



Title	肝臓疾患の超音波断層法および全身用XCTによる診断能の客観的評価
Author(s)	福久, 健二郎; 松本, 徹; 飯沼, 武他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1989, 49(7), p. 863-874
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15835
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

肝臓疾患の超音波断層法および全身用 XCT による 診断能の客観的評価

- 1) 放射線医学総合研究所
- 2) 国立がんセンター病院放射線診断部
- 3) 愛知がんセンター放射線診療部
- 4) 札幌医科大学付属病院機器診断部

福久健二郎¹⁾ 松本 徹¹⁾ 飯沼 武¹⁾ 館野 之男¹⁾
森山 紀之²⁾ 木戸長一郎³⁾ 福田 守道⁴⁾

(昭和63年12月14日受付)

(平成元年3月10日最終原稿受付)

On the Assessment of Diagnostic Accuracy of Imaging Diagnosis by ROC and BVC Analyses

—In Reference to X-ray CT and Ultrasound Examination of Liver Disease—

Kenjiro Fukuhisa¹⁾, Tohru Matsumoto¹⁾, Takeshi A. Iinuma¹⁾, Yukio Tateno¹⁾,
Noriyuki Moriyama²⁾, Choichiro Kido³⁾ and Morimichi Fukuda⁴⁾

- 1) National Institute of Radiological Sciences
- 2) Department of Diagnostic Radiology, National Cancer Center
- 3) Department of Diagnostic Radiology, Aichi Cancer Center
- 4) Department of Medical Imaging, Sapporo Medical College

Research Code No. : 207.1, 514.1, 514.2

Key Words : Hepatic disease, CT, Ultrasound,
Diagnostic efficacy

To achieve an effective assessment of diagnostic accuracies of currently used imaging methods on liver diseases, X-ray CT (CT) and realtime ultrasound (US), ROC analysis and a new analysis method, "the bias to variance characteristics (BVC)" were applied in parallel. The survey has been carried out to assess an image interpretation accuracy on cases with established diagnosis collected on the multi-institutional basis. The images, CT and US of liver diseases including localized and diffuse lesions were selected for image reading sessions and the interpretative difficulties were geared to an appropriate grade so that it does fit to the basic requirement of ROC analysis. Consequently, 91 cases were selected from a total of 258 cases which were collected from 16 institutions. Two image reading sessions were scheduled and a total of 28 radiologists and sonologists undertook the first session. The final analysis covered 8 radiologists for CT and 9 sonologists who carried out both sessions. The image interpretation results were fed to the computer and analyses were made accordingly.

Analysis of the first image reading session gave true positive ratios (TPR) of CT and US as 92.5% and 97.4%, and true negative ratios (TNR) of 50.5% and 46.8%, respectively. The second reading session, in which both CT and US images were interpreted simultaneously, gave the similar values of TPRs, 96~97% and TNRs, 44~47%.

The ROC analysis of existence of liver mass and diagnosis of malignancy resulted in the higher

values in US compared to CT in the first separate reading, however, the 2nd session gave almost identical values in each modality. The diagnostic accuracy for the benign tumors, mostly consisted of hemangioma, CT reading gave higher accuracy rates compared to the US.

The entirely new interpretations scheme, arbitrarily named as BVC was carried out on matrix data obtained in the same experiment. The scatterograms plotted according to the BV values, the mean and the standard deviation inherent to individual cases have demonstrated marked variations among individual cases most likely reflecting the interpretative difficulty of respective images, thus indicating the method to be well in adjunct to the ROC analysis.

1. はじめに

最近の超音波断層診断法(以下USと略称)の装置およびその利用技術の進歩は目を見張るものがあり^{1,2)}, 直径1cm以下の早期肝細胞癌の診断実例や, その診断基準に関する研究が多数報告されている^{3)~7)}. その反面, 他の画像診断技術, 例えは単純X線像, XCT(以下CTと略称), MRI, 血管造影等では全く観察できないような症例も増加しており, 相互の診断上の変化が問題となってきている. 他方, CTの診断技術については, Dynamic CTが実用化され, その臨床的評価研究も多数報告されている^{8)~10)}. 本研究は, 現状における肝臓疾患のUSおよびCTによる診断能の客観的評価を行うことを目的に厚生省がん研究助成金福田班(60-1)の事業の一部として実施したものである.

2. 症例の収集

Fig. 1にこの研究の作業概要を示す. 参加した

16施設から肝臓疾患診断のためにUSもCTをも実施した症例につき, 確定診断を含む臨床情報とUSおよびCT像のコピーを収集し, 読影に参加しない3名の医師が条件良好な症例を選定したうえで, 多数の医師が2回にわたって読影した. 第1回はUS像は内科医および外科医を中心とする腹部超音波診断医, CT像は放射線科医を中心とする診断医がそれぞれUSまたはCT画像のみを読影診断した. 第2回はそれぞれの画像に相互の画像を追加して比較参照しながら読影し, 最終的にこれらの読影レポートと確定診断や臨床情報を付き合わせながらコンピュータで解析し, 臨床的有效度を検討した.

まず, 症例収集用ワークシートを作成した. これは臨床所見記録と確定診断を症例のフィルムのコピーとともに提出を依頼するもので, すでにいくつかの研究で報告したものに類似しているので

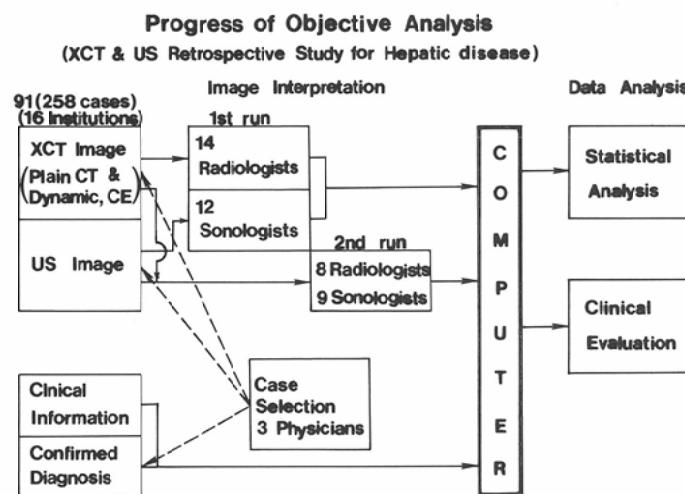


Fig. 1 A flow chart showing the order for diagnosis of hepatic diseases by US and CT images used in this study.

省略するが^{11)~13)}、内容は患者 I.D., US および CT 実施以前の臨床所見、US および CT 装置の種類、撮像条件、確定診断名、腫瘍病変のときの診断根処および腫瘍の位置・大きさ・病理組織を記録する。肝臓および関連臓器の病名コードは IRD¹⁴⁾を独自に改良して用いた¹¹⁾。

US 像は左右両葉 2 方向と脈管構造を必ず含み、病変の抽出が明瞭なものでポラロイドまたは X 線フィルムで最低 6 枚以上というプロトコルを示し、CT は単純 CT のほかに、できれば dynamic CT、それが無理なら少なくとも造影 CT を含むことを条件とした。また、確定診断は、剖検、手術、生検または組織細胞診で所見があったか、血管造影で否定的な意味での所見があった症例とし、これらの検査で所見が無く 6 カ月以上観察しても異常がみられない症例を正常例とすることとした。実際には症例収集の段階でまだ確定診

断がなされていない症例がいくつか見られたが、読影作業の間にもこれらの症例の追跡を依頼し、最終的に本プロトコルの条件が満たされたことが確認された。収集は 1987 年 11 月から 4 カ月間の間に実施し、16 施設から 258 症例が収集できた。これらの症例につき画質および病巣抽出の良好さ、全体的病変の種類ごとの構成、各施設間の症例数の均等性および経験的な読影可能時間(午前 2 時間、午後 3 時間の計 5 時間)などの条件から 91 症例を選んだ。Table 1 の縦軸に症例提供施設名、横軸に確定診断名別の症例数を示す。症例別では、肝細胞癌 29 例(全体の 31.9%)、以下、肝内胆管癌 6 例 6.6%、肝転移癌 16 例 17.6%、血管腫 10 例 11.0%、肝囊胞などその他の良性腫瘍 8 例 8.8%、肝硬変 8 例 8.8%、肝炎 3 例 3.3%、その他の慢性肝疾患 4 例 4.4%、正常肝 7 例 7.7% で、肝細胞癌のうち 14 例は肝硬変を併発しており、肝硬変の合計は 22

Table 1 List of cooperative institutions and the number of cases with confirmed diagnosis

Institution	Confirmed diagnosis	HCC	CCC	Meta.	Cyst	Hemangioma	Other benign tumor	Cirrhosis	Hepatitis	Other	Normal	Total
Oosaka Adult Diseases Center	2											2
Gunma Cancer Center	1					1						2
Gunma Univ. Med. School	1		2			1						5
Chiba Univ. Med. School	3	2				2	1	1				9
Tokyo Women's Med. College	3		1				1			1		6
Kurume Univ. Med. School	4						1	1	1			7
Hamamatsu Med. College		1	3									4
Nagoya Univ. Med. School	2							1			1	4
Aichi Cancer Center	5		6			1				1	1	14
Saga Med. College	1		1	1				4	2	1	2	12
Sapporo Med. College	3	1	1			2						7
Kyoto Med. College							1					1
National Cancer Center	2	1	2	1		2				1		9
Tokyo Univ. Faculty of Med.	1	1										2
Kyushu Univ. Med. School	1					1			1			3
National Hosp. Med. Center	1						1					2
Total		30	6	16	2	10	5	8	3	4	7	91

HCC : Hepatocellular Carcinoma, CCC : Cholangiocarcinoma

Table 2 Distribution of cases-by sex and age

sex \ age	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	over 70	unknown	Total
Male	0	2	10	23	18	5	1	59
Female	0	0	5	9	13	3	2	32
Total	0	2	15	32	31	8	3	91

例24.2%であった。また、検査に使用されたUS装置は4社15種類、CT装置は5社9種類すべて第3、4世代の装置であった。

つぎに、読影シートを作成した。これも過去の研究で報告しているので省略するが^{[11]~[13][15]}、CTおよびUS何れもに共通記入できるよう工夫した。内容的には、肝臓疾患の存在診断について腫瘍性、非腫瘍性、正常のいずれかまたは複合にチェックし、腫瘍性病変の症例についてはその部位、個数、病名およびその確信度をそれぞれ記録する。病名は、一般的なものを英字でコード化した。確信度はすべて確実、ほぼ確実、疑いの3段階（なしを含めて4段階）とした。非腫瘍性疾患についても同様に簡略に記入できるようにした。USによる肝臓癌の読影基準が日本超音波医学会によって作成されており^[7]、これにしたがって読影チェック出来るようにした。また、dynamic CTについても森山による読影基準^[16]を適用するためのチェック項目を用意した。Table 2に症例の年齢分布を示す。殆どの症例は40歳台以上で、男女比はほぼ2対1であった。

3. 読影診断と解析結果

3-1. 肝臓疾患の存在診断

読影は医師が一堂に会して一斉に読影する方法をとり、第1回は1987年3月7日にCTの読影14名、USの読影12名の参加のもとに開催した。第2回は約半年後の8月29日に開催したが読影医はCT 8名、US 9名と減少し、最終的には2回とも読影したこれら合計17名の読影シートを中心に解析した。ただし、それぞれの読影医が所属する施設から提供された症例の読影結果はその読影医の解析から除外した。なお、参加した読影医はすべてTable 1に示した施設のいずれかに所属し、実際に日常の診断業務に携わっている医師であった。

Table 3に肝臓疾患の存在診断に対するUSおよびCT読影医（以下USグループおよびCTグループと言う）ごとのtrue positive rate (TPR)およびtrue negative rate (TNR)の平均値を示す。TPRは各グループ、各実験ともに90%を超え、特にUSグループでは2回とも96%以上であった。

Table 3 TPR and TNR for diagnosis of hepatic diseases

group and session	US-group		CT-group	
	1st session	2nd session	1st session	2nd session
TPR	97.4%	96.7	92.5%	96.0
TNR	46.8	47.5	50.0	44.2

が、TNRは両実験、両グループともに50%以下で、明らかなover readingとなっている。しかし、これは正常肝が7例と全体の10%以下であり、しかもUSのみならずCTをも実施した症例であるので、それらの関連疾患を調べると、7例中6例迄が胃癌（2例）および脾癌の予後経過観察、後腹膜腫瘍、急性胆囊・脾炎および胆石症と何らかの腹部疾患を有していた。したがってこの場合のTNRは実際の臨床の場を反映しているとは言えず、ここでは参考値としておきたい。

3-2. 肝臓腫瘍に対するROC解析

Fig. 2に肝臓腫瘍の存在診断に対するROC曲線を示す。(a)はUS、(b)はCTグループの成績で、実線に囲まれた範囲は第1回、つまりUSまたはCT単独で診断した各読影医の成績の範囲を示し、黒丸の曲線はその平均値を示す。網掛けのROCは第2回の成績で、白丸の曲線はその平均値を示す。Fig. 2(a)はUS単独の第1回の読影成績を示し、疑いまでを含めた第3動作点(third operating point)はTPR 95.6%と高いがFPRも39.4%と高く、over readingである。しかし、CTを併せて読影した第2回ではTPR 96.1%、FPR 26.6%とFPRが12.8%も改善された。他方、CTでは、第1回のTPR 91.7%、FPR 20.0%とUSに比して慎重な読影態度が見られるが、第2回のUSを併せて読影した結果ではTPR 96.1%、FPR 27.7%とUSの第2回の成績とほぼ同等であった。

Fig. 3は悪性腫瘍（肝細胞癌、肝内胆管癌および肝転移癌）に対するROCで、曲線および印の意味はFig. 2と同じである。ここでもUS単独でのTPR 89.0%、FPR 35.2%のover readingから、CTを併せることでTPR 87.6%、FPR 24.6%と

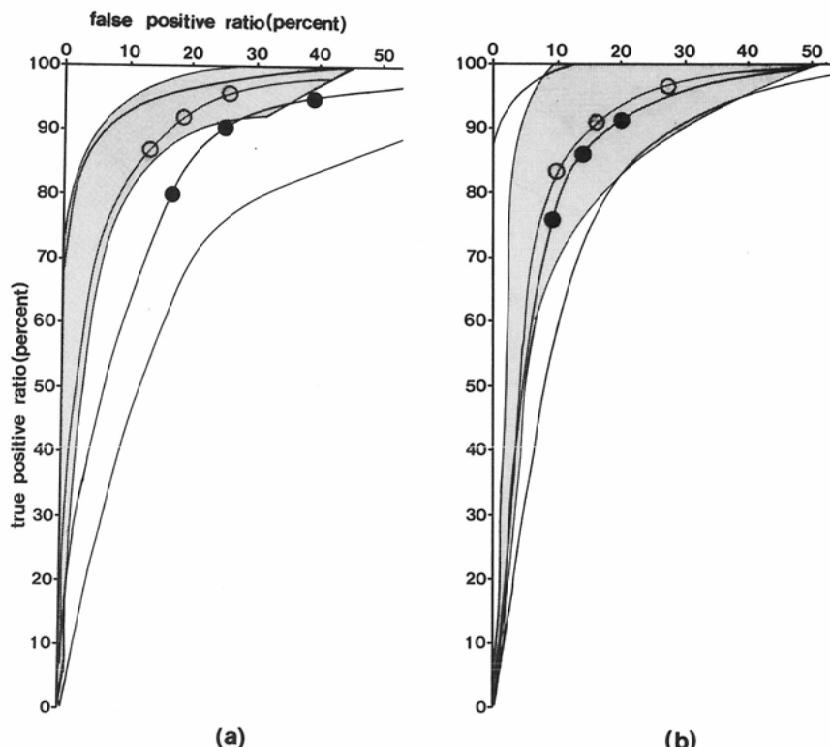


Fig. 2 ROC curves for diagnosis of hepatic mass. The blank area between solidline curves illustrated the ranges of ROC results of individual physicians and the filled circles show the average of overall results at the first session. The meshed area between the ROC curves and the empty circles show the same results for the second session. The results of US are shown by (a) and CT are shown by (b).

FPR が減少し、また、CT 単独では TPR 86.2%，FPR 21.1% と慎重な読影であるが、US を加えた第 2 回の読影では TPR 90.5%，FPR 23.1% と TPR が改善されている。しかし、良性腫瘍(血管腫、肝囊胞、肝膿瘍)では、Fig. 4 に示すように US グループでは TPR 57.0%，FPR 12.1% に対して CT グループでは TPR 73.2%，FPR 9.5% と明らかな差が認められた。第 2 回では、US グループでは TPR 70.0%，FPR 10.3%，また、CT グループでは TPR 78.3%，FPR 9.3% といずれも TPR の改善が認められた。

3-3. 画像診断の偏り・分散特性 (BVC) 解析

読影用ワークシートに記入した腫瘍性病変の存在診断および性状診断の確信度の基準は各医師ごとにまちまちである。しかしながら、それら確信

度を平均するとその症例の画像の読み易さを表す 1 つのパラメーターとして捉えることができる。例えば、最終診断が癌である症例に対して高い確信度の平均値を示せばその症例は癌として診断しやすいことを意味し、逆に低い平均値であれば癌と診断しにくいことを意味する。同様に、その分散値は各グループ内での意見のバラツキを示すもので、この値が高いほど意見が一致しにくい症例として捉えることができる。これらの単純統計値を、横に平均値、縦に分散値をとって各症例ごとにプロットすると Fig. 5 および Fig. 6 のような釣鐘形の曲線を得る。これは各症例に対する各グループの読影医相互の意志表示を示すファクターの曲線であるので、われわれはこれに画像診断の偏り・分散特性(Bias in Variance Characteristic :

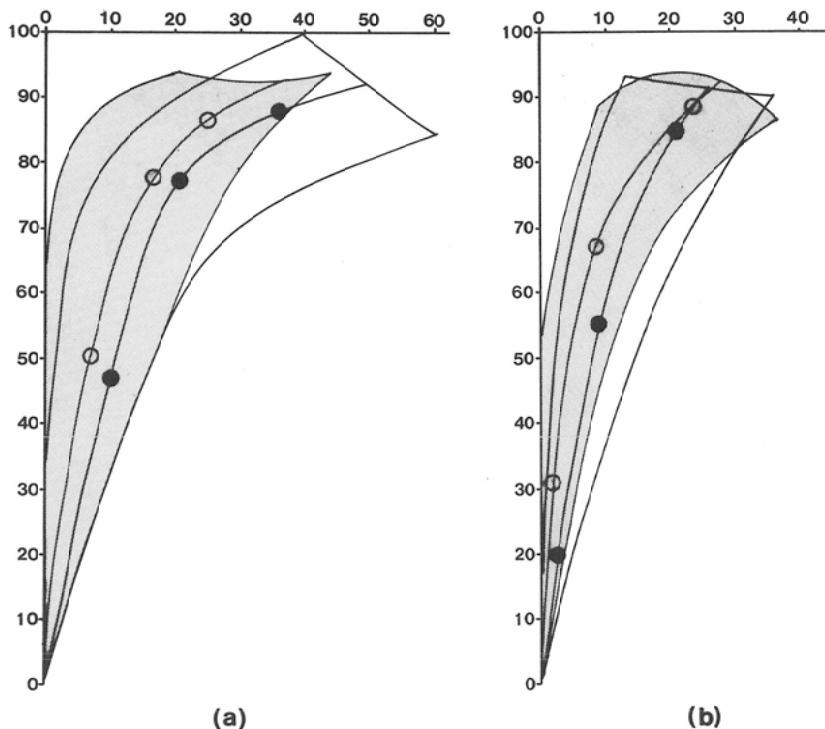


Fig. 3 ROC curves for the diagnosis of hepatic malignant tumors. (a) US and (b) CT.

BVC)と名づけることとする¹⁷⁾。

Fig. 5(a)はUSグループのUS単独読影による肝腫瘍存在診断に対するBVCで、黒丸は悪性腫瘍、白三角は良性腫瘍、白四角は肝硬変、白菱形はその他の肝疾患(肝炎、脂肪肝、肝石灰化、日本住血虫症)、白丸は正常肝を示す。また、大きい印は5症例分を表している。この場合、黒丸と白三角がpositiveで他はnegativeであるが、確信度3、つまりほぼ確実以上では肝硬変とその他肝疾患各1例がFPであるほかはすべてTPで、とくに悪性腫瘍はすべて確信度2以上である。しかし、確信度1、つまり全員が無しとした症例はわずかに肝硬変1例だけであり、積極的な読影態度がわかる。一方、CT単独のFig. 5(b)では、悪性腫瘍でも良性腫瘍でもかなり低い確信度で読影されている症例が少なくなく、全員が確信度1とした非腫瘍性疾患が14例を数えており、true negativeの多い読影、換言すれば慎重な読影態度が明確に示されている。また、US単独と比較して

分散値が低く、このことはCTグループのほうがUSグループよりも意見の一貫性が高いことを示している。(c)はUSグループの第2回の結果で、多くの腫瘍性疾患が全員一致で確信度4(確実)になり、また、全員一致して確信度1(なし)とした症例も多くなっている。しかし、(d)では、CT単独よりも確信度1の症例の数が減少しており、USを加えて診断することで積極的に読影した症例(結果的にはFPRをも増加している)があることを示している。それでも全体的にはCTグループのほうの分散値が低い。

Fig. 6は悪性腫瘍診断の確信度を同様にBVCで示したもので、この場合は黒丸のみがpositiveで、1人の医師が1症例に何種類もの悪性腫瘍病名を記入していても、その最大の確信度をとった。(a)のUS単独読影診断では1例を除いて全ての悪性腫瘍は確信度2(疑い)以上であり、また、確信度3以上(ほぼ確実)で誤診されたのは良性腫瘍3例のみである。(b)のCTでは、さらに良

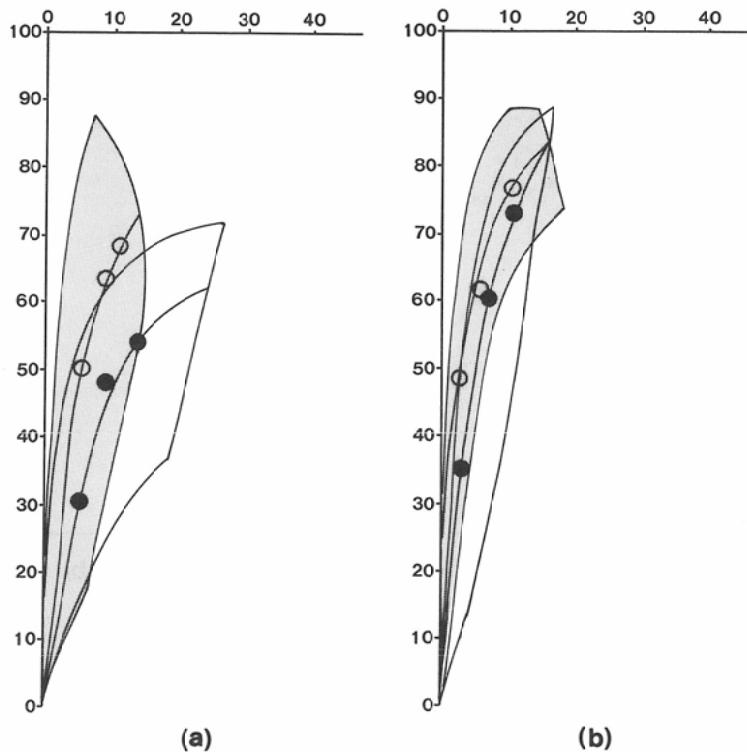


Fig. 4 ROC curves for diagnosis of hepatic benign tumors.

い成績で、確信度 3 以上で FP になった症例は皆無であったが、US 単独に比べると確信度 2 以下の悪性腫瘍症例も 8 例も数えた。その確定診断名、腫瘍大きさはおよび位置を Table 4 に示す。2 症例以外は 2cm 以下の小腫瘍であり、位置や形状によつては CT で読影しにくいのはやむを得ないかも知れない。(a) と (b) とでは明らかに CT のほうが分散値が低くて意見の一致性が高く、また、あとに述べるように小さい曲線を構成している。CT 単独による読影では確信度 1 に一致した非悪性腫瘍症例が多いけれども確信度 4 で悪性腫瘍に意見が一致した症例は皆無である。他方、US 単独読影では確信度 2 以下の悪性腫瘍は僅か 1 例 (Table 4 に示した症例番号 57) で、ここでも積極的な読影態度が明確である。症例番号 57 は両方の画像とともに診断しにくかったことを示している。しかし、良性腫瘍に関しては CT では確信度 2.5 以上の FP 症例は僅か 1 例であるが、US では 5 例あり、US による良悪の判別が Dynamic CT を含

む造影 CT に及ばないことを示すものであろう。(c) と (d) とを比較すると、(c) すなわち US に CT を追加して読影した結果では US 単独でみられた良性腫瘍の誤診 (FP) が確信度 3 (ほぼ確実) では皆無となり、確信度 2 (疑い) 以上でも 5 症例に減少した。しかし、US 単独で FP となった症例番号 57 は、さらに確信度が低くなり、negative の度合いを高めている。(d) の CT に US を加えて読影した結果では CT 単独の場合よりも悪性腫瘍の FN が減り、確信度 2 以下の症例は番号 17 のみとなったほか、1 例のみあった確信度 3 以上の良性腫瘍も確信度 2.8 に減少し、確信度 2 以上の良性腫瘍は 2 例のみと言う良好な成績になった。

4. 考 案

肝臓疾患の画像診断は、各種部位の画像診断のなかでも比較的長い歴史があり、それだけ重要視されながら決定的診断法が確立されていない。そのため、各種モダリティを組み合わせての客観的比較研究も多数報告されている。たとえば、Rubin-

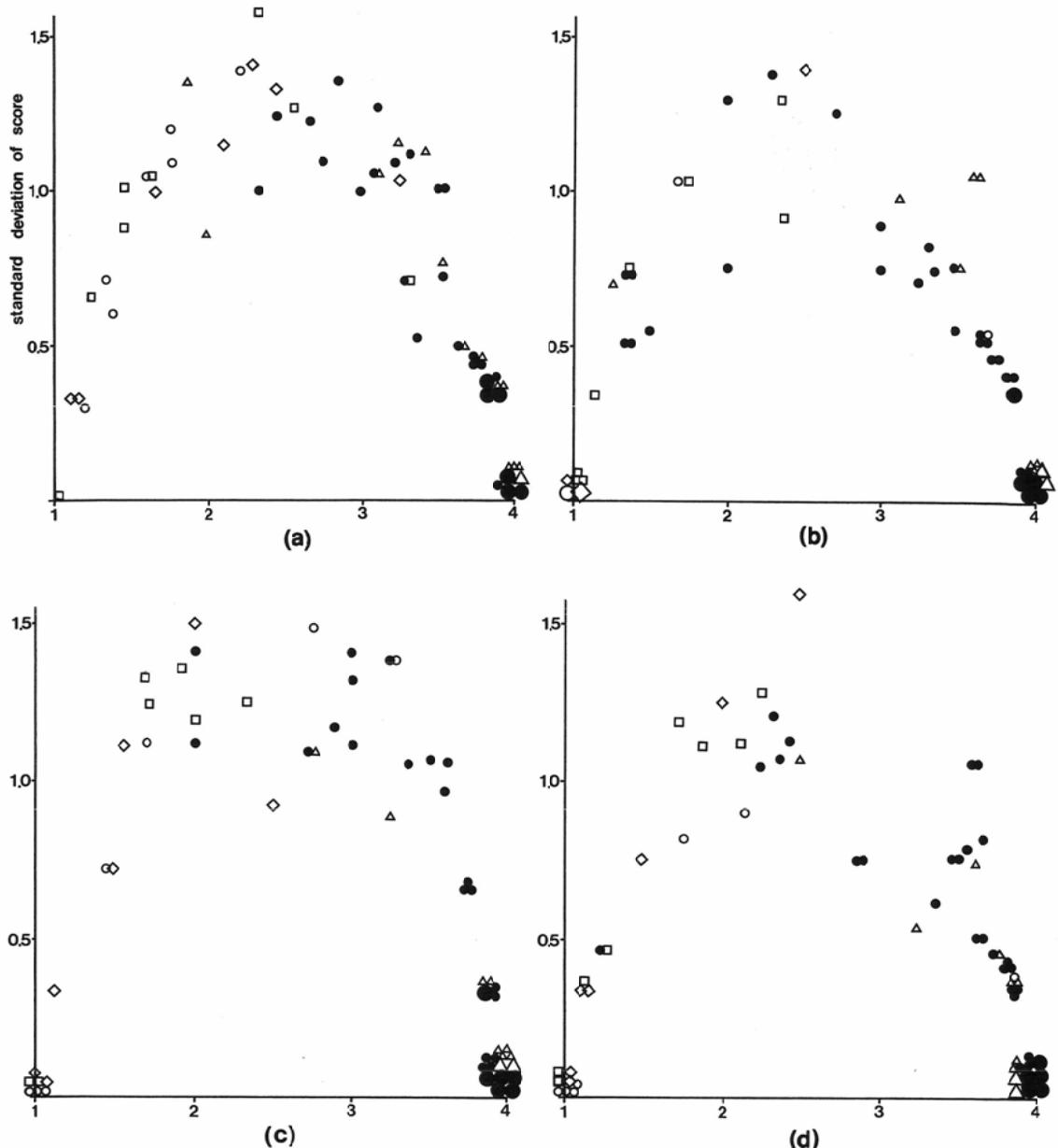


Fig. 5 BVC for diagnosis of hepatic mass. The filled circles show the cases of hepatic malignant tumors, the empty triangles show benign tumors, the empty squares show hepatic cirrhosis, the empty rhombus show other hepatic diseases including hepatitis and fatty liver, and the empty circles show cases of normal liver. One large mark shows 5 cases of the same condition represented by the smaller symbols. (a) US only, (b) CT only, (c) US combined with CT by the US-group and (d) CT combined with US by the CT-group.

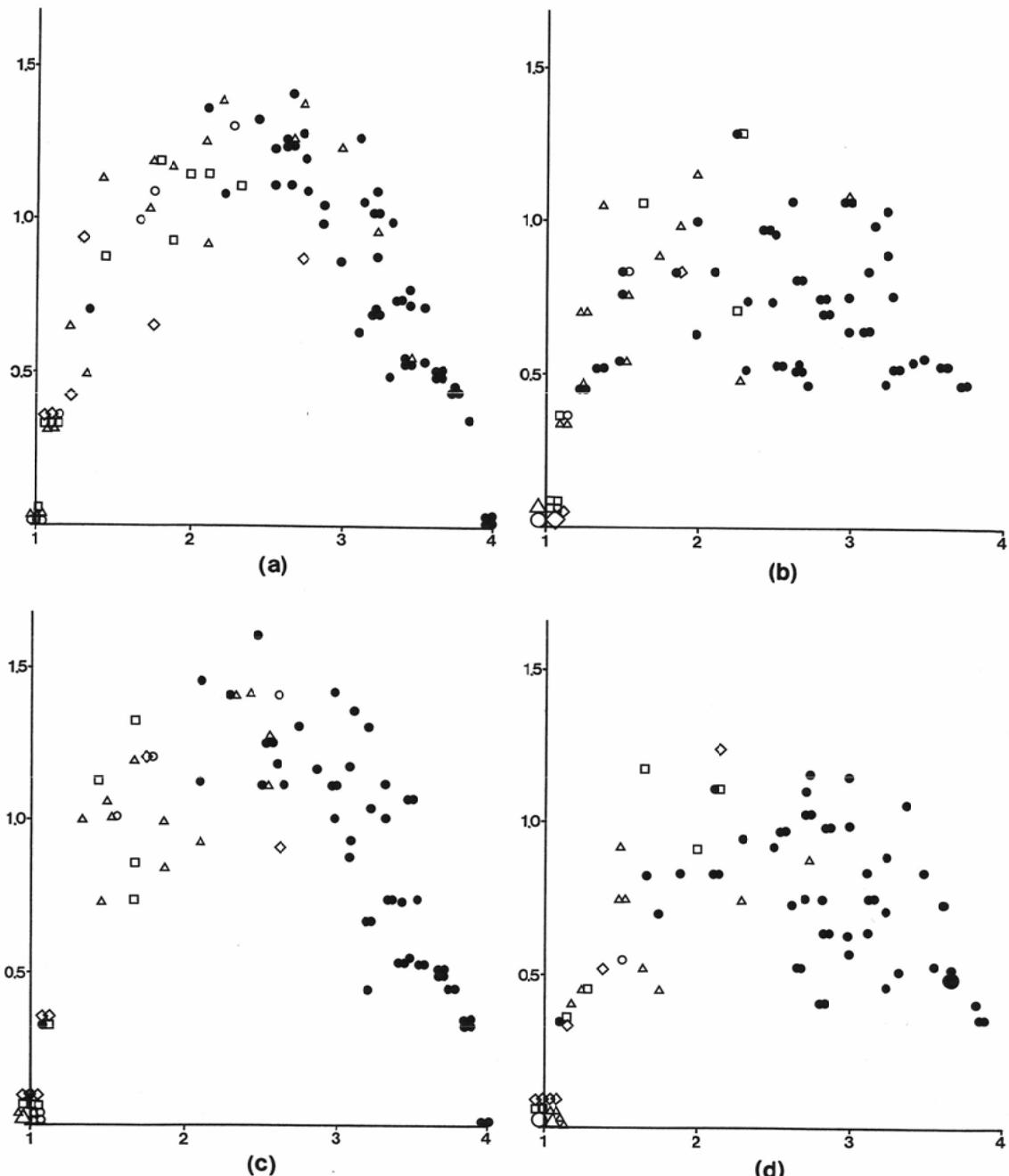


Fig. 6 BVC for diagnosis of hepatic malignant tumors. The presence of any marks on the letters (a) to (d) illustrate the same feature as described in Fig. 8.

son らは ^{99m}Tc colloid, ^{67}Ga -citrate, CT および US による肝膿瘍の診断能の比較¹⁸⁾, Knochel らは CT, US および ^{111}In -Leukocyte による肝膿瘍

の検出能比較¹⁹⁾, Anderson らは CT, US および ^{99m}Tc colloid による転移性肝癌の検出²⁰⁾, Hayashi らは血管造影, 造影 CT および術中 US

Table 4 False negative cases for diagnoses of hepatic malignant tumor by CT only

case number	sex	age	Confirmed diagnosis	diameter and location of lesions
17	M	70	Hepatocellular Ca.	2cm×1 on left lobe, 3cm×2 on right lobe
37	M	69	Metastasis from Gastric Ca.	1cm×1 on right lobe, 1cm×2 on left lobe
48	F	61	Hepatocellular Ca.	1cm×1 on left lobe
57	M	54	Metastasis from Gastric Ca.	1cm×multi. on right lobe
65	M	59	Hepatocellular Ca.	2cm×1 & 1cm×2 on right, 2cm×1 on left
71	M	76	Hepatocellular Ca.	4cm×1 on right lobe
80	F	42	Hepatocellular Ca.	2cm×1 on left, 1cm×1 on right lobe
84	M	57	Hepatocellular Ca.	10cm×multiple on both lobe

による肝細胞癌の肝内転移の検出²¹⁾、Mossら、ReinigらおよびStarkらはCTとMRIによる肝転移腫瘍の検出能^{22)~24)}について報告している。しかし、いずれも自施設の症例を少数の医師が読影するという、飯沼が提唱するエフィカシー方法論の第3段階に留まり²⁵⁾、複数多施設の症例を多数の医師が読影し、しかも自施設の症例を加えると何らかのバイアスが影響するとしてこれを除外した、飯沼の示す第4段階の実験は我々以外では知られていない^{12)13)15)26)~30)}。それほどまでにこの種の実験は言うに易くて実行は難しく、主催者側の意志が十分に理解され、参加する全施設の密接な協力を確保できなければ実行不可能である。厚生省がん研究助成金会議と言うまとまった研究者の集まりの中で6年にわたって共同研究を実施してきた経験に基づいて実施した本実験では、16施設から258症例という大量の症例を収集し、これから条件の良い、しかも特定施設に偏らない症例集を構成することが出来た。USもCTをも実施した症例という条件から、正常肝の数が減少して疾患の存在診断についての正確なTNRを計測することが出来なかつたが、これはやむを得ないところであろう。

我々は過去にもUS単独およびCT単独の症例を収集してここに示したと同様の実験を実施した。USの場合、128症例を15名の医師が読影した結果では、悪性腫瘍診断では、第三動作点でTPR 90%、FPR 54%とFPRが高かった²⁶⁾²⁷⁾。しかし、その当時とは装置も読影基準も、また映像媒体も相当に違ってきており、とくに本症例集のUS像ではマルチフォーマットイメージのX線フィ

ルムを使った症例が91例中55症例と過半数を占め、ポラロイドよりもはるかに広いラチチュードでの像に加えて1症例当たり6枚以上という画像数の増加からも前回の実験と比較することは出来ない。さらにこの研究は前述のとおり6年間続いた共同研究であるために資料提供施設の医師も研究の意義を十分に認識されて、出来るだけ良い画像を提供するよう努力された成果であることも付け加えたい。CTの場合も過去の実験では、101症例を22名の医師が読影したが、悪性腫瘍の診断能は同じく第三動作点でTPR 81.5%、FPR 21.1%とTPRが低かった²⁶⁾。この時の実験ではDynamic CTはまだ一般的ではなく、造影CTさえも無い症例が少なくなかったうえ、特定施設に症例が集中していたことなどがあつてこれも今回とは直接比較検討できなかった。

解析には、これまで多くのエフィカシー研究に使われてきたDecision matrixとROC解析のほかにBVC解析を用いた。この解析法は個々の症例に対する参加医全員の読影態度を明確に示していると思われ、ROC解析を組み合わせて観察するとその症例集読影の全容がほぼ明らかになる。たとえばUS単独によるROC解析で有意に高いFPRを示し、CTを加えることで改善をみた悪性腫瘍の読影結果(Fig. 3(a))については、悪性腫瘍のBVC解析(Fig. 6(a)および(c))で観察すると状況が判断できる。すなわち、Fig. 6(a)で確信度2以上の悪性以外の症例は良性腫瘍が7例、肝硬変が2例、その他肝疾患1例、正常肝1例と良性腫瘍の読影誤りが多く、US単独では腫瘍の性状診断が難しいことが判る。これら良性腫

瘍には血管腫が 5 例を占め、他は肝膿瘍および囊胞腺腫であった。CT を加えた結果では殆どが確信度 2 以下に低下したが (Fig. 6 (c)), US 単独では低い確信度であった別の肝膿瘍症例の確信度が上昇し、CT を加えても単純にそれぞれの確信度が低下することは限らず、各症例ごとに検討する必要があることが判明した。Fig. 4 (a) で US 単独では低かった良性腫瘍の TPR が CT を加えることで改善されたのも全く同じ理由による。

BVC 特有の曲線が Fig. 6 (b) で明確に観察できる。すなわち、確信度 1 と 2, 2 と 3, 3 と 4 にそれぞれにまたがった、分散値がせいぜい 0.5 程度の小さい曲線が含まれていることである。この小曲線に乗っている症例は、本来はこのグループに属するすべての医師の意見が一致しているが、確信度が 1 か 2, 2 か 3, あるいは 3 か 4 のいずれかと言う程度の違いがあるために描かれたと考える。実際にはこの小曲線の上にも 1 から 3, 2 から 4 にまたがる曲線を含み、それ以上に意見が分かれた症例が 1 から 4 の間で分布し、最終的にこれらが複合して BVC を構成していると考えることができる。この BVC 解析の結果、US では腫瘍診断および悪性腫瘍診断はきわめて優れていることが明確にされたが、Fig. 6(a), (c) で明らかのように個人差が大きいこと、良性腫瘍の鑑別には造影のような技法を開発する必要があろうことが示唆される。他方、CT では医師相互の意見の違いは少なく、慎重な読影がされ、良悪の鑑別もよく一致しているが、部位または腫瘍の大きさによっては悪性腫瘍を見落とすこともあり、最終診断を決定する装置としてはまだまだ解決すべき問題点があるものと考える。

なお、読影シートに記入された読影基準についても解析を試みたが、US については先に東らが示した³¹⁾と同じく、US 像の特徴の表現（言葉）に問題があり、満足すべき解析結果が得られなかつた。また、Dynamic CT については 91 例中 20 例しか収集できず、これも解析には至らなかった。

5. まとめ

(1) 16 施設から肝臓の US も CT をも実施した 258 症例を収集し、これから条件の良い 91 例を選択

して 2 回にわたって多数の医師が読影し、ROC および BVC で解析した。

(2) 疾患の存在診断では、TPR はすべて 90% 以上、US では 96% に達したが、TNR は 50% 以下であった。しかし、これは正常例の CT を増加できないのでやむを得ないことと考える。

(3) ROC 解析では US 単独読影の成績は over reading 気味、CT は慎重な読影態度が明示されたが、相互に画像を追加して読影すると類似した成績となった。

(4) BVC 解析による結果では、CT では医師の意見の相違は少ないが、全体的に慎重に読影され、FN の症例が比較的多かった。US では医師間の意見の差は大きいが、積極的に読影され、TP 症例が多かった。

本研究実施に当たり、症例提供にご協力頂いた福田班の班員、班友および研究協力者並びに読影に参加頂いた諸先生方に深謝する。また、症例選択及びワークシート作成にご尽力を賜わった千葉大学医学部第 1 内科学教室大藤正男教授、同じく江原正明助教授、国立がんセンター病院外科幕内雅敏医長に心から感謝する。

本研究の一部は、第 56 回日本医学放射線学会物理部会において報告した。

文 献

- 1) 福田守道：超音波診断法—腹部領域を中心に、外科治療, 40: 419-430, 1979
- 2) 黒崎喜久：超音波、肝胆脾疾患の画像診断（町田喜久雄編）。p92-121, 1982, 南江堂、東京
- 3) Scheible W, Gosink BB, Leopold GR: Gray scale echographic patterns of hepatic metastatic disease. AJR 129: 983-987, 1977
- 4) Gosink BB, Lemon SK, Scheible W, et al: Accuracy of ultrasonography in diagnosis of hepatocellular disease. AJR 133: 19-23, 1979
- 5) Kamin PD, Bernardino ME, Green B: Ultrasound manifestations of hepatocellular carcinoma. Radiol 131: 459-461, 1979
- 6) Kurtz AB, Rubin CS, Cooper HS, Nisenbaum HL, et al: Ultrasound findings in hepatitis. Radiol 136: 717-723, 1980
- 7) 日本超音波医学会編：超音波診断。p752-758, 福田守道、他編、1988、医学書院、東京
- 8) Moss AA, Dean PB, Axel L, Goldberg HI, et al: Dynamic CT of hepatic masses with intravenous and intraarterial contrast material. AJR 138: 847-852, 1982

- 9) Berland LL, Lawson TL, Foley WD, et al: Comparison of pre- and postcontrast CT in hepatic masses. AJR 138: 853-858, 1982
- 10) Folay WD, Berland LL, Lawson TL, et al: Contrast enhancement technique for dynamic hepatic computed tomographic scanning. Radiol 147: 797-803, 1983
- 11) 福田守道編：厚生省がん研究助成金「コンピュータ断層および超音波診断法による各種深在性臓器がんの診断精度に関する研究」資料集(57-1, 福田班), 1985
- 12) 福久健二郎, 飯沼 武, 館野之男, 他: 腎臓疾患のX線CTおよび超音波断層法による診断能の客観的評価, 第6回医療情報学連合大会論文集, 381-384, 1986
- 13) 福久健二郎, 飯沼 武, 館野之男, 他: 膵臓疾患の超音波断層法およびXCTによる診断能の客観的評価, 日本医学会誌, 48: 584-593, 1988
- 14) The American College of Radiology: Index for roentgen diagnoses. (3rd edithon), The American College of Radiology, 1971, Chicago, Illinois
- 15) 福久健二郎, 松本 徹, 飯沼 武, 他: 画像読影診断の客観的評価—モダリティ間の比較を中心の一, BME, 2: 784-794, 1989
- 16) 森山紀之: 肝CT読影の実際. 市川平三朗, 山田達哉監修, 1987, 金原出版
- 17) 松本 徹, 飯沼 武, 館野之男, 他: 肝シンチグラムの臨床的有効度の定量的評価—(2) SOL診断の医師間変動の解析, 核医学, 19: 441-451, 1982
- 18) Rubinson HA, Isikoff MB and Hill MC: Diagnostic imaging of hepatic abscesses: A retrospective analysis. AJR 135: 735-740, 1980
- 19) Knochel JQ, Koehler PR, Lee TG, et al: Diagnosis of abdominal abscesses with computed tomography, ultrasound, and ¹¹¹In leukocyte scans. Radiol 137: 425-432, 1980
- 20) Alderson PO, Adams DF, McNeil BJ, et al: Computed tomography, ultrasound, and scintigraphy of the liver in patients with colon or breast carcinoma: A prospective comparison. Radiol 149: 225-230, 1983
- 21) Hayashi N, Yamamoto K, Tamaki N, et al: Metastatic nodules of hepatocellular carcinoma: Detection with angiography, CT and US. Radiol 165: 61-63, 1987
- 22) Moss AA, Goldberg HI, Stark DB, et al: Hepatic tumors: Magnetic resonance and CT appearance. Radiol 150: 141-147, 1984
- 23) Reinig JW, Dwyer AJ, Miller DL, et al: Liver metastasis detection: Comparative sensitivities of MR imaging and CT scanning. Radiol 162: 43-47, 1987
- 24) Stark DD, Wittenberg J, Butch RJ, et al: Randomized, controlled comparison of detection with MR imaging and CT. Radiol 165: 399-406, 1987
- 25) 飯沼 武: 臨床的有効度の評価基準, 臨放, 28: 533-536, 1983
- 26) 国立がんセンター運営部企画室編: 厚生省がん研究助成金による研究報告書(昭和59年度), 5-9, 1984
- 27) 福久健二郎, 飯沼 武, 館野之男, 他: 超音波断層法による肝臓疾患の読影実験とその客観的評価. 第5回医療情報学連合大会論文集, 459-464, 1985
- 28) 福久健二郎, 館野之男, 飯沼 武, 他: 全身用 XCTによる肝および脾臓疾患診断能の客観的評価., 日医放誌, 44: 604-623, 1984
- 29) 福久健二郎, 飯沼 武, 館野之男, 他: 超音波断層による深部腹部疾患の診断能の客観的評価—方法論と解析結果, 日本医学会誌, 46: 599-613, 1986
- 30) 福久健二郎, 飯沼 武, 武田栄子, 他: 前立腺疾患の経直腸的超音波断層法およびX線CTによる診断能の客観的評価, 第7回医療情報学連合大会論文集, 465-468, 1987
- 31) 東 義孝, 井原裕二, 藏本裕一, 他: 肝の超音波画像における所見判定のばらつき, 日本医学会誌, 48: 1497-1502, 1988