



Title	肝占拠性病変の診断における、肝シンチグラフィ、Single photon emission CT、X線コンピュータ断層撮影法の比較に関する研究
Author(s)	百々、義廣；山本、和高；向井、孝夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(1), p. 61-72
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19616
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

肝占拠性病変の診断における、肝シンチグラフィ、Single
photon emission CT、X線コンピューター
断層撮影法の比較に関する研究

京都大学医学部放射線核医学教室

百々 義廣	山本 和高	向井 孝夫	播岡 敏男
中野 善久	藤堂 義郎	玉木 長良	小鳥 輝男
浜中大三郎	鳥塚 莞爾		

(昭和58年3月25日受付)

(昭和58年6月20日最終原稿受付)

Comparative Study of Scintigraphy, Single Photon Emission CT, and
Computed Tomography in the Evaluation of Space Occupying
Lesions of the Liver

Yoshihiro Dodo, Kazutaka Yamamoto, Takao Mukai, Toshio Harioka
Yoshihisa Nakano, Girou Toudou, Nagara Tamaki,
Teruo Odori, Daizaburou Hamanaka and
Kanji Torizuka

Department of Radiology and Nuclear Medicine, Faculty of Medicine, Kyoto University

Research Code No.: 514.1, 705.2

Key Words: Liver, Neoplasm, Computed tomography,
Radionuclide imaging

A comparison was made of scintigraphy, single photon emission CT (SPECT), and computed tomography (CT) in 103 patients with clinically suspected space occupying lesions (SOL's) of the liver. The overall accuracy in detecting or ruling out hepatic SOL's was 75% for scintigraphy, 87% for SPECT, and 98% for CT. Scintigraphy could detect SOL's in nearly all cases where the size of SOL's was more than 4 cm, but in 56% where it ranged from 2 to 4 cm. With SPECT, the detectability of SOL's increased significantly ($p<0.05$) to 88% in the latter cases, and the number of false positive cases decreased from 7 to 4. The detection of SOL's less than 2 cm was difficult for both scintigraphy and SPECT. Although CT could detect nearly all SOL's more than 2 cm, the detectability of SOL's less than 2 cm decreased. On the basis of the data presented, a decision tree of imaging modalities for the diagnosis of hepatic SOL's is proposed.

序 文

肝シンチグラフィ(肝シンチ)とX線コンピューター断層撮影(CT)は、肝占拠性病変(SOL)の非侵襲的検索法としてそれぞれ広く行われてい

る。両者の診断能については、独立に、あるいは他の画像診断法との比較において、数多くの報告がなされている^{1)~18)}。しかしながら、これらの報告では、SOLの大きさに関連した診断能の検討は十

分に行われていない。

一方、CTの診断能は技術的進歩によって向上しており、上記の報告の中にはCTの診断能の現況にあわないものもある⁶⁾¹⁴⁾。肝シンチに関しても、著者らは数年来 Single photon emission CT (SPECT) を併用することにより、有望な成績を得ているが¹⁹⁾²⁰⁾、SPECTと他の検査法とを比較検討した報告は少ない。

本報告では、肝シンチ、高分解能CT、及びSPECTの肝SOLに対する診断能を、特にSOLの大きさとの関連において比較検討した成績について述べ、更にこれらの診断法が肝SOLの総合画像診断の中で占める位置について考察した。

対象及び方法

対象は1980年4月から1982年6月までの間、京大病院において肝SOLの検索を目的として肝シンチ、SPECT、及びCTを施行し、SOLの有無について診断の確定した103例である。103例中64例はSOL(+)と診断され、そのうち41例は手術、腹腔鏡、穿刺あるいは剖検によってSOLの存在が確認された。他の23例は臨床所見及び血管造影、超音波断層法(US)も含めた画像診断の所見によりSOLの存在が確定的であると考えられた症例である。103例中39例はSOL(-)と診断され、そのうち、11例は開腹手術が行われており、SOLは認められなかった。他の28例は、臨床所見及び画像診断の所見によりSOL(-)と考えられ、しかも6カ月以上の経過観察中、理学的所見、生化学的検査及び2種類以上の画像診断法においてSOLの所見を認められなかった症例である。なお、103例中70例にはUSが、41例には血管造影検査が施行されている。

肝シンチは、^{99m}Tc-phytate 3~5mCiを静注し、30分後より低エネルギー高分解能コリメーターを装着したシンチカメラ(Searl社、LFOV Scinticamera)で撮影した。撮影方向は、前面、後面、右側面の3方向であり、症例により適宜他方向の撮影を追加した。

SPECTは肝シンチに引き続き、検出器回転型ガンマカメラ(GE社、Maxicamera 400T)を用いてデータ収集し、向井らの再構成プログラムに

よって画像を作成した²¹⁾。断層像としては、横断面だけでなく、必要に応じて矢状面、冠状面断層像も作成した¹⁹⁾。

CTはGE社、CT/T 8,800を使用した。肝臓全体を1~2cm間隔でsliceし、原則として単純撮影と、contrast enhancement(C.E.)による撮影を行った。C.E.の方法には、30%DIP Conray 300~400mlの大量点滴静注法を用いた²²⁾。スライス厚1cm、スキャン時間9.6秒にて撮影を行った。

肝シンチ、SPECT及びCTの検査は、5例を除き、6週間以内に施行されている。この5例は、いずれもSOL(-)と診断された症例であり、検査間隔は最高3カ月である。各検査における、SOL(+)あるいはSOL(-)の判定は、検査時のレポートに基づいて行った。

肝シンチ、SPECT、及びCTのSOLに関する診断能を比較するために、以下の点について検討した。(1):各症例における各検査の診断と、最終診断とを検討し、各検査のSOLの存在診断に関するaccuracy, specificity, sensitivityを計算した。また、CTに関しては、SOLの質的診断(腫瘍、膿瘍、囊胞の鑑別)についても、検査時のレポートと最終診断とを比較検討した。(2):SOL(+)と診断された各症例について、最大のSOLの径と、各検査法による検出率との関係を検討した。SOLの計測は、手術症例(41例)については、術中所見、あるいは切除標本の肉眼的所見によった。他の症例(23例)については、上記3診断法及び血管造影、USも含め、画像上で計測し、最大の径をSOLの径とした。(3):SOL(+)と最終診断された各症例の、同一肝内における区別可能な個々のSOLについて、各検査法の検出率とSOLの大きさとの関係を検討した。ここで、区別可能な個々のSOLとは、手術所見あるいは画像診断の総合所見により確認できたすべてのSOLである。ただし、非常に多数のSOLが存在するため、個々のSOLについて検討することが困難な症例においては、最も顕著な1つのSOLについて検討した。

結 果

A. 最終診断

103例の最終診断及び各診断名の症例数をTable 1に示す。

B. 各検査の SOL 診断能

肝シンチ及びSPECTの成績をTable 2, 3, 5に示す。肝シンチでは、SOL(+) 64例中45例、SOL(-) 39例中32例を正しく診断でき、false negative 19例、false positive 7例であった。SPECTの併用により、false negativeは9例に、false positiveは4例に減少し、accuracyは75%から87%，sensitivityは70%から86%，specificityは82%から90%にそれぞれ向上した(Fig. 1)。SPECTの併用によってもfalse positiveであった症例におけるその原因是、肝外病変によるもの。

Table 1 Final diagnosis of 103 cases examined by scintigraphy, SPECT, and CT

Final diagnosis	No. of cases
SOL(+)	64
Primary malignant tumor	26
Metastatic tumor	20
Primary benign tumor	5
Abscess	1
Cyst	12
SOL(-)	39
Extrahepatic lesion	5
Total	103

Table 2 Results of scintigraphic diagnosis and final diagnosis

Scintigraphic diagnosis	Final diagnosis	
	SOL(-)	SOL(+)
SOL(-)	32	19
SOL(+)	7	45
Total	39	64

Table 3 Results of SPECT diagnosis and final diagnosis

SPECT diagnosis	Final diagnosis	
	SOL(-)	SOL(+)
SOL(-)	35	9
SOL(+)	4	55
Total	39	64

1例、肝の形態の変形によるもの3例であった(Fig. 2)。

CTによる成績をTable 4, 5に示す。CTではSOL(+) 64例中62例、SOL(-) 39例中39例を正しく診断でき、accuracy 98%，sensitivity 97%，specificity 100%であった。CTにてfalse negativeであった2例は、2cm未満の小肝細胞癌の症例及び、約5cmの結腸癌肝転移の症例であった。後者は、初回検査時artifactにより画像が不良であり、10日後の再検ではSOLを描出し得た(Fig. 3)。SOLの質的診断は、62例中60例において正しく行われた。

C. SOLの大きさと診断能

SOL(+)の症例について、各症例の最大のSOLの径と各検査による検出率との関係を検討した成績をTable 6に示す。4cm以上のSOLを有する症例においては、3検査ともにほぼ全例検出できたが、2~4cmのSOLを有する症例においては、肝シンチの検出率はSPECT, CTのそれに比し有意な低値を示した($p < 0.05$)。また、2cm未満のSOLを有する症例における肝シンチ、SPECTの検出率は両者共にCTのそれに比し有意な低値であった($p < 0.05$) (Fig. 4, 5)。

SOL(+)の各症例における、同一肝内の区別可能な個々のSOLについて、SOLの径と各検査の検出率との関係を検討した結果をTable 7に

Table 4 Results of CT diagnosis and final diagnosis

CT diagnosis	Final diagnosis			
	SOL(-)	Tumor	Abscess	Cyst
SOL(-)	39	2	0	0
Tumor	0	49	1	1
Abscess	0	0	0	0
Cyst	0	0	0	11
Total	39	51	1	12

Table 5 Comparison of the results of scintigraphy, SPECT, and CT

Modality	Accuracy	Sensitivity	Specificity
Scintigraphy	75%	70%	82%
SPECT	87%	86%	90%
CT	98%	97%	100%

Table 6 Detectabilities of three modalities with reference to the size of the largest among liver SOL's in each case

Modality	Size of SOL		
	-2 cm	2-4 cm	4 cm-
Scintigraphy	0/7 (0%)	14/25 (56%)	31/32 (97%)
SPECT	1/7 (14%)	22/25 (88%)	32/32 (100%)
CT	6/7 (86%)	25/25 (100%)	31/32 (97%)

Table 7 Detectabilities of three modalities with reference to the size of each SOL within the liver

Modality	Size of SOL		
	-2 cm	2-4 cm	4 cm-
Scintigraphy	0/26 (0%)	20/41 (49%)	34/36 (94%)
SPECT	1/26 (4%)	31/41 (76%)	36/36 (100%)
CT	15/26 (58%)	41/41 (100%)	35/36 (97%)

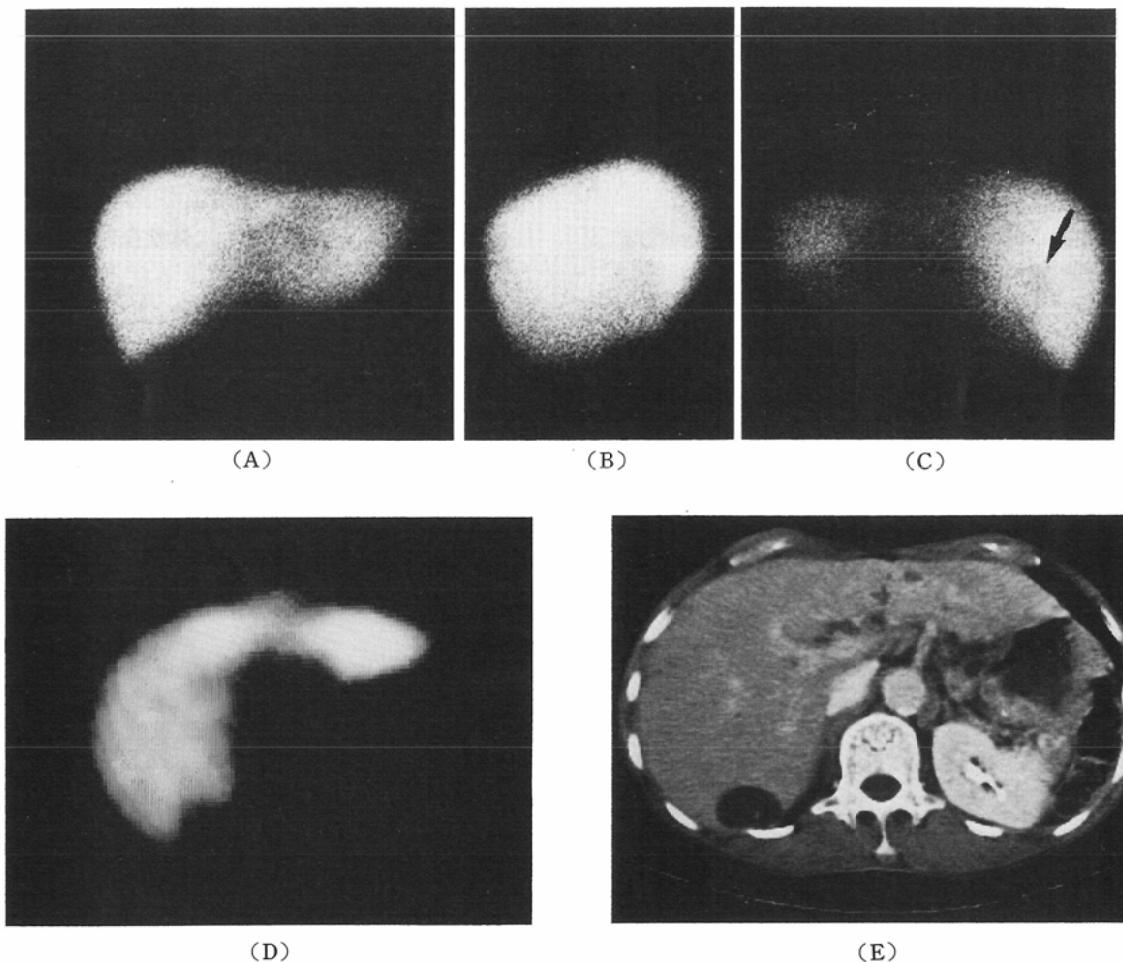


Fig. 1 Liver cyst. (A)-(C) : Anterior scintigram shows a large cold area in the left lobe which was considered to be due to thin left lobe. In addition, posterior scintigram shows an ill-defined cold area in the right lobe (arrow). (D) : SPECT shows a well-defined defect in the posterior aspect of the right lobe. The left lobe is thin. (E) : CT shows a well-defined low density area with water density in the same portion as that identified by SPECT. Intrahepatic bile ducts are dilated due to previous cholecystectomy.

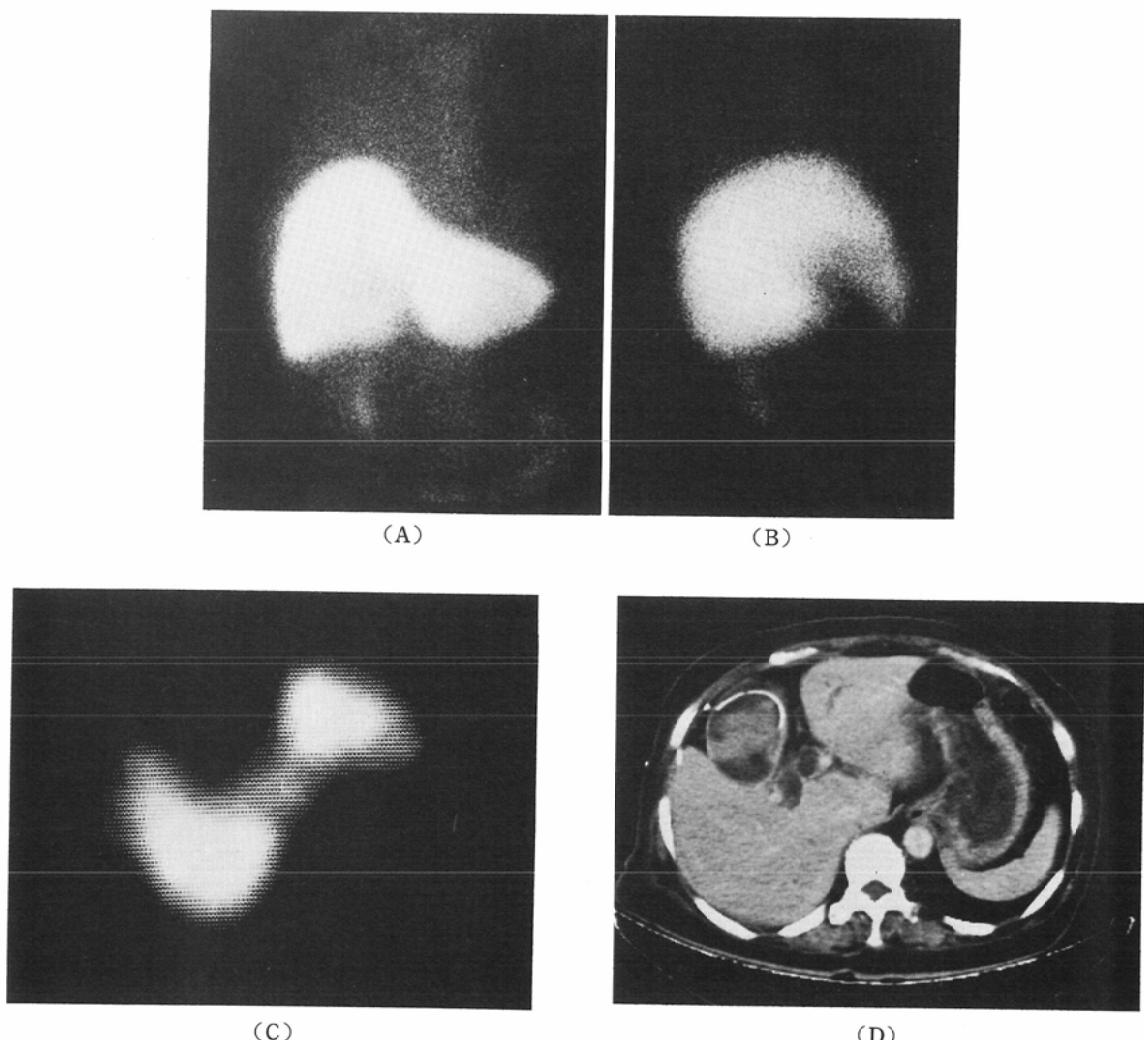


Fig. 2 A false positive case for both scintigraphy and SPECT. (A) and (B): Liver scintigram shows a cold area in the vicinity of the gallbladder fossa. (C): SPECT shows a large defect. (D): CT shows widened gallbladder fossa caused by biliary dilatation. A drainage tube and granulation tissue are seen in the gall bladder. Biliary dilatation was due to pancreas head cancer.

示す。Table 6 に比し、2cm 未満の SOL に関する CT の検出率の低下が認められた。その他は、Table 6 と同様の結果であった。

考 案

肝 SOL の診断における肝シンチの Sensitivity については、60%～94% の数値が報告されており、報告による差が著しい^{1)～5)16)～18)}。肝シンチによる SOL の質的診断は一般に困難であり^{1)10)23)～25)}、肝シンチはスクリーニング検査としての意義が大き

いと考えられる。その意味で sensitivity は高いことが望まれる。しかしながら、sensitivity の高い読影をすれば false positive の症例が増加し、逆にスクリーニングとしての意義を低下せしめる危険がある。肝シンチの false positive の原因としては、胆嚢・腎臓による肝臓の変形、肝臓の正常異形態、肝硬変等が知られており、SOL による陰影欠損との鑑別が困難であることが少なくな^{い、23)～27)}。各報告の数値を比較すると、sensitivity

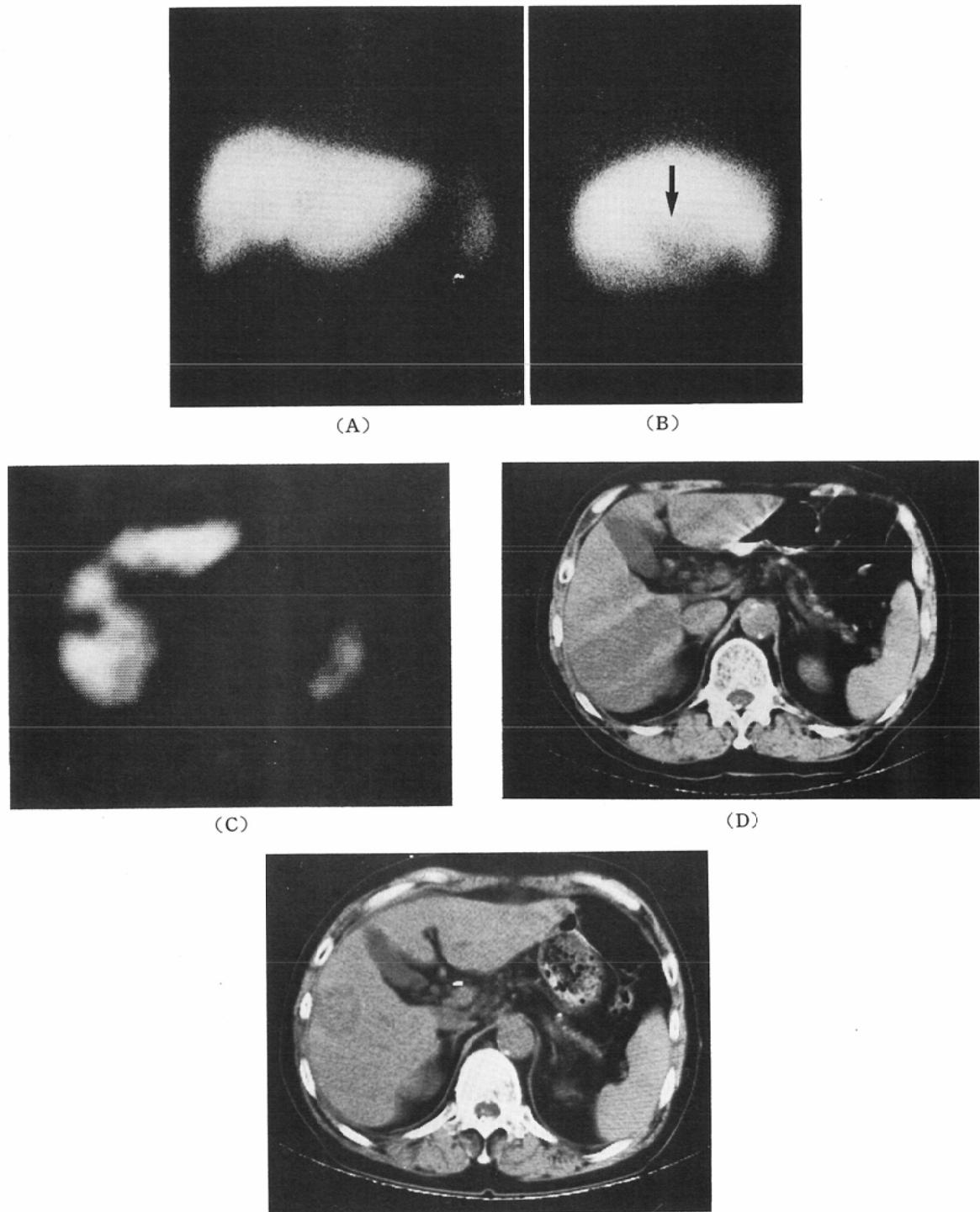


Fig. 3 A false negative case for CT. (A)-(C) : Scintigram and SPECT shows a defect at lateral portion of the right lobe (arrow). (D) : CT shows no SOL's . There is remarkable artifact due to peristalsis and respiratory motion. (E) : CT performed 10 days after (D) shows a low density area which compatibles with a solid tumor. This tumor was a metastasis from colon cancer.

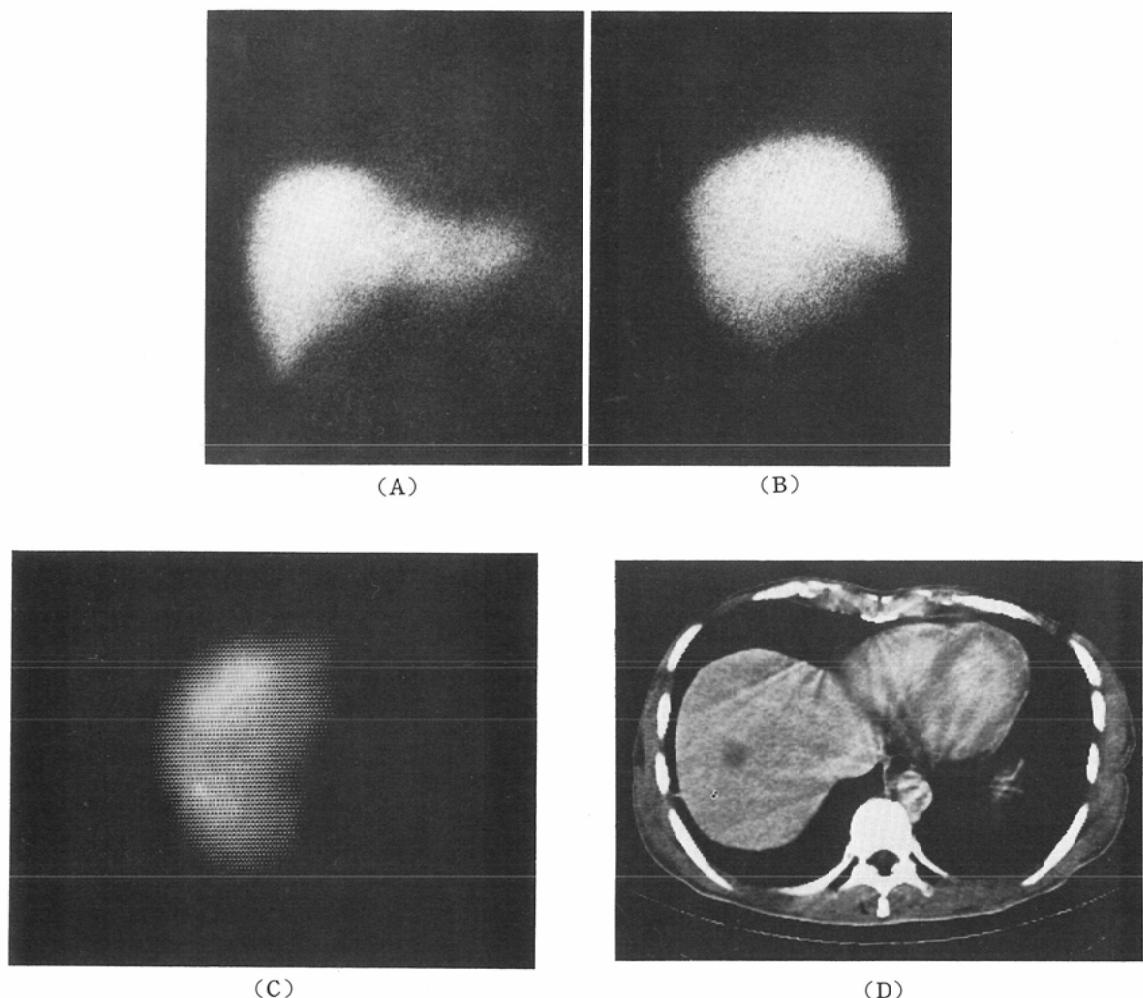


Fig. 4 Metastatic tumor from testis. (A) and (B) : Scintigram shows no cold area. (C) : SPECT shows an ill-defined defect. (D) : CT shows a small low density area at the same portion as that shown by SPECT.

の高い報告程, false positive の症例が多い傾向が認められる。例えば Biello ら¹⁶⁾の報告では, sensitivity は90%と非常に高いが, false positive rate (false positive の症例数/SOL (-) の症例数) は38%である。すなわち, SOL (-) の症例の約40%が positive と読影されることになり, 臨床的には容認できる数値ではない。また, sensitivity に関しては、前述の如く、報告によって、その数値が大きく異なるのに反し, accuracy に関しては、いずれの報告も75%~85%と、比較的差が少ないことも、sensitivity と false positive rate

の相関性を示していると考えられる。Ashare は²⁸⁾, 1970年以後の肝 SOL の画像診断に関する文献を評論しているが、それによれば、100例以上を対象とし, false positive rate が20%以下である報告における肝シンチの Sensitivity は60~84%である。本報告における肝シンチの sensitivity は70%であり、やや低いが、false positive rate が18%であること、比較的小さな SOL の症例が多いことを考慮すれば、各報告と相応する数値であると考えられる。

肝シンチの臨床的な SOL の検出限界は 2 ~ 3

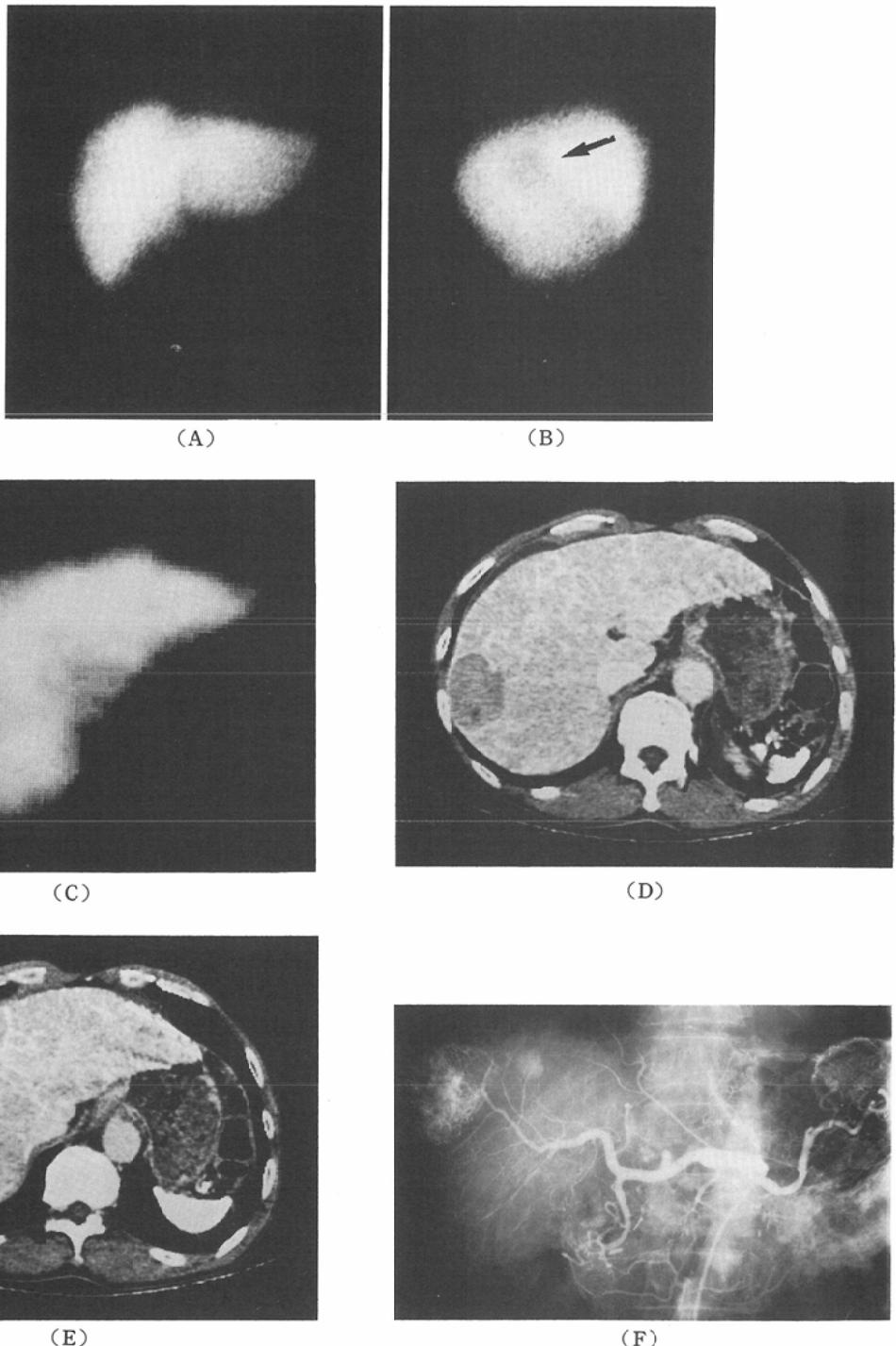


Fig. 5 Hepatoma complicating thorotrast deposition of the liver. (A)-(C) : Scintigram and SPECT shows a defect at lateral portion of the right lobe (arrow). (D) : CT shows a low density area which corresponds to the defect shown by scintigram and SPECT. (E) : At highter level, there is a small daughter nodule in addition to the main tumor. (F) : Finding of CT is confirmed by angiogram.

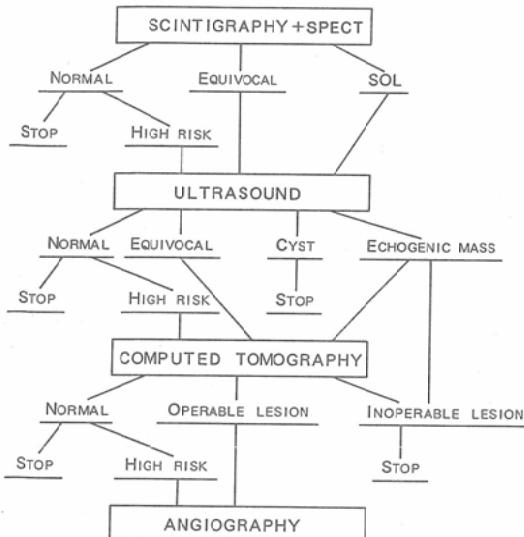


Fig. 6 A decision tree of imaging modalities for the diagnosis of SOL's of the liver.

cm と言われているが^{2)5)10)~13)23)}検出限界より大きなSOL が常に検出できるとは限らない。今回の検討では、肝シンチによって 4cm 以上の SOL は確実に診断できたが、2 ~ 4 cm の SOL の検出率は半減し、2 cm 未満の SOL の検出は困難であった。

肝シンチの欠点を補い、診断能を向上させる目的で、著者らは数年来 SPECT を行い、良好な成績を得てきた^{19)~20)}。本報告の検討においても、SPECT の併用により、診断能の明らかな改善が認められた。診断能の改善に寄与したのは、2 ~ 4 cm の小 SOL の検出率の向上と、false positive 例の減少であった。小 SOL の検出率が向上した原因としては、横断像を得ることによって放射能の重なりが避けられることと、そのため、SPECT の SOL 検出能が深さに影響されないことが考えられる²⁰⁾。False positive 例が減少したのは、SPECT の連続する横断像の分析により、肝シンチの false defect の原因となる正常構造を推定できた症例があったためである。さらに肝シンチに引き続いて行われるため、患者への被曝線量を増加させることはなく情報を得ることができる点も、SPECT の大きな長所である。しかしながら、2cm 未満の SOL の検出率が困難であったこと、

及び、肝外の病変や肝の形態による false positive 例が少ながら存在したことは SPECT の診断能の限界を示している。

CT の SOL 診断能は、装置の改良とともに、進歩して来た。初期の装置では、スキャン時間が長いため呼吸停止下の撮影ができず、空間分解能も十分でなかったため、腹部に関しては診断価値のある良好な画像は得られなかつた⁶⁾¹⁴⁾。全身用の CT として臨床に使用し得る画像が撮影可能となったのは EMI5000, 5005 の登場以来であり、これらの装置を用いた臨床報告では、肝 SOL の診断に関して 90% 以上の accuracy, 85 ~ 96% の sensitivity が示されている⁸⁾⁹⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。さらに、第 3 世代以後の装置は、スキャン方法、検出器等の改良によって解像力が向上し、高分解能 CT と呼ばれるようになった。第 3 世代以後の装置の肝 SOL 診断能に関する報告は少ないが、Knopf らは¹⁸⁾、著者らと同じ装置を用い、十分な C.E. を行うことにより、SOL 診断に関して accuracy 98%, sensitivity 97%, specificity 100% の結果を報告しており、本報告の結果とおおむね一致している。対象とする症例によって多少の差はあるとしても、高分解 CT を用い、充分な C.E. を行えば、SOL 診断に関しては 90% 以上の accuracy と sensitivity が得られると考えられる。また、CT は SOL の質的診断が可能であり、肝外病変と肝内病変の鑑別にも優れている。

CT の肝 SOL の診断上の最も大きな問題点は、本報告の結果からも明らかのように、2cm 未満の SOL の検出である²²⁾²⁹⁾³⁰⁾。1cm の腫瘍、1cm 未満の嚢胞が検出できる症例もあるが、その検出率は著しく低下する。2cm 未満の SOL の検出率が低下する要因としては、肝実質と SOL (殊に实质性腫瘍) との間の CT 値の差が少ないと、及び病変が小さいための partial volume effect が考えられる²¹⁾²⁹⁾³⁰⁾。また、artifact による検出不能例が 1 例あったことは CT 診断上のもう 1 つの問題点を示している。さらに、CT の問題点としては、scan area の被曝量の多いこと³¹⁾、検査人数の制約が挙げられる。後者の点について京大病院を例にとれば、一台の装置で頭部を除くすべての部位

の検査を行わねばならず、肝臓の検査件数はおのづから制限される。これらの点は、明らかに肝シンチ、SPECT に比して劣っており、スクリーニングとしての CT 検査を困難にしている。

肝シンチと CT との比較検討については数多くの報告がなされており、両者の SOL 診断能は同程度とする報告も多い¹⁵⁾¹⁶⁾。しかしながら、最近は、CT の優位性を示す成績が報告されるようになった¹⁷⁾¹⁸⁾。このような成績の差異は、前述の如く、装置の技術的進歩による CT の診断能の向上に起因すると考えられる。また、肝シンチと CT を比較する際には、検査の順序も考慮に入れなければならない要因である。伊藤らは、³²⁾CT に先立って肝シンチを行った場合には、肝シンチの情報によって CT の診断能が向上する可能性があると述べている。逆に CT の所見が肝シンチの読影に影響を及ぼす可能性もある。本報告では肝シンチが先に施行された症例41例、CT が先に施行された症例59例、同日に施行された症例 3 例であり、検査の順序による影響は少ないと考えられる。

既に述べた如く、本報告では診断能を SOL の大きさと比較検討することによって、各検査法の限界をより明確にすることことができた。ただし、個々の SOL について検討した Table 7 の数値は、手術所見及び画像診断の所見によって得られたものであり、肝臓をとり出して個々の SOL について厳密に検討した場合に比べ、多少異なることが予想される³²⁾。殊に 2cm 未満の小 SOL の検出率は、厳密に検討すれば Table 7 の数値より更に低下すると考えられる³²⁾。

上記の考察を踏まえた上で、著者らの考えている肝 SOL 画像診断の decision tree を Fig. 6 に示す。US は、放射線被曝が無く、手軽であり、かつ正確さの面でも優れた診断法である³⁴⁾³⁵⁾。本報告の症例中70例における US の診断率は、accuracy 87%, sensitivity 88%, specificity 85% であった。また、US は囊胞の診断には優れた成績を示している³⁴⁾。しかしながら、日常検査においては、肥満、あるいは腸管ガス等のため肝全体を検索するのが困難な症例があること³⁶⁾、並びにあらかじめ肝臓全体の情報があると US の診断能をよ

り高めることができる³⁷⁾との考え方から、Fig. 6 では、肝シンチ+SPECT の次に置いた。SOL の検索のためには、本報告の結果からも肝シンチには SPECT を併用することが必要と考えられる。CT は優れた診断能を有し、かつ画像の具体性も高いが、被曝量、検査件数制限の面より肝シンチ+ SPECT、US に続く検査法とした。血管造影は最も精細な検査法であるが、非侵襲的検査による診断能が向上した現在、診断を目的とする際の適応は限定される。Hypervasculat な腫瘍、殊に肝細胞癌の小病巣の検索がその主たる適応と考えられる³⁸⁾。なお、この decision tree は、現時点での著者らの考えであり、今後各診断法の技術的改良、NMR³⁹⁾等の新たな診断法の発達により変化することが予想される。

総括ならびに結論

1. 京大病院において、肝 SOL 検索の目的で肝シンチ、SPECT、CT を施行した症例のうち、診断の確定した103例について各検査法の診断能を、殊に SOL の大きさとの関連で検討した。
2. SOL の存在診断に関しては、CT が最も優れており、SPECT、肝シンチの順であった。Accuracy は各々、98%，87%，75% であった。
3. 肝シンチによって、4cm 以上の SOL は確実に検出し得たが、2cm~4cm の SOL の検出率は半減し、2cm 未満の SOL の検出は困難であった。

4. SPECT を肝シンチに併用することによって、2cm~4cm の SOL の検出率は有意に向上し、また、false positive 例も減少し、全体的に診断能の改善が認められた。
5. CT によって 2cm 以上の SOL は確実に診断できたが、2cm 未満の SOL の検出率は低下した。質的診断は、62例中60例において可能であった。

6. 今回の検討に基づき、肝 SOL の診断のための decision tree 作成を試みた。
<本論文の要旨は第41回日本医学放射線学会総会(福岡)において発表した。>

文献

- 1) Ariel, I.M. and Molander, D.: Hepatic gamma scanning. An aid in determining treatment

- policy for cancer involving the liver. Am. J. Surgery, 118 : 5—14, 1969
- 2) Covington, E.E.: The accuracy of liver photoscans. A.J.R., 109 : 742—744, 1970
 - 3) 浜本 研, 向井孝夫, 高坂唯子, 鳥塚莞爾, 鈴木 敬, 本庄一夫: 肝癌の RI 診断. 日本臨床, 30 : 562—577, 1972
 - 4) Ranson, J.H.C., Adams, P.X. and Localio, S.A.: Preoperative assessment for hepatic metastases in carcinoma of the colon and rectum. Surg. Gynecol. Obstet., 137 : 435—438, 1973
 - 5) Lunia, S., Parthasarthy, K.L., Bakshi, S. and Bender, M.A.: An evaluation of the Tc-99m sulfur colloid liver scintiscans and their usefulness in metastatic work-up: A review of 1424 studies. J. Nucl. Med., 16 : 62—65, 1974
 - 6) Alfidi, R.T., Haaga, J.R., Havrilla, T.R., Pepe, R.E. and Cook, S.A.: Computed tomography of the liver. A.J.R., 127 : 69—74, 1976
 - 7) Stephens, D.H., Sheedy, P.F. II, Hattery, R.R. and MacCarty, R.L.: Computed tomography of the liver. A.J.R., 128 : 579—590, 1977
 - 8) 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
 - 9) Scherer, U., Rothe, R., Eisenlung, J., Sclilberg, F.-W., Meister, P. and Lissner, J.: Diagnostic accuracy of CT in circumscribed liver disease. A.J.R., 130 : 711—714, 1978
 - 10) Freeman, L.H., Bernstein, R.G., Katz, M.C., Derman, A. and Meng, C.-H.: Combined diagnostic approach of hepatic scanning and celiac angiography in the investigation of liver disease. J. Nucl. Med., 10 : 628—632, 1969
 - 11) Rossi, P. and Gould, H.R.: Angiography and scanning in liver disease. Radiology, 96 : 553—562, 1970
 - 12) Lerona, P.T., Raymundo, T.G. and Cornell, S.H.: Limitations of angiography and scanning in diagnosis of liver masses. Radiology, 112 : 139—145, 1974
 - 13) 大石 元, 芝辻 洋, 浜田信夫, 三浦貴士, 細木 靖弘, 井上健次郎, 今川教史, 松村一隆, 榎本泰久: 肝腫瘍の診断限界よりみた肝血管造影と肝シンチグラムの対比. 臨放, 21 : 177—182, 1976
 - 14) Grossman, Z.D., Wistow, B.W., Bryan, P.J., Dinn, W.M., McAfee, J.G. and Kieffer, S.A.: Radionuclide imaging, computed tomography and gray scale ultrasonography of the liver: A comparative study. J. Nucl. Med., 18 : 327—332, 1977
 - 15) MacCarty, R.L., Wahner, H.W., Stephens, D.H., Sheedy, P.H. and Hattery, R.R.: Retrospective comparison of radionuclide scans and computed tomography of the liver and pancreas. A.J.R., 129 : 23—28, 1977
 - 16) Biello, D.R., Levitt, R.G., Siegel, B.A., Sagel, S.S. and Stanley, R.J.: Computed tomography and radionuclide imaging of the liver: A comparative evaluation. Radiology, 127 : 159—163, 1978
 - 17) Snow, J.H., Goldstein, H.M. and Wallace, S.: Comparison of scintigraphy, sonography, and computed tomography in the evaluation of hepatic neoplasms. A.J.R., 132 : 915—918, 1979
 - 18) Knopf, D.R., Torres, W.E., Fajman, W.J. and Sones, P.J.: Liver lesions: Comparative accuracy of scintigraphy and computed tomography. A.J.R., 138 : 632—627, 1982
 - 19) 鳥塚莞爾, 向井孝夫, 石井 靖, 森田陸司, 池窪勝治, 伊藤春海, 福永仁夫, 中野善久, 米倉義晴, 山本和高, 百々義広, 佐治英郎, 前田尚利, 藤堂義郎, 玉木長良, 濱野長平, 渡辺小太郎, 藤田 透: エミッショント. 臨放, 25 : 1343—1356, 1980
 - 20) 山本和高, 百々義広, 向井孝夫, 藤田 透, 玉木長良, 石井 靖, 森田陸司, 鳥塚莞爾: 回転型ガンマカメラによる肝ECTの検討—(2) 臨床的検討一. 核医学, 19 : 935—941, 1982
 - 21) 山本和高, 向井孝夫, 藤田 透, 渡辺小太郎, 玉木長良, 石井 靖, 鳥塚莞爾: 回転型ガンマカメラによる肝ECTの検討—(1) 基礎的検討一. 核医学, 19 : 919—924, 1982
 - 22) 鳥塚莞爾, 百々義広, 中野善久, 橋岡敏男, 藤堂義郎, 光野重根, 山本和高: 肝内病変のCT統影の実際. 消化器外科, 4 : 1621—1633, 1981
 - 23) Wagner, H.N. Jr., McAfee, J.G. and Mozley, J.M.: Diagnosis of liver disease by radioisotope scanning. Arch. Intern. Med., 107 : 324—334, 1961
 - 24) McAfee, J.G., Ause, R.G. and Wagner, H.N. Jr.: Diagnostic value of scintillation scanning of the liver. Arch. Intern. Med., 116 : 95—110, 1965
 - 25) McCready, V.R.: Scintigraphic studies of space-occupying liver disease. Semin. Nucl. Med., 2 : 108—127, 1972
 - 26) Johnson, P.M. and Sweeny, W.A.: The false positive hepatic scan. J. Nucl. Med., 8 : 451—460, 1967
 - 27) 鈴木 豊, 久田欣一: 肝スキャンにおけるpseudomassについて. 臨放, 16 : 197—201, 1971
 - 28) Ashare, A.B.: Radiocolloid liver scintigraphy. A choice and an echo. R.C.N.A., 18 : 315—320, 1980

- 29) 板井悠二：肝疾患と CT スキャン. 最新医学, 35 : 1583—1590, 1980
- 30) 鳥塚莞爾, 吉井正雄, 中野善久, 野口正人, 山本和高, 百々義広, 光野重根, 安達秀樹, 向井孝夫, 石井 靖, 森田陸司：肝, 胆の画像診断. 外科治療, 44 : 510—530, 1981
- 31) McCullough, E.C. and Payne, J.T.: Patients dosage in computed tomography. Radiology, 129 : 457—463, 1978
- 32) 伊東久夫, 久保敦司, 木下文雄, 前川 全, 高橋日和, 里和スミエ, 川合真一：肝占拠性病変におけるシンチグラムと CT 検査の意義. 臨放, 27 : 361—367, 1982
- 33) Scherer, U., Santos, M. and Lissner, J.: CT studies of the liver in vitro. J. Comput. Assist. Tomogr., 3 : 589—595, 1979
- 34) Tayler, K.J.W., Carpenter, D.A., Hill, C.R. and McCready, V.R.: Gray scale ultrasound imaging. Radiology, 119 : 415—423, 1976
- 35) Yeh, H.-C. and Rabinowitz, J.G.: Ultrasonography and computed tomography of the liver. R.C.N.A., 18 : 321—338, 1980
- 36) Green, B., Bree, R.L., Goldstein, H.M. and Stanley, C.: Gray scale ultrasound evaluation of hepatic neoplasms: Patterns and correlations. Radiology, 124 : 203—208, 1977
- 37) Garret, W., Kossoff, D.P.G., Uren, R.F. and Carpenter, D.A.: Gray scale ultrasonic investigation of focal defects on Tc-99m sulfur colloid liver scanning. Radiology, 119 : 425—428, 1976
- 38) Takashima, T., Matsui, O., Suzuki, M. and Ida, M.: Diagnosis and screening of small hepatocellular carcinomas: Comparision of radionuclide imaging, ultrasound, computed tomotraphy, hepatic angiography and α_1 -fetoprotein assay. Radiology, 145 : 635—638, 1982
- 39) Doyle, F.H., Dennock, J.M., Banks, L.M., McDonnell, M.J., Bydder, G.M., Steiner, R.E., Young, I.R., Clarke, G.J., Pasmore, T. and Gilderdale, D.J.: Nuclear magnetic resonance imaging of the liver: Initial experience. A.J.R., 138 : 193—200, 1982