(原発性 5, 転移性 4)であっ

Table 9 Change of CT units after contrast enhancement

1) Primary liver cancer									
		Border after CE	CT units of liver			CT units of tumor			Ratio
			Plain	after CE	Diff.	Plain	after CE	Diff.	
1) TM	80Y	clear	55.2	72.9	17.7	38.6	46.1	7.5	0.42
2) ST	61Y	"	60.3	68.2	7.9	55.8	61.2	5.4	0.68
3) RI	42Y	no change	53.9	84.0	30.1	36.6	64.6	28.0	0.93
4) TN	82Y	clear	57.6	93.1	35.5	44.0	59.7	15.7	0.44
5) KH	67Y	unclear	60.0	91.5	31.5	52.9	85.1	32.2	1.02
6) MM	55Y	"	57.7	77.6	19.9	49.4	72.8	23.4	1.18
7) KH	49Y	"	59.3	85.8	26.5	38.2	74.3	36.1	1.36
*8) SK	59Y	"	49.3	91.5	42.2	55.8	85.6	29.8	0.71
*9) SS	62Y	"	50.3	65.8	15.5	57.2	65.2	8.0	0.52
10) TT	47Y	no change	49.6	63.1	13.5	42.7	55.8	13.1	0.97
2) Metastatic liver cancer									
1) ET	62Y	clear	67.9	72.1	4.2	49.6	51.4	1.8	0.43
2) KT	60Y	no change	60.7	66.5	5.8	42.8	51.7	8.9	1.53
3) SF	52Y	"	58.3	68.6	10.3	32.3	48.3	16.0	1.55
4) TO	74Y	unclear	57.5	88.7	31.2	46.8	83.4	36.6	1.17
5) NS	42Y	clear	60.6	78.4	17.8	41.1	51.9	10.8	0.61
6) RH	58Y	unclear	54.6	89.2	34.6	35.3	80.4	45.1	1.30
7) KO	55Y	"	61.6	82.3	20.7	32.1	78.1	46.0	2.2
8) NN	56Y	clear	58.1	93.6	35.5	36.6	46.9	10.3	0.29
9) SS	40Y	no change	59.1	79.2	20.1	37.0	58.9	21.9	1.09
10) KI	82Y	unclear	57.9	100.9	43.0	49.5	95.4	45.9	1.07

Diff.: Difference of CT units before and after CE

Ratio = Difference of CT units in tumor before and after CE /

Difference of CT units in liver before and after CE

*: CT units of tumor was higher than normal parenchyma in plain CT.

Table 10 Summary of CT units in various lesions of liver

	normal	primary	metastatic	cyst	abscess	fatty liver
Philips ²⁾ (EU)	22~44	14~22	11~37	11~24		
Stanley ⁷⁾ (EU)	25~35	lower ¹⁾	lower ¹⁾			whole low ²⁾
Alfidi ⁸⁾ (DU)				4~25		whole low ²⁾
Levitt ¹¹⁾ (EU)	20~35	lower ¹⁾	lower ¹⁾	water ³⁾		whole low ²⁾
Stephens ¹³⁾ (EU)	20~40	lower ¹⁾	lower ¹⁾	lower ¹⁾		
Itai ¹⁷⁾ (HU)	38~70	18~56	14~52	4~28		
前田 ¹⁸⁾ (EU)	24.7±3.0	16.9±3.8	13.9±3.4	0.23±3.5		
中村 ²³⁾ (HU)	48.0±7.5	33.6±8.4	23.2±7.3			
Moss ²⁴⁾ (HU)				0~4		
Inamoto ²⁶⁾ (HU)		30~50				
Halvorsen ³⁰⁾ (HU)	38~55.3					6.7
前田 ¹⁹⁾ (EU)						4.1±16.1
this study (HU)	57.8±4.5	43.3±6.5	41.3±8.1	5.8±3.7	31.0±2.9	24.9±12.1

note 1 ; normal : normal parenchyma

primary : primary liver cancer

metastatic : metastatic liver cancer

note 2 ; lower¹⁾ : low density than normal parenchyma

whole low²⁾ : density of whole liver is lower than normal case

water³⁾ : water density

た、そこで造影前後の病変部及び非腫瘍部のCT値の変化の比(病変部の変化/非腫瘍部の変化)を求めると、造影後鮮明となった症例では 0.48 ± 0.13 ($0.29 \sim 0.68$)、造影後不鮮明となった症例(単純CTでhigh densityを示した原発性肝癌2症例を除く)では 1.33 ± 0.37 ($1.02 \sim 2.20$)と病変部の上昇率が高かった。

IV. 考 案

CT検査における肝疾患の検出は、肝輪郭の変化を除けばほとんど非腫瘍部との画像の濃淡差により診断されている。濃淡差が大きければシンチグラムでは検出困難な1cm以下の病変も検出できるが、濃淡差がなければ広汎な病変も検出は困難となる。そして濃淡の基礎となるCT値、特に肝腫瘍性病変のCT値そのものを検討した報告(Table 10)は少なく、非腫瘍部との比較により腫瘍性病変の質的診断を試みたものが多いようである。そこで正常肝臓及び各肝疾患のCT像の特徴、CT値の肝疾患読影に対する役割についての文献を交えて検討を加えた。

1. CT像の特徴に関して

肝臓は、単純CTにおいては門脈及び肝静脈が樹枝状または小円形のlow densityとして見られ

る以外比較的均等なCT値を持つ臓器である^{2)~4)10)11)}。正常では胆管系は認められない⁷⁾。そして同じスキャンレベルにおいて見られる他の臓器よりややhigh densityとして見られる⁶⁾¹³⁾¹⁵⁾。

肝嚢胞はその大きさにより、また内容物によりwater densityから膿瘍に近いCT値を示すが¹⁰⁾¹¹⁾、ある程度の大きさがあれば辺縁の鮮明さ、CT値及び造影剤投与にてCT値にほとんど変化の見られないことから他の腫瘍性病変との鑑別は容易である。

肝膿瘍の急性期は境界不鮮明なlow densityを示し他の病変との鑑別はCT像からは困難であるが、被膜の形成された時期では嚢胞と充実性腫瘍との中間のCT値を示し¹¹⁾ 辺縁も鮮明、更に造影後ring状増強が見られ診断は可能である。

肝充実性腫瘍においては、原発性・転移性の違いによるより血流分布、充実性・壊死性等構成要素により、膿瘍に近いものから非腫瘍部とはほぼiso densityのものまで幅広く分布する^{3)~11)13)16)}が、稀にhigh densityを示すこともある²⁹⁾。肝腫瘍特に原発性肝癌におけるiso densityの報告は多く⁶⁾⁸⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²⁴⁾²⁵⁾、ほぼ10%前後存在すると思われる。肉眼的に判定しうるCT値の差は、CT像撮影

の条件, artifact の存在等種々の因子により影響されるが10HU 以上あれば認めうる。今回の検討でも肉眼的に不鮮明と読影したものの非腫瘍部との差は平均 6.7 ± 2.3 HU, 造影後においても 6.5 ± 2.1 HU であり, 10.0HU 以下5.0前後では肉眼的にCT 値の差を認識することは困難と思われる。さらに不鮮明な病変は原発性に多く, 病変の中央部と非腫瘍部とのCT 値の差は明らかであっても, 辺縁にいくに従って徐々に iso density に近くなり, 非腫瘍部との境界が非常に不鮮明なため存在診断は可能でも病変の実態を把握することは困難なものが多かった。全般に原発性肝癌は転移性に比して辺縁不鮮明で非腫瘍部に近いCT 値を示し, 転移性は原発性より若干低いCT 値を示す傾向が見られた。

壊死部はWootenら²⁷⁾も述べる如く, 非腫瘍部よりやや低いCT 値を示す腫瘍部分の中にさらに低いCT 値を示す部分として見られ, 造影にてほとんど増強されず rim effect を示す。そのCT 値はほぼ膿瘍に近く, 著者の検討では 24.3 ± 7.6 HU, 造影にて僅かに増強され 30.3 ± 10.8 HU であった。

腫瘍内石灰化の存在はしばしば認められており, Bernardinoら²⁸⁾によると肝臓における石灰化は, 結核, 血管腫, 原発性肝癌, 転移性肝癌等であり, その中でも大腸癌からの転移性腫瘍に多い。著者も大腸癌からの転移性病変3症例に明らかな石灰化を認めた。

2. CT 値に関して

正常肝実質, 及び各病変部のCT 値に関する種々の報告をTable 10に示す。正常肝実質はHounsfield値で40~60を, 肝嚢胞: water density, 肝膿瘍: 30HU 前後, 転移性肝癌: 15~50 HU, 原発性肝癌: 20~60HU を示し肝嚢胞を除いて明らかな差は見られない。またこれらCT 値が比較的広範囲に分布しているのは, スキャン条件, 体格等により全体的なCT 値の変動があることにもよると考えられる。すなわち病変部のCT 値単独の検討では不十分と考えられ, 肝臓と同じスキャンレベルに存在しROI 設定の比較的容易な脾臓を選んで肝臓と脾臓のCT 値の比較により

肝CT 値の検討を行った。その結果, 正常肝実質のCT 値は全例脾臓部より高値を示し, 充実性肝腫瘍の中には病変部のCT 値が脾臓部より高値を示すものもあったが, 肝実質のCT 値が脾臓部より低値であれば肝臓に何らかの病変が存在すると推定できた。そして, 肝臓部と脾臓部のCT 値の比を検討した結果, 原発性と転移性で若干の差が見られたが, 両者をこの値から分離するのは無理であった。

3. 造影後CT に関して

造影剤投与により正常肝実質のCT 値は20~30 HU 上昇し, 50~96HU¹⁷⁾, 74.3 ± 10.0 HU²³⁾, 本研究では68.2~99.6HU と造影剤の濃度や注入速度等により影響される。肝腫瘍性病変の多くは造影剤投与によってより鮮明となる^{3)~8)12)13)16)17)24)~26)}が, 肝腫瘍の中には造影剤投与により iso density となり鑑別できなくなるものもある^{4) 6)~8)12)13)}。造影後腫瘍像が isodensity または不鮮明になるものとして, 蓮尾ら¹⁶⁾は13%, Itaiら¹⁷⁾は約11%, Mossら²⁴⁾は16%, Inamotoら²⁶⁾は26.7%, Kunstlingerら²⁵⁾は37.5%と報告している。本研究においては単純・造影後同時併用した20症例のうち不鮮明となったもの9症例(45%)と高率であった。造影後, 腫瘍自体のCT 値は原発性で15~20HU 上昇し, 60~100HU¹⁷⁾²⁴⁾²³⁾, 転移性で10~15HU 上昇し, 30~90HU¹⁷⁾²³⁾を示すが, 原発性・転移性共に広範囲に分布かつ両者の重複は大きく, CT 値からの原発性・転移性の鑑別は困難である。

V. 結 論

1) 臨床的に最終診断の確定した原発性肝癌75症例, 転移性肝癌71症例, 肝嚢胞16症例, 肝膿瘍3症例, 脂肪肝6症例, 正常56症例合計227症例を対象とした。

2) 肉眼的にCT 像を検討した結果, 病変部の鮮明さは転移性の方が鮮明であった。病変部の均等性は病変部の最大径が大きくなるにつれて減少し, 壊死と考えられる領域は増加する傾向があった。

病変部と非腫瘍部のCT 値の対比した結果, 原発性肝癌は iso, または iso+low が, 転移性肝癌

では low の割合が多かった。

また肉眼的に不鮮明と読影した症例の CT 値を検討した結果、非腫瘍部と病変部の CT 値の差は 10.0HU 以下を示した。

3) 単純 CT では正常肝実質は 57.8 ± 4.5 HU, 原発性肝癌 43.3 ± 6.5 HU, 転移性肝癌 41.3 ± 8.1 HU, 壊死部 24.6 ± 7.3 HU, 肝嚢胞 5.8 ± 3.7 HU, 肝膿瘍 31.0 ± 2.9 HU, 脂肪肝 24.9 ± 12.1 HU を示した。

肝臓と脾臓の CT 値を検討した結果、正常肝実質は脾臓部より高値を示し、肝内病変部はほとんど脾臓部より低い CT 値を示すため、肝臓の CT 値が脾臓より低値であれば肝内に何らかの病変の存在が推測できた。造影後 CT において、正常肝実質が最も増強効果が高く、次に原発性、転移性、壊死部、肝嚢胞の順であった。単純・造影後同時併用した 20 症例の内、造影後鮮明となったもの 6 症例、変化のなかったもの 5 症例、不鮮明となったもの 9 症例であった。

稿を終えるに臨み、御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました大阪医科大学・放射線医学教室、赤木弘昭教授に深甚なる謝意を捧げます。また本研究に御協力いただきました大阪医科大学・放射線医学教室各位および症例を提供下さいました各科に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Alfdi, R.J., MacIntyre, W.J., Meaney, T.F., Chernak, E.S., Janicki, P. and Tarar, R.: Experimental studies to determine application of CAT scanning to the human body. *Am. J. Roentgenol.*, 124: 199-207, 1975
- 2) Philips, R.L. and Stephens, D.H.: Computed tomography of liver specimens. *Radiology*, 115: 43-46, 1975
- 3) Alfdi, R.J., Haaga, J., Meaney, T.F., MacIntyre, W.J., Gonzalez, L., Tarar, R., Zelch, M.G., Boller, M., Cook, S.A. and Jelden, G.: Computed tomography of the thorax and abdomen: A preliminary report. *Radiology*, 117: 257-264, 1975
- 4) Sagel, S., Stanley, R.J. and Evens, R.G.: Early experience with motionless whole body computed tomography. *Radiology*, 119: 321-330, 1976
- 5) Stephens, D.H., Hattery, R.R. and Sheedy, P.F.: Computed tomography of the abdomen. Early experience with the whole body scanner. *Radiology*, 119: 331-335, 1976
- 6) Sheedy, P.F., Stephens, D.H., Hattery, R.R., Muhm, J.R. and Hartman, G.: Computed tomography of the body: Initial clinical trial with the EMI prototype. *Am. J. Roentgenol.*, 127: 23-51, 1976
- 7) Stanley, J.S., Sagel, S.S. and Levitt, R.G.: Computed tomography of the body: Early trends in application and accuracy of the method. *Am. J. Roentgenol.*, 127: 53-67, 1976
- 8) Alfdi, R.J., Haaga, J.R., Havrilla, T.R., Pepe, R.G. and Cook, S.A.: Computed tomography of the liver. *Am. J. Roentgenol.*, 127: 69-74, 1976
- 9) Kreel L.: Computerized tomography using the EMI general purpose scanner. *Brit. J. Radiology*, 50: 2-14, 1977
- 10) Harell, G.S., Marshall, W.H., Breiman, R.S. and Seppi, E.J.: Early experience with the Varian six second body scanner in the diagnosis of hepatobiliary tract disease. *Radiology*, 123: 355-360, 1977
- 11) Levitt, R.G., Sagel, S.S., Stanley, R.J. and Jost, R.G.: Accuracy of computed tomography of the liver and biliary tract. *Radiology*, 124: 123-128, 1977
- 12) Bryan, P.J., Dinn, W.M., Grossman, Z.G., Eistow, B.W., McAfee, J.G. and Kieffer, S.A.: Correlation of computed tomography, gray scale ultrasonography, and radionuclide imaging of the liver in detecting space-occupying processes. *Radiology*, 124: 387-393, 1977
- 13) Stephens, D.H., Sheedy, P.F., Hattery, R.R. and MacCarthy, R.L.: Computed tomography of the liver. *Am. J. Roentgenol.*, 128: 579-590, 1977
- 14) MacCarthy, R.L., Wahner, R.R., Stephens, D.H., Sheedy, P.F. and Hattery, R.R.: Retrospective comparison of radionuclide scan and computed tomography of the liver and pancreas. *Am. J. Roentgenol.*, 129: 23-28, 1977
- 15) Mategrano, V.C., Petasnick, J., Clark, J., Bin, A.C. and Weinstein, R.: Attenuation values in computed tomography of the abdomen. *Radiology*, 125: 135-140, 1977
- 16) 蓮尾金博: 肝細胞癌における computed tomography の診断的価値に関する研究. *日医放*, 42: 130-151, 1982
- 17) Itai, Y., Nishikawa, J. and Tasaka, A.: Computed tomography in the evaluation of hepatocellular carcinoma. *Radiology*, 131: 165

- 170, 1979
- 18) 前田裕子, 河合武司, 金崎美樹, 赤木弘昭: 肝疾患診断におけるCT値の有用性—25点平均化したEMI値(CT値)を用いて—. 日医放, 39: 1303—1310, 1979
- 19) 前田裕子, 河合武司, 金崎美樹, 赤木弘昭: 脂肪肝のCT値について. 日医放, 41: 489—496, 1981
- 20) Hounsfield, G.M.: Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. Brit. J. Radiology, 46: 1-16—1022, 1973
- 21) Ambrose, J.: Computerized transverse axial scanning -Tomography- Part 2. Clinical application. Brit. J. Radiology, 46: 1023—1047, 1973
- 22) Perry, B.J. and Bridges, C.: Computerized axial scanning (tomography): Part 3. Radiation dose considerations. Brit. J. Radiology, 46: 1048—1051, 1973
- 23) 中村仁信, 田中 健, 崔 秀美, 川本誠一, 森本耕治, 堀 信一, 吉岡寛康, 黒田知純, 打田日出夫: 肝細胞のCT—その特徴的CT像と転移性腫瘍との鑑別—. 臨放, 27: 601—607, 1982
- 24) Moss, A.A., Schrumpf, J., Schnyder, P., Korobkin, M. and Shimshak, R.R.: Computed tomography of focal hepatic lesions: A blind clinical evaluation of the effect of contrast enhancement. Radiology, 131: 427—430, 1979
- 25) Kunstlinger, F., Federle, M.P., Moss, A.A. and Marks, W.: Computed tomography of hepatocellular carcinoma. Am. J. Roentgenol., 134: 431—437, 1982
- 26) Inamoto, K., Sugimoto, K., Yamasaki, H., Nakao, N. and Miura, T.: Computed tomography and angiography of hepatocellular carcinoma. J. Comput. Assist. Tomogr., 4: 832—839, 1980
- 27) Wooten, W.B., Bernardino, M.E. and Goldstein, H.M.: Computed tomography of necrotic hepatic metastasis. Am. J. Roentgenol., 131: 839—842, 1978
- 28) Bernardino, M.E.: Computed tomography of calcified liver metastasis. J. Comput. Assist. Tomogr., 3: 32—35, 1979
- 29) 板井悠二: 肝癌のX線CT診断. 画像診断, 2: 276—281, 1982
- 30) Halvrosen, R.A., Korobkin, M., Ram, P.C. and Thompson, W.M.: CT appearance of focal fatty infiltration of the liver. Am. J. Roentgenol., 139: 277—281, 1982