

Dynamic CT による肝癌診断に関する研究

千葉大学医学部第2外科 (主任: 佐藤 博教授)

山 本 宏

STUDY ON DIAGNOSIS OF HEPATIC NEOPLASMS USING DYNAMIC COMPUTED TOMOGRAPHY

Hiroshi YAMAMOTO

2nd Department of Surgery, Chiba University School of Medicine

肝癌81例の dynamic CT 像の解析から造影剤の bolus injection 後60秒から肝を全域移動スキャンする late stage CT を考案し, その診断上の有用性を検討した. 方法: 1) 肝癌のサーキュレーション・スタディを約120秒間で行い, 正常肝と肝癌の CT 値の変化を 0~60秒を early stage, 60~120秒を late stage として検討した. 2) late stage CT による肝癌の診断成績を検討した. 結果: 1) 肝癌81例中77例は late stage で正常肝と肝癌の CT 値の差が広がることがわかった. 2) late stage CT による切除例の病変数の診断成績は86%で, 1cm 以上のすべての病変を診断できた. 結論: late stage CT は非侵襲性で, 副病変の診断, 小肝癌の診断にすぐれていた.

索引用語: 肝癌診断, dynamic CT, 肝癌の画像診断

I. 緒 言

画像診断法の改良, 普及にともない, 小さな肝癌, 早期の肝癌が発見されるようになり, 外科切除の対象となる症例も増加してきた. とくに X 線 Computed Tomography (以下 CT) は肝癌の診断には不可欠の診断法として広く行われているが, plain CT のみでは描出できない例も多く診断上の限界がある. 一方, 従来, 腫瘍の血流動態の観察には Angiography が唯一の手段であったが, 造影剤を用いた dynamic CT の導入により, CT 検査においても血流動態の把握が可能となった. そこで今回, 肝癌81例に対して, サーキュレーション・スタディによる dynamic CT を施行し, 血流動態を正常肝と腫瘍部の経時的な CT 値の変化として捉え, その解析から late stage CT を考案し, 肝癌の診断成績向上に有用であったので報告する.

II. 対象および方法

1. 対象

肝細胞癌42例, 胆管細胞癌11例, 転移性肝癌28例計81例の肝癌症例を対象とした. なお, 転移性肝癌の原発巣は大腸癌13例, 胃癌9例, 肺癌5例, 副腎癌1例

であった.

2. 方法

1) CT 検査法 (使用機器 GE/CT・T8800)

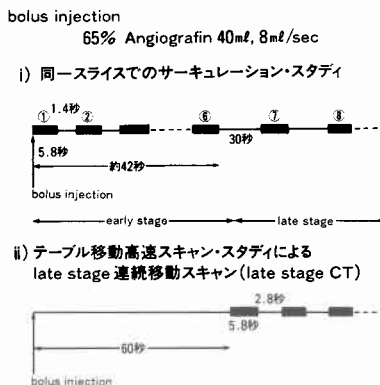
A) plain CT; 横隔膜面~肝下縁までをスライス巾, スライス間隔ともに1cm で行い, 腫瘍の存在する, あるいは疑われるスライス面を選定する.

B) dynamic CT (図1)

i) 同一スライスでのサーキュレーション・スタ

図1 dynamic CT 方法

千大二外
使用機器 GE/CT・T8800



<1984年10月17日受理> 別刷請求先: 山本 宏
〒280 千葉市亥鼻 1-8-1 千葉大学医学部第2外科

III. 結 果

1. 肝癌のサーキュレーション・スタディ (Tumor-liver density curves)

連続した8枚の画像より正常肝の経時的なCT値の変化をみると、bolus injection後、上昇し、約80秒後にピークに達し、その後緩徐な低下を示した。この正常肝の経時的なCT値の変化に対する腫瘍のCT値の変化を Tumor-liver density curves とし4つの Type

ディ：選定面において65%Angiografinを末梢静脈より40ml (0.8ml/kg) 8ml/secにて bolus injection. 注入開始と同時にスキャン時間5.8秒、間隔1.4秒にて約42秒間に連続6回のスキャンを行う。その後、30秒ごとに2回のスキャンを加え、1シリーズとする。

なお、0~60秒を early stage、60秒~約120秒を late stage とする。

ii) テーブル移動高速スキャン・スタディによる late stage 連続移動スキャン (以下 late stage CT) : 造影剤40mlをi)と同様に bolus injection 後、60秒よりスキャン時間5.8秒、間隔2.8秒、スライス巾、間隔ともに1cmで全肝を連続移動スキャンする。

2) 正常肝と腫瘍のCT値の変化の検討 (Tumor-liver density curves)

サーキュレーション・スタディで得られた画像において関心領域を正常肝と腫瘍部に設定。両者のCT値の経時変化を検討する。

3) late stage CT の診断能の検討

late stage CT の診断能を plain CT, 超音波検査(以下US), Angiography と比較検討した。USはリアルタイム超音波診断装置、東芝SAL30A, 50Aを用い、Angiographyは超選択的肝動脈造影, Infusion hepatic angiography で検討した。

図2 Tumor-liver density curves

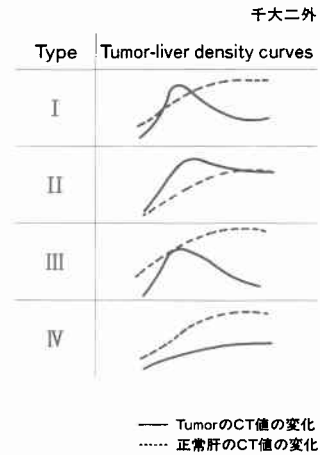
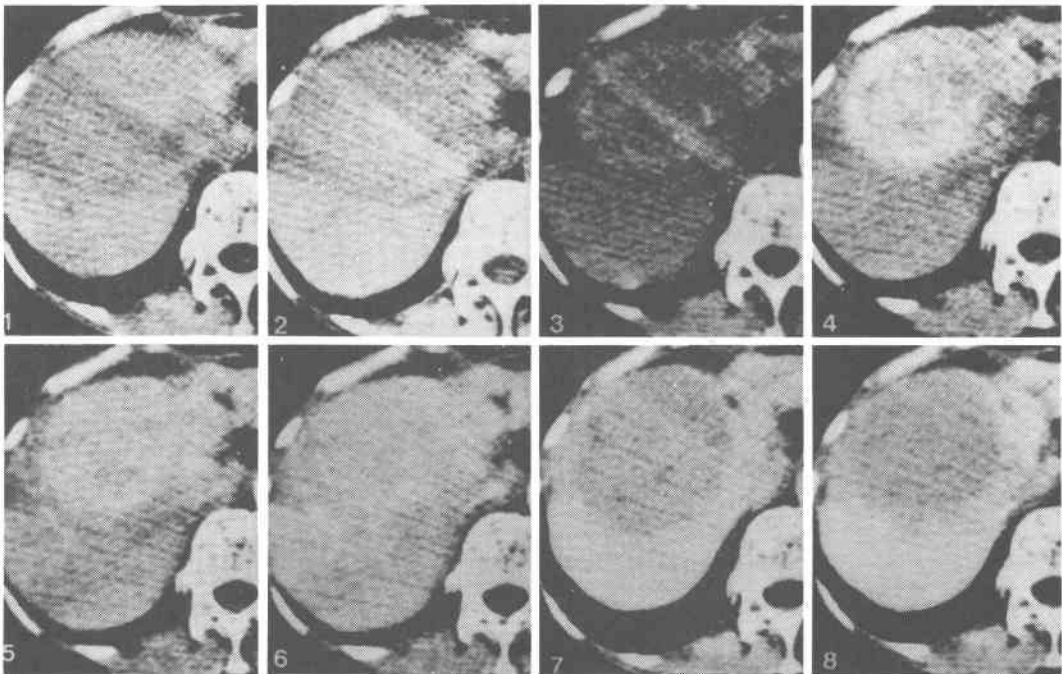


図3 Type Iの画像



に分類した(図2).

Type I(図3, 4): 肝より低値の腫瘍のCT値が肝を越え, 上昇し, 再び低下するもの.

Type II(図5, 6): 肝と同程度の腫瘍のCT値が肝より強く上昇し, 再び同程度に戻るもの.

Type III(図7, 8): 肝より低値の腫瘍のCT値が肝のレベルに達した後, 再び低下するもの.

Type IV(図9, 10): 常に腫瘍のCT値が肝より低いもの.

2. Tumor-liver density curves の Type と疾患の関係(表1).

肝癌81例は Type I 23例, Type II 4例, Type III 4例, Type IV 50例に分かれたが, Type I, II, IIIはすべて肝細胞癌であり, Type IVは肝細胞癌11例, 胆管細胞癌11例, 転移性肝癌28例であった.

3. 正常肝と腫瘍のCT値の差の変化

plain CTによる肝癌の存在診断はその正常肝と腫瘍のCT値の差によって診断される. Type IIを除いた Type I, III, IVでは図4, 6, 8, 10に示すように起点における正常肝と腫瘍のCT値の差, つまり, plain CT時のCT値の差より, late stageのCT値の差の方が大きい. そこで, サーキュレーション・スタディにおいて plain CTよりコントラストが強くなる時期を知るため, 正常肝と腫瘍のCT値の差(正常肝のCT値-腫瘍のCT値)の変化について検討した. 図11は2相性を示す Type IのCT値の差の変化であるが, plain CT時よりもコントラストの増強する時期は

early stageとlate stageの2カ所に存在する. early stageでは腫瘍のCT値が正常肝より, 高く増強し, その時間が15秒と短いのに比べ, late stageでは逆に正常肝より低く増強しており, その時間が50秒以上と長かった. 次に Type I, III, IVの忠実にCT値を追跡しえた34例についてみると図12のように80秒後, 120秒後の時点で有意に高値を示しており, Type I, III, IVのいずれであっても plain CTの時に比べ, 腫瘍が正常肝より低く増強する画像が得られることが判明した. また表1のごとく, 肝癌81例中 Type IIは4例と少な

図4 Type Iの Tumor-liver density curves

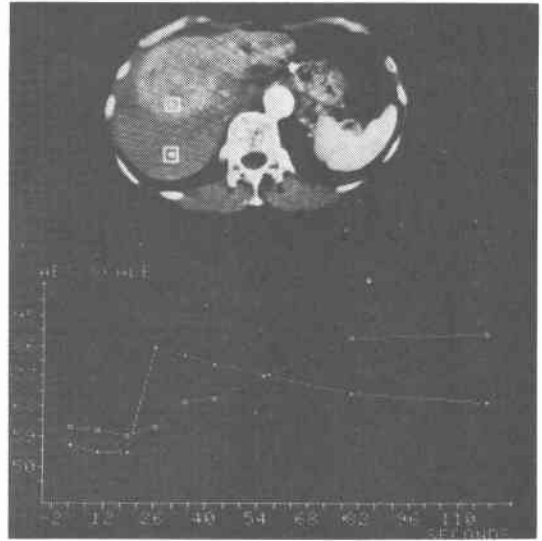


図5 Type IIの画像

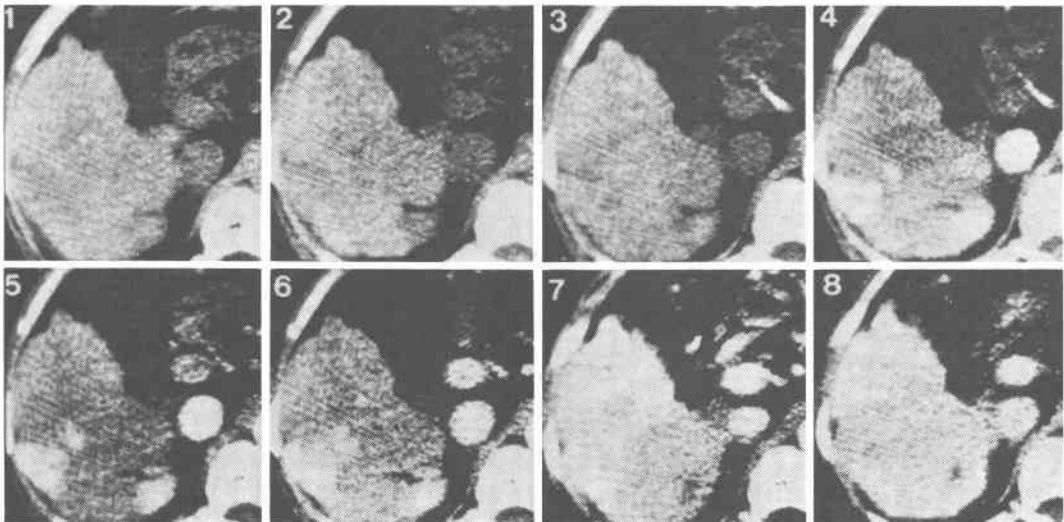
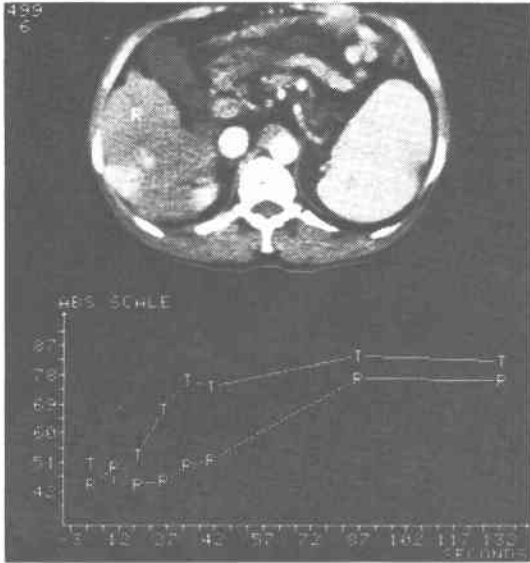


図6 Type IIの Tumor-liver density curves



く、late stage において明瞭な画像が得られる Type I, III, IV は77例で全体の95%であった。以上の結果から late stage に全肝をすばやく移動スキャンする肝癌の存在診断法としての late stage CT を考案した。

4. late stage CT の診断能の検討

1) 主腫瘍の診断成績

肝癌81例において plain CT, US, Angiography と比較検討したところ、late stage CT では77/81 95%、plain CT 74/81 91%、US 78/81 96%、Angiography

68/81 84%であり、Angiography を除いた3者では診断率に大きな差はなかった。

2) 病変数の診断成績 (表2~5)

肝癌に対する手術の是非、術式決定に際して腫瘍が孤立性か、数コか、多発性かを把握することは重要である。切除肝癌44例の標本において、その病変数の診断成績について plain CT, US, Angiography と比較検討した。

i) late stage CT : 1病変30例はすべて正しく診断し、2病変は7例中2例を1病変、5例を2病変と正診、3病変では4例中1例を1病変、2例を2病変、1例を3病変と正診、4病変以上では3例中1例を2病変、2例を4病変以上と正診し、全体の正診率は38/44 86%であった。

ii) plain CT : 1病変30例を正診できたもの28例、2病変7例中、正診例は5例、1病変と診断した例は2例であった。また、3病変および、4病変以上を正診した例はなく、全体の正診率は33/44 75%であった。

iii) US : 1病変30例を正診できたものは28例、2病変7例中、正診例は3例、1病変と診断した例は2例であった。また、3病変、4病変以上は plain CT 同様、正診例はなく、全体の正診率は31/44 70%であった。

iv) Angiography ; 1病変30例を正診できたもの21例、2病変7例中、1例を正診し、5例を1病変と診断した。また、3病変、4病変以上を正診できた例はなく、診断不能例が11例認められ、全体の正診率は22/44 50%と低率であった。診断不能例の内訳は肝細胞癌

図7 Type IIIの画像

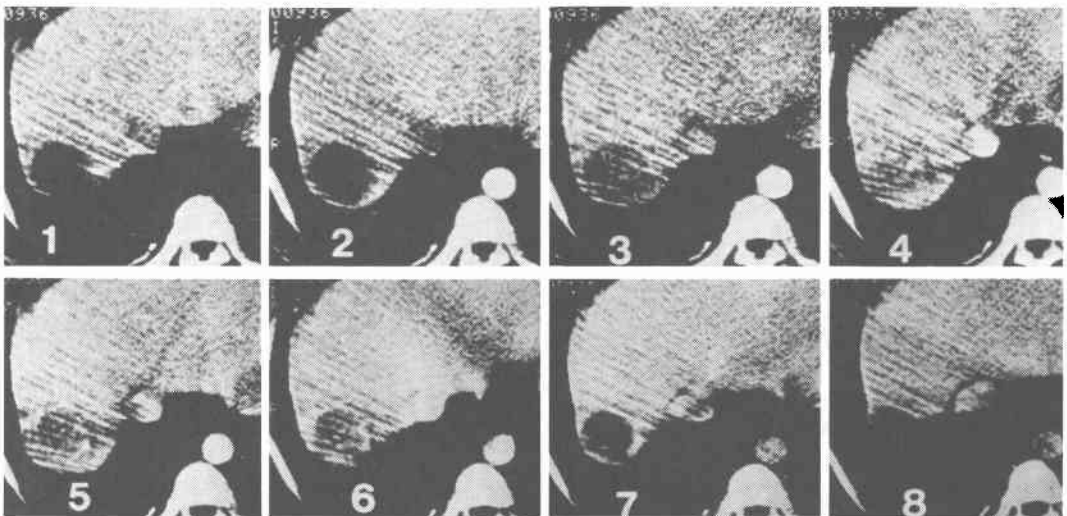
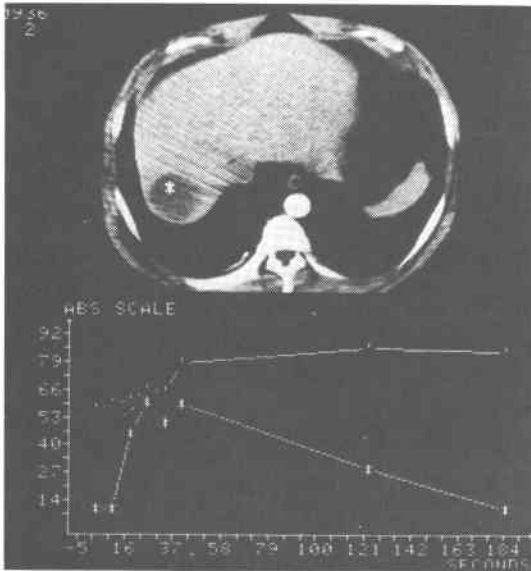


図8 Type IIIの Tumor-liver density curves



4例, 胆管細胞癌2例, 転移性肝癌5例であり, 11例中9例は左葉に存在していた. 今後は左葉の診断能向上のため, subtraction等の工夫が必要と考えられた. このようにlate stage CTでは病変数の把握, つまり, 病巣の広がり診断する上で高い診断率を示し, 手術の是非, 術式決定に際し, 最もすぐれた手段と言える.

次に, late stage CTが副病変の拾い出しに有用であった肝細胞癌の症例を示す(図13). 左はplain CT,

右はそれに対応するlate stage CTであるが, 左では矢印に示した1コの病変しか描出できないが, 右では矢印で示した合計3コの病変が描出されており, この症例は切除標本より3コの病変が確認された.

3) 腫瘍の大きさ別診断成績(表6)

4病変以上を多発例とし, それらを除いた切除例41例の56病変で大きさ別にplain CT, US, Angiographyと比較検討した.

late stage CTでは1cm以上のすべての病変, plain CT, USでは4cm以上のすべての病変が診断可能であり, その全体の診断率はlate stage CT 51/56 91%, plain CT 45/56 80%, US 42/56 75%, Angiography 32/56 57%であった. また3cm以下の病変についてみるとlate stage CT, plain CT, US, Angiographyの診断率は84%, 68%, 58%, 45%であり, late stage CTは他の画像診断法に比べ特に小さな病変の診断にすぐれていた.

IV. 考 察

US, CTの普及と改良にともない. 肝癌の存在診断の向上は目ざましく, 小さな肝癌も発見されるようになり, 外科切除の対象となる症例も増加してきた¹²⁾. とくにCTは腫瘍の拾い出し, つまり, スクリーニング検査として評価は高い. しかし, partial volume effect等の影響により, 診断不能例も少なくない. そこで, 診断をより確実にするために造影剤を用いたContrast Enhancement CTが利用されるようになった. これには造影剤の投与方法により, i) 点滴静注法³⁾, ii)

図9 Type IVの画像

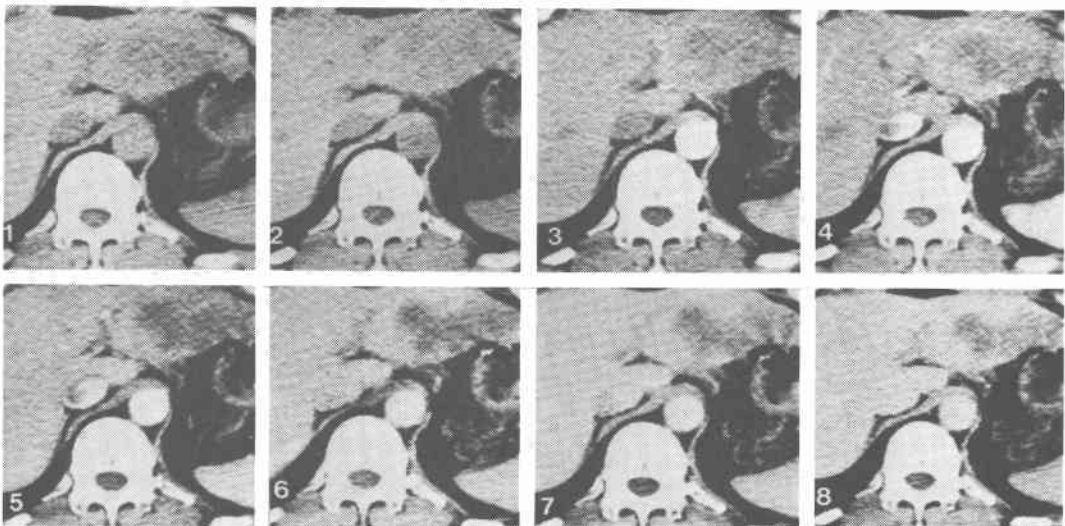


図10 Type IV の Tumor-liver density curves

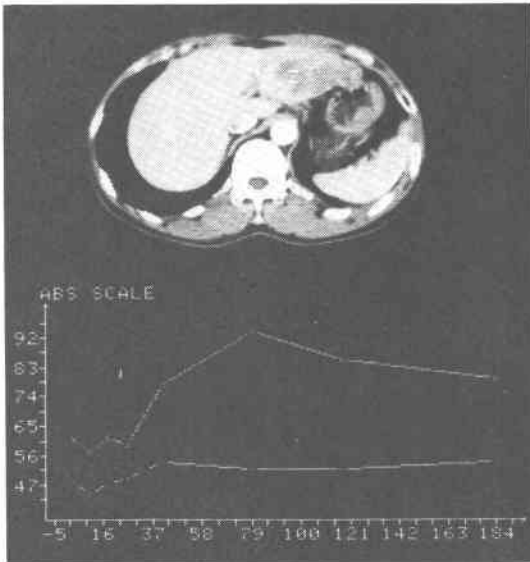


表1 Tumor-liver density curves の Type と疾患の関係

Type	例数	肝癌81例		
		肝細胞癌	胆管細胞癌	転移性肝癌
I	23	23		
II	4	4		
III	4	4		
IV	50	11	11	28
計	81	42	11	28

図11 正常肝と腫瘍の CT 値の差の変化 Type I 7例

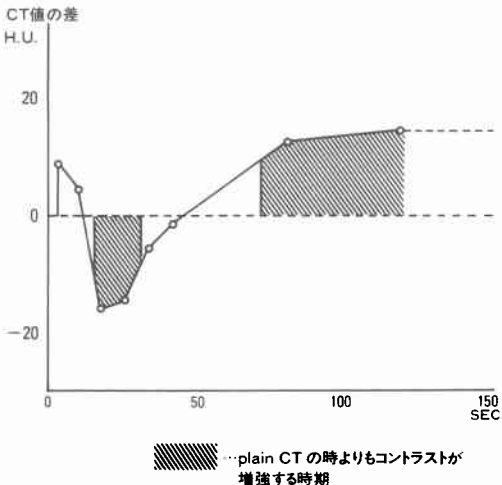


図12 正常肝と腫瘍の CT 値の差の変化

35例 (M±SE)

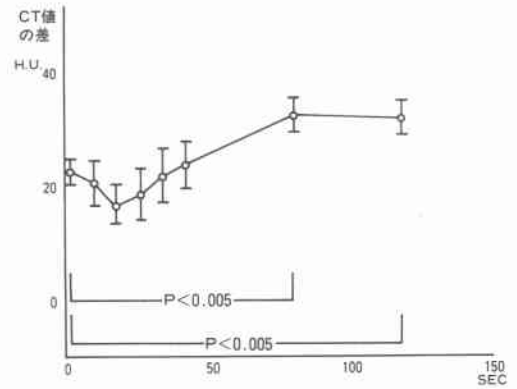


表2 late stage CT による病変数の診断成績

切除標本の病変数	例数	late stage CTによる診断			
		1病変	2	3	4以上
1病変	30	30			
2	7	2	5		
3	4	1	2	1	
4以上	3		1		2
計	44	33	8	1	2

正診率%(86%)

表3 plain CT による病変数の診断成績

切除標本の病変数	例数	plain CTによる診断			
		1病変	2	3	4以上
1病変	30	28			2
2	7	2	5		
3	4	3	1		
4以上	3	2			1
計	44	35	6		3

正診率%(75%)

Angio CT⁴⁵⁾, iii) サーキュレーション・スタディによる dynamic CT (以下 dynamic CT) などがあるが、点滴静注法はスキャン中に一定の造影剤の血中濃度を保つことが可能であり、脈管と病変との関係にすぐれ

表4 USによる病変数の診断成績

		切除44例 千大ニ外				
切除標本の病変数	例数	USによる診断				
		1病変	2	3	4以上	診断不能
1病変	30 ^m	28				2
2病変	7	4	3			
3	4	2	1			1
4以上	3	2	1			
計	44	36	5			3

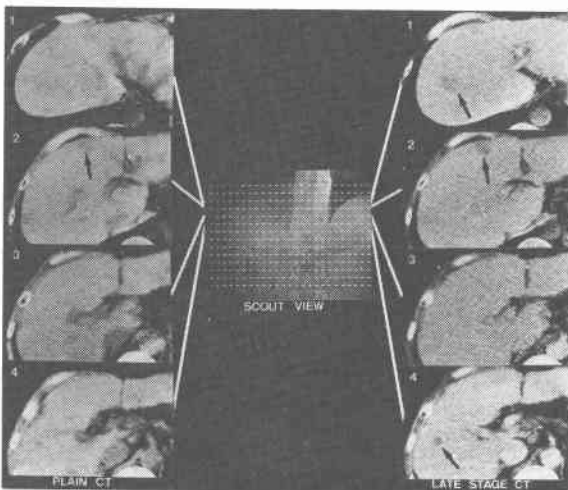
正診率%(70%)

表5 Angiographyによる病変数の診断成績

		切除44例 千大ニ外				
切除標本の病変数	例数	Angiographyによる診断				
		1病変	2	3	4以上	診断不能
1病変	30 ^m	21				9
2	7	5	1			1
3	4	2	1			1
4以上	3	3				
計	44	31	2			11

正診率%(50%)

図 13



ている。しかし、造影剤注入によりかえって腫瘍が診断しにくくなる例も報告されており⁶⁾、また、dynamic CTよりも描出能が低いという報告もある⁷⁾。Angio

表6 大きさ別の腫瘍の診断成績

		切除41例56病変					千大ニ外		
大きさ	病変数	造影剤 CT		造影剤 CT		U S	Angiography		
		造影剤 CT	造影剤 CT	造影剤 CT	造影剤 CT				
~1 cm	7病変	2(29%)	1(14)	1(14)	1(14)				
~2	11	11(100)	10(91)	9(82)	4(36)				
~3	13	13(100)	10(77)	8(62)	9(69)				
~4	7	7(100)	6(86)	6(86)	5(71)				
~5	5	5(100)	5(100)	5(100)	4(80)				
5.1~	13	13(100)	13(100)	13(100)	9(69)				
計	56	51(91)	45(80)	42(75)	32(57)				

CTは森山らにより積極的に行われており、Angiographyでは存在不明な例や、手術例の正確な病変の広がり、肝内転移の診断に有用であることを報告している。しかし、本法は侵襲が強いのでCTの本来の非侵襲性を生かしていない欠点がある。dynamic CTは非侵襲性であり、かつ、種々の利点を有している。従来、肝癌の血流動態の情報を得るためにはAngiographyが唯一の手段であったが、腹部領域へのdynamic CTの導入により、CT検査による血流動態の把握も可能になった。dynamic CTでは造影剤を経静脈的にbolus injection後の造影剤の組織への移行を画像で捉えるものであり、動脈相、毛細血管相、静脈相を経時的に観察可能で血管の解剖学的位置や病巣の広がりを明瞭に描出でき⁸⁾、また、コンピューターによる経時的かつ客観的画像解析も可能である。静脈内に注入された造影剤は注入後、数秒で血管外へ漏出しはじめ、数分後には血管内外の造影剤は平衡状態になるといわれており^{9)~11)}、したがって、初期の数分間にCT画像を得ることが必要となる。腹部領域における造影剤の量は1~2ml/kg、を使用する場合が多いが^{11)~13)}、本研究では0.8ml/kgの注入量で鮮明な画像が得られ、この量で十分と考えられた。

正常肝の血流は25~30%は動脈支配、70~75%は門脈支配を受ける¹⁴⁾のに対し、肝癌は動脈が唯一の流入血管であり¹⁵⁾、その血流量の相互の関係から、初期には実質の造影剤の量が規定され、正常肝と腫瘍の間にコントラストが生じることになる¹⁶⁾。この性質を利用したdynamic CTの肝癌に対する診断的有用性についての報告も多くなっており^{7)16)~18)}、正常肝と腫瘍の血流動態を経時的なCT値の変化として画像を捉え、さまざまなパターンを呈することを述べている。本研究では正常肝と腫瘍のCT値の変化をTumor-liver density curvesと表現し4型に分類したが、肝細胞癌にみられたType I, IIはいわゆるhypervascularと評価でき、これらの症例ではAngiographyにおいても肝細胞癌の特徴的なhypervascular像を呈した。An-

giography で診断不能例が多いことは先に述べたが、それらの症例のほとんどは dynamic CT で isovascular ないしは hypovascular と評価しうる Type III や hypovascular な Type IV に属していた。これは診断不能例の腫瘍が左葉に存しているばかりでなく、小さな肝癌で isovascular あるいは hypovascular な症例が増加し、周囲の正常肝組織の影響を受けやすい Angiography ではマスクされてしまうためと思われる。また、Type I, II, III の肝細胞癌は腫瘍自体の CT 値の変化をみれば、基本的には同じパターンと考えられ、これは plain CT 像での正常肝と腫瘍の CT 値の違いから生じると思われる。肝細胞癌のパターンの変化がいかなる癌の特質を反映しているのかは、常富ら¹⁹⁾は肝細胞癌の plain CT における density には癌部の出血、壊死、脂肪変性および、非癌部の脂肪変性が関与すると報告しているが、今後の検討課題と思われる。

Tumor-liver density curves は原発性肝癌の鑑別等の質的診断²⁰⁾や Transcatheter arterial embolization の適応に関して¹⁾も有用と考えられた。

このように dynamic CT は非侵襲性で腫瘍の vascularity の的確な把握ができ、診断上有用であるが、腫瘍の存在診断に関しては物理的に1ないし2スライス面での観察しかできないため、肝のすべてのスライス面で腫瘍を検索するのは困難である。そこで、Tumor-liver density curves の解析により、Type I, III, IV であれば、late stage において plain CT よりも正常肝と腫瘍の CT 値の差が広がり、その持続時間が長いことに着目し、dynamic CT の問題点を補うためにダイナミックスタディの1つであるテーブル移動高速スキャン・スタディを利用した late stage CT を考案した。

前述したごとく、造影剤の bolus injection 後、動脈相、毛細血管相、静脈相の画像が順次、得られるが、late stage では静脈相、肝でいえば門脈相の画像が得られる時期である。つまり、late stage CT は造影剤が血管内外で平衡状態になる以前で正常肝の造影剤の大部分が門脈血流によって規定される時期に肝全域をすばやく連続移動スキャンする方法である。通常の plain CT では肝癌は全体が hypodense あるいは一部が hypodense なものとして描出される。しかし、肝内の脈管（門脈）と区別し難い場面が生じることもあるが、late stage CT ではこれらの脈管には造影剤が流入しており、false positive の否定に役立つ。また、Type III や Type IV のように plain CT で hypodense な症

例はもっと鮮やかなコントラストを示し、early stage で hyperdense を呈する Type I であっても late stage では plain CT に比べ、明瞭な hypodense 像として描出されることから、late stage CT では plain CT で問題となる partial volume effect の影響を少なくすることができる。しかし、逆に partial volume averaging²¹⁾のため、嚢胞や拡張胆管が周囲の正常組織のエンハンスメント効果により、肝癌と読み違える場合が考えられ、注意を要する。Type II の腫瘍は plain CT でも late stage CT でも捉えにくく、このような腫瘍は early stage にエンハンスされた時点で捉えるしか CT での検索方法はない。Type II 症例は4/81と少なく、他の肝癌症例は late stage CT によりすべて描出可能であった。

late stage CT に近い方法として Foley ら²²⁾は60例の転移性肝癌が疑われる患者に postcontrast survey dynamic CT (60% diatrizoate 180ml を2分間で経静脈的に注入。注入開始1分後から全肝を連続移動スキャンする方法)を行い、plain CT よりも腫瘍と正常肝との間にコントラストの増強した画像を得ることができ、診断率が高まると報告している。しかし、late stage CT は造影剤の大部分が門脈血流によって規定される時期にスキャンする方法であるのに対し、この方法は大量の造影剤を用いていること、造影剤を注入している時から、スキャンを開始していることから、いかなる時期に撮影しているのか明らかでなく、Type I, II, III の肝細胞癌では診断できない場合が想定される。また、肝の造影剤が門脈血流によって規定される時期に全肝を連続移動スキャンする方法として Matsui²³⁾らは Dynamic sequential computed tomography with table incrementation during arterial portography (DSCT-AP)について報告している。これは経上腸間膜動脈的に門脈に造影剤を注入しながら肝をスキャンする方法で、肝癌の診断率を高めていると述べているが、この方法は Angio CT と同様に侵襲性の検査といえる。

肝癌の診断時は主腫瘍の診断で満足するのではなく、娘結節、肝内転移の有無を術前に確認し、適切な術式、治療法の選択をしなければならない。とくに肝細胞癌においては肝硬変を合併していることが多く、resectability を論じる場合、肝予備能を考慮に入れ、たとえ、小さな腫瘍であっても、病巣の広がりを的確に診断し、切除肝の量を推定しておかなければならない。したがって、副病変の診断率を高めることが必要

となる。late stage CT の診断能について、切除例44例で切除標本の病変数と診断できた病変数を対比させて検討したわけであるが、plain CT, US, Angiography に比べ、すぐれた診断率を示し、副病変の拾い出しに有用と考えられた。late stage CT の病変数の診断率が高率であるのは切除例で多発例を除いた41例、56病変の大きさ別の診断率の検討から plain CT, US, Angiography に比べ、小さな病変でも描出できるためと考えられた。

これらの結果を踏まえ、CT 検査による肝癌の検索法は次のように行うのが望ましいと思われる。

まず、スクリーニングとして plain CT を行い、腫瘍の存在するあるいは疑われるスライス面を選定し、選定面においてサーキュレーション・スタディを行い、主腫瘍の性質を診断する。次に、手術の是非、術式決定のため、late stage CT を行い、副病変の検索に努める。CEA や α -Fetoprotein などの腫瘍マーカーが高値を示し、肝癌が疑われる時、plain CT で腫瘍の存在が確認できない場合には late stage CT を最初に行い、腫瘍の存在を認めれば、そのスライス面でサーキュレーション・スタディを行い、腫瘍の性質を診断する。

以上のようにサーキュレーション・スタディによる dynamic CT に加え、late stage CT を行うことにより、肝癌の性質、広がりをも的確に診断でき、ひいては肝癌の治療成績向上に大いに貢献できるものと思われる。

V. 結 語

肝癌81例（肝細胞癌42例、胆管細胞癌11例、転移性肝癌28例）に dynamic CT を施行し、以下の結果を得た。

1. 肝癌81例は Tumor-liver density curves から4つの Type に分類できた。

Type I: 23例、肝より低値の腫瘍の CT 値が肝を越え、再び低下するもの。

Type II: 4例、肝と同程度の腫瘍の CT 値が肝より強く上昇し、再び同程度に戻るもの。

Type III: 4例、肝より低値の腫瘍の CT 値が肝のレベルに達した後、再び低下するもの。

Type IV: 50例、常に腫瘍の CT 値が肝より低いもの。

2. Type I, III, IV における正常肝と腫瘍の CT 値の差は plain CT の時よりも造影剤の bolus injection 後、約80秒、120秒の時点で有意に広がることから、この時期の全肝を連続移動スキャンする late stage CT

の診断上の有用性が示唆された。

3. 44例の切除標本からその病変数の診断率をみると late stage CT は86%で plain CT, US, Angiography よりすぐれていた。

4. 切除標本からみた56病変の描出率は late stage CT では91%で1cm以上の病変はすべて描出でき、plain CT US, Angiography に比し小さな病変の描出にすぐれていた。

5. late stage CT は非侵襲性であり、短時間に比較的少量の造影剤で実施でき、小さな肝癌の診断、肝内転移の診断にすぐれ、CT の特徴を生かした有用な検査法である。

稿を終るに臨み、御指導、御校閲を賜わった佐藤博教授に深謝するとともに、御指導、御協力いただいた教室の諸先生方に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 竜 崇正, 渡辺義二, 尾崎正彦ほか: 肝切除の適応規準—画像診断の面から—. 日外会誌 84: 904—907, 1983.
- 2) 奥山和明, 磯野可一, 佐藤裕俊ほか: 転移性腫瘍の基礎と臨床—特に胃癌, 大腸癌肝転移例に対する集学的治療—. 日外会誌 84: 796—799, 1983.
- 3) 鳥塚莞爾, 百々義廣, 中野義久ほか: 肝内病変の CT 統影の実際. 消外 4: 1621—1633, 1981.
- 4) 森山紀之, 岡崎正敏: 超選択的血管造影下の CT 検査. 消外 4: 225—229, 1981.
- 5) Moss AA, Dean PB, Axel L, et al: Dynamic CT of hepatic masses with intravenous and intraarterial contrast material. AJR 138: 847—852, 1982.
- 6) 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. 日医放線会誌 42: 130—151, 1982.
- 7) Hosoki T, Chatahi M, Mori S: Dynamic computed tomography of hepatocellular carcinoma. AJR 139: 1099—1106, 1982.
- 8) Young SW, Noon MA, Nassi M, et al: Dynamic computed tomography body scanning. J Comput Assist Tomogr 4: 168—173, 1980.
- 9) Korman M, Dean PB: Extravascular contrast material: The major component of contrast enhancement. Radiology 121: 389—382, 1976.
- 10) Young SW, Turner RJ, Castellino RA: A strategy for the contrast enhancement of malignant tumors using dynamic computed tomography and intravascular pharmacokinetics. Radiology 137: 137—147, 1980.
- 11) Dean PB, Kivisaari L, Korman M: The

- diagnostic potential of contrast enhancement pharmacokinetics. *invest Radiol* 13 : 533-540, 1978
- 12) Kivisaari L, Korhano M, Rantakokko V : Contrast enhancement of the pancreas in computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 3 : 722-726, 1979
 - 13) Marchal G, Beart AL, Wilms G : Intravenous pancreaticography in computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 3 : 727-732, 1979
 - 14) Greenway CV, Slark RD : Hepatic vascular bed. *physiol Rev* 51 : 23-65, 1971
 - 15) Ackerman NB, Lien WM, Kondi ES et al : The blood supply of experimental liver metastases. I. The distribution of hepatic artery and portal vein blood to "small" and "large" tumors. *Surgery* 66 : 1067-1072, 1969
 - 16) Marchal GJ, Baert AL, Wilms GE : CT of Noncystic liver lesions: Bolus enhancement. *AJR* 135 : 57-65, 1980
 - 17) Araki T, Itai Y, Furui S et al : Dynamic CT densitometry of hepatic tumors. *AJR* 135 : 1037-1043, 1980
 - 18) Kunstlinger F, Federle MP, Moss AA et al : Computed tomography of hepatocellular carcinoma. *AJR* 134 : 431-437, 1980
 - 19) 常富重幸, 大藤正雄, 飯野康夫ほか : 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—. *日消病会誌* 81 : 72-81, 1984
 - 20) 山本 宏, 竜 崇正, 渡辺義二ほか : 肝悪性腫瘍のdynamic CT像. *医のあゆみ* 129 : 321-326, 1984
 - 21) 大山行雄 : 体部CT. Contrast enhancementの留意点—臓器, 組織および腫瘍などのContrast enhancementに影響する因子—. *画像診断* 2 : 237-241, 1982
 - 22) Foley WD, Berland LL, Lawson TL et al : Contrast enhancement technique for dynamic hepatic computed tomographic scanning. *Radiology* 147 : 797-803, 1983
 - 23) Matsui O, Kadoya M, Suzuki M et al : Work in progress: Dynamic sequential computed tomography during arterial portography in the detection of hepatic neoplasms. *Radiology* 146 : 721-727, 1983
-