



Title	75Se-セレノメチオニンによる膵スキャンニングの研究
Author(s)	土屋, 信
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 28(8), p. 1143-1159
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19339
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

^{75}Se -セレンメチオニンによる膵スキャンニングの研究

千葉大学医学部放射線医学教室 (主任 寛弘毅教授)

土 屋 信

(昭和43年2月7日受付)

A Study on the Pancreatic Scanning Using ^{75}Se -Selenomethionine.

By

Shin Tsuchiya

Department of Radiology, Chiba University School of Medicine

(Director: Prof. Dr. Hirotake KAKEHI)

From January 1965 to October 1967, the pancreatic scanning was performed in 137 patients using ^{75}Se -selenomethionine. The scan images were individually checked from the diagnostic aspects of pancreatic diseases. The changes in size, shape and position of pancreas on the scan image were evaluated together with its functional states. The informations derived from the scan image were assured by the results of the surgical operations and autopsy.

1) Normal pancreas showed large varieties in its size and shape. These varieties were classified into two groups by the shapes of the body and tail of pancreas. One is so-called "Reverse-S" type, another is the "Horse Shoe" type. The percentage of appearance was 60% in the former type and 40% in the latter one.

The size of pancreas calibrated on the scan ranged from 10 to 16 cm in length, and from 2 to 3 cm in width at the body portion.

2) Forty-four patients showing the carcinomas of the pancreas on the scans, were confirmed by the surgical operation. These scans revealed some of six particular signs suspecting the carcinoma of pancreas. The circumscribed defects or complete defects of pancreas were most frequently found on the scan images as many as twenty-five patients. Eleven patients did not show any pancreas image on the scan.

3) Forty-three of the 44 cases of pancreas carcinomas had abnormal scan images suspecting carcinomas. The scans of 23 cases (52.2%) revealed the actual localization of carcinoma. The extent of carcinomas shown in the scan images corresponded to the results of surgical operation in 21 cases (47.7%). The scans of those 44 cases gave only one false negative and 3 false positive results.

4) It was suggested that the chronic pancreatitis was rather difficult to be diagnosed from the pancreatic scanning, because the disturbances of the secretory function of pancreas shown by the laboratory tests were not always comparative to the pancreas uptake of ^{75}Se -selenomethionine.

5) Visualization of pancreas on the scan is influenced by various factors such as the pressure of tumor mass surrounding the pancreas, the infiltration of the tumor tissues, jaundice, cachexia, and so on.

6) This study suggests that pancreatic scan is one of the most useful methods to diagnose the carcinoma of the pancreas, but it is not so useful to prove the pancreatitis.

内容項目

1. 緒言
2. 研究目的
3. スキャンニングの方法
4. 臨床例の内訳
5. 膵の正常形
6. 膵癌
7. 膵炎
8. その他の膵疾患
9. 膵以外の疾患の膵スキャンニングへの影響
10. 考案
11. 結語
12. 文献

1. 緒言

膵は解剖学的に後腹膜腔に位置する実質性臓器であるため、体表から触れにくく、また消化管のようにX線検査による造影もできず膵疾患、特に膵癌の診断は未だ困難をきわめており、癌の早期発見、早期治療が叫ばれている現在、良い診断法の開発が必要とされている。

臨床検査の他、膵の血管造影、胃十二指腸X線検査、選択的十二指腸造影、超音波による診断法、あるいは後腹膜気腹で断層撮影を行なう等、膵疾患診断へのアプローチが種々試みられている。しかし現状はいずれも不満足なものである。

ラジオアイソトープ（以下R Iと略す）による膵スキャンニングは、1961年 Blauらが⁷⁵Se-セレンメチオニンの生合成に成功してから、にわかに脚光を浴びるようになった。教室でも1962年 Blauらの方法に準じて、⁷⁵Se-セレンメチオニンの生合成に成功し、以来膵スキャンニングを臨床例に応用し、膵疾患の診断を試みて来た。

2. 研究目的

R Iを使用しての臓器面スキャンニングは、その臓器を形態的に描記する方法である。⁷⁵Se-セレンメチオニンは膵に摂取されると、速やかに消化酵素内に組込まれるので、⁷⁵Se-セレンメチオニンによる膵スキャンニングは、膵の外分泌機能に関連して膵の形態を知ることができる検査法である。即ち、膵スキャンニングが診断に役立つ可能性は、形態の面および機能の面から探究されなければ

ならない。そこで著者は次の項目を研究目的とした。

1. 膵シンチグラムより膵の正常の形、大きさを知り、以て膵疾患診断への足掛りとする。

2. 膵癌では癌に侵された部分が、形態的にどのようなスキャンニング像として表現されるか、またその形と実際の手術所見と比較検討すること。

3. 膵炎においてその外分泌機能障害の程度がスキャンニングより診断できるか等について臨床例を重ねて検討する。

研究目的 1. および 2. は主として形態的な面からの探究であり、目的 3. は機能的な面から膵スキャンニングを検討するものである。

3. 膵スキャンニングの方法 (Table 1)

3-1) スキャンニング装置

1963年2月膵スキャンニングを開始した当初から1964年12月までは、Nuclear Chicago製の2イン

Table 1

Technique of Pancreatic Scanning	
Isotope	⁷⁵ Se-selenomethionine
Dose	300 μ Ci i.v.
Time post dose	5—10min. to 2hr.
Scan speed	40cm/min.
Line spacing	i. 4.5mm ii. 2.25mm
Dot factor	1 count/dot
Pulse height, Channel width	269 \pm 30 KeV
Collimator	4 in. 36hole honey cone

チスキャナーを使用した。1965年以降は東芝製3インチスキャナーを使用している。本文は3インチスキャナーによるデータを以て記述する。

シンチレーターは2"×3"φのNaI結晶で、コリメーターは10cm焦点の36孔ハニコン型である。スキャンニング速度は毎分40cm、行間隔は4.5mmおよび2.25mm、一行4打点のマルチドットシステムを1カウント1ドットのドットファクターに合わせ、ベースおよびウィンドウを269 \pm 30KeVに設定する。

3-2) ⁷⁵Se-セレンメチオニンの種類および使用量

投与する ^{75}Se -セレンメチオニンは、当初自家製品を使用したのが、輸入品が入手できるようになってからは N.C.C. 製の R I を使用し、現在は主に R.C.C. の製品を使用している。投与量は 150 ~ 300 μCi であるが、現在は殆んど症例に 300 μCi 投与している。

3—3) スキャンニングの手順

ルーチンに実施している膵スキャンニングの順序は次の通りである。

- i. 前処置は特に行わない。
- ii. ^{75}Se -セレンメチオニン 300 μCi 静注
- iii. 静注後速やかに1回目スキャン開始
- iv. 続いて2回目のスキャン(重複スキャン)を行なう
- v. その後 ^{198}Au コロイドにより肝スキャンニングを行なう

先ず食事制限、薬物投与等の前処置は特に行わない。しかし食事直後とかアミノ酸製剤の点滴静注後等は避けている。R I 静注後速やかにスキャンニングを開始するが、スキャナーに患者をセットしなければならないので実際は5~10分後に開始することが多い。

1回目のスキャンニングは、行間隔 4.5mm で肝、膵を含めて大きくスキャンする。約40~50分で終了し、続いて膵を中心に2回目のスキャンニングを行なう。スキャンニング速度は変わらないが、行間隔を2.25mm にし、1行を半分ずつ重複させてスキャンする。著者らはこれを重複スキャンニングと呼んでいる。重複スキャンニングを行なうことにより、膵影の濃度を増し、呼吸性移動による辺縁の不整を比較的滑らかなものとする事ができて、総じて明瞭な膵シンチグラムを得ることができる。2回目のスキャンニングも約40~50分で終了する。次いで ^{198}Au コロイドを 200~300 μCi 静脈内に投与して肝スキャンニングを行い、肝シンチグラムを得る。膵シンチグラムではバックグラウンドが多いために肝との境界が判別しにくいことがあり、また膵と肝下縁とが一部あるいは全体に重なっていることがあり、このような場合にどこまでが膵影であるかを知る手掛りとする。

検査時の体位は、ルーチンには背臥位とし、膵

と肝との重りがある症例を再検する場合には背臥位で骨盤高位にすることもある。

4. 臨床例の内訳

1963年2月に膵スキャンニングを臨床例に応用しはじめてから、1967年10月までに157例に約330回のスキャンニングを施行した。本文では2インチスキャナーを使用した20例を除外した137例の症例について論ずる。

Table 2

Diagnosis	No. of patients
Normal pancreas	49
clinical diag.	22
surgical diag.	19
autopsy	8
Pancreatic carcinoma	56
clinical diag.	12
surgical diag.	44
Chronic pancreatitis	26
clinical diag.	12
diag. by examinations	9
surgical diag., biopsy	5
Pancreatic cysts	1
Pancreatic stone disease	1
Diabetes	1
Abdominal diseases other than pancreatic ones	25
Total 137 patients	(159)

137例の疾患別内訳を Table 2 に示した。症例数の合計が137例を超えているが、これは鑑別診断に膵スキャンニングを施行した膵以外の腹部疾患例のうち、手術的に正常あるいは慢性膵炎とされた例を重複して記載してあるためである。

5. 膵の正常形

膵シンチグラムより膵疾患を診断するには正常の膵の形を熟知しなければならない。正常膵のスキャンニング上の形をみてもいろいろな形態を示しており一定していない。文献的には膵の形を調べた報告は見当たらないようである。そこで著者は学生実習の屍体23体より膵を取出して、その形、大きさについて調べてみたところ種々様々であり、成書にあるような形に似ているものは4例にしか認められなかつた。長さ、巾、厚さ、重さについ

Table 3. Normal Pancreas

		Head	Body	Tail
Weight	28~75 g			
Length	13~20 cm			
Width		2~7 cm	1.5~4.5 cm	1~4 cm
Thickness		1~4 cm	1~2 cm	0.5~2.5 cm

(Autopsy: 23cases)

での計測値を一括してみると、Table 3 のようになり、正常の膵は形態的に非常にバリエーションに富んでいるものと考えられた。

著者がスキャンニングを施行した正常膵の臨床例は49例である。内19例は膵以外の腹部疾患で開腹手術が行われ、手術所見で正常と診断され、8例は剖検で正常と確認されている。残り22例は他の疾患であり、臨床的にあるいは臨床検査成績でも膵に異常がないと診断されている症例である (Table 2)。

49例の膵シンチグラムをみると、正常膵の膵影 (Fig. 1 a, 1 b) はほぼ一様な濃度を示すが、膵頭部が最も濃く、体部および尾部はそれに比べてやや薄くなることが多い。特に膵切痕部は極めて淡く、あたかも膵影の欠損と思われる所見を示すことがある。これは解剖学的に頭部は厚みがあり、体部および尾部はそれに比べて厚みがないという事実に対応している。膵切痕部の後には上腸間膜動・静脈、更に門脈、腹部大動脈等があり、脊椎に跨坐している状態であり、きわめて菲薄になつていくことが多く、また膵体部自体の血流分布が少ないために膵影が淡くなるのであろうと考えられる。

正常膵のシンチグラムを比較検討すると、かなり様々な形、大きさを示している。

形についてみると、多様性を示すとはいえ、その体部および尾部の屈曲する方向に注目すると、二つの形に大別できる。即ち、一つは逆S字型で、もう一つは勾玉型である。逆S字型は49例中29例で60%、勾玉型は20例で40%の割合であった。

大きさについてみると、膵と肝との重なりがない36例について長軸方向の長さと同体部における

巾を計測して、解剖学的な大きさと比較した。

長さについて比較してみると (Table 4)、解剖例では15~20cmに分布し、平均17.2cmであるのに対して、スキャンニングでは10~16cm、平均13.3cmと短くなつている。

膵体部の巾について比較すると (Table 5)、解剖例では1.5~4.5cmまで分布し、平均3.0cmであるのに対して、スキャンニングでは2~2.5cmのものが圧倒的に多く、3.5cm以上のものは見られなかつた。平均2.6cmであり、平均値においてはほぼ一致している。

Table 4. Length of Normal Pancreas

	Scanning	Autopsy
10cm	3cases	cases
11	4	
12	5	1
13	4	0
14	10	1
15	7	3
16	3	3
17		3
18		5
19		4
20		3
	36cases	23cases
Mean	13.3cm	17.2cm

Table 5. Width of Normal Pancreas

	Scanning	Autopsy
1.5cm		1case
2.0	14case	5
2.5	15	1
3.0	7	9
3.5		4
4.0		2
4.5		1
	36case	23case
Mean	2.6cm	3.0cm

6. 膵 癌

膵癌は他の癌腫に比べて症状に乏しいのが特徴的であり、上腹部腫瘍の中でも早期発見がきわめてむずかしく、診断法の開発が待たれている。

⁷⁵Se-セレンメチオニンによる膵スキャンニングは

膵癌の診断に有用であろうと考え、臨床例を重ねて検討した。

スキヤニングを施行した膵癌の症例は56例あるが (Table 2), 臨床診断によるもの12例, 手術により膵癌を確認し得たもの44例である。本文では手術診断による44例について検討する。

膵癌では癌の部分には外分泌機能が失われ、R Iの摂取はなく、従つてスキヤニング上では膵影の欠損として表現されるのが原則である。しかし、癌腫の大きさ、浸潤の程度、癌周囲の膵細胞の変化、癌の進行度、あるいは膵癌による二次的の症状、例えば黄疸、悪液質等により様々なスキヤニング所見を示すものと予想される。

手術診断例44例のスキヤニング像についてどのような所見を示しているかを検討した結果、スキヤニング上で膵癌を疑わせる所見は次の6項目に分けることができた。

- i. 限局性の欠損像
- ii. 膵の一部の完全欠損
- iii. 膵影の描記不完全ないし描記不能
- iv. 膵影輪郭の乱れ
- v. 膵影の狭小化
- vi. 肝影上の欠損—肝転移の暗示—

尚、一つのスキヤニング像にはいくつもの所見を示しているものが多い。これらの所見に注目して以下症例について検討する。

症例1. 59才 男 膵頭部癌

主訴は黄疸およびいそう。膵スキヤニングを行なう2カ月前から黄疸が発症し、内科的治療を続けたが改善されず、かえつて増悪して来た。膵スキヤニングを行なうと、頭部が限局性に淡くなり欠損像を思わせる (Fig. 2)。スキヤニング診断は膵頭部癌である。黄疸を除く目的で胆のう外瘻を造設し、1カ月後に開腹したところ、十二指腸乳頭部から膵頭部にかけて胡桃大の癌を認め、膵頭十二指腸切除術が適用された。切除標本より癌腫の大きさを計測すると $3 \times 2.8 \times 2.5$ cm であり、シンチグラムの欠損の大きさとほぼ一致していた症例である。

症例2. 67才 女 膵体部癌

上腹部腫瘤を主訴として来院。黄疸はなく肝機

能も著変を認めない。膵スキヤニングでは膵体部に一致して大きく欠損し、膵体部の一部が腫瘤により上方へ圧排されている像を示している。膵頭部は比較的よく描記されているが輪郭が不整である (Fig. 3)。膵体部癌と診断した。手術所見では膵体部に鶏卵大の癌腫があり、膵頭部にまで浸潤していた。試験開腹に終つた症例である。

症例3. 56才 男 膵頭部癌

心窩部腫瘤、上腹部痛を主訴として外科に入院。黄疸はない。上腹部腫瘤の鑑別診断の目的で膵スキヤニングを行なうと、膵体・尾部はよく描記されているが、膵頭部は完全に欠損している (Fig. 4)。開腹すると、膵頭部に超鶏卵大の腫瘤を認め、また後腹膜に多数のリンパ節転移を認め、試験開腹に終つた。

症例4. 30才 女 膵頭部癌

血清総ビリルビン値 14.4 mg/dl, 直接ビリルビン値 10.4 mg/dl の強い黄疸があり、アルカリ性フォスファターゼが異常高値を示し、肝機能も中等度障害され、閉塞性黄疸の診断であつた。膵スキヤニングすると (Fig. 5 a), 膵影の所在が殆んど不明であり、肝は著しく腫大し、肝門部は大きく欠損している。肝スキヤニング (Fig. 5 b) と比べると膵体部の一部が描記されているようにもみえる。開腹手術をすると、膵頭部に鳩卵大の癌腫を認め、所属リンパ節にも転移しており、姑息的に総胆管・十二指腸吻合術が行われた。膵癌のスキヤニング所見 (iii) に該当する症例である。

症例5. 55才 女 膵全体癌

上腹部痛、腰痛を主訴として外科に入院。胃X線検査で胃には著変を認めなかつたが、十二指腸窓の開大を認め膵頭部癌の疑で膵スキヤニングを行つた。シンチグラムをみると、頭部の輪郭が不整であるが比較的よく描記されている。体・尾部は全体にまだらになつており、輪郭のはつきりしない (Fig. 6)。スキヤニング診断は体・尾部癌としたところ、手術では膵全体の癌であり、胆のう結石を合併していた。姑息的に胃・十二指腸吻合および胆のう・十二指腸吻合術が行われた症例である。

症例6. 54才 男 膵頭部癌

黄疸を主訴とし、内科的治療を受けたが黄疸が次第に増悪して来たので外科に入院。臨床症状は黄疸の他に顕著なものはなく、検査成績で黄疸指数 120倍、アルカリ性フォスファターゼ20Bodansky 単位、GOT85単位、GPT37単位で軽度の肝障害を認めた。スキャンニングしてみると (Fig. 7a)、膵頭部の右上部が淡くなり、頭部は匙状に細くなっている。体・尾部は一部肝と重なっており、多少淡いながらもよく描記されている。シンチグラムより膵頭部癌と診断した。症例は胆のう外嚢を造設し、黄疸が軽快してから開腹された。膵頭部に鳩卵大の硬い腫瘤があり、十二指腸乳頭部に浸潤し乳頭部は完全に閉塞されていた。手術は姑息的に胆のう・十二指腸吻合が行われた。試験切片より組織学的に腺癌であつた。

姑息手術により黄疸が消失し、一時健康状態に回復した6カ月後にもう一度膵スキャンニングを施行したのが Fig. 7b である。頭部は欠損しているが、体・尾部はよく描記されている。

なお、この症例は上顎洞癌を合併した二重癌であり、上顎洞癌は放射線治療によりコントロールされていたが、1年後に再び黄疸が発症し、悪液質となり不幸の転帰をとつた。

症例7. 67才 男 膵頭部癌及び肝転移

この症例は臨床症状に乏しく、主訴は不定の背部痛および体重減少である。腹部に腫瘤は触れず、臨床検査成績でも黄疸はなく、肝機能、血清ジアスターゼ値に異常を認めない。胃X線検査でも十二指腸窓の開大はなく、診断に困難であつた症例である。膵スキャンニングを実施したところ (Fig. 8a)、膵全体にR Iの摂取が不十分であり輪郭が乱れており、最も濃く描記されるはずの頭部は淡くなり辺縁がはつきりしない。一方、肝スキャンニング像をみると (Fig. 8b)、肝左葉は欠損しており、肝右葉は代償性に肥大している。膵頭部癌およびその肝転移の疑いと診断した。開腹所見をみると、膵頭部に鷓卵大の癌腫があり、後腹膜の腹部大動脈に沿って手拳大のリンパ節転移巣があつた。肝には左葉全体が鳩卵大までの転移で占められており試験開腹に終つた。この症例はスキャンニングにより膵癌および肝転移を診断できた症

例である。

スキャンニングの所見から診断した癌の位置と、手術時所見の癌の位置とを比較したのが Table 6 である。膵頭部に異常所見を認めた症例19例はすべて膵頭部癌であつた。膵影の描記が不能であつた11例のうち、8例は膵頭部癌、3例が膵全体の癌であつた。膵体部に欠損を認めた症例11例のうち、5例は頭部癌、2例が体部癌、残る4例は膵全体の癌であつたことは注目に値する。

Table 6. Comparison of Scanning with Operative Finding

Operation		Region of Carcinoma				Total
		Head	Body	Tail	Whole Pancreas	
Scanning	Head	19				19
	Body	5	2		4	11
	Tail			2		2
Nonvisualization		8			3	11
Total		32	2	2	7	43

Carcinoma of the Pancreas 44cases
(1 case is false negative)

膵スキャンニング上、異常所見を認めず手術により膵頭部癌であつたいわゆる false negative は1例 (Fig. 9)、またスキャンニング上、異常所見を認め癌と診断したが手術では膵に異常を認めなかつたいわゆる false positive は3例であつた (Fig. 10)。false positive の3例はいずれもスキャンニングでは体部に欠損を認め、膵体部癌と誤つた症例である。

7. 膵 炎

急性膵炎は症状が激しく急性腹症として外科または内科にて保存的治療に専念してしまうので、膵スキャンニングを行なう時間的余裕がない。従つて著者が取扱つた膵炎の患者は全例が慢性膵炎の症例である。スキャンニングを行なつた症例は26例であるが (Table 2)、12例は臨床症状で診断し、検査成績も不十分であり膵炎の確診が得られていない。9例は Sun & Shay 法によるパンクレオザイミン・セクレチン試験で慢性膵炎と診断され (Table 7)、5例は手術または膵生検で確認された症例である。

慢性膵炎と確認された14例について、シンチグ

Table 7. Pancreozymin Secretin Test
(chr. pancreatitis 9 cases)

Amylase output unit/kg	No. of cases
1500~1000	2
1000~ 500	4
500~	3

unit: Somogyi unit

ラムの所見を検討すると、

正常例と変らないもの 5例

全体に薄い、またはまだらなもの 3例

部分的に薄い、または欠損しているもの 4例

膵影が描記されないもの 2例

であつた。結局、慢性膵炎に特徴的な型を見出すことはむずかしい。

次に慢性膵炎の症例を供覧する。

症例1. 26才 女

心窩部痛を時々訴え、胃十二指腸X線検査をしても異常所見はない。激烈なる腹痛を経験した既往歴より慢性膵炎を疑い、パンクレオザイミン・セクレチン試験を某内科医で施行したところ、著しい機能低下をみた。即ち、膵液分泌量は1.4 ml/kg、アミラーゼ分泌量は655Somogyi u/kgで再検でも同様の結果であつた。膵スキヤニングでは体部がやや細いが、膵全体は濃く描記されており膵の正常形と変らない (Fig. 11)。膵の外分泌機能が著しく低下しているにも拘らず、スキヤニングはよく描記された症例である。

症例2. 57才 女

肝腫脹を主訴として内科に入院。諸種精密検査を実施するうち、パンクレオザイミン・セクレチン試験で膵機能軽度障害を指摘された。即ち、膵液分泌量は2.3 ml/kg、アミラーゼ分泌量は1400 Somogyi u/kgであつた。膵スキヤニングを行なうと、膵の右側半分、即ち膵頭部より体部にかけて膵影は尾部に比べて淡く、まだらになつており、輪郭が不整である (Fig. 12)。この症例は膵機能低下が著しくないが、スキヤニングで一様な膵影が得られなかつた例である。

慢性膵炎のスキヤニング像が正常形を示した5例のうち4例までが症例1のように膵機能低下が著明であつた。一方、症例2に示したような場合

もみられることより、慢性膵炎のスキヤニング像は必ずしも臨床検査成績と一致しなかつた。

8. その他の膵疾患

8-1) 膵結石症——1例

膵結石症は重症な慢性膵炎を合併していることが多い。この症例は心窩部痛およびいそが主訴である。2年前より糖尿病の既往があり、薬物および食餌療法で一時コントロールされていたが、不規則な生活を続けていたため1年後に再燃し、悪化するにも拘らず放置していた。

腹部断層撮影で、膵の位置に一致して米粒大から大豆大までの大きさの結石陰影が多数集まり、膵の形を形成している (Fig. 13)。パンクレオザイミン・セクレチン試験でアミラーゼ分泌量は140 Somogyi u/kgであり、膵機能は殆んど失われている。膵スキヤニングでは膵体部の一部を残して殆んど描記されていない (Fig. 14)。

8-2) 膵嚢胞——1例

腹部腫瘤で来院。鑑別する目的で膵、肝、腎のスキヤニングを施行した。肝、腎には異常を認めず、膵影は全く描記されなかつた。手術所見をみると、膵頭部に小拳大の嚢胞があり、膵体・尾部には異常がなかつた。

8-3) 糖尿病——1例

膵内分泌細胞の疾患であるが、膵炎を合併していることが多い。スキヤニングを行なうと、膵影は描記されているが輪郭が不整となり、部分的に濃淡の差がみられる (Fig. 15)。

8-4) 内臓逆位症——1例

膵疾患ではないが、偶々胃集検にて胃が逆位であるのを発見し、肝、膵スキヤニングを施行したところ、いずれも逆位であつた。胸部X線写真を撮影すると心臓も逆位である。腸管のX線検査は施行しなかつたが、完全な内臓逆位症であろうと思われた症例である。

9. 膵以外の疾患の膵スキヤニングへの影響

膵周辺の臓器の癌腫が発育して膵に浸潤していたために、膵スキヤニング上欠損あるいは輪郭の乱れ等の所見を示しており、膵癌と誤つた症例が3例ある。

その1は、スキヤニング上膵頭・体部はよく描

Table 8. Cases of Nonvisualization

Diagnosis	No. of Patients
Pancreatic Carcinoma	11
Carcinoma of the Head	8
Carc. of the whole pancreas	3
Chronic Pancreatitis	1
Pancreatic Cysts	1
Pancreatic Stone Disease	1
Carc. of the Common Bile Duct	1
Stenosis of the Common Bile Duct	1
Cachexia of Carcinoma (Maxillary Sinus)	1
	17

記されているが、膵尾部がまだらになり、輪郭が乱れている (Fig.16). 膵尾部癌と診断したところ、手術所見では胃噴門部癌が膵尾部にまで浸潤していた症例である。

その2は、スキヤニング上、膵頭部が小さく、濃度の上でも体尾部に比べて淡く、辺縁が乱れている (Fig.17). 胃十二指腸X線検査で胃前庭部大弯側に陰影欠損を認め、十二指腸窓の開大も著明であつた。膵頭部癌が胃に浸潤したものと考えられたが、手術により原発は幽門部であり、膵頭部にも浸潤していることが判明した。

その3は、スキヤニングでは Fig.18 にみられるように膵体部が大きく欠損を示し、膵頭部も一部を残して薄くなつている。スキヤニングより膵頭・体部の大きな癌であると診断されたが、手術所見では胆のうに原発した癌であり、総胆管をはじめ十二指腸乳頭部から膵頭部にかけて一塊となり、腫瘤は手拳大の大きさであつた。因みに膵体部より試験切片を採取したが、組織学的にここには癌浸潤はなく、高度の慢性膵炎の像を示していた。

上顎洞癌による全身衰弱、即ち悪液質になつた1例に膵スキヤニングを施行したところ、膵影は全く描記されなかつた。1カ月後の剖検では膵に異常を認めなかつた。全身衰弱により膵機能が低下していたためと考えられた症例である。

10. 考 案

膵に集積する物質の探索は1943年頃より、 ^{65}Zn

の体内分布に関する動物実験の報告¹⁵⁾²⁰⁾²²⁾²³⁾に始まり、アルカロイドの一種であるベルペリンの放射性誘導体⁹⁾、膵刺激ホルモンのセクレチンに ^{131}I -p-iodobenzoate をカップリングさせて作った放射性誘導体¹¹⁾、 ^{131}I -トリプトファン⁸⁾、等の物質が用いられたが、膵スキヤニングが成功するには至らなかつた。

1961年 Blau⁷⁾ は ^{35}S -メチオニンを作り体内分布を調べたところ、膵によく集積するが ^{35}S の放射線はβ線だけであり、スキヤニングすることはできなかつた。次いで ^{35}S のかわりに ^{75}Se で置換えたメチオニン類似物質、 ^{75}Se -セレノメチオニンを生合成し、1962年 Blau らが初めて臨床例について報告した⁹⁾¹⁰⁾。

教室でも1962年にBlauらの方法に準じて、 ^{75}Se -セレノメチオニンを生合成し、基礎実験および臨床例に応用し、既に報告した¹⁸⁾。

^{75}Se -セレノメチオニンの体内分布に関しては、寛ら¹⁸⁾はラッテ、ウサギ、イヌを用いての実験で、投与後まもなくから4時間位までの間は膵における濃度が高く、また周囲の臓器、ことに肝、腎との単位重量当りの濃度比が高く、スキヤニングするに適した時間であることがわかつた。文献的にもイヌについての実験⁹⁾、ラッテについての実験⁹⁾、マウスについての実験報告¹¹⁾があるが、いずれも同じような結果を得ている。

臨床例について膵スキヤニングを成功させるには機械的な条件、即ちスキヤニング装置の良否に左右されることが多い。まずシンチレーターである NaI 結晶の大きさについてみれば、直径2インチの NaI 結晶の検出器では感度が悪く、RIの投与量を増す必要があり、その上十分な膵影を検出することができず、殆んど実用にならない。従つて NaI 結晶の大きさは最低限3インチは必要であらう。教室で膵スキヤニングを始めた当初は、2インチスキヤナーを使用していたが、現在は専ら3インチスキヤナーを使用している。因みに同一症例を2インチと3インチのスキヤナーでスキヤニングしてみると、Fig.19a, 19bに示すような差がみられる。2インチスキヤナーによるシンチグラムでは膵の輪郭がほとんど判別できな

い。

5インチスキャナーを使用すれば $1/2$ cmの脾癌を検出できるという報告²⁷⁾もある。

脾スキニングを施行するにあたっては、脾のすぐ近くに放射能の強い肝があることを考慮しなければならない。従つて、検出器の感度がよくなつても遮蔽が不十分であれば良いスキニングは得られない³¹⁾。教室のスキャナーは遮蔽を特別に厚く作製してある。

⁷⁵Se-セレンメチオニンの投与量については、報告者によりまちまちであるが¹⁾⁹⁾¹²⁾²¹⁾²⁹⁾、2～3.5 $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ が多い。著者は150～300 μCi まで種々試みたが、200 μCi では脾影が薄く、不足であるように思われた。Tabern³⁰⁾らのいう250 μCi は必要であり、濃い明瞭なシンチグラムを得るために現在は体重に関係なく300 μCi を投与している。

R Iスキニングを行なう時には投与されたR Iによる体内被曝線量を常に考慮する必要がある。Sodee²⁶⁾によれば、⁷⁵Se-セレンメチオニンを3.5 $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ 投与した時の被曝線量は腎が最も多く14.5rad、卵巣2.7rad、睾丸2.5rad、全身2.3rad、脾は0.62radであるという。

脾スキニングに成功するかどうかは機械的条件に左右されることが多いことは既に述べたが、一方では投与した⁷⁵Se-セレンメチオニンをより多く脾に摂取させることも一つの条件となる。そこで脾への摂取を高めるために、あるいは摂取されたR Iがスキニングしている間に腸内へ分泌されてしまわないようにする目的で種々前処置が行われる。脾へのR I摂取を高める方法として、Blau¹¹⁾は脾刺激ホルモン Cecekin を与え、Sodee²⁵⁾²⁷⁾²⁸⁾は高蛋白食を与え、またパンクレオザイミンにより脾を刺激する報告⁹⁾¹²⁾¹⁶⁾や、ウイスキーを飲ませる King¹⁹⁾らの報告もある。最近Sodeeは4～6時間の絶食後に35gのブドウ糖を静注する方法を報告している²⁹⁾。

一方、⁷⁵Se-セレンメチオニンを含んだ脾液の腸管への分泌を妨げる方法として、Blauら¹¹⁾は抗コリン剤 Probanthine を用い、Antunez¹⁾²⁾³⁾⁴⁾はモルフィンを、Tabernら³⁰⁾は Probanthine 又はモルフィンを投与している。

いずれにしても脾のR I摂取を高め、腸管への排泄を阻止してスキニングしている間、脾における放射能を強めて良いシンチグラムを得ようとする努力がなされている。しかし前処置が繁雑である割には効果があらわれていないようである。

著者も種々前処置を試みてみたが、その結果は前処置を行わない例と比べて、あまり差を認めなかつたので現在では前処置は行っていない。ただ食事直後およびアミノ酸製剤の点滴静注等は避けている。

スキニングを行なう時期は、動物実験¹⁸⁾から推察できるが、⁷⁵Se-セレンメチオニンを投与した直後より2時間後位までに終了させる。臨床例を経時的にスキニングしたシンチグラムをみると、R I投与後1時間前後のシンチグラムが最も良好であり、2時間を過ぎると脾影も薄くなりはじめ、腸管への排泄、腎への排泄がみられ、バックグラウンドと併せて甚々わかりにくいシンチグラムとなる。24時間後では脾影は全くみられない。

著者の方法では、R Iを投与してからまもなく1回目のスキニングを始め、続いて2回目のスキニングを行なうと、時間的にR I投与後1時間前後に当り、重複スキニング法と相俟つて一段と良好なシンチグラムが得られる。

重複スキニング法は、行間隔を半分ずつずらして打点を重複させる方法である。これを行なうことにより、放射能のばらつきを平均化することができるし、呼吸性移動も補正され、マルチドットの機構から生ずる階段を小さくすることができる。従つて得られたシンチグラムでは脾の辺縁がなめらかとなり、濃度が増して明瞭な脾影をみることが出来る。Fig. 1 a は1回目のシンチグラムであり、Fig. 1 b は重複スキニングを行つたものである。

解剖学的な脾の正常形についての報告は殆んど見当たらないので、屍体より脾を取出して形、大きさを調べたところ、前述の如く全く種々様々であつた。標本数が少ないとはいえ、これだけ変化に富んだ脾を形態的に分類することにそれ程意味があるとは思われない。しかし脾スキニングか

ら形態的に脾疾患を診断する上には、ある程度の基本型を念頭におかなくてはならない。そこでスキヤニングで得られた脾の正常形をきわめて粗に二分してみた。シンチグラム上で比較的变化の少ない体・尾部の屈曲方向に着目し、上向きのもを逆S字型、下向きのもを勾玉型と名付けた。King¹⁹⁾の分類した high transverse 及び sigmoid を逆S字型、horse shoeを勾玉型に対応させれば、彼の分類では各々70%、30%となり、著者の60%、40%に比べて若干の相違がある。

脾の大きさを解剖標本とスキヤニング像とで比較してみると、脾体部の巾については、差はほとんどみられず、平均値ではほぼ一致している (Table 5)。しかし長さについて比較するとかなりの差を認めた (Table 4)。スキヤニングを行つた症例は開腹してない例が多く、また開腹してあつても長さは計測してないので、実際に高々16cmであつたかどうか確かめられないが、そのシンチグラムを見ると、バックグラウンドが多いために脾尾部の端が不明瞭である症例が多く、従つて短かめに計測されてしまつたと考えられる。一方、解剖標本の計測に際しては、開腹時の状態ではなく、脾だけを取り出し、なるべく生理的な彎曲を再現しながらも平面上で計測したために引き延ばされてしまつたと思われる。これらのことが相俟つてかなりの差を認めた原因となつていゝと考えられる。

脾の一部が癌に侵されると、その部分は機能を失い、RIの取込みがなくなる。よつてスキヤニングを行なうことにより、脾の機能および形態の両面より診断できる可能性が期待される。しかし癌に侵された場合、その脾機能は癌の位置や大きさ、進行度あるいは全身の状態により様々な様相を示している。著者は Antunez²⁾ が癌に特徴的とした5つの所見を参考にして、脾影の描記不能または不完全という項を加えて、癌を疑わせる所見を6項目に分けた¹⁷⁾。一つのシンチグラムにはいくつもの所見をみる事が多いが、主なる所見を採つて、6所見の頻度をみると、限局性の欠損を示すもの15例、脾の一部の完全欠損があるもの10例、脾影描記不能例が11例、輪郭の乱れている

もの5例、脾影の狭小化があるもの2例、肝影上に欠損を認めるもの2例である。(肝影上の欠損2例が重複しているので45例となる)

これによれば脾の限局性欠損および一部の完全欠損例が25例、半数以上あるのは予期したところであるが、脾影描記不能例が11例もあるのは意外であつた。

全症例137例中で脾影が描記されなかつた症例は合計17例であり、その疾患別内訳を Table 8 に示した。即ち、17例中11例、約65%が脾癌であり、内8例は脾頭部癌、3例は脾全体癌であつた。従つて脾スキヤニングを行い脾影が描記されない場合には、臨床症状や検査成績を考慮に入れてまず脾癌、殊に脾頭部癌を強く疑つてよいと考えられる。Antunez⁵⁾ は脾癌に多いスキヤニング所見は、脾影の描出がないか、欠損の存在であると報告している。

脾スキヤニング上、脾頭部に異常所見を認める場合には脾癌と診断するのは比較的容易である (Table 6)。脾尾部に異常を認めた症例は2例で、いずれも診断可能であつた。尾部が肝と重つている場合には、異常所見が隠されてしまい診断するのがむずかしくなるであろう。脾体部に異常所見(主に欠損像であるが)を認めた症例は、手術により種々の結果が得られている。即ち、頭部癌であつたもの5例、脾全体の癌であつたもの4例、脾体部に限局した癌であつたものはわずか2例であつた。加えるに前述の如く脾体部癌と誤診された false positive が3例もあり、決して少なくない。よつてスキヤニング上、脾体部に欠損を認める症例については、臨床症状をよく捉え、脾機能検査を反復くりかえし行ない、診断する必要がある。

脾癌を疑わせる6つの異常所見に基づいて、手術で確認され得た44例をどの程度スキヤニングから診断できたか検討した (Table 6)。即ち、異常所見を認めた症例は44例中43例97.7%、癌の位置を診断できた症例は44例中23例52.2%であり、更に癌の範囲までスキヤニング所見と一致していた症例は21例で47.7%に達する。

諸家の報告をみると、Antunez⁵⁾ は脾癌患者27

Fig. 1a. Normal pancreas scan. Liver and pancreas is visualized at the first scanning.

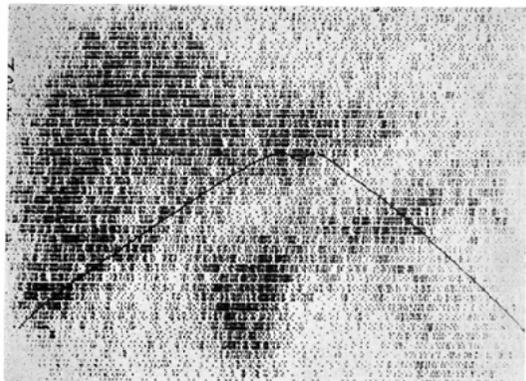


Fig. 1b. Normal pancreas scan. (the second scanning)



Fig. 2. Pancreatic scan of case 1. Carcinoma of the head of the pancreas.

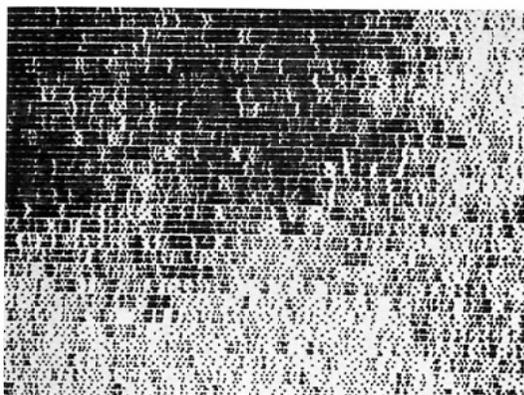


Fig. 3. Pancreatic scan of case 2. Carcinoma of the body of the pancreas.

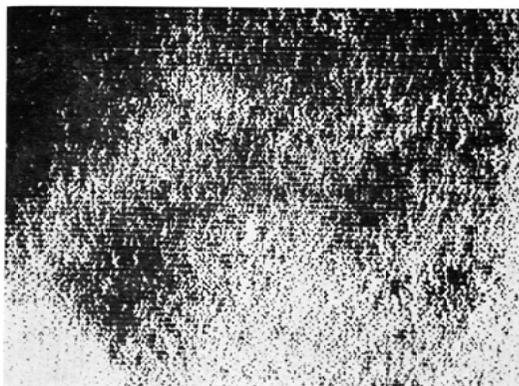


Fig. 4. Pancreatic scan of case 3. Carcinoma of the head of the pancreas.

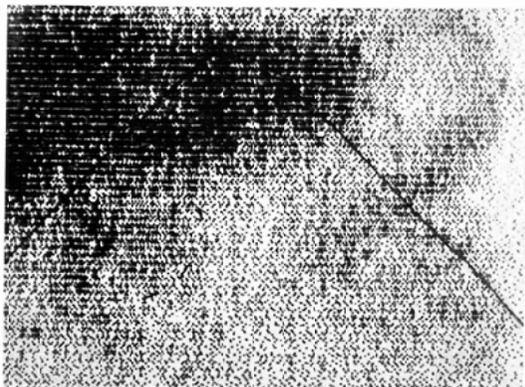


Fig. 6. Pancreatic scan of case 5. Carcinoma of the whole pancreas.

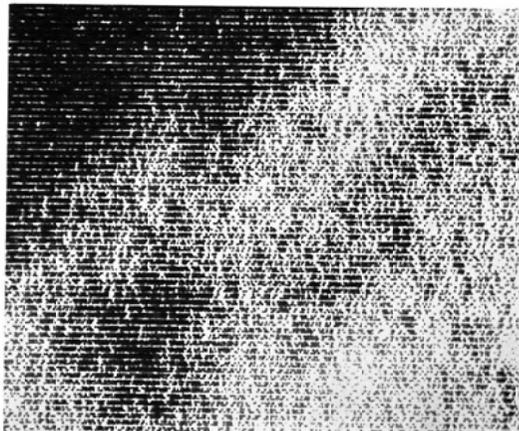


Fig. 5a. Pancreatic scan of case 4. Carcinoma of the head of the pancreas.

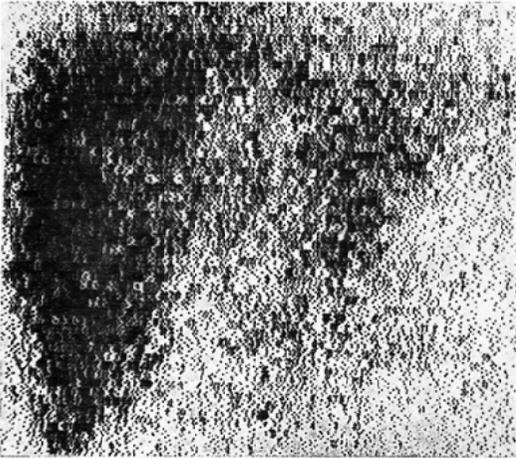


Fig. 5b. Liver scan of case 4.

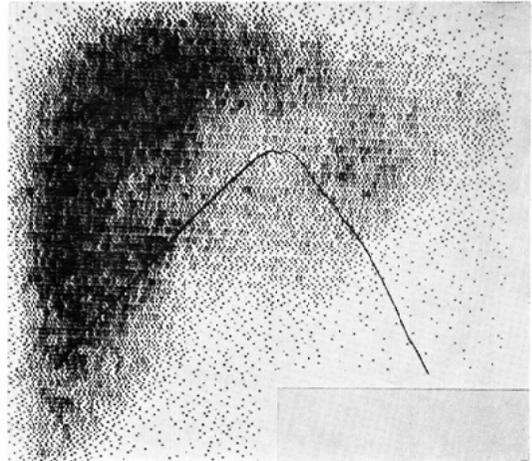


Fig. 7a. Pancreatic scan of case 6. Carcinoma of the head of the pancreas.

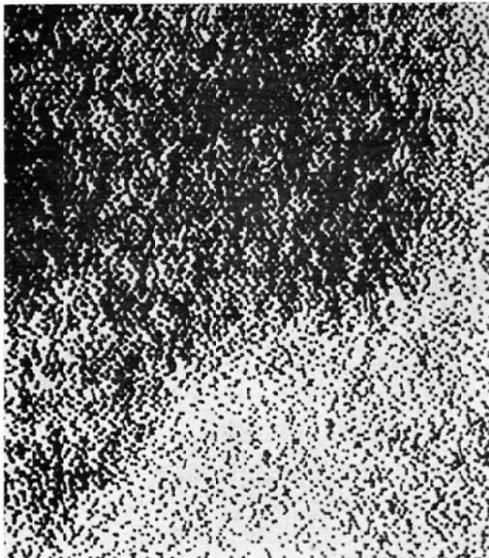


Fig. 7b. Pancreatic scan of case 6 after six months.

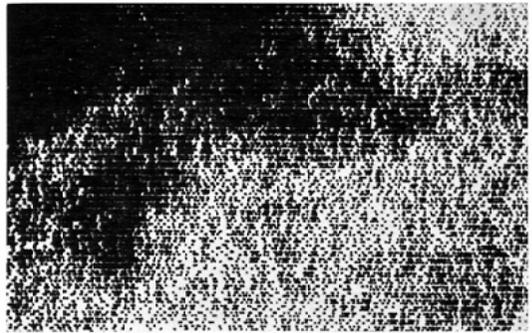


Fig. 8a. Pancreatic scan of case 7. Carcinoma of the head of the pancreas with liver metastasis.

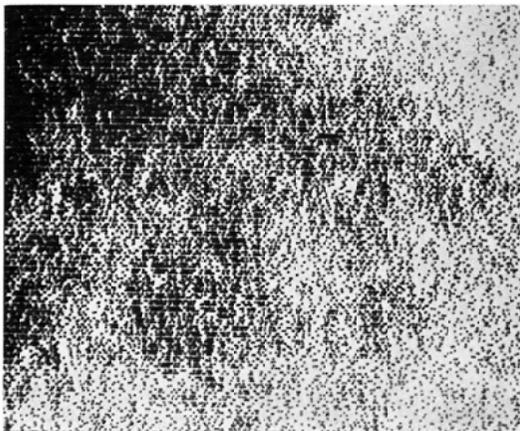


Fig. 8b. Liver scan of case 7. A defect of left lobe suggests liver metastasis.

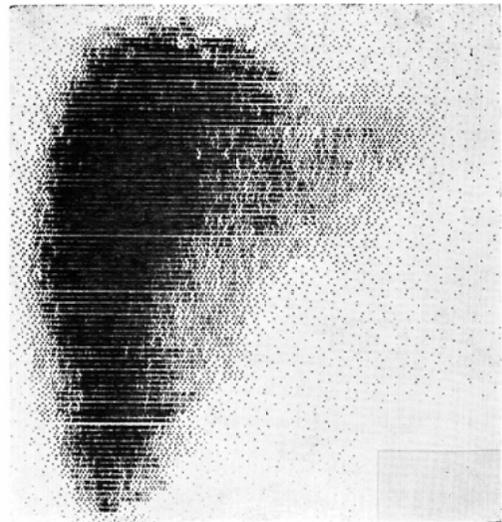


Fig. 9. Pancreatic scan of "false negative". Surgical diagnosis is a carcinoma of the head of the pancreas.

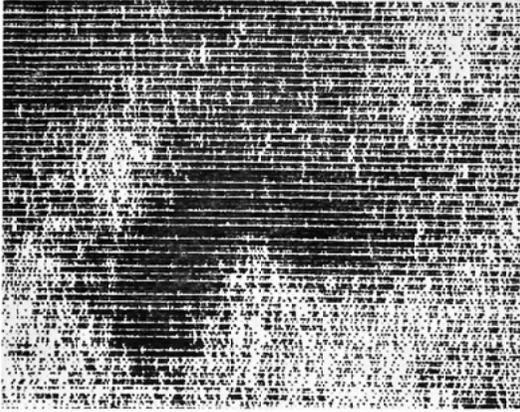


Fig. 10. Pancreatic scan of "false positive". Pancreas is surgically normal.

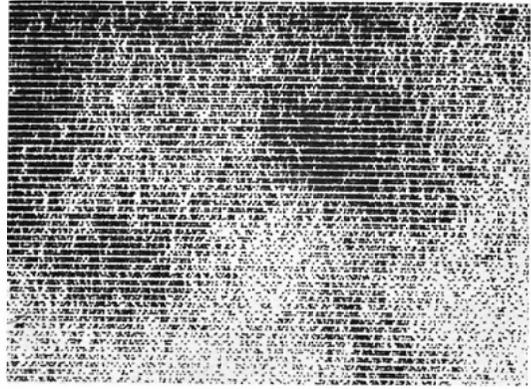


Fig. 11. Pancreatic scan in a patient with chronic pancreatitis. (case 1)

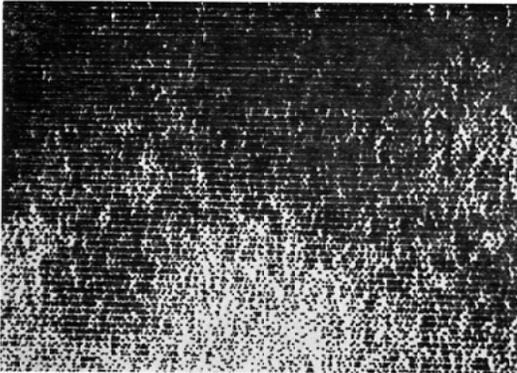


Fig. 12. Pancreatic scan in a patient with chronic pancreatitis. (case 2)

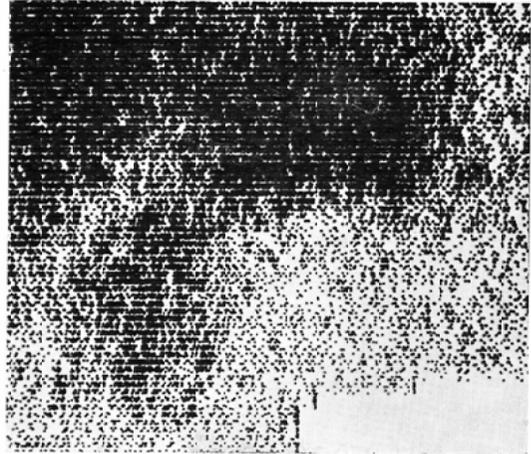


Fig. 13. Tomography in a patient with pancreatic stone disease.

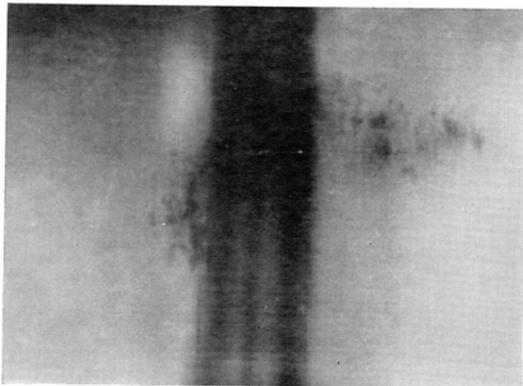


Fig. 14. Pancreatic scan in the same patient with Fig. 13.

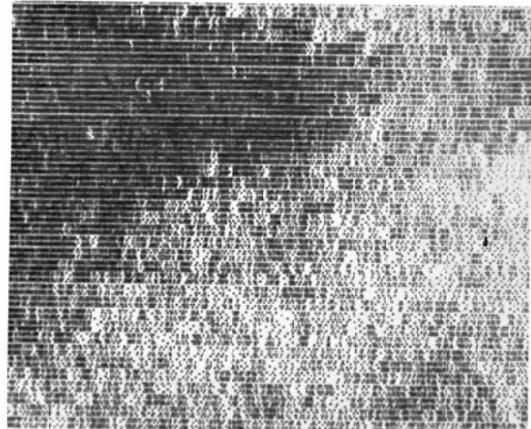


Fig. 15. Pancreatic scan in a patient with diabetes.

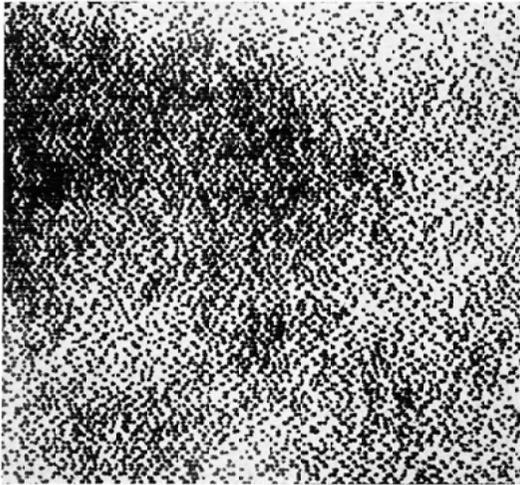


Fig. 17. Pancreatic scan in a patient with pyloric carcinoma infiltrating to the pancreatic head.

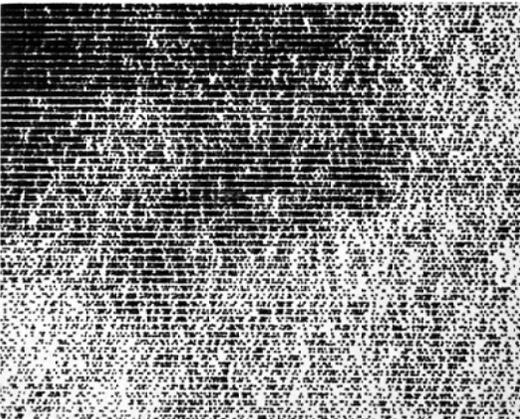


Fig. 19a. Pancreatic scan by "2 in." scanner.



Fig. 16. Pancreatic scan in a patient with cardiac carcinoma infiltrating to the pancreatic tail.

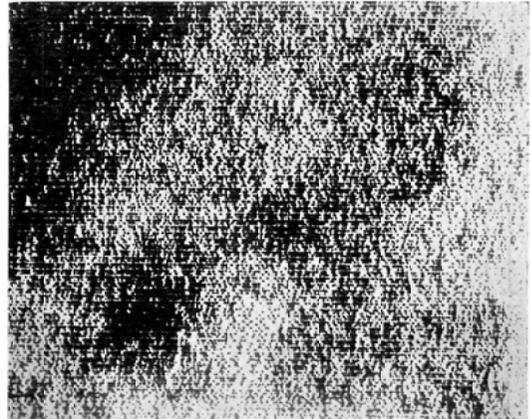


Fig. 18. Pancreatic scan in a patient with carcinoma of the gallbladder infiltrating to the pancreatic head.

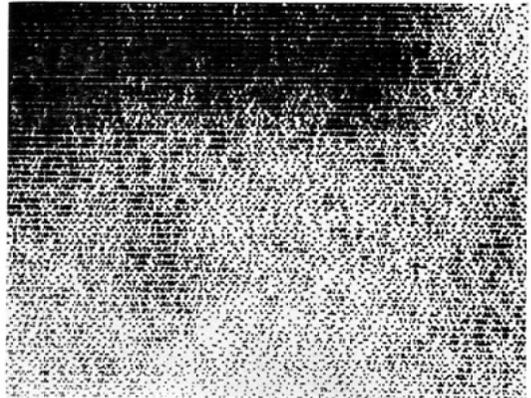
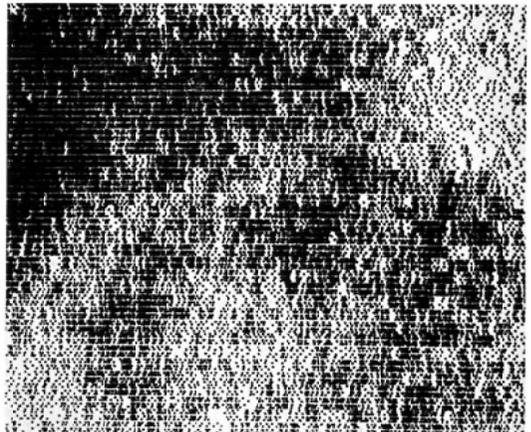


Fig. 19b. Pancreatic scan by "3 in." scanner. in the same patient with Fig. 19a.



例中24例に異常所見を認め、3例は正常のスキヤンであつたという。Haynie¹⁶⁾は膵癌11例のうち7例に異常所見を認め、3例は疑わしい所見あり、1例は正常所見であつたと報告している。Burke¹³⁾は膵癌4例中3例をスキヤンで証明した。Sodee²⁹⁾は膵癌26例中24例にスキヤンで異常を認めている。Blau¹¹⁾は6例中3例しか見つけられなかつたが、false positive はなかつたという。

いずれの成績も症例の進行度とか、スキヤニング技術によつて生じる差であろうが、膵スキヤニングの診断率は50~90%位である。

著者は急性膵炎例のスキヤニングを経験していないが、Sodee²⁹⁾はR Iの撮取が少ないか、ほとんどなかつたと報告している。Blau¹¹⁾も撮取されないとしている。

慢性膵炎は胃炎、胆のう炎の症状と似ているため、しばしば見逃されやすい疾患である。炎症による機能低下の程度を膵スキヤニングのR I撮取率から定量的に診断することが期待される。

慢性膵炎のスキヤニング上の所見について、Sodee²⁹⁾は形態異常を示さなかつたがR I撮取の減少がみられたといい、Haynie¹⁶⁾は11例にスキヤニングを行い、1例は正常と変らない像を8例は描記されなかつたり、まだらな像を示し、2例はいずれとも判定できない像を得たという。また膵炎の診断には役立たないとする報告者⁵⁾もある。

著者が取扱つた慢性膵炎14例の中には、きわめて著しい機能低下を認めるにも拘らず正常と変らないスキヤニング像を示すものもあれば、それ程機能低下が著しくない症例がスキヤニングではうすくまだらな像を示したりしており、臨床検査成績とスキヤニング像とは必ずしも一致していない。諸家の報告もいろいろであり、スキヤニングより膵炎を診断することは、現状ではむずかしいと思われる。

膵結石症は比較的頻度が低い疾患であるが、慢性膵炎に高い頻度で合併するという。Dreiling¹⁴⁾によれば慢性膵炎71例中14例に膵結石を認めている。

膵結石は膵管を閉塞し、腺実質は炎症を来たし、次第に線維化の方向に進み膵全体に及ぶこと

になる。従つて、膵結石症をスキヤニングすると、慢性炎症、線維化の程度によるだろうが、R Iの撮取は低下するであろう。よつてスキヤニング上では膵影は薄い、描記されないと考えられる。著者の症例は高度の膵結石症であり、膵機能不全症状として糖尿病を合併している。

膵嚢胞症ではスキヤニング上、欠損あるいは膵影の変形を来たすものと考えられる。膵頭部に嚢胞が存在すれば、体・尾部は膵管閉塞により慢性炎症を合併し、膵の activity は低下するものと思われる。Haynie¹⁶⁾が報告した Pseudocyst は膵全体の activity が減少し、頭部に欠損を認めた。慢性膵炎を合併し、頭部に18cm直径の嚢胞があつたという。

膵以外の疾患の膵スキヤニングへの影響は種々報告されているし、著者も経験しているところである。

膵周辺臓器の良性腫瘍により圧排され、膵影が変形することもあり、また圧排されることにより膵機能が低下し、膵の activity が低下し欠損を示すことがある。Sodee²⁸⁾は総胆管が膵頭部上部を圧迫して欠損像を作ることがしばしばあると述べている。また同じ報告に消化性潰瘍、胆のう炎等の周辺疾患13例の全例に異常所見を認めており、このような疾患も膵スキヤニングに影響すると考えられる。

他臓器から膵へ癌浸潤を来たせば、これもまた異常所見を示すことは著者の例で明らかであろう。

全身的な条件として黄疸もスキヤニングに影響を与えるようである。黄疸は膵癌にしばしばみられる一徴候である。著者の症例44例中27例に強い黄疸がみられ、膵影を描記できなかった11例中10例までが黄疸を合併していた。これら10例は黄疸が長らく持続していた症例が多く、おそらく遊離のビリルビンにより膵機能が著しく低下したものと思われる。別の症例であるが、術前の黄疸が強い時期のスキヤニングではR I撮取が低いが、姑息的手術後6カ月の黄疸がなくなつた時のスキヤニングではよく描記されている症例があり (Fig. 7a, 7b)、黄疸がスキヤニングへ影響を与える

ことがうかがわれる。また癌の悪液質も膵機能を低下させ、スキヤニングに影響するものと考えられる。

以上膵スキヤニングに与える影響はいろいろな因子があり、これがために一段とスキヤニングによる診断にむずかしさを加えている。

11. 結 語

^{75}Se -セレンメチオニンによる膵スキヤニングを137例の臨床例に応用し、膵スキヤニングが臨床診断に役立つ可能性を、その形態および機能の面より検討し次のような結果を得た。

1. 膵の正常の形は非常に変化が多い。従つてスキヤニング上の正常の形も逆S字型と勾玉型との二つに大別するにとどめたが、各々の型は60%、40%の割合であつた。スキヤニング上の大きさについては、長軸方向の長さが10~16cm、平均13.3cm、膵体部の巾は2~3cm、平均2.6cmであつた。

2. 手術で確かめ得た膵癌の症例44例のスキヤニング所見を検討し、癌を疑わせる異常所見を6項目に大別した。最も多く見られた異常所見は限局性あるいは膵の一部の完全欠損で25例にみられ、次いで膵影描記不能で11例に見られた。

3. 膵癌の診断陽性率は異常所見を示したものの44例中43例で97.7%、スキヤニング像より癌の位置が適中していたもの23例で52.2%、膵癌の範囲まで適中していたもの21例47.7%であつた。なお、false negativeは1例、false positiveは3例であつた。従つて膵スキヤニングは膵癌の診断に役立つ得る有力な診断法である。

4. 膵スキヤニング上、膵体部に欠損を認める場合は癌であることもあり、正常であることもあり、慎重に診断する必要がある。

5. 膵スキヤニング像より膵炎を診断することは現状ではむずかしい。

6. 膵周辺の炎症性疾患、あるいは良性腫瘍による圧迫、悪性腫瘍による浸潤、また全身的な症状として黄疸、悪液質等の諸種の因子により膵スキヤニングは影響をうけて異常所見を示すので、診断に際してはこれらの因子を常に念頭におくことが必要である。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と厳正な御校閲を戴いた恩師、寛弘毅教授ならびに綿貫重雄教授に深甚の謝意を捧げ、また常に御教示を戴いた館野之男助手ならびに放射線医学教室諸学兄に心から感謝致します。また多数の症例を提供して下さいつた第1外科、第2外科第1内科、解剖学教室各位に厚く御礼申し上げます。

本論文の要旨または一部は、消化器・内視鏡学会合同研究会、第52回日本消化器病学会総会、第3回放射線学会臨床シンポジウム、第9回国際癌会議、第17回医学会総会、第14回 Annual Meeting (Washington) 第5回癌治療学会、第7回核医学会総会に於いて発表した。

本研究に要した費用の一部は昭和41年度および42年度厚生省がん研究費によつた。

文 献

- 1) Antunez, A.R.: Pancreatic Scanning with Selenium 75 Methionine, Utilizing Morphine to Enhance Contrast. A Preliminary Report Cleveland Clin. Quart. 31 (1964) 213—218.
- 2) Antunez, A.R.: Use of Morphine in Pancreatic Scanning with Se-75 Methionine. J. Nucl. Med. 5 (1964) 729.
- 3) Antunez, A.R., et al.: Diagnosis of Pancreatic Neoplasm by Scintillation Scanning with Selenium-75-Methionine. Gastroenterol. 48 (1965) 805.
- 4) Antunez, A.R.: Pancreatic Scanning Utilizing Selenium-75 Methionine and Morphine. J. Nucl. Med. 6 (1965) 357.
- 5) Antunez, A.R., et al.: Photoscanning in Diagnosis of Carcinoma of the Pancreas. Ann. Int. Med. 65 (1966) 730—737.
- 6) Blau, M. and Bender, M.A.: Does berberine localize in the Pancreas? Gastroenterol. 38 (1960) 217.
- 7) Blau, M.: Biosynthesis of ^{75}Se selenomethionine and ^{75}Se selenocystine. Biochim. Biophys. Acta 49 (1961) 389—390.
- 8) Blau, M., et al.: Pancreatic Specificity of ^{75}Se -Selenomethionine. J. Nucl. Med. 2 (1961) 102—105.
- 9) Blau, M. and Bender, M.A.: ^{75}Se -Selenomethionine for Visualization of the Pancreas by Isotope Scanning. Radiol. 78 (1962) 974.
- 10) Blau, M., et al.: Clinical Experience with ^{75}Se -Selenomethionine for Pancreas Visualization. J. Nucl. Med. 3 (1962) 202.
- 11) Blau, M.: Pancreas Scanning with ^{75}Se -Selenomethionine. Medical Radioisotope Scanning (I.A.E.A.) 1964, 275—278.
- 12) Burdine, J.A. and Haynie, T.P.: Diagnosis

- of Pancreatic carcinoma by Photoscanning. J.A.M.A. 194 (1965) 979—983.
- 13) Burke, G. and Goldstein, M.S.: Radioisotope Photoscanning in the Diagnosis of Pancreatic Disease. Am. J. Roentgenol. 92 (1964) 1156—1161.
- 14) Dreiling, D.A.: Studies in pancreatic function. V. The use of secretin test in a diagnosis of pancreatitis and in the demonstration of pancreatic insufficiencies in gastrointestinal disorders. Gastroenterol. 24 (1953) 540—555.
- 15) Gilbert, I.G.F. and Taylor, D.M.: The Behaviour of Zinc and Radiozinc in the Rat. Biochem. Biophys. 21 (1965) 545.
- 16) Haynie, T.P., et al.: Diagnosis of Pancreatic Disease by Photoscanning. J. Nucl. Med. 5 (1964) 90—94.
- 17) Kakehi, H., et al.: Radioisotope Scanning of Pancreas Carcinoma. J. Nucl. Med. 8 (1967) 387—388.
- 18) 寛弘毅, 他: 膵スキヤニング (第1報), ^{75}Se セレンメチオニンの生合成とその使用経験, 日本医放会誌, 23 (1963) 972—975.
- 19) King, E.R., et al.: A Study of the Morphology of the Normal Pancreas Using Se-^{75} Methionine Photoscanning. Am. J. Roentgenol. 96 (1966) 657—663.
- 20) Meschan, I., et al.: The Utilization of Radioactive Zinc and Manganese in an Effort to Visualize Pancreas. Radiol. 73 (1959) 62—70.
- 21) 水上忠久: ^{75}Se -Selenomethionine による膵シンチグラムに関する研究, 日本医放会誌, 26 (1967) 1299—1313.
- 22) Montgomery, M.L., et al.: The Elimination of Administered Zinc in Pancreatic Juice, Duodenal Juice, and Bile of the Dogs as Measured by Its Radioactive Isotope (Zn-^{65}) J. Exper. Med. 78 (1943) 151—159.
- 23) Sheline, G.E., et al.: Studies on the Metabolism of Zinc with the Aid of Its Radioactive Isotope. II. The Distribution of Administered Radioactive Zinc in the Tissue of Mice and Dogs. J. Biol. Chem. 149 (1943) 139—151.
- 24) Sodee, D.B.: Radioisotope Scanning of the Pancreas with Selenomethionine (^{75}Se) Radiol. 83 (1964) 910—916.
- 25) Sodee, D.B.: Radioisotope Scanning of the Pancreas with Selenomethionine- ^{75}Se . Medical Radioisotope Scanning. I.A.E.A. (1964) 289—302.
- 26) Sodee, D.B.: Dosimetry of Selenomethionine ^{75}Se for Pancreatic Scanning. Nucleonics, 23 (1965) 78—81.
- 27) Sodee, D.B.: Progress in Medical Radioisotope Scanning Pancreatography. J. Nucl. Med. 6 (1965) 356—357.
- 28) Sodee, D.B.: The Clinical Correlation of Isotope Pancreatography. Am. J. Gastroenterol. 45 (1966) 454—459.
- 29) Sodee, D.B.: Pancreatic Scanning. Radiol. 87 (1966) 641—645.
- 30) Tabern, D.L., et al.: The Use of Intravenous Amino Acids in the Visualization of the Pancreas with Selenomethionine. J. Nucl. Med. 6 (1965) 762—766.
- 31) 館野之男: 膵スキヤンの技術的側面 Radioisotopes. 16 (1967) 490—498.