



Title	Thallium-201 SPECTによる膵癌の検討
Author(s)	久米, 典彦; 菅, 一能; 西垣内, 一哉 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(9), p. 682-689
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16163
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Thallium-201 SPECTによる脾癌の検討

久米 典彦¹⁾ 菅 一能¹⁾ 西垣内一哉¹⁾ 内迫 博路¹⁾ 菅野 文め¹⁾
藤田 岳史¹⁾ 中西 敬¹⁾ 浜崎 達憲²⁾ 鈴木 敏²⁾

1) 山口大学医学部放射線医学教室 2) 同第二外科学教室

Evaluation of Pancreatic Cancers Using Thallium-201 Single Photon Emission Computed Tomography

Norihiro Kume¹⁾, Kazuyoshi Suga¹⁾, Kazuya Nishiguchi¹⁾, Hiromichi Uchisako¹⁾, Ayame Sugano¹⁾, Takeshi Fujita¹⁾, Takashi Nakanishi¹⁾, Tatsunori Hamasaki²⁾ and Takashi Suzuki²⁾

Radionuclide study has not been frequently applied to pancreatic cancers because of the absence of suitable radiopharmaceuticals for their positive depiction. We evaluated thallium-201 chloride (²⁰¹Tl) SPECT for the investigation of pancreatic cancers. The subjects included 24 patients with pancreatic cancer, seven with benign disorders and 10 controls. Each patient fasted prior to the examination for more than 12 hr, and ²⁰¹Tl SPECT was obtained 10 min after the injection of 148–222 MBq of ²⁰¹Tl. When the boundary of tumor uptake of ²⁰¹Tl was unclear because of the adjacent physiological liver activity, subtracted SPECT using ^{99m}Tc-phytate was performed to clarify it.

²⁰¹Tl did not accumulate in the pancreas of the controls. In contrast, of the 24 pancreatic cancers, 21 demonstrated positive uptake, for a sensitivity rate of 87.5%, and the mean tumor/liver ratio was 0.76 ± 0.16 (range, 0.58 – 1.28). Abnormal uptake was also noted in three of the seven benign disorders, but with a comparatively lower lesion/liver ratio (range, 0.35 – 0.51). ²⁰¹Tl activity per mg tissue in the resected specimens of two patients with pancreatic cancer revealed higher activity in the tumor than in normal parenchyma. ²⁰¹Tl uptake in the five conservatively treated pancreatic cancers showed alteration similar to the serum level of tumor markers.

These results suggest that ²⁰¹Tl SPECT may have clinical potential for investigating pancreatic cancers as well as for the monitoring of treatment effect.

Research Code No. : 700, 725

Key words : Pancreatic cancer, Thallium-201 chloride, SPECT

Received Jan. 5, 1994; revision accepted Jul. 27, 1994

1) Department of Radiology, Yamaguchi University School of Medicine

2) The Second Department of Surgery, Yamaguchi University School of Medicine

はじめに

現在、脾癌の核医学検査は陽性描画するのに適した核種がなく一般には施行されていない。⁷⁵Se-selenomethionineや¹²⁵I-N, N, N'-trimethyl-N'-(2-hydroxy-3-methyl-5-iodobenzyl)-1, 3-propanediamine(¹²³I-HIPDM)は脾シンチグラフィとして使用されるが、いずれも正常脾組織へ集積し脾癌は欠損部として描出される^{1), 2)}。¹⁸F-Fluorodeoxyglucose(¹⁸F-FDG)を用いたpositron emission computed tomography(PET)の研究では脾癌は陽性描画されよい成績を示しているが³⁾、現在、PET装置は一般には普及していない。²⁰¹Tlはさまざまの領域の腫瘍イメージング製剤として広く使用され、ことに腺癌に対する高い親和性を有し^{4), 5)}、脾癌への集積が期待される。1991年に戸川ら⁶⁾は比較的少数例ではあるが²⁰¹Tl SPECTを脾癌に試み臨床応用の可能性を示した。今回、われわれも脾癌に対し同検査を行い、さらに^{99m}Tc-phytateによる肝シンチグラフィによるsubtraction画像を加えて検討し、脾癌に対する本検査の有用性を検討したので報告する。

対象と方法

対象は1991年7月から1993年11月の間に当施設で検査した脾癌24例と脾良性疾患7例およびコントロール群10例の合計41例である。脾癌24例(男性13例、女性11例、年齢は43–87歳)のうち22例は手術により組織学的に(乳頭腺癌11例、腺管癌5例、で6例は腺癌であるが組織型不明)診断された。他2例はCT、MRIおよびERCPなどの画像診断および著明な腫瘍マーカーの上昇と臨床経過から脾癌と診断された(Table 1)。

良性疾患は良性腫瘍3例(粘液性囊胞腺腫1例、漿液性囊胞腺腫1例、インシュリノーマ1例)と慢性脾炎3例(1例は偽囊胞を伴う)および急性脾炎1例である(Table 1)。また肺癌例で²⁰¹Tl SPECTを施行し腫瘍が下肺野にあるため脾臓も含めたSPECT像が得られ、脾臓への集積の有無の評価が可能であった10例をコントロール群とした。コントロール群では腹部CTと超音波検査で脾臓に変化を認めず血清アミラ

ーゼ値も正常であった。

腫瘍の大きさはCTまたはMRIで測定し、これらの造影早期の画像上、腫瘍はいずれも他臓組織に比して低吸収または低信号域として描出され、腫瘍血流は少ないと考えられた。しかし良性腫瘍のうち漿液性囊胞腺腫(Fig.7)とインシエリノーマは著しい造影効果を示す部位を認めた。

^{201}Tl SPECTは患者を検査前に12時間以上の絶飲食とし、 ^{201}Tl を148-222 MBq静注後、最初にプレイヤー像を撮像した後、静注約10分後よりSPECT検査を行った。使用機種は低エネルギー用高分解能コリメータを装着した東芝製の1検出器型のGCA 901-Aである。データは80Kev \pm 20%にエネルギー設定し、 64×64 matrixで6度ごと30秒で360度にて収集した。Butterworth filterで前処理し(次数:8, 遮断周波数:0.25), Ramp filterで再構成してスライス厚6.4mmの横

断像を作成、さらに冠状断像を得た。吸収補正ならびに散乱補正是行っていない。

病変部の集積の程度は、肝臓のS₈領域と腫瘍の異常集積部に設定した関心領域の1 pixel当たりの平均カウントから病変部/肝臓の放射能比を求め評価した。

検査前の絶飲食は以前、絶飲食した肺癌6例と行わない肺癌6例との間で小腸のT1-201集積の程度を比較し、明らかに絶飲食の方が少なかったための処置である。戸川ら⁶⁾も絶食が有効であったと報告している。しかし今回検査した腫瘍6例ではすでに中心静脈高カロリー輸液が行われており、絶飲食の必要はなかった。

^{201}Tl SPECTで病変部の異常集積と肝臓の生理的集積との境界が不明瞭な9症例(肺癌7例、漿液性囊胞腺腫1例、急性胰炎1例)では、 ^{99m}Tc -phytate(111 MBq)による肝臓の

Table 1 Summary of the results on T1-201 scintigraphy in the 24 patients with pancreatic cancers and 7 patients with other benign disorders. A value of 37 U/ml was the upper limit of normal of serum CA 19-9 level. No. 2, 7, 19, 25 and 30 patients had Lewis blood type negative, resulting in lack of elevated serum CA 19-9 level.

Patient/ Sex/Age (y)	Site	Size (mm)	Histology	T1-201 uptake		Lesion-to- liver ratio	CA 19-9 (U/ml)
				Planar	SPECT		
1/F/78	Head	30	Tubul adenoca.	-	+	0.83	870.0
2/M/54	Uncus	30	Papil adenoca.	-	+	0.62	*
3/M/64	Uncus	42	Tubul adenoca.	-	+	0.85	347.0
4/F/52	Head	30	Papil adenoca.	-	+	0.65	3355.0
5/F/43	Body	72	Unknown	-	+	0.62	1520.0
6/M/61	Body	50	Papil adenoca.	-	+	0.59	214.7
7/F/71	Head	95	Papil adenoca.	+	+	1.28	*
8/F/60	Head	30	Papil adenoca.	-	+	0.84	37.3
9/F/52	Head	30	Papil adenoca.	-	+	0.78	80.1
10/M/70	Head	50	Papil adenoca.	+	+	0.96	41.1
11/M/63	Head	55	Papil adenoca.	-	+	0.61	10067.0
12/F/59	Head	60	Adenoca.	+	+	0.81	54318.1
13/M/87	Head	28	Tubul adenoca.	-	+	0.59	95.0
14/F/61	Head	25	Tubul adenoca.	-	+	0.73	1817.2
15/M/79	Head	35	Adenoca.	-	+	0.81	608.3
16/M/67	Head	34	Papil adenoca.	-	+	0.58	373.1
17/M/58	Head	40	Papil adenoca.	-	+	0.75	109.4
18/M/71	Head	30	Papil adenoca.	+	+	0.92	*
19/F/69	Uncus	32	Adenoca.	-	+	0.87	163.7
20/M/63	Head	60	Unknown	-	+	0.65	11260.2
21/M/68	Head	30	Adenoca.	-	+	0.66	20.7
22/M/43	Head	18	Adenoca.	-	-	-	10.0
23/M/79	Head	28	Adenoca.	-	-	-	*
24/F/76	Tail	30	Tubul adenoca.	-	-	-	1182.9
25/M/73	Tail	55	Insulinoma	-	+	0.35	908.6
26/F/73	Uncus	90	Serous cyst-adenoma	-	+	0.51	46.2
27/M/44	Diffusely swollen		Acute pancreatitis	-	+	0.48	-
28/M/70	Tail	30	Mucinous cyst-adenoma	-	-	-	*
29/M/53	Head	25	Pseudocyst with chr. pancreatitis	-	-	-	145.2
30/M/48	Diffusely (calcified)		Chr. pancreatitis	-	-	-	56.3
31/M/56	Diffusely		Chr. pancreatitis	-	-	-	42.8

SPECT像を引き続いて撮像し、²⁰¹T1 SPECT像との間でsubtraction画像を作成して境界を明らかにした。この際、肝臓で²⁰¹T1/^{99m}Tc-phytateの集積比を求め、それに応じて^{99m}Tc-phytate像をnormalizeした画像を作成しsubtractionした。こうして病変部の集積の境界を確認した後、²⁰¹T1 SPECT像上で病変部／肝臓の集積比を求めた(Fig.6-8)。

次に放射線温熱治療を行った膵癌5例で治療効果判定のため、治療前後に²⁰¹T1 SPECTと施行し、腫瘍／肝臓の集積比と血清腫瘍マーカーの変動と比較した。経過観察の²⁰¹T1 SPECTは治療終了後22～45日目に行った(Table 2)。

最後に膵癌手術例2症例の切除標本で腫瘍部と正常組織の組織単位重量当たりの²⁰¹T1の放射能を測定した。摘出前1時間前に²⁰¹T1を148 MBq投与し、摘出後ただちに重量を測定した後、ウエルカウンター(アロカ社製、JDC-701)で放射能を測定した(Table 3)。

結 果

²⁰¹T1 SPECT像上、²⁰¹T1の生理的集積は腎臓に最も高く、これよりはやや低いが胃、肝臓および脾臓に認めた。小腸の集積もさまざまの程度に認め連続性にループを形成していた。これらの集積した臓器と集積欠損を示す胆嚢、脊椎および大血管(腹部大動脈と下大静脈)を指標にCTとの対比を行って脾臓の位置を同定し、病変部への集積の有無を判定した。

成績のまとめをTable 1に示す。コントロール群の10例では脾臓に集積を認めなかつた(Fig.1)。これに対し膵癌の24例中21例(87.5%)で腫瘍へ集積を認め(Fig.2-6)、腫瘍／肝臓の集積比は0.58-1.28の範囲で平均値は 0.76 ± 0.16 であった。陽性の最小の腫瘍径は25mmであった(Fig.5)。腫瘍／肝臓の集積比と腫瘍の大きさ、組織型および血清CA 19-9値との間には明らかな相関を認めなかつた。一方、プレイナー像では陽性例の21例中4例のみが陽性であった。

一方、良性疾患7病変のうち3病変(インシュリノーマ1例、漿液性囊胞腺腫1例と急性膵炎1例)にも集積したが、病変部の集積程度は集積陽性の膵癌に比し低く、集積比は0.35-0.51の範囲であった(Table 1)。

Fig.1 T1-201 SPECT images of a normal case(A 57-year-old male) obtained at 15 min postinjection of 148 MBq of T1-201, showing no T1-201 uptake in the entire pancreas.

Fig.7). 急性膵炎の1例は脾全体にびまん性の淡い集積を示した(Fig.8)。

Subtraction画像を施行した9症例では、病変部の²⁰¹T1の異常集積範囲が明瞭となり有用であった(Fig.6-8)。

Table 2に膵癌で治療経過を見た5症例の成績を示す。全例とも治療終了後の経過観察上、CTで残存あるいは増大した腫瘍を認めた。²⁰¹T1の腫瘍／肝臓の集積比と血清腫瘍マーカーの変動はよい相関を示した。症例2、3と5では治療後の腫瘍の大きさは治療前とほとんど変化していなかったが、このうち2例では腫瘍の集積比は低下し、腫瘍マーカーも低下しており(Fig.9)，他1例では集積比の増加に伴い腫瘍マーカーも上昇していた。

最後にTable 3に膵癌手術例の組織単位重量当たりの放射能を示す。腫瘍組織は正常組織の2-3倍の放射能を示した。

Table 2 Summary of the follow-up T1-201 SPECT in the 5 treated patients with pancreatic cancer

Patient no. (Table 1)	Treatment	Tumor size (mm)		Tumor-to-liver ratio		CA 19-9 (U/ml)	
		Pre.	Post.	Pre.	Post.	Pre.	Post.
3	IORT	42×40	70×40	0.85	1.04	347	1032
4	IORT, IOHT	30×30	30×30	0.65	0.39	3355	564
5	RT, HT	72×52	44×40	0.62	0.47	1520	821
11	IORT	55×50	57×54	0.61	0.88	10067	26123
23*	IORT, IOHT	30×28	34×30	0.66	0.57	(390)	(77) (CA-125)

IORT: Intraoperative radiation therapy (20 Gy) IOHT: Intraoperative hyperthermia therapy

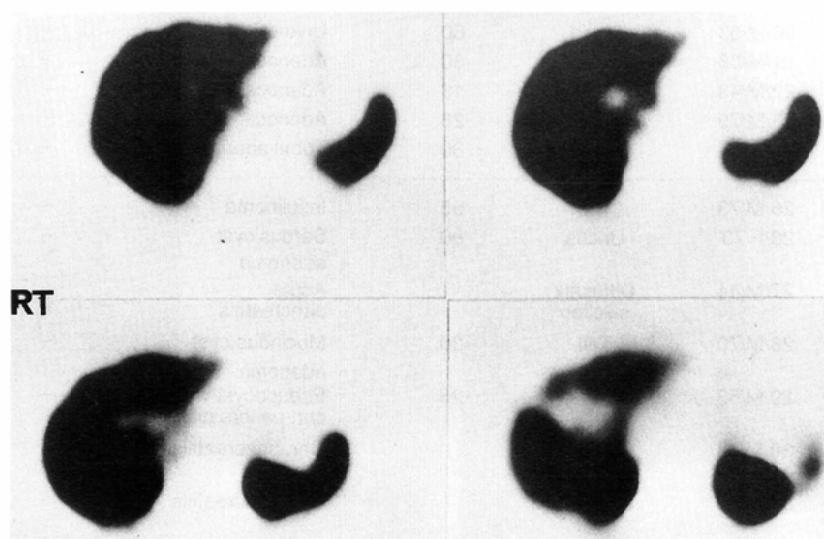
RT: Radiation therapy (40 Gy) HT: Hyperthermia therapy (at 42-43°C for 30-40 min)

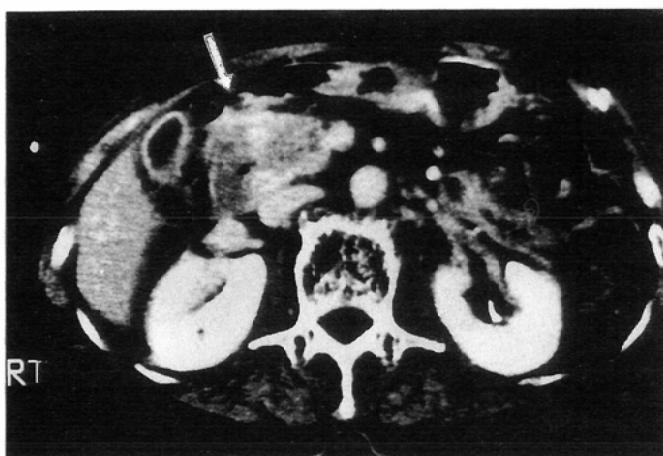
*: In Case 23, serum CA 125 level was used in monitoring the effectiveness of the treatment, because CA 19-9 level before the treatment was low (20.7 U/ml).

Table 3 T1-201 activity in the resected specimen of two patients with pancreatic cancer

Patient no. in Table 1	T1-201 activity (counts/mg/min)			(T) / (N) ratio of T1-201 activity
	Tumor (T)	Necrotic tissue in the tumor	Normal parenchyma (N) of the pancreas	
9	498	357	189	2.63
17	191	85	59	3.23

(T) / (N) ratio : Tumor-to-normal parenchyma of the pancreas ratio of T1-201 activity

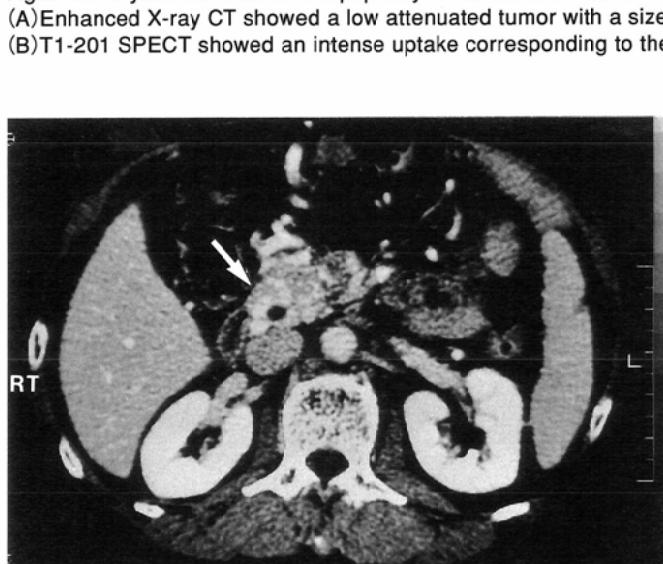




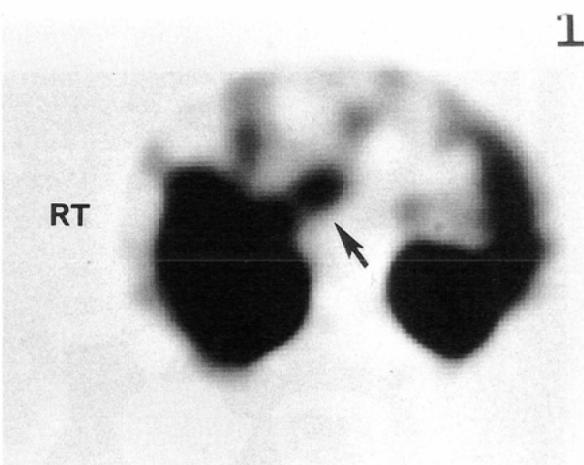
(A)



(B)



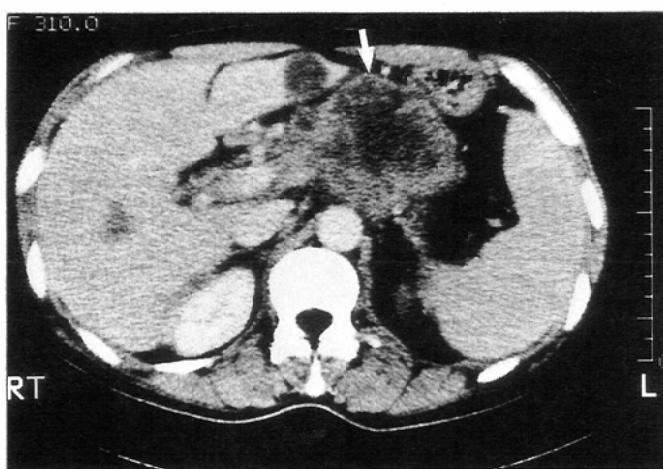
(A)



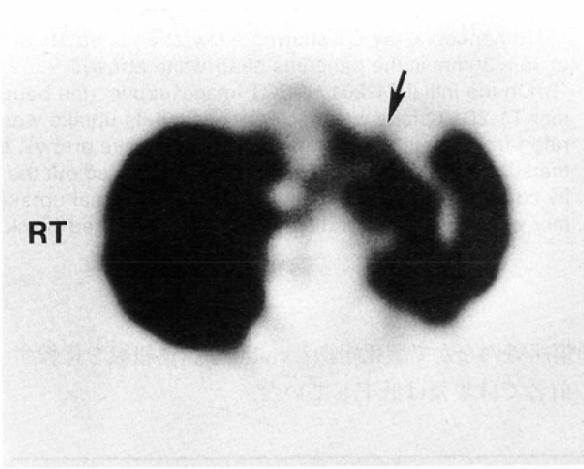
(B)

Fig.2 A 70-year-old male with a papillary adenocarcinoma (No.10 in Table 1)

(A) Enhanced X-ray CT showed a low attenuated tumor with a size of 59 x 40mm in the pancreas head (white arrow)
 (B) T1-201 SPECT showed an intense uptake corresponding to the tumor, with a tumor/liver ratio of 0.96 (black arrow)



(A)



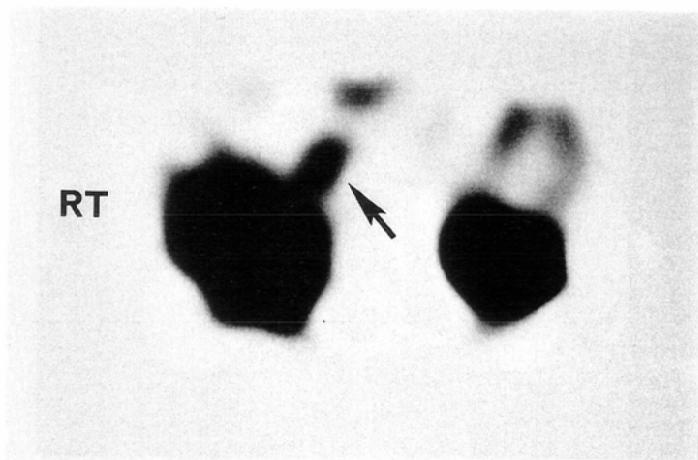
(B)

Fig.3 A 78-year-old female with a tubular adenocarcinoma (No.1 in Table 1)

(A) Enhanced X-ray CT showed a low attenuated tumor with size of 30 x 30mm in the pancreas head (white arrow)
 (B) T1-201 SPECT showed an intense uptake corresponding to the tumor, with a tumor/liver ratio of 0.83 (black arrow)



(A)

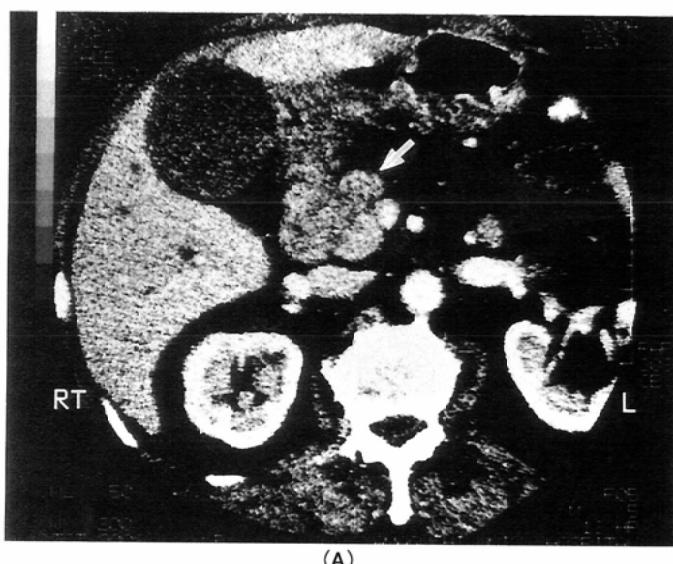


(B)

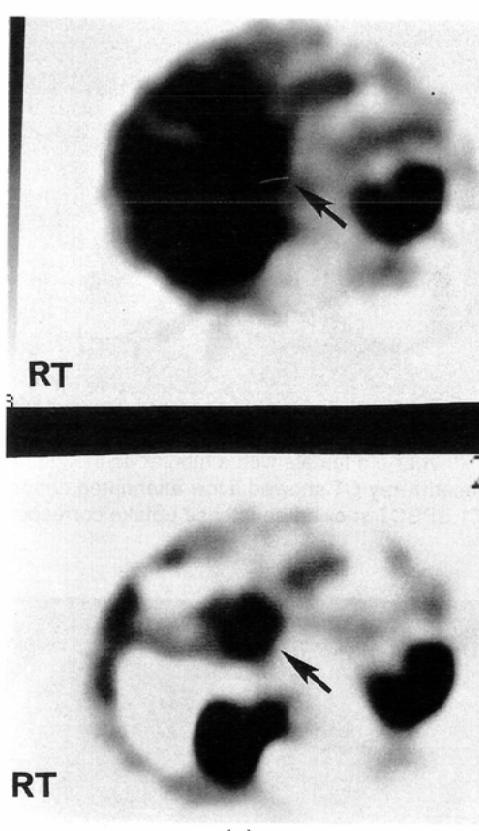
Fig.5 A 61-year-old female with a tubular adenocarcinoma (No.14 in Table 1), which was the smallest cancer depicted positively in our series.

(A) Dynamic contrast-enhanced, 3-dimensional fast low-angle shot (FLASH) image at 25 sec (10/4/1; TR/TE/excitation, flip angle; 16°) showed a hypointense tumor with a size of 25 × 20 mm in the pancreas head (white arrow).

(B) T1-201 SPECT showed an intense uptake corresponding to the tumor, with a tumor/liver ratio of 0.73 (black arrow).



(A)



(B)

Fig.6 A 79-year-old male with adenocarcinoma (No.15 in Table 1)
(A) Enhanced X-ray CT showed a low attenuated tumor with a size of 35 × 30 mm in the pancreas head (white arrow).

(B) On the initial T1-201 SPECT image (upper), the boundary of tumor T1-201 uptake was unclear because its uptake was not separated from the liver physiological activity (white arrow). In contrast, the subtracted SPECT image (bottom) subtracted out the liver activity completely, and the boundary of the abnormal uptake in the tumor with a tumor/liver ratio of 0.73, was confirmed (black arrow).

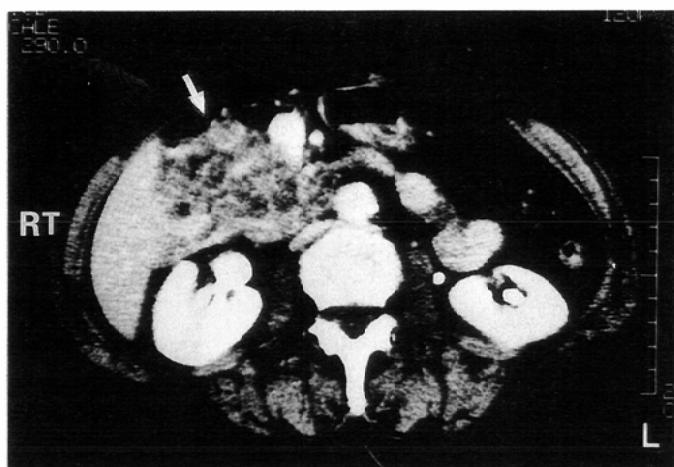
また腫瘍組織のなかで壊死組織とviableな腫瘍組織を比較すると、前者では集積は低下していた。

考 察

今回、²⁰¹T1 SPECT上、脾癌は24例中21例(87.5%)と高率に陽性描画され、摘出標本でも正常組織に比し高い腫瘍組織の集積が確認され²⁰¹T1の脾癌への親和性が示された。

現在、脾癌を陽性描画するのに汎用し得る核種はなく、この目的に²⁰¹T1は有用な核種と思われる。²⁰¹T1 SPECTはプレイナー像に比し格段に高い陽性率を示し、脾癌検査ではSPECTは必要不可欠と思われた。

また²⁰¹T1に^{99m}Tc-phytateを同時併用して得たsubtraction画像は、肝臓の生理的集積を消去し、病変部と肝臓との境界が不明瞭な場合に有用であった。腫瘍や病変部の集積と肝臓の集積がオーバーラップし、集積の有無が不明瞭な症例

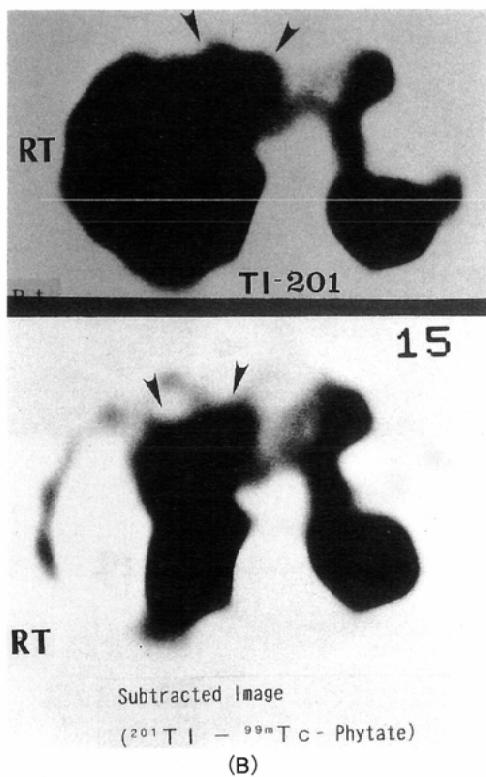


(A)

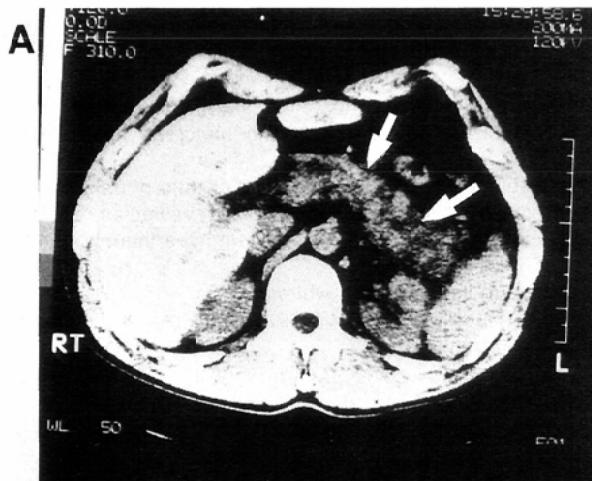
Fig.7 A 73-year-old female with a serous cystadenoma (No.28 in Table 1)

(A) Enhanced X-ray CT showed a large, markedly enhanced mass with a size of 90 × 55mm in the pancreas uncus, which was composed of numerous cystic areas (white arrow).

(B) The tumor uptake of T1-201 was obscure because the overlap of liver physiological activity on the initial T1-201 SPECT (upper, arrow heads). In contrast the subtracted SPECT image (bottom) subtracted out the liver activity completely, and the abnormal but non-intensive uptake in the tumor, with a tumor/liver ratio of 0.51, was confirmed (arrow heads).



(B)

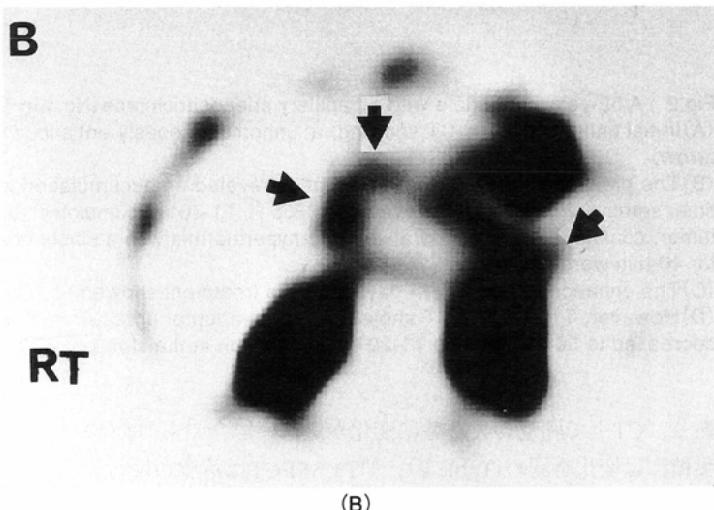


(A)

Fig.8 A 44-year-old male with acute pancreatitis (No.27 in Table 1)

(A) X-ray showed a low attenuated, diffusely swollen pancreas (white arrows).

(B) The subtracted SPECT image showed an unhomogenous, diffuse accumulation over the entire pancreas (the lesion/liver ratio; range, 0.34–0.48) (black arrows).



(B)

も存在すると思われるが、この際にも追加して行うべき検査法と考える(Fig.6-8)。

腫瘍は切除不能なものも多く放射線や温熱療法、化学療法などの保存的治療が行われるが、これらの治療効果判定に有用な指標が必要である。その1つとして血清の腫瘍マーカー、とりわけCA 19-9の有用性が報告されている⁷⁾⁻¹²⁾。また画像診断上では一般にUSやCTなどにより腫瘍の大きさの変化で判定するが、残存するviableな腫瘍と壞死組織や線維化巣との鑑別は困難な場合が多い¹³⁾⁻¹⁶⁾。

これに対し²⁰¹Tlは腫瘍細胞膜の($\text{Na}^+ - \text{K}^+$)ATPase活性を主要機序として悪性腫瘍細胞に摂取され¹⁷⁾⁻²⁰⁾、腫瘍のviabilityや増殖能を反映し得るとされている^{19), 21)-24)}。今回の2例の切除標本の検討でも、壞死組織の²⁰¹Tlの集積分布はviableな腫瘍組織に比較して著明に低かった(Table 3)。したがって治療効果を評価する上で²⁰¹Tlは、形態的変化で評価し難い腫瘍細胞の損傷を評価し得る可能性がある。今回の保存的治療を受けた5症例の検討でも、いずれも治療前後の²⁰¹Tlの腫瘍集積の程度と腫瘍マーカーの変動の間には相関性が

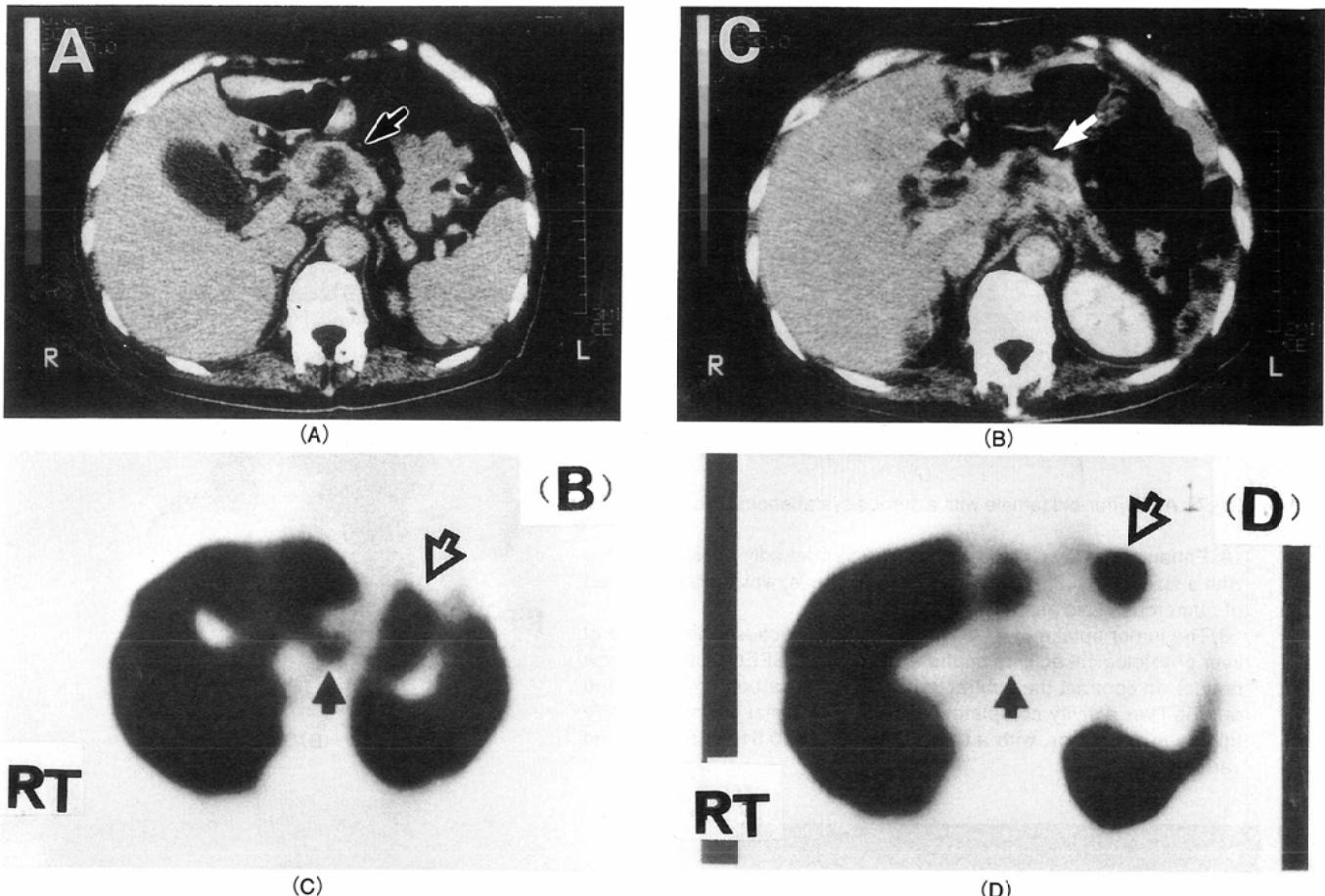


Fig.9 A 52-year-old female with a papillary adenocarcinoma (No.4 in Table 1, 2)

(A) Initial enhanced X-ray CT showing an unhomogeneously enhanced tumor with a size of $30 \times 30\text{mm}$ in the pancreas head (black arrow).

(B) The pretreatment ^{201}Tl SPECT image revealed an accumulation in the tumor (black arrow) with a tumor/liver ratio of 0.65. At this time, serum level of CA 19-9 elevated to 3355 U. ^{201}Tl accumulated also in the stomach (white arrow). Laparotomy revealed an resectable tumor, consequently, intraoperative radio-hyperthermia with a single dose of 20Gy electron beam and concomitant hyperthermia at 43°C for 40 min were undergone.

(C) The enhanced X-ray CT 14 days after the treatment showed no remarked change in its tumor size (white arrow).

(D) However, ^{201}Tl SPECT showed a reduced tumor uptake (black arrow) with a tumor/liver ratio of 0.39. Serum CA 19-9 level also decreased to 564 U. Intense ^{201}Tl accumulation in the stomach was also seen (white arrow).

あり、CT上で腫瘍の大きさに変化が乏しい場合でも ^{201}Tl の集積には変化を認め(Table 2)、 ^{201}Tl SPECTは治療効果判定にも有用と思われた。

今回、良性疾患の検討では良性腫瘍3例中2例と急性脾炎の1例にも、集積程度は脾癌例の陽性例に比べ低いが陽性を示した(Table 1, Fig.7, 8)。良性腫瘍や炎症性疾患でも陽性例があることを示しており、病変の良悪性鑑別上の問題を提起した。

しかし、戸川ら⁶⁾の検討では慢性脾炎7例中2例のみが陽性で、さらに腫瘍形成性脾炎の1例は陰性であったと報告している。これらの所見と今回の成績から(Table 1)、 ^{201}Tl は炎症性疾患には集積し難いか、集積しても集積程度は低いと思われる。したがって集積程度の差異により良悪性の鑑別が行える可能性が考えられる。また戸川ら⁶⁾の報告した陽性の慢性脾炎2例はびまん性の淡い集積を示しており、脾癌例のような腫瘍に限局した比較的強い集積とは集積態度が異なっているように思われる。

これまでの基礎的、臨床的検討でも ^{201}Tl は炎症巣では悪性腫瘍より集積程度が低く^{21), 25)-27)}、さらに悪性腫瘍では ^{201}Tl の時間経過による残留程度が炎症巣や良性腫瘍に比較して強いことが示されている²⁶⁾⁻²⁸⁾。したがって遅延像での ^{201}Tl の残留程度の評価が良悪性の鑑別に有用である可能性も考えられる。

^{201}Tl SPECTを脾病変に応用する上で問題となるのは脾周囲に存在する小腸の生理的集積である。小腸粘膜は ^{201}Tl と同様の挙動をするK⁺イオンを能動的に取り込んでおり²⁹⁾、また食事摂取により取込みは増加する^{29), 30)}。しかし絶飲食により取込みは抑制され、今回の検討でも絶飲食により小腸への集積は比較的軽度で、陽性脾癌例ではいずれも腫瘍の集積は小腸の集積よりも強かった。小腸に集積を認める場合でも連続的なループ形成を呈し、横断像に加え冠状断も参考にし、さらにCT像との対応を詳細に行うことで脾病変の ^{201}Tl の集積との鑑別は可能と考える。

結 語

以上、今回の²⁰¹Tl SPECTの検討で、²⁰¹Tlは脾癌に87.5%と高率に集積し脾癌の陽性描画に有用な核医学検査法と思われた。さらに少數例の検討ではあるが、保存的治療を受

けた脾癌例の検討で腫瘍集積の変化と腫瘍マーカーの変動との間に相関性を認め、治療効果評価における本検査の有用性も示唆された。しかし炎症性疾患や良性腫瘍にも集積程度は低いが集積例があり、良悪性の鑑別についてはさらに多くの症例での検討を要する。

文 献

- 1) Yamamoto K, Shibata T, Saji H, et al : Human pancreas scintigraphy using iodine-123-labeled HIPDM and SPECT. J Nucl Med 31 : 1015-1019, 1990
- 2) Saji H, Kuge Y, Tsutsumi D, et al : Accumulation and metabolism of (¹²⁵I)HIPDM in the rat pancreas. Annals of Nucl Med 5 : 157-161, 1991
- 3) 猪熊哲朗、鳥塚達郎、間賀田泰寛、他：脾腫瘍性病変の診断における¹⁸F-FDG-PETの有用性。核医学 30 : 977, 1993 (abstr.)
- 4) Togawa T, Suzuki A, Kato K, et al : Relation between ²⁰¹Tl to ⁶⁷Ga uptake ratio and histological type in primary lung cancer. Eur J Cancer Clin Oncol 21 : 925-930, 1985
- 5) Senga O, Miyakawa M, Shirota H, et al : Comparison of Tl-201 chloride and Ga-67 citrate scintigraphy in the diagnosis of thyroid tumor ; concise communication. J Nucl Med 23 : 225-228, 1982
- 6) 戸川貴史、油井信春、木下富士美、他：²⁰¹Tl SPECTによる脾癌診断。核医学 28 : 1475-1481, 1991
- 7) Tian F, Appert HE, Myles J, et al : Prognostic value of serum CA 19-9 levels in pancreatic adenocarcinoma. Ann Surg 215 : 350-355, 1992
- 8) Haglund C, Roberts PJ, Kuusela P, et al : Evaluation of CA 19-9 as a serum tumor marker in pancreatic cancer. Br J Cancer 53 : 197-202, 1986
- 9) Satake K, Chung YS, Umeyama K, et al : The possibility of diagnosing small pancreatic cancer (less than 4.0cm) by measuring various serum tumor markers ; A retrospective study. Cancer 68 : 149-152, 1991
- 10) Safi F, Rascher R, Bittner R, et al : High sensitivity and specificity of CA 19-9 for pancreatic carcinoma in comparison to chronic pancreatitis ; serological and immunohistochemical findings. Pancreas 2 : 397-401, 1987
- 11) Glenn J, Steinberg WM, Kurtman SH, et al : Evaluation of the utility of a radioimmunoassay for serum CA 19-9 levels in patients before and after treatment of carcinoma of the pancreas. J Clin Oncol 6 : 462-467, 1988
- 12) De Villano BC, Brenna S, Brock P, et al : Radioimmunometric assay for a monoclonal antibody-defined tumor marker CA 19-9. Clin Chem 29 : 549-552, 1983
- 13) Mackie CR, Cooper MJ, Lewis MH : Non-operative differentiation between pancreatic cancer and chronic pancreatitis. Ann Surg 189 : 480-487, 1979
- 14) Jenkins J, Braganza J, Hichkey D, et al : Quantitative tissue characterization in pancreatic disease using magnetic resonance imaging. Br J Radiol 60 : 333-341, 1989
- 15) Luetmer PH, Stephens DH, Ward EM : Chronic pancreatitis ; reassessment with current CT. Radiology 171 : 353-357, 1979
- 16) Semelka RC, Ascher SM : MR imaging of the pancreas. Radiology 188 : 593-602, 1993
- 17) Ellingsen JD, Thompson JE, Frey HE, et al : Correlation of (Na⁺-K⁺)-ATPase activity with growth of normal and transformed cells. Exp Cell Res 87 : 233-240, 1974
- 18) Atkins HL, Budinger TF, Lebowitz E, et al : Thallium-201 for medical use. Part 3 ; human distribution and physical imaging properties. J Nucl Med 18 : 133-140, 1977
- 19) Schweil AM, McKillip JH, Milroy R, et al : Mechanism of ²⁰¹Tl uptake in tumours. Eur J Nucl Med 15 : 376-379, 1989
- 20) Muranaka A : Accumulation of radioisotopes with tumor affinity ; comparison of the tumor accumulation of ⁶⁷Ga-citrate and ²⁰¹Tl-chloride in vitro. Acta Med Okayama 35 : 85-92, 1981
- 21) Ando A, Ando I, Katayama M, et al : Biodistribution of ²⁰¹Tl in tumor bearing animals and inflammatory lesion induced animals. Eur J Nucl Med 12 : 567-572, 1987
- 22) Black KL, Hawkins RA, Kim KT, et al : Use of thallium-201 SPECT to quantitate malignancy grade of gliomas. J Neurosurg 71 : 342-346, 1989
- 23) Yoshii Y, Satou M, Yamamoto Y, et al : The role of thallium-201 single photon emission tomography in the investigation and characterisation of brain tumors in man and their response to treatment. Eur J Nucl Med 20 : 39-45, 1993
- 24) Nishigauchi K : Evaluation of feasibility of ²⁰¹TlCl scintigraphy for monitoring radiotherapeutic effects. Nippon Acta Radiol 53 : 1445-1457, 1993
- 25) Ito Y, Muranaka A, Harada T, et al : Experimental study on tumor affinity of ²⁰¹Tl-chloride. Eur J Nucl Med 3 : 81-85, 1978
- 26) Ochi H, Sawa H, Fukuda T, et al : Thallium-201 chloride thyroid scintigraphy to evaluate benign and/or malignant nodules ; usefulness of the delayed scan. Cancer 50 : 236-240, 1982
- 27) Tonami N, Shuke N, Yokoyama K, et al : Thallium-201 single photon emission computed tomography in the evaluation of suspected lung cancer. J Nucl Med 30 : 997-1004, 1989
- 28) Suga K, Sadanaga Y, Nishigauchi K, et al : Lobar primary lymphoma ; iodine-123-iodoamphetamine and thallium-201 chloride scintigraphic findings. J Nucl Med 34 : 1980-1983, 1993
- 29) Cavailloles F, Vitaux F, Petiet A, et al : Thallium uptake in fasted and nonfasted rats. Eur J Nucl Med 8 : 87-88, 1983
- 30) Gupta BL, Hall TA, Naftalin RJ : Microprobe measurement of Na, K and Cl concentration profiles in epithelial cells and intercellular spaces of rabbit ileum. Nature 272 : 70-73, 1978