OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Hypervascular肝悪性腫瘍検出におけるbolus dynamic CTの有用性
Author(s)	松田, 裕通; 阿部, 公彦; フリーニイ, パトリック C
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(4), p. 167-172
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20697
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Hypervascular肝悪性腫瘍検出におけるbolus dynamic CTの有用性

松田　裕道[1),2)]　　阿部　公彦[1)]　　パトリック・C・フリーニィ[2)]

1）東京医科大学放射線医学教室　　2）ワシントン大学メディカルセンター放射線科

Utility of Bolus Dynamic CT for the Detection of Hypervascular Malignant Hepatic Tumors : Mainly Referring to the Comparison with Delayed Phase Contrast-enhanced CT

Hiromichi Matsuda[1),2)], Kimihiko Abe[1)] and Patrick C. Freeny[2)]

In order to analyze the usefulness of dynamic contrast-enhanced CT, 84 patients who had hepatocellular carcinoma or suspected hypervascular metastases were studied with conventional incremental dynamic CT (CID-CT) or double helical CT (DH-CT). Delayed phase contrast-enhanced CT studies were consecutively performed in all patients. Thirty-six of 84 patients had malignant hepatic neoplasms ; six had hepatocellular carcinoma and 30 had metastatic tumors.

At first, the detectability of hepatic lesions was evaluated with bolus dynamic CT and delayed phase CT. Dynamic CT has detected more lesions than delayed CT. Some hepatic lesions described as isodensity were missed on CID-CT. Therefore, delayed phase CT cannot be eliminated when CID-CT is performed.

Secondly, hepatic lesion detectability with CID-CT was compared with that of DH-CT. DH-CT did not miss the hepatic lesions picked up by delayed phase CT and was expected to provide excellent detectability of hypervascular hepatic neoplasms. In addition, first helical CT showed most hepatic lesions as areas of obvious hyperdensity, while CID-CT did not show their correct vascularities. So-called hypervascular hepatic tumors, however, were not always hypervascular and were demonstrated as areas of iso-hypodensity even on initial helical scanning. Second helical CT was useful to detect these so-called hypervascular, but actually hypovascular lesions.

In conclusion, dynamic CT was helpful in detecting hypervascular hepatic malignant neoplasms, and DH-CT was more accurate than CID-CT for the detection of hepatic lesions and the evaluation of vascular lesion.

Research Code No. : 514.1

***Key words** : Liver, Hypervascular tumor, Metastasis Hepatocellular carcinoma, Helical CT*

Received Nov. 22, 1994 ; revision accepted Mar. 22, 1995

1) Department of Radiology, Tokyo Medical College
2) Department of Radiology, University of Washington, Medical Center

はじめに

原発性肝癌の頻度が低い欧米では，転移性腫瘍が肝悪性腫瘍画像診断の中心となっている．転移性肝腫瘍の原発病変は，大腸癌，肺癌，膵癌等，一般に乏血性腫瘍とされるものが多く，肝転移巣も同様のvascularityを呈するものが多いが，腎細胞癌，膵島細胞腫のような多血性腫瘍の肝転移も稀ではなく，特に米国においては悪性黒色腫や乳癌等の頻度が高いことから，いわゆるhypervascular hepatic metastasesに関する報告が数多く見られる[1)-5)]．また，肝細胞癌に対する認識も本邦とは多少異なっており，アジア系民族と非アジア系民族の肝細胞癌の違いを検討した報告もあるため，これらの腫瘍検出における適切なCTの撮影方法を検討する必要がある．ワシントン大学メディカルセンター放射線科では，Pattenら[1)]が原発性肝腫瘍を含めたhypervascular肝悪性腫瘍検出に関するbolus dynamic CTの評価を報告しており，腫瘍検出を目的とする場合単純CTは省略しうると結論している．今回筆者らは，bolus dynamic CTの検出能に関し，delayed contrast-enhanced CTとの比較を中心に検討，また新たな撮影方法である2相性 helical CTの評価も試みたので報告する．

対象・方法

対象は，1992年2月から1994年4月までワシントン大学メディカルセンター放射線科にて肝のbolus dynamic CTおよびdelayed contrast-enhanced CTの施行された，肝細胞癌患者 6例，hypervascularな転移性肝腫瘍疑い患者78例の計84例である(Table 1)．肝転移疑い患者の内訳はTable 1のとおりだが，このうちCTにて肝転移が検出されたものは30例(悪性黒色腫4例，乳癌10例，腎細胞癌4例，カルチノイド3例，膵島細胞腫 2例，甲状腺髄様癌2例，平滑筋肉腫2例，卵巣癌2例，褐色細胞腫1例)であった．病変が認められなかった他の48例は，超音波，血管造影等，他の画像診断でも悪性腫瘍を疑う所見は得られなかった．肝細胞癌6例は，全例が手術，または生検にて組織診断が得られている．転移性肝腫瘍30例中，組織診が得られたのは5例のみ

で，他は経過観察による腫瘍径の変化，腫瘍マーカー，生化学的肝機能データ，あるいは化学療法後のこれらの反応等を考慮して臨床的に診断した．

使用したCT機種は，General Electronics社製GE9800 advantageである．

検査方法は，全例precontrast CTを省略，造影剤のボーラス注入による，全肝のincremental dynamic CT，あるいはhelical scanを用いたdouble phaseの全肝dynamic CTを施行した．通常のconventional incremental dynamic CT（CID-CTとする）は84例中75例に施行，非イオン性またはイオン性造影剤150－180mlを秒間1.5ml（最初の60秒間）および1.0ml（60秒以降）で注入し，注入開始40秒後からスキャンを開始，2分以内に全肝のスキャンが終了するようにした．helical scanによる二相性のdynamic CT（DH-CTとする）は，造影剤150-200mlを秒間5mlで注入し，注入開始20秒後より動脈優位相として1回目のhelical scanを，続いて注入開始60秒後より門脈優位相として2回目のhelical scanを施行した．架台移動速度は秒間7mmに設定，2相とも30秒以内に全肝のscanを終了した．

CID-CTまたはDH-CT終了後，10分以上経過してからdelayed phaseのenhance CT（delayed CT）を，7mm間隔，5mm厚にて撮影した．

hypervascular肝悪性腫瘍検出数の判定は，dynamic CTおよびdelayed CTにおける肝全体の病変を拾い上げ，病変が多数の場合は代表的な1または2スライスで評価した（A群，36例中25例）．それでも判定が困難な極めて多数の病変を有する症例は，別個の群（B群，36例中11例）として肉眼的にどちらの撮影で病変が多く見えるかを判定した．

検討項目は，以下のとおりである．

(1)上記の方法で，肝悪性病変を有する36例のdynamic CTとdelayed CTの検出能を比較し，症例ごとに以下の5typeに分類した（Table 2）．なお，DH-CTは，first helical CTまたはsecond helical CTのうち検出，描出能の優れた方を比較の対象とした．

Table 1 Number of study cases

Hepatocellular carcinoma (HCC)	6 (6)
Melanoma	24 (4)
Breast carcinoma	21 (10)
Renal cell carcinoma (RCC)	16 (4)
Carcinoid	5 (3)
Islet cell tumor	3 (2)
Thyroid medullary carcinoma	2 (2)
Leiomyosarcoma	3 (2)
Ovarian carcinoma	2 (2)
Testicular carcinoma	1 (0)
Pheochromocytoma	1 (1)
total	84 (36)

( ) : Number of cases with malignant hepatic lesions

Table 2 Comparison between Dynamic CT and Delayed CT

	Number of cases				
Hepatic lesion (case number)	type 1	type 2	type 3	type 4	type 5
Hepatocellular carcinoma (6)	3	1	1		1
Melanoma (4)	1	2	1		
Breast carcinoma (10)	8		1		1
Renal cell carcinoma (4)	4				
Carcinoid (3)	1	1	1		
Islet cell tumor (2)			1		1
Thyroid medullary carcinoma (2)	1		1		
Leiomyosarcoma (2)	2				
Pheochromocytoma (1)					1
Ovarian carcinoma (2)	1	1			
total (36)	21	5	6	0	4

type 1 : Dynamic CT is superior to delayed CT for lesion detectability.
type 2 : Detected number is almost equal, but dynamic CT is better than delayed CT for lesion conspicuity.
type 3 : Both dynamic and delayed CT are equal for lesion detectability and conspicuity.
type 4 : Detected number is almost equal, but delayed CT is better than dynamic CT for lesion conspicuity.
type 5 : Delayed CT is superior to dynamic CT for lesion detectability.

type 1：dynamic CTの方が病変検出能に優れている症例．

type 2：検出能はほぼ同等であるが，dynamic CTで肉眼的に腫瘍－肝のコントラストがより明瞭な症例．

type 3：病変検出能が同等で，腫瘍－肝のコントラストも明らかな差がない症例．

type 4：検出能はほぼ同等であるが，delayed CTで肉眼的に腫瘍－肝のコントラストがより明瞭な症例．

type 5：delayed CTの方が病変検出能に優れている症例．

(2) 5段階分類した36例の評価を，CID-CT施行群（29例）とDH-CT施行群（7例）に分け，両者の腫瘍検出能を比較検討した（Table 3）．また，前者の29例中，7例に後日DH-CTが

施行されているので，同一症例における病変検出能の差も比較した．

結　果

(1)Bolus dynamic CTとdelayed CTの検出能比較(Table 2)

CTにて悪性肝腫瘍の認められた36症例中，病変数の判定可能なA群の症例は25例であり，このうちdynamic CTで検出された病変数は計132病変，delayed CTで検出された病変数は計81病変であった．A群，B群合わせた36例をタイプ別に分類すると，dynamic CTの方が検出能が優れるtype 1が36例中21例(58%)，dynamic CTが腫瘍描出能で優れるtype 2が5例(14%)，検出能も描出能も同等のtype 3が6例(17%)，delayed CTの方が検出能が優れたtype 5が4例(11%)となった．type 4と評価された症例はなかった．

すなわち，dynamic CTが腫瘍の検出能あるいは描出能において，delayed CTより優れているものが36例中26例(72%)であり(Fig.1)，delayed CTが優れているものはわずか4例(11%)であった．type 5と判定された4例は，dynamic CTで病変の数個が等濃度に描出されていた(Fig.2)．

(2)CID-CTとDH-CTの比較(Table 3)

CID-CTが施行された29例の5段階分類では，type 1の症例が18例(62%)，type 2が5例(17%)，type 3が2例(7%)，type 4はなし，type 5が4例(14%)であった．

一方，DH-CTが施行された7例中type 1は3例(43%)，type 2はなし，type 3が4例(57%)，type 4，5がなしであった．

Dynamic CTが検出能，描出能のいずれかで勝っていたtype 1，2の割合は，CID-CTの群で29例中23例(79%)，DH-CTの群では7例中3例(43%)とCID-CTの結果が優れていた．しかし，dynamic CTの検出能が劣るtype 5がCID-CT群で4例(14%)存在したのに対し，DH-CT群では1例も認めず，全例がtype 3以上の成績であった．

また，異なる時期(3－8カ月の差)にCID-CT，DH-CT両者を施行された7例の比較では，時間的な差があり正確な比較はできないものの，7例中5例でDH-CTの方が優れた検出能，描出能を有すると評価された．DH-CTでは，hypervascularな腫瘍の場合，first helical scanの動脈優位相で明瞭な高濃度に描出されることが多かった(Fig.3)が，比較的vascularityの乏しい病変は，second helical scanの門脈優位相で明瞭な低濃度に描出された(Fig.4)．

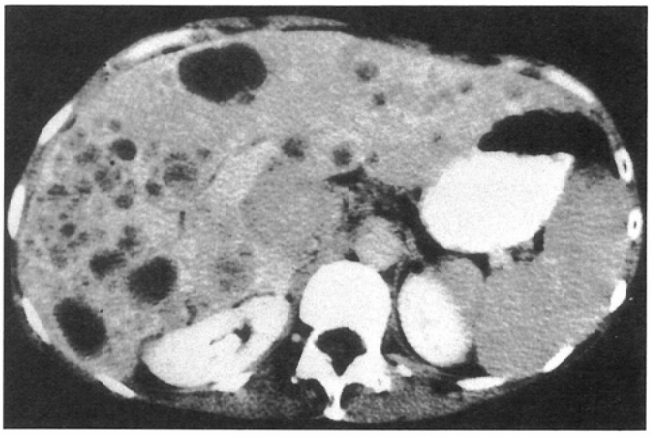
Table 3　Comparison between CID-CT and DH-CT

	Number of cases				
(Total study cases)	type 1	type 2	type 3	type 4	type 5
CID-CT (29)	18	5	2	0	4
DH-CT (7)	3	0	4	0	0

考　察

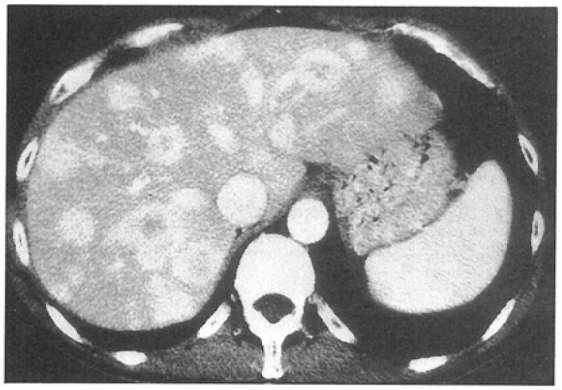
肝腫瘤性病変の検出能，描出能向上にbolus injectionを用いたdynamic studyが有用であることは，従来よりよく知られている[5)-10)]．特にhypovascularな転移性肝腫瘍では，大量の造影剤を秒間1－2mlでbolus injectionしながら，注入開始後約2分半以内のnonequilibrium phase(非平衡相)に全肝をスキャンすることにより腫瘍－肝のコントラストが上昇し，点滴造影法に比べ検出能が向上するとされている[8]．これに対しhypervscularな肝腫瘍では，造影剤ボーラス注入開始後約20～60秒の動脈優位相において高濃度に描出される

(A)

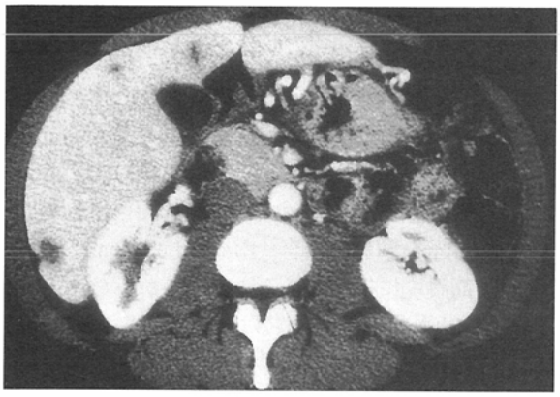


(B)

Fig.1　39 years old, female. A case of metastatic carcinoid(type 1)
(A)CID-CT shows numerous hypodense metastases.
(B)On the delayed enhanced CT, Most lesions are slightly enhanced except for necrotic areas, and this finding resulted in decreasing the detected number or conspicuities of hepatic metastases.


(A)

(C)


(B)

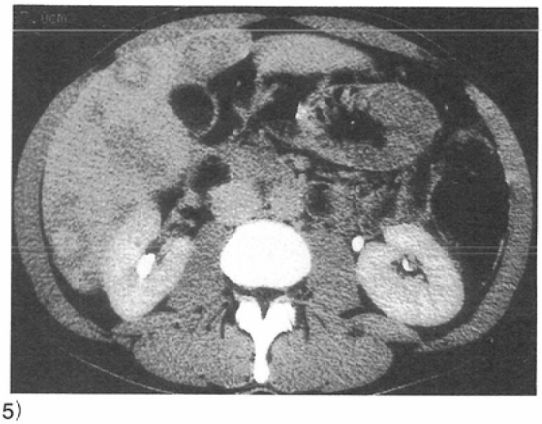
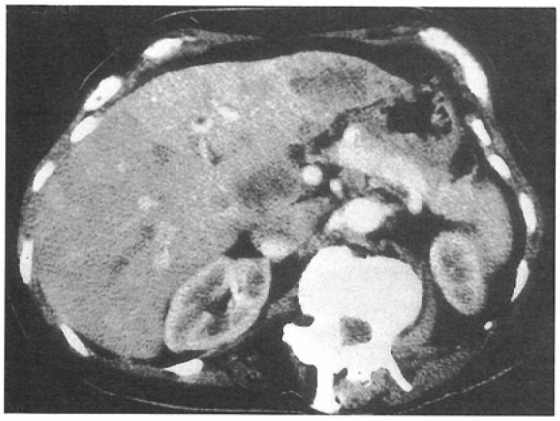
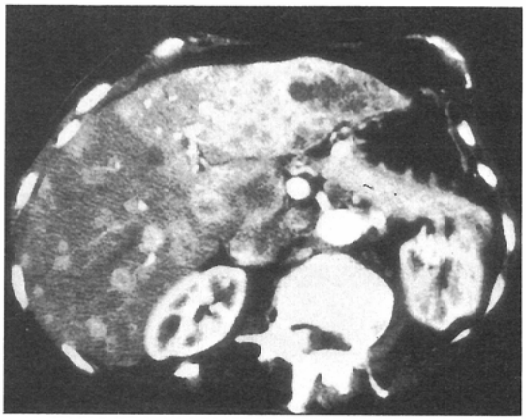

(D)

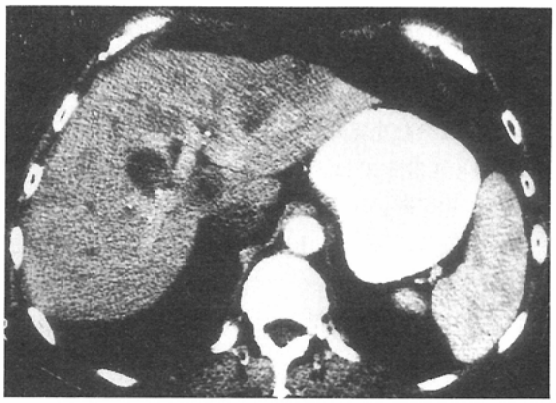
Fig.2 59 years old, male. A case of metastatic gastrinoma (type 5)
(A), (B) CID-CT
(C), (D) delayed enhanced CT
CID-CT obtained at the cephalic level of the liver (A) shows multiple hyperdense metastases which are identified as hypodensities on the delayed enhanced CT (C), although CID-CT obtained at the caudal level of the liver (B) shows less hepatic lesions than delayed enhanced CT (D) because most metastases are enhanced as isodensities.

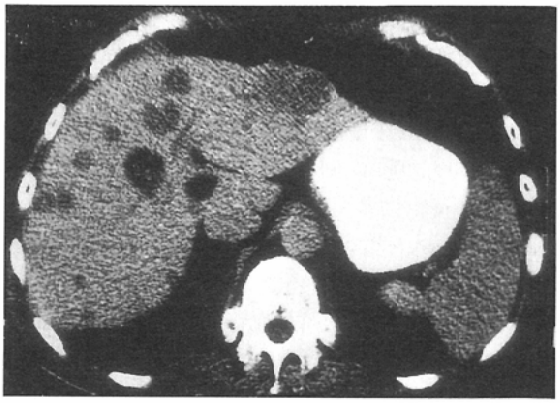

(A)


(C)

(B)

Fig.3 44 years old, female. A case of metastatic thyroid medullary carcinoma (type 1)
(A) CID-CT shows hypodense lesions on the caudate lobe and left lateral segment. In addition, several hyperdense nodules are seen on the right lobe.
(B) Delayed enhanced CT does not demonstrate those small nodules on the right lobe. Metastatic lesions on the caudate lobe and left lateral segment are also obscure.
(C) First helical CT obtained 3 month later demonstrates multiple tiny hyperdense nodules on the right lobe.


(A)


(C)

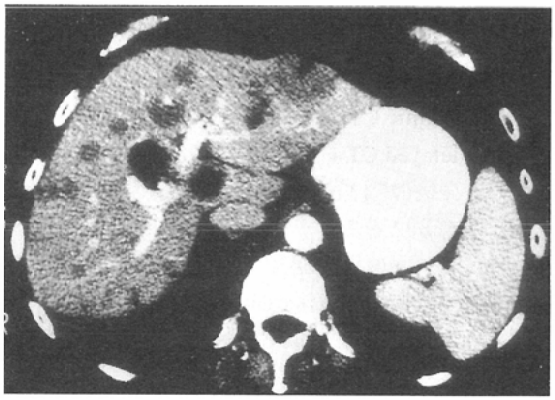

(B)

Fig.4　66 years old, male. A case of metastatic malignant melanoma (type 3)
(A) First helical CT during arterial dominant phase shows several hypodense lesions in the liver.
(B) On the second helical CT during portal dominant phase, those hypodense lesions are more obvious than the first helical CT.
(C) Delayed CT also demonstrates well-demarcated metastases, similar to second helical CT.

ものの，それ以降の非平衡相(主に門脈優位相)では腫瘍内の造影剤がwash outされ，肝実質が門脈から入ってきた造影剤によりエンハンスされる(門脈優位相)ため，腫瘍が等～低濃度に変化し，等濃度になった病変を見落としてしまう可能性がある．Bresslerら[2]は，hypervascular転移性肝腫瘍の39％がdynamic CTで等濃度を呈し，これらの検出には単純CTを省略できないとし，DuBrowら[4]も乳癌肝転移の28％がdynamic CTで等濃度になったと報告している．しかしこれに対してPattenら[1]は，従来のdynamic studyよりスキャン開始のタイミングを早くするなどスキャン方法を改善することにより，単純CTで検出される病変を見落とすことはほとんどないとしている．

われわれが施行したCID-CTもPattenらの方法とほぼ同様であり，造影剤ボーラス注入開始後40秒という比較的早い時期にスキャンを開始している．これにより今回のdelayed phase CTとの比較でも病変の高い検出能を示しているが，同時にBresslerらが報告するような欠点もしばしば認められ，新たに試みた2相性のhelical CTにはより高い検出能，描出能が期待された．

(1)dynamic CTとdelayed CTの比較

検出数判定が可能であったA群25例におけるdynamic CTの総検出数がdelayed CTを大きく上回ったこと，5段階分類した36例の総合評価でもdynamic CTが優れているとされるtype 1，2が72％を占めたことから，dynamic CTが病変の検出，描出に関してdelayed CTに勝っていることが確認された．Delayed CTでは，病変の一部または全体が等濃度を呈することが多く，間質への造影剤の移行を示唆するが，特に乳癌転移症例でこの傾向が強かった．ただし，Delayed CTの方が優れていると評価されるtype 4，5も11％に認め，これらはすべてCID-CT施行群で，病変の一部が等濃度に描出されていたことから，CID-CTを施行する場合，単純CT，delayed CTのいずれかを追加するのが妥当と考えられた．加えてdelayed CTの所見は腫瘍の質的診断をするうえで重要な情報を提供することがしばしばあり，今後のCT検査においてdelayed CTを省略すべきかどうかの問題には，まだ議論の余地があると思われた．

(2)CID-CTとDH-CTの比較

helical scanを利用した肝CTの利点は，従来のCID-CTでは得られなかった全肝にわたる動脈優位相，門脈優位相の撮影が可能なことである[11]．動脈優位相では，hypervascular肝腫瘍が高濃度として明瞭に検出され，門脈優位相では肝実質のエンハンスメントがピークに達するため乏血性腫瘍が明瞭な低濃度に描出される．Delayed CTは平衡相における撮影のため，肝実質の濃度は低下，間質の豊富な腫瘍は造影され，両者のコントラストが低下してしまう場合が多い．CID-CTも，肝全体をスキャンするのに2分程度はかかるので，動脈優位相で開始しても最後は平衡相近くになってしまい，スライスによって血流動態の違いが生じ，腫瘍検出に不利な面を持っている．

われわれが検討した2相性(動脈優位相と門脈優位相)のhelical scanでは，7例全例がdelayed CTと同等かそれ以上の検出能を示しており，これまでCID-CTで等濃度に描出される確率の高かった多血性肝腫瘍も，DH-CTでは2相のいずれかで検出される可能性が高いと思われた．

両者の検出能を厳密に比較するには，同じ症例に対する同時期の検査が必要である．患者の費用負担や被爆量の問題から，同時期の両検査は施行していないが，CID-CT施行後3－8カ月にDH-CTを行った7症例の比較では，7例中5例でDH-CTの方が腫瘍の検出，描出能に優れていたと評価され，今後積極的に導入すべき検査法と思われた．

Hypervascularな病変の場合，動脈優位相のfirst helical scanで明瞭な高濃度に描出されることが多く，最も重要な撮影時相であるが，症例によっては血管造影上hypervascularであっても動脈優位相のCTで等濃度に描出されることがあり，また一般に多血性といわれる肝腫瘍でも実際には乏血性であることがしばしばあるため，このような病変の検出にはsecond helical scanが必要と思われた．今回施行したDH-CTでも，first helical scanで7例中3例が等または低濃度と判定されており，またCID-CT群でも明らかに動脈相を反映しているスライスで病変が低濃度を呈する症例が少なからず存在した．このような所見は，hypervascular肝悪性腫瘍と呼ばれる病変にもhypovascularなものが少なくないことを示唆しており，疾患別に見ると転移性乳癌や悪性黒色腫にこのような傾向が強かった．よって，hypervascular肝悪性腫瘍が疑われる症例でも，first helical scanのみならず門脈優位相であるsecond helical scanを施行するべきと考えられた．Freenyら[12]は，肝細胞癌も非アジア系民族には乏血性のものが多いと報告しているが，これはCID-CTの所見のみから結論したものであり，筆者が経験しえた肝細胞癌のDH-CTでは，first helical scanで濃染されるものが多く，欧米の肝細胞癌に関してはさらに検討が必要である．

現在，アメリカの一部の施設では腹部CT撮影において単純CT，delayed CTをすべて省略し，CID-CTまたはhelical CTのみを施行している．確かに，これらすべてを撮影すると時間もかかり，患者の被曝線量も増え，フィルム枚数も増えて管理が面倒など問題も多い．現在のCTの需要量や予約状況から考えて，単純CT，delayed CTのいずれかを省略するのはやむをえないかもしれない．しかし，CID-CTまたはDH-CTのみでは，検出に大きな見落としがないとしても，質的診断に関する情報が限られてしまう．単純CTにおける石灰化，出血，脂肪成分の描出は超音波など他のモーダリテイーでも補えるため省略しうるとしても，病変の検出のみならず質的診断を目的とするなら，delayed CTまたはlate phase enhance CTは可能な限り施行するべきと筆者は考えている．

結　論

1．dynamic CTは，CID-CT，DH-CTいずれの方法を用いても，delayed CTより高い検出能，描出能を有していた．ただし，今後のCT検査でdelayed CTを省略しうるか，さらに検討が必要である．

2．CID-CT施行例の15％は病変が等濃度を呈したが，DH-CT施行例では2相のいずれかで病変が描出された．また，同一症例の異なる時期の比較でも，明らかにDH-CTの描出能が優れていた．

3．CID-CTにおける腫瘍の濃度は，動脈血流を反映していないことが多いと思われ，腫瘍を高濃度に描出するには動脈優位相が有用であった．また，hypervascularと呼ばれる肝悪性腫瘍でも，実際にはhypovascularな病変が少なからず存在した．

4．いわゆるhypervascular悪性肝腫瘍の検出にはdynamic CTが不可欠であるが，CID-CTは問題点も多く，DH-CTに高い検出能，描出能が期待されると考えられた．

文　献

1) Patten RM, Byun JY, Freeny PC : CT of hyper vascular hepatic tumors ; Are unenhanced scans necessary for diagnosis? AJR 161 : 979-984, 1993
2) Bressler ER, Alpern MB, Glazer GM, et al : Hypervascular hepatic metastases ; CT evaluation. Radiology 162 : 49-51, 1987
3) Chomyn JJ, Stamm ER, Thichman D : CT of melanoma liver metastases ; Is the examination without contrast media superfluous? J Comput Assist Tomogr 16 : 568-571, 1992
4) DuBrow RA, David CL, Libshitz HI, et al : Detection of hepatic metastases in breast cancer ; The role of nonenhanced and enhanced CT scanning. J Comput Assist Tomogr 14 : 366-369, 1990
5) Foley WD : Dynamic hepatic CT scanning. AJR 152 : 272-274, 1989
6) Berland LL, Lawson TL, Foley WD, et al : Comparison of Pre- and Postcontrast CT in hepatic masses. AJR 138 : 853-858, 1982
7) Paushter DM, Zeman RK, Scheibler ML, et al : CT evaluation of suspected hepatic metastases ; Comparison of techniques for IV contrast enhancement. AJR 152 : 267-271, 1989
8) Foley WD, Berland LL, Lawson TL, et al : Contrast enhancement technique for dynamic hepatic computed tomographic scanning. Radiology 147 : 797-803, 1983
9) Burgener FA, Hamilton DJ : Contrast enhancement of hepatic tumors in CT ; Comparison between bolus and infusion techniques. AJR 140 : 291-295, 1983
10) Marchal GJ, Baert AL, Wilms GE : CT of noncystic liver lesions ; Bolus enhancement. AJR 135 : 57-65, 1980
11) Heiken JP, Brink JA, Vannier MW : Spiral (Helical) CT. Radiology 189 : 647-656, 1993
12) Freeny PC, Baron RL, Teefey SA : Hepato-cellular carcinoma ; reduced frequency of typical findings with dynamic contrast-enhanced CT in a non-Asian population. Radiology 182 : 143-148, 1992