

Title	肺疾患における血流および換気障害のSPECTによる評価
Author(s)	新宅, 敬夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1985, 45(4), p. 606-621
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19418
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

肺疾患における血流および換気障害の SPECT による評価

大阪医科大学放射線医学教室（主任：赤木弘昭教授）

新 宅 敬 夫

（昭和59年9月27日受付）

（昭和59年12月7日最終原稿受付）

Evaluation of SPECT Imaging Capability in Various Lung Diseases

Takao Shintaku

Department of Radiology, Osaka Medical College

(Director: Prof. Hiroaki Akagi)

Research Cord No. : 506

Key Words : SPECT, Pulmonary diseases, Lung phantom, Tc-99m MAA, Kr-81m

Clinical study on segmental disorders in various pulmonary diseases was performed using Tc-99m MAA, Kr-81m; and evaluation of single photon emission computed tomography (SPECT) is reported in this paper.

As a fundamental study, plastic segmental lung phantom was made, and filled with Tc-99m O_4^- solution to study the SPECT imaging capability. From right S_1 to left S_{10} defect and all lobar defects of the lung phantoms were studied in turn by SPECT, which obtained three dimensional images for each portion of the segmental defect.

The imaging capability of SPECT was compared with the planar image in each defective portion of the segmental phantom.

Absolute superiority of SPECT images to planar images was shown on right S_7 , S_8 , left S_{7+8} and S_9 defective portions.

The superiority of SPECT also was shown on some other defective portions of the segmental phantoms.

As a clinical study, in seven cases of aortitis syndrome, the roentgenograms and X-CT images did not show any significant abnormal signs. SPECT perfusion images showed some visible abnormalities in six of the cases.

In detectability of abnormal findings in pulmonary diseases, there were some indications of the superiority of lung scintigraphy, compared with the roentgenograms and X-CT images, especially in aortitis syndrome that may have mainly functional damage without significant organic changes.

The SPECT images were only 3~6% superior to the planar images in detecting abnormalities. However, after careful study of defective portions of the segmental phantoms, it was easier to determine the location and the level of functional disorders using SPECT images.

I. 緒 言

肺シンチグラフィは肺の形態と機能を視覚的にとらえる検査法として利用されてきたが三次元の病変を二次元の画像として表示するため立体的

検索には不十分で、深部病変の検出にも難点があった。

1963年、KuhlらによってRIを使用した断層像¹⁾²⁾、すなわち、single photon emission computed

tomography (SPECT, 以下 ECT と略す) が試みられ、その後幾多の改良により臨床的に使用可能な画像が得られるに至った。ECT では多方向シンチ像をもとに RI 分布を立体的に、いわゆる 3 軸断層法として断層面の画像が描出可能となり³⁾⁴⁾、深部病変の検索が可能になった⁵⁾⁶⁾。

この ECT を肺疾患の診断に応用するため、まず、試作肺区域ファントム⁷⁾⁸⁾を作成し、基礎実験を行い、続いて臨床的研究を行った。

すなわち、種々の胸部疾患における肺の血流、換気分布の ECT 像を作成し、X 線写真、X 線 CT 像、および従来の肺シンチグラムとこの ECT 像との異常所見検出能の比較を行い、肺 ECT の臨床的有用性を検討した。

II. 研究方法

1. 肺区域ファントム

まず、ECT の異常所見検出能を把握するため Fiber Reinforced Plastics (FRP) 樹脂性肺区域ファントム (Fig. 1) を試作し、基礎実験を行った。

肺区域ファントムは図解解剖事典、図解人体解剖学⁹⁾に準じ、高さ26cm、最大幅、右肺10cm、左肺11cm 前後径、右肺18cm、左肺16cm、容積は右肺1780cm³、左肺1720cm³で、各肺区域¹⁰⁾の容積を Table 1 に示した。

実施方法としては50mCi の^{99m}Tc を水5,000ml

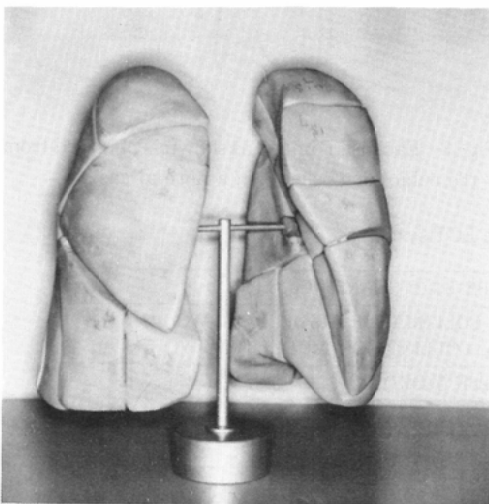


Fig. 1 Complete plastic segmental phantom of the lungs

Table 1 Volume of each segment of the lung phantom

Segment No.	R-lung	L-lung
S ₁	120	215
S ₂	180	
S ₃	360	350
S ₄	160	210
S ₅	150	190
S ₆	170	260
S ₇	130	
S ₈	125	280
S ₉	185	125
S ₁₀	200	90
Total (cm ³)	1780	1720

に希釈し、各区域別のブロックに注入充満、封印後全区域に組み立てた。組みあがった両肺ファントムの区域を順次はずし、各区域欠員と上、中、下葉欠損の ECT を施行した。

方法は、肺区域ファントムを ECT 用装置の台上に被検者測定と同様に設置しデータ採取を行い、ECT 像を得た。各欠損像は、右肺 S₁ ~ S₁₀、上葉、中葉、下葉、および左肺 S₁₊₂ ~ S₁₀、上葉、舌葉、下葉欠損で計24通りの多方向像と ECT 像を作成し比較した。ECT 像は、前額断層像15枚、矢状断層像20枚、横断断層像15枚を観察し、その中より、その欠損を最もよく描出しているスライスを1枚ずつ選定し比較の対象とした。

2. 臨床的研究対象

アンギオグラフィー、気管支造影法などで診断の確立された症例を研究対象とした。肺 ECT の血流、換気シンチグラフィー併用例は94例、うち X 線 CT を施行したものは67例であり、この X 線 CT の併用例の67例を用いた。

この67例を診断名によって大別すると、肺癌32例、大動脈炎症候群7例、肺結核6例、胸膜性疾患5例、中葉症候群4例で、その他は13例であった (Table 2)。

3. ECT 用装置 (Fig. 2)

ECT のデータ採取には目的臓器の全周からの多方向シンチグラムを必要とするためガンマカメラの検出器を被検者の長軸を中心に回転させる方

Table 2 Number of cases studied with X-CT and ECT

Lung cancer	32
Aortitis syndrome	7
Lung tuberculosis	6
Pleuritis	5
Middle lobe syndrome	4
Others	13
Total	67

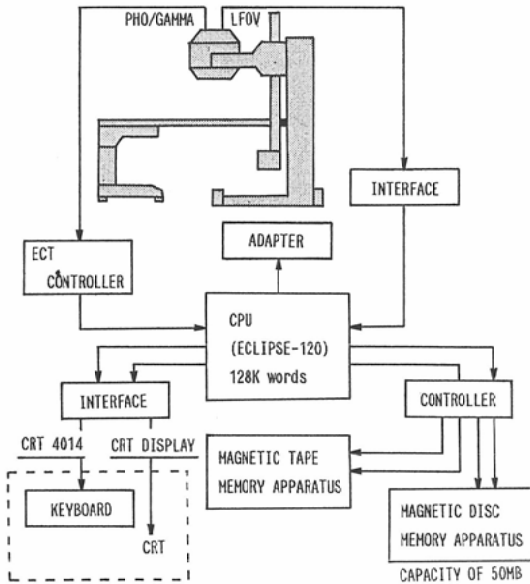


Fig. 2 Block diagram of the gamma camera system on-line of SP ECT.

法, すなわち被検者背臥位の検出器回転法を施行した。

使用した ECT 用装置 (島津製作所製) は駆動系を内蔵したスタンドに360度回転するガントリーを取り付け, その一端に検出器を装着した。

ECT 用データ処理電算機システムはシンチバック1,200 (島津製作所製) を変更し, 患者回転プログラム等を追加したもので, 採取したデータは磁気ディスクに収録した (Table 3)。画像の再構成は, フィルター逆投影法によって横断断層像を求め, 矢状断層像, 前額断層像を再構成し, 10~20のスライス像をマイクロドットイメージャーを介して X 線フィルム上に撮影した (Fig. 3)。

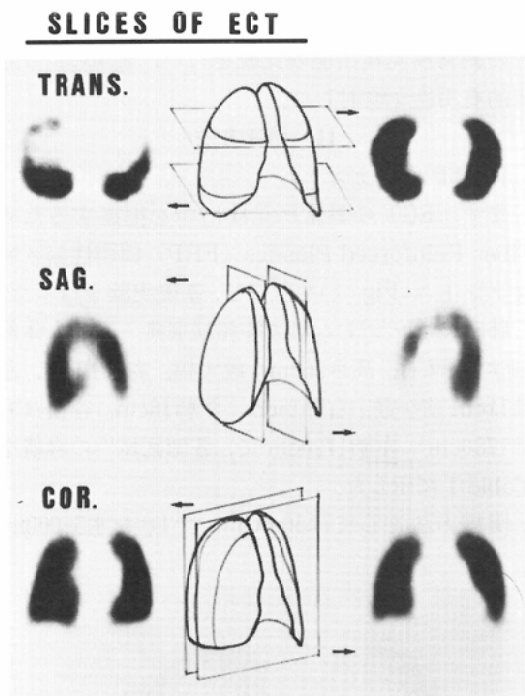


Fig. 3 Each ECT image as shown is obtained from the cubic lung scheme in a normal case.

Table 3 Apparatus of the ECT system

Gamma camera	PHO/GAMMA LFOV (TYPE 6413) SEARLE Co. Ltd.
Collimator	LFOV LEAP PARALLEL COLLIMATOR MODEL: SKC-WO 46 LFOV MEDIUM ENERGY COLLIMATOR MODEL: SKC-WO 54
CPU	ECLIPSE S TYPE 130, 128K WORDS DATA GENERAL Co. Ltd.
Magnetic disk apparatus	TYPE 5957 50MB DATA GENERAL Co. Ltd.
Magnetic tape apparatus	TYPE 5937 1600BPI DATA GENERAL Co. Ltd.
CRT	TYPE 4014-1 TEKTRONIX Co. Ltd.
Micro dot imager	TYPE 3132 SEARLE Co. Ltd.
Input output teletypewriter	TELETYPE Co. Ltd.

4. ECT データ採取方法

被検者はガンマカメラの回転軸に一致した台上に背臥位をとらせ、10度毎36方向、36枚の多方向シンチグラムを採取した。得られた多方向像より、横断断層像、矢状断層像、前額断層像の再構成を行い、ECT 像を得た。

1) 血流シンチグラフィ

肘静脈より $^{99m}\text{Tc-MAA}$, 0.2mCi/Kg(体重)を静注し、1分後より開始し、各方向毎16秒間のデータを採取した(LFOV LEAP PARALLEL COLLIMATOR 使用)。

2) 換気シンチグラフィ

酸素ボンベからの酸素(3l/min)を $^{81}\text{Rb-}^{81m}\text{Kr}$ ジェネレーター内を通過させ、酸素中に持続的に抽出した ^{81m}Kr ガスを被検者のマスクを介して自然換気の呼吸と共に肺内に分散させた。なお、この間に各方向毎19秒間のデータを採取した(LFOV MEDIUM ENERGY COLLIMATOR 使用)。

5. 多方向肺シンチグラフィ

ECTのために採取された多方向シンチグラム(36画像)のうち、主に仰臥位での正面、両側面、背面像を中心に比較検討した。

6. X線CT装置

CT装置は全身用CTスキャナーEMI社製CT5005/12型、またはGeneral Electric社製CT/TX-2型を使用し、撮影条件は前者では120Kvp, 28mA, スライス幅13mm, 後者では120Kvp, 160mA, スライス幅10mmにて実施した。X線CT検査はECT施行前後2週間以内に行った。

7. X線写真

通常のX線写真では、胸部背腹単純像、胸部側面単純像および断層像を検討した。

8. 検出率ダイヤグラム

なお、これらの諸検査の検出率特性を簡明に把握するため、疾患別の異常所見検出能の比較ダイヤグラムを作成した。

III. 基礎実験結果(肺区域ファントム)

1. 肺区域ファントムにおける多方向シンチグラフィとECTの区域欠損描出能の比較

ECT像の多方向像に対する欠損描出能を検討

し、まず次の3群に大別できた。A)ECTのみ欠損が明確に描出出来たものは、右 S_7 、右 S_8 、左 S_{7+8} 、左 S_9 欠損であり、B)ECTと多方向の差が認められたものは、右 S_1 、 S_4 、 S_5 、 S_9 、 S_{10} 、右中葉、左 S_4 、 S_5 、 S_6 、左舌、下葉欠損、C)ECTと多方向の差が出なかったものは、右 S_2 、 S_3 、 S_6 、右上、下葉、左 S_{1+2} 、 S_3 、 S_{10} 、左下葉欠損の各欠損であった。

次にそれぞれの群中より各2例を選んだ。

A) ECTのみ明確に欠損が描出出来た区域欠損例

① 右肺 S_7 欠損(Fig. 4-A)

多方向像；正面像(a)、右側面像(b)、背面像(c)では、特に大きな欠損は認められなかった。

ECT像；前額断層像(d)では、右下野縦隔側に長方形の欠損を示し、正面像(a)より明確に広範囲な欠損像として認められた。矢状断層像(e)でも、横隔膜穹上に底辺を置く楔状欠損が認められた。横断断層像(f)では、縦隔側に波状塊の欠損を認めた。

② 右肺 S_8 欠損(Fig. 4-A)

多方向像；正面(a)、背面像(c)と共に、明確な欠損を認めなかった。右側面像(b)では、 S_8 部分に三角形の淡い欠損を認めた。

ECT像；前額断層像(d)で、右下肺野胸壁側に長方形の欠損像を示し、その縦隔側に S_7 が描出された。矢状断層像(e)で、下肺野の横隔膜上に底辺を持つ楔状欠損として、また、横断断層像(f)では、水平方向に長方形へ帯状欠損を認めた。

B) ECTと多方向の差が大きく認められた区域欠損例

① 右肺 S_5 欠損(Fig. 4-B)

多方向像；正面像(a)で、右下肺野縦隔側に淡い欠損を、右側面像(b)では、下野腹側に台形状欠損を認めた。背面像(c)では著変を認めなかった。

ECT像；前額断層像(d)では右中下肺野肺門部寄りに台形状欠損として認められた。

矢状断層像(e)では、下肺野に腹側より肺門部へ向う帯状欠損として、また、横断断層像(f)では、腹側縦隔側の欠損を認めた。

① R-S₇ defect

PLANAR IMAGES

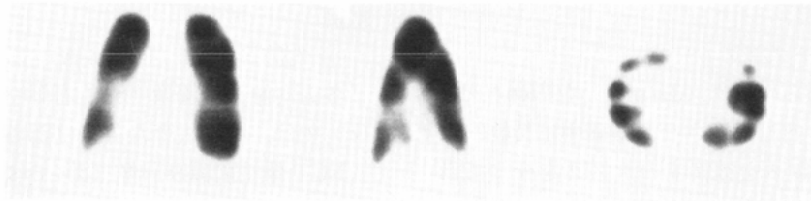


(a) Anterior view

(b) R. lateral view

(c) Posterior view

ECT IMAGES



(d) Coronal slice

(e) Sagittal slice

(f) Transaxial slice

② R-S₈ defect

PLANAR IMAGES



(a) Anterior view

(b) R. lateral view

(c) Posterior view

ECT IMAGES



(d) Coronal slice

(e) Sagittal slice

(f) Transaxial slice

Fig. 4 (A) Absolute predominance of ECT over planar images

② 右肺中葉欠損 (Fig. 4-B)

多方向像；正面像 (a) で、右中下肺野の縦隔側に底辺を持つ台形状の淡い欠損が認められた。右側面像 (b) では、下肺野腹側に楔状の淡い欠損を認めた。背面像 (c) では、右肺胸壁外側の楔状欠損を認めた。

ECT 像；前額断層像 (d) では、右中肺野の縦

隔側に底辺を持つ台形状欠損を認め、下端に S₇ が描出された。矢状断層像 (e) では、腹側下部の横隔膜上に底辺を持ち肺門部に至る台形状欠損を認めた。横断断層像 (f) では、水平に広範囲の帯状欠損を認め、その腹側上方には、島状の S₈ が描出された。

C) ECT と多方向の差が大きく認められな

① R-S₆ defect

PLANAR IMAGES



(a) Anterior view

(b) R. lateral view

(c) Posterior view



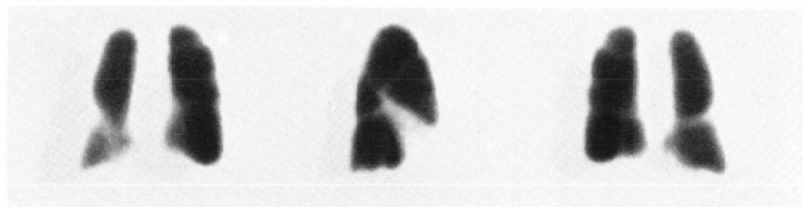
(d) Coronal slice

(e) Sagittal slice

(f) Transaxial slice

② R-middle lobar defect

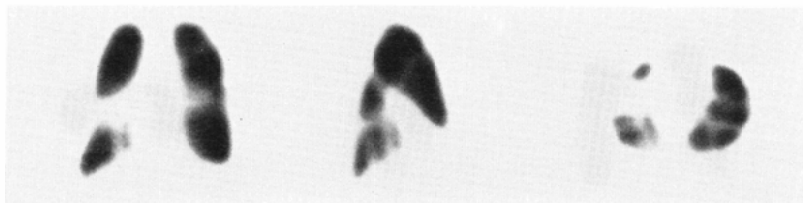
PLANAR IMAGES



(a) Anterior view

(b) R. lateral view

(c) Posterior view



(d) Coronal slice

(e) Sagittal slice

(f) Transaxial slice

Fig. 4 (B) Apparent predominance of ECT over planar images

かった区域欠損例

① 右肺 S₂欠損 (Fig. 4-C)

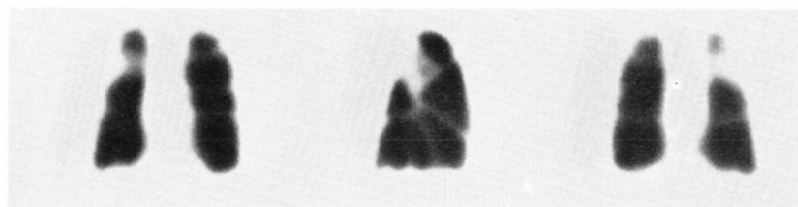
多方向像；正面像 (a) で、S₁像を肺尖部に島状に残した台形状欠損を認めた。右側面像 (b) では、背側より下垂した舌状欠損として、また、背面像 (c) で胸壁側を底辺とした台形状欠損として認められた。

ECT 像；前額断層像 (d) では、円形状の S₁像の下方に帯状の S₂欠損が認められ、矢状断層像 (e) では、肺門部圧痕に続く紡錘形欠損が認められた。横断断層像 (f) では、右肺やや背側に、水平な帯状欠損が認められ、背側には S₆像が島状に描出された。

② 左肺 S₁₊₂欠損 (Fig. 4-C)

① R-S₂ defect

PLANAR IMAGES



(a) Anterior view

(b) R. lateral view

(c) Posterior view

ECT IMAGES



(d) Coronal slice

(e) Sagittal slice

(f) Transaxial slice

② L-S₁₊₂ defect

PLANAR IMAGES



(a) Anterior view

(b) L. lateral view

(c) Posterior view

ECT IMAGES



(d) Coronal slice

(e) Sagittal slice

(f) Transaxial slice

Fig. 4 (C) No apparent differentiation between ECT and planar images

多方向像；正面像(a)で、左肺尖部に半円状の欠損が認められ、左側面像(b)では、背側に薄い楔状の欠損像が認められた。背面像では、左肺尖部に正面像(a)よりやや広範囲な欠損を認めた。

ECT像；前額断層像(d)では、正面像(a)より広範囲な左肺尖部の半円形欠損を認めた。矢状断層像(e)でも左側面像より広範囲な半円欠損を

肺尖部に認めた。横断断層像(f)では、背部に楔状の淡い欠損として認められた。

2. 肺区域ファントムにおけるECT像の多方向シンチグラムに対する区域欠損描出能の優位性スコア表示 (Table 4)

多方向シンチグラムの正面、背面像対ECTの前額断層像との比較と、多方向シンチグラフィ

Table 4 Score table of ECT scintigram predominance over planar scintigram (lung phantom)

Segmental number	Right lung		Segmental number	Left lung	
	Ant. or Post. Vs. Coronal	R or L-lat. Vs. Sagittal		Ant. or Post. Vs. Coronal	R or L-lat. Vs. Sagittal
S ₁	1	3	S ₁₊₂	0	1
S ₂	2	1	S ₃	1	2
S ₃	2	1	S ₄	3	2
S ₄	3	2	S ₅	3	2
S ₅	3	3	S ₆	3	1
S ₆	2	2	S ₇₊₈	4	1
S ₇	3	4	S ₉	4	3
S ₈	4	3	S ₁₀	1	1
S ₉	3	3			
S ₁₀	3	1			
u. Lobe	1	2	u. Lobe	0	1
m. Lobe	3	3	ling. Lobe	3	2
l. Lobe	2	2	l. Lobe	3	2
Average score	2.46	2.30		2.27	1.64

Visual ratings of ECT predominance over planar images in imaging capability.

- Point 0; No predominance between ECT images and planar images
- Point 1; The ECT images minor predominance over the planar images
- Points 2; Apparent predominance of ECT images
- Points 3; Major predominance of ECT images
- Points 4; Absolute predominance of ECT

の左右側面像対 ECT の矢状断層像との比較を行った。

ECT 像の多方向シンチグラムに対する欠損の描出能優位性をスコア化し、0～4 点の 5 段階評価で次のように分類した。ほぼ同等のものを 0 点、少しの差のたものを 1 点、明確に差のたものを 2 点、大きく差の出たものを 3 点、ECT のみで出現し、多方向シンチグラフィーでは検出できなかったものを 4 点とした。

この結果、多方向シンチグラフィーの正面、背面像対 ECT の前額断層像では右肺の ECT 優位性の平均スコアは 2.46 点で、左肺は 2.27 点であった。また同様に、多方向シンチグラフィーの右側面像対右肺 ECT の矢状断層像では 2.30 点、また左側面像対左肺 ECT 矢状断層像では、1.64 点であった。

IV. 臨床的研究結果

1. 各検査別検出率 (Table 5)

1) X 線写真

肺癌の 32 例全例は X 線写真上診断名に関連する何らかの異常所見を呈していたが、大動脈炎症

候群 7 例中全て肺野には著変なく、異常所見検出率は 0% であった。このため、胸部 X 線写真群の検出率は全症例 67 例中 58 例が有所見で 86.6% であった。

2) X 線 CT

X 線 CT 施行例 67 例での検出率は 86.6% と X 線写真と同様の値を示した。これは、大動脈炎症候群では、X 線写真と同様に異常所見の検出は出来なかったためである。

3) 肺シンチグラフィー

(a) 血流シンチグラフィー

多方向シンチグラム上、肺癌で 87.5% の検出率であったが、ECT の横断、矢状、前額断層像上で、90.6% であり、ECT の検出率が優位であった。

同様に、他の疾患でも多方向シンチグラフィーが ECT の検出率を上回るものではなく、全体としては多方向シンチグラフィーの 82.1% に対し ECT は 88.1% (横断、矢状断に代表される) の検出率となった。

(b) 換気シンチグラフィー

肺癌の多方向シンチグラフィーの 84.4% に対し

Table 5 Detectable case number of visible abnormalities in several examinations. (67 cases)

Clinical diagnosis	No. of cases	X-P	X-ray CT	Tc-99m Perfusion				Kr-81m Ventilation			
				Multi proj.	ECT			Multi proj.	ECT		
					Trans.	Sag.	Cor.		Trans.	Sag.	Cor.
Lung cancer	32	32 (100%)	32 (100%)	28 (87.5%)	29 (90.6%)	29 (90.6%)	29 (90.6%)	27 (84.4%)	28 (87.5%)	28 (87.5%)	28 (87.5%)
Aortitis syndrome	7	0 (0%)	0 (0%)	5 (71.4%)	6 (85.7%)	6 (85.7%)	6 (85.7%)	1 (14.3%)	2 (28.6%)	1 (14.3%)	1 (14.3%)
Lung tuberculosis	6	6 (100%)	6 (100%)	5 (83.3%)	5 (83.3%)	5 (83.3%)	5 (83.3%)	5 (83.3%)	5 (83.3%)	5 (83.3%)	5 (83.3%)
Pleuritis	5	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)
Middle lobe syndrome	4	4 (100%)	4 (100%)	3 (75.0%)	3 (75.0%)	3 (75.0%)	3 (75.0%)	3 (75.0%)	3 (75.0%)	3 (75.0%)	3 (75.0%)
Others	13	11 (84.6%)	11 (84.6%)	9 (69.2%)	11 (84.6%)	11 (84.6%)	10 (76.9%)	10 (76.9%)	11 (84.6%)	11 (84.6%)	11 (84.6%)
Total	67	58 (86.6%)	58 (86.6%)	55 (82.1%)	59 (88.1%)	59 (88.1%)	58 (86.6%)	51 (76.1%)	54 (80.6%)	53 (79.1%)	53 (79.1%)

(): Number of cases showing significant abnormal findings.

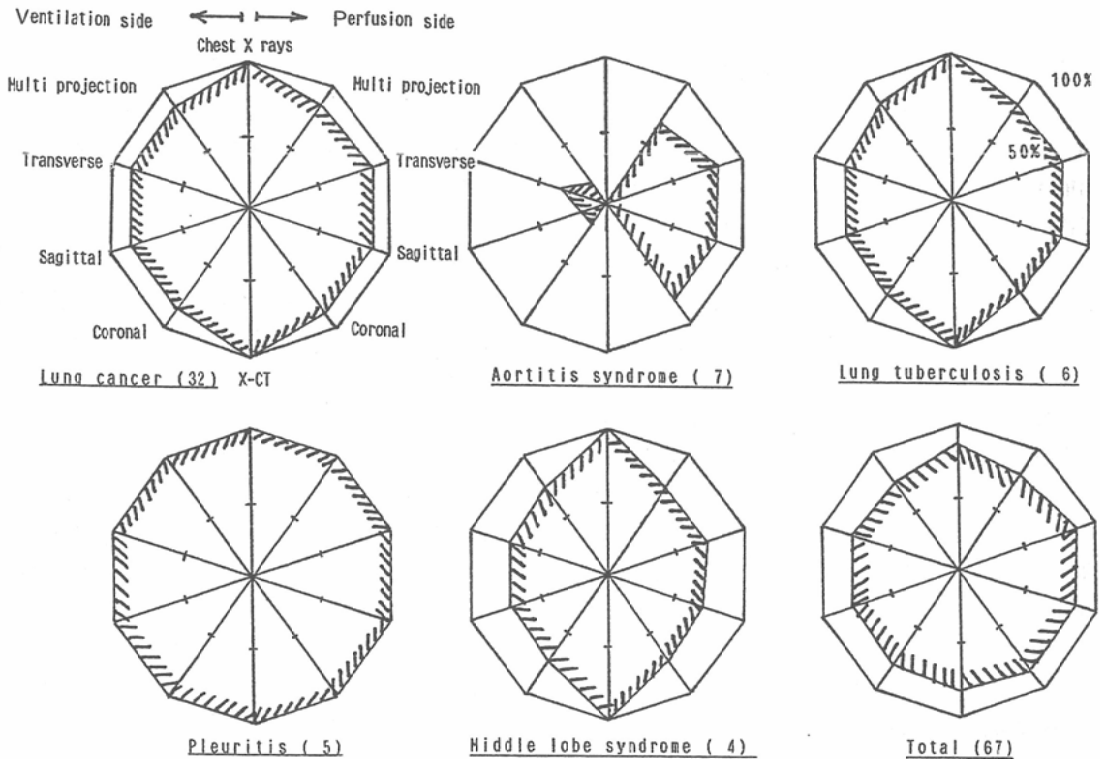


Fig. 5 Detectability block diagram of studied examinations in major lung diseases. Each radius indicates 100% detectability of abnormal findings.

(): Number of cases

ECTは87.5%の検出率であった。しかし、肺結核6例においては多方向シンチグラフィー83.3%に対しECTも83.3%と同等であった。

大動脈炎症候群の多方向シンチグラフィー14.3%に対し、ECT28.6%(横断像に代表される)でECTが優位を示した。また、換気シンチグラフィーの全67例の結果は多方向シンチグラフィーの76.1%に対しECT80.6%(横断像に代表される)で、これもECTが優位を示した。

2. 検出率ダイアグラム (Fig. 5)

これは各検査の異常所見検出率を各半径(100%)で表わし、中心からの距離をそれぞれの検出率とした。右半球は血流シンチグラフィー側で右上より、多方向シンチグラフィー、ECTの横断断層、矢状断層、前額断層の検出率を示した。同様に、左半球は換気シンチグラフィー側とし、同様の表示法で示した。上下の軸は上をX線写真、下をX線CTとした。

ダイアグラムにおいて肺癌では各検査の優劣は少なく、ほぼ等しく高率に異常所見として検出された。

これに反して、大動脈炎症候群では、縦軸のX線写真、X線CTでは、異常所見の検出は出来なかった。また、換気障害の検出率は低く、血流シンチグラフィーのみで高い検出率を示すため、右半球の大きな上下のくびれた横ダルマ型を示した。このように各病変ごとに特徴的パターンが認められた。全67例の傾向を見ると、血流シンチグ

ラフィー側は換気シンチグラフィー側より面積が大きく、肺疾患では換気障害より血流障害がより高率に検出し得ることが認められた。

3. 疾患群別血流、換気の障害度の相関について

次に、ECT像を用いて個々の症例において、血流障害と換気障害の程度と広がり差について検討を加えた (Table 6)。

すなわち、描出される欠損部の濃度の低下の程度と欠損部の面積の積を障害度と考え、この障害度を血流障害度(P.)と換気障害度(V.)につき比較した。

P.>V.: 明らかに血流障害が換気障害に対し高度

P.=V.: 血流、換気障害が同程度

P.<V.: 明らかに換気障害が血流障害に対し高度

N.P.: 異常所見なし

の4つのグループに大別し検討した。

肺癌では、P.<V.の9.4%に対し、P.>V.が28.1%と血流障害高度の症例が多いが、P.=V.が53.1%と、全体的には血流、換気障害が正の相関を示している。また、肺結核は、P.=V.が50%という結果であった。

一方、大動脈炎症候群は、P.<V.の14.3%、P.=V.の0%に対し、P.>V.が85.7%と圧倒的に多く、血流障害が主で、換気障害は血流障害に比し軽度、もしくは正常であった症例が大半を占める傾向が認められた。

Table 6 Comparison of perfusion or ventilation predominance of scintigraphy level in visual disorders information

Clinical diagnosis	No. of cases	P.>V.	P.=V.	P.<V.	N.P.
Lung cancer	32	9 (28.1%)	17 (53.1%)	3 (9.4%)	3 (9.4%)
Aortitis syndrome	7	6 (85.7%)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (14.3%)
Lung tuberculosis	6	1 (16.7%)	3 (50.0%)	1 (16.7%)	1 (16.7%)
Pleuritis	5	0 (0 %)	4 (80.0%)	1 (20.0%)	0 (0 %)
Middle lobe syndrome	4	1 (25.0%)	2 (50.0%)	0 (0 %)	1 (25.0%)
Others	13	1 (7.7%)	9 (69.2%)	3 (23.1%)	0 (0 %)
Total	67	18 (26.9%)	35 (52.2%)	8 (11.9%)	6 (9.0%)

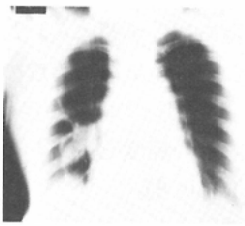
P>V; Predominance of perfusion over ventilation

P=V; Perfusion and ventilation are equivalent

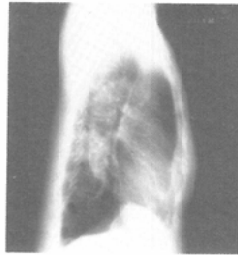
P<V; Predominance of ventilation over perfusion

N.P.; Not particular

Chest X-rays



(a) Cor. tomo. (X-P)

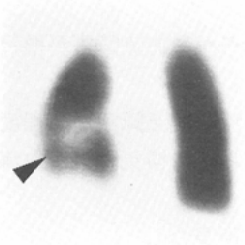


(b) R-Lat. (X-P)

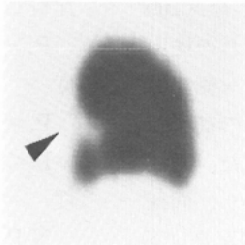


(c) Trans. (X-CT)

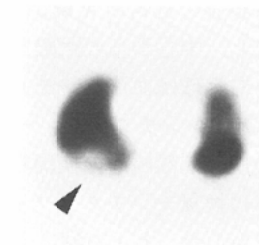
Perfusion scint. (ECT)



(d) Coronal slice

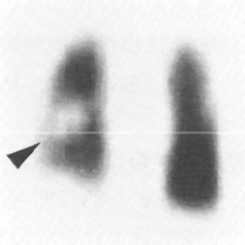


(e) Sagittal slice

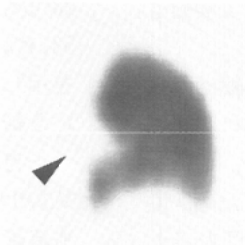


(f) Transaxial slice

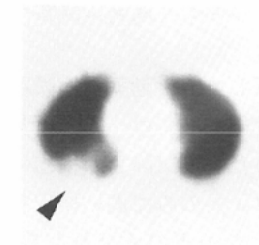
Vent. scint. (ECT)



(g) Coronal slice



(h) Sagittal slice



(i) Transaxial slice

Lung phantom (ECT)



(j) Coronal slice



(k) Sagittal slice



(l) Transaxial slice

Fig. 6 Case1. Lung cancer A.S. 70 Y.O. (M)

4. 症例

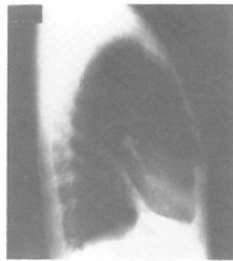
次に代表的な3症例を提示した (Fig. 6, 7, 8).
表示方法としては, 最上段の3枚はX線写真群

およびX線CT像, 次段の3枚はECT血流シンチグラム, 次々段の3枚はECT換気シンチグラム, 最下段は病変部に一致する区域欠損ファント

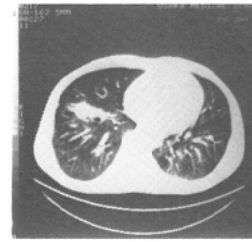
Chest X-rays



(a) Ant. (X-P)

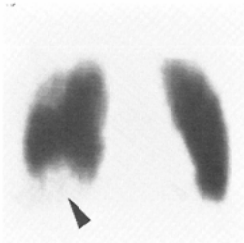


(b) R-Lat. (X-P)

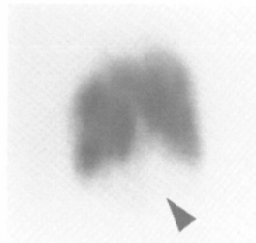


(c) Trans. (X-CT)

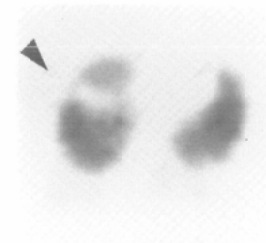
Perfusion scint. (ECT)



(d) Coronal slice



(e) Sagittal slice



(f) Transaxial slice

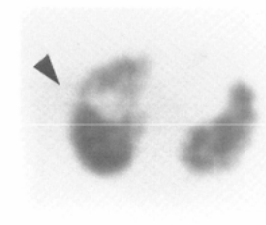
Vent. scint. (ECT)



(g) Coronal slice



(h) Sagittal slice



(i) Transaxial slice

Lung phantom (ECT)



(j) Coronal slice



(k) Sagittal slice



(l) Transaxial slice

Fig. 7 Case 2. Lung abscess N.I. 42 Y.O.(M)

ム像(症例1, 2), または多方向シンチグラム(症例3)とした。

症例1. 肺癌 A.S. 70歳男 (Fig. 6)

昭和60年4月25日

主訴は軽い咳嗽のみで、胸部X線前額断層像(a)では右中肺野背側に鶏卵大の雲状腫瘍陰影を認めた。しかし、右側面単純像(b)では前者に比

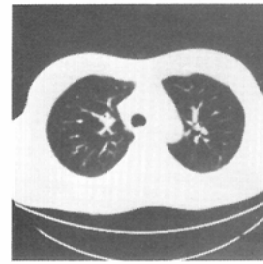
Chest X-rays



(a) Ant. (X-P)



(b) L-Lat. (X-P)

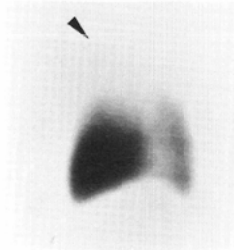


(c) Trans. (X-CT)

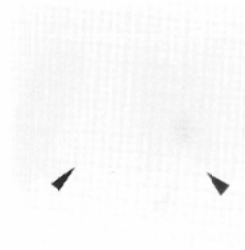
Perfusion scint. (ECT)



(d) Coronal slice

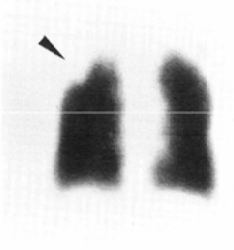


(e) Sagittal slice

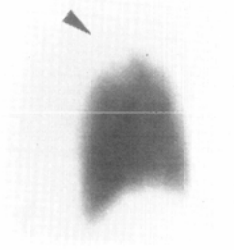


(f) Transaxial slice

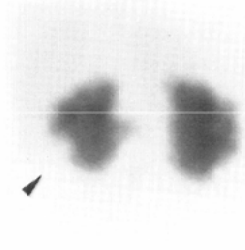
Vent. scint. (ECT)



(g) Coronal slice



(h) Sagittal slice



(i) Transaxial slice

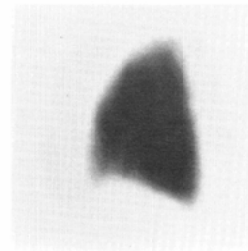
Planar Scint.



(j) Ant.view



(k) R-Lat.view



(l) L-Lat.view

Fig. 8 Case 3. Aortitis syndrome C.N. 37 Y. O. (F)

べ不鮮明である。X線CT像(c)では多角形の腫瘍様陰影として認められた。ECT像(d, g, j)は(a)のX線前額断層像に一致するシンチグラムで

あり、S₆欠損ファントム像(j)によく類似した血流、換気の途絶を認めた。これは矢状断層像(e, h, k)にも認められS₆欠損ファントム像(k)を

参照することにより、ほぼ S_6 に主たる血流、換気障害が局在することがわかった。同様に ECT の横断層像 (f, i) でも S_6 外側の部分的欠損として検出できた。従って、X 線写真上に検出できた腫瘤様陰影による血流、換気障害はほぼ同程度で、 S_6 に主な障害を示し、詳しくは S_6 の外側より局在することが推定できた (f, i)。

症例2. 肺膿瘍 (無気肺) N. I. 42歳男 (Fig. 7)

胸部背腹単純像 (a) で右下肺野内側よりに淡い不均一な浸潤様陰影を認め、右側面単純像 (b) では右横隔膜穹に接する細長い均等性楔状陰影が認められた。

X 線 CT 像 (c) では同部に不整形带状均等性の異常陰影を認めるが肺区域の同定は難しい。一方、ECT 像の前額断層像 (d, g) では S_6 の欠損ファントム像 (j) に類似する欠損を認めた。ファントムの矢状断層像 (k) は S_6 の全欠損像であり、症例の血流、換気シンチグラム (e, h) の欠損よりも大きい三角形を呈している。一方、本症例の X 線断層像では S_6 領域が虚脱に陥り、縮小した所見が得られた。横断断層像でもファントムの S_6 欠損像 (l) とほぼ一致する血流、換気障害 (f, i) を認め S_6 の障害が推定できた。

症例3. 大動脈炎症候群 C. N. 37歳女 (Fig. 8)

主訴は目まいと心悸亢進。胸部背腹単純像にて右肺上野外側の小石炭化像の他には著変認めず。右側面単純像も異常所見なく、X 線 CT 像 (c) にも肺野の異常は認められなかった。

しかし、ECT の血流シンチグラム (d, e, f) では両側上肺野に広範囲な血流欠損を認め、前額 (d)、矢状 (e)、横断断層像 (f) でも同様に確認できた。一方、換気シンチグラム (g, h, i) では前額断層像に上記の胸部 X 線写真上の石灰化部分に一致する小欠損のみ (g, h, i) が認められた。これは最下段の換気多方向シンチグラム上 (j, k, l) で検出は困難であった。しかし、換気 ECT では、小欠損以外、両上肺野は正常の摂取の分布を示し広範囲血流欠損に一致するような大きな換気障害は認められず、従って換気能はほぼ正常、両上肺野に血流障害のみ広範囲に存在する大動脈炎

症候群¹¹⁾の所見と考えた。

V. 考 察

肺シンチグラフィは1955年、Knipping らが放射性ガスを用い、はじめて肺内の分布状態を体外で測定した¹²⁾。1960年代には¹³¹I-MAA による肺血流シンチグラフィが Taplin らによって報告され、現在の肺シンチの基礎が確立された。

その後、種々の核種が開発され、現在では短半減期で被曝の少ない^{99m}Tc-MAA, ^{99m}Tc-MISA 等が血流シンチグラフィに、また、¹³³Xe, ^{81m}Kr 等が換気シンチグラフィに使用されている^{13)~16)}。一方、1972年、Hounsfield, Ambrose らによる X 線 CT が初めて人体の横断断層像を電算機を使用することによって可能にした。

しかし、胸部 X 線写真は簡易さ等多くの点で有利であり、X 線 CT は1つの新しい分野を確立したにすぎない。一方、胸部 X 線写真、X 線 CT でも機能的検索は充分でなく、形態学的肺機能検査として肺シンチグラフィの占める位置は大きい。また、ECT を併用することにより、さらに肺深部の機能障害まで検索可能となった。

1) 肺区域ファントム ECT 像の臨床的応用

肺内の障害が区域の血管、気管枝単位に存在する場合はその支配により肺区域性の病変として異常像を呈する^{8)17)~19)}ことが考えられる。ファントムの区域欠損 ECT 像を、臨床例の ECT 像に対応させると障害が区域性に存在する場合、極めてよくその区域が一致した症例が数多くあった。従ってその区域を支配する血管や気管枝に限局する病変を示唆する所見と考えた。

一方、瀰漫性に機能低下を来たす症例では区域性障害を示さず障害部周囲からの摂取が重複するため、画像診断上障害の有無を断定することが困難な症例も若干あった (例: 肺感染症等)。これに対しては摂取の定量的な問題に帰すると思われる。

次に、肺ファントム上での ECT 像の多方向像に対する優位性は、目視評価によるが、5段階評価でスコア化した場合、いずれも2.00点以上を示した。すなわち、“明確に差の出たもの(2.00点)”を上まわるスコアが得られたため、区域病変にお

いても ECT の優位性は臨床的にも相関しうると考えられた。

2) 肺シンチグラフィと胸部 X 線写真, X 線 CT との比較

肺の血管系は肺動脈系と気管支動脈系の 2 系統からなる。このため肺動脈系単独に狭窄や閉塞等の血流障害が生じても肺組織には気管支動脈系からの血流供給が存在し, X 線写真上肺組織の器質的変化像として異常所見を呈さない症例が少なくない。このように, X 線写真上に所見を呈さない機能障害, すなわち大動脈炎症候群等の肺血管障害の検索に肺シンチグラフィの優位性を認めた²⁰⁾。本症例中の肺動脈血管撮影²¹⁾においても, 肺シンチグラフィの結果とほぼ一致した所見を得た。また, これらの肺血管障害に伴う換気障害の有無²²⁾²³⁾も, 同時期に併用した換気シンチグラフィによって検出可能であった。

換気シンチグラフィの ECT では硬化性病変(陳旧性肺結核等)に伴う局所的な換気障害の存在と大きさを把握できるため, 自覚症状に乏しい軽微な換気障害の存在をも検出できた。また, 簡便さの点では両シンチグラフィ共に非観血的でルーティン検査として行える利点がある。

3) 肺 ECT と多方向シンチグラフィとの比較

ECT は, 肺深部の機能障害を 3 軸断層像として任意の連続スライス像でとり出せるため, 多方向シンチグラムでは偽陰性または偽陽性の域にあった所見をより明確に把握できた。

4) 疾患別検出率ダイアグラムの評価

各疾患別に検出能を比較したダイアグラムでは, それぞれに特徴的なパターンを示した。

肺癌 (32 例) では, どの検査においても高率に異常所見が検出され, 器質的, 機能的障害を合併することがわかった。次に, 大動脈炎症候群 (7 例) は全症例において X 線写真, X 線 CT 上に異常は認められなかったにもかかわらず ECT の血流シンチグラフィで 85.7% の高率で血流障害が検出され, 肺シンチグラフィの有用性を認めた疾患であった¹¹⁾²⁴⁾。

肺結核 (6 例) では多方向シンチグラフィと

ECT の検出率が血流, 換気シンチグラフィ共に同様であった。しかし検出率は同等であってもこれは肺内部の微細な障害を像として描出できるため, 病巣の広がりや障害度は ECT で, より有利にとらえられた²⁴⁾。

肺感染症においては X 線写真, X 線 CT の高検出率に比し肺シンチグラフィの検出率は低く, 縦長の紡錘型を呈した。これは感染症では全般に著明な機能障害は伴わない傾向にあると思われる。最後に全体的に 67 例について各検査の検出率を検討するとすべての検査で成績が悪くなり多角形の径が短くなっている。これは“その他”の部に分類された種々の胸部疾患に顕著な異常所見を呈さない症例が多く全般的に各検査の検出率を下げたものと判断した。

5) 疾患群別血流, 換気の障害度の相関について

肺シンチグラム上で, 病変部の血流障害と換気障害の所見の不一致を 67 例中, 26 例 (38.9%) に認め, 必ずしも病変部で障害が同程度に存在するものではないことが推定できた²⁴⁾²⁵⁾。これは, 大動脈炎症候群に顕著で, 肺動脈血流は完全に途絶しているにも拘らず空気の拡散が障害部へも行われていると考えられた。しかし, 肺組織でのガス交換は, 血流, 換気のいずれか一方のみでは成立せず, その障害域は血流, 換気の両シンチグラムを検討する必要がある。血流, 換気シンチグラフィの同時期的併用がのぞまれる¹¹⁾。これらは, ECT から得る肺内部情報の増大により, より明確に把握できるようになった。

VI. 結 論

1. 肺区域ファントムの ECT 像を臨床例に対応させることにより, 機能的障害部位の肺区域の同定に有用性を認めた。

2. 肺 ECT は, 血流, 換気の両シンチグラフィに併用できるため機能障害を二面的, また, 3 軸断層法により三次元的に把握することが可能であり, 従来の多方向シンチグラムに比し施行例の 67 例の平均検出率の平均値では 3~6% の向上に留まったが障害の局在性, 程度および広がり検索に多くの情報が得られた。

3. 疾患別に各検査の検出能を比較したダイア

グラムでは、大動脈炎症候群において特徴的なパターンを示し、肺血流シンチグラフィの臨床的有用性を認めた。

稿を終えるにあたって、終始御懇切なる御指導と御校閲を賜りました赤木弘昭教授に深甚なる謝意を捧げます。

また御援助、御鞭撻を頂きました金崎美樹助教授、ならびに河合武司講師に深く感謝致しますと同時に、本研究に御協力いただきました坂谷知泰先生、山下弘道先生、教室員各位に感謝致します。

本論文内容の一部は第15回国際放射線総会、第20回日本核医学会総会、および第3回アジア・オセアニア核医学会総会にてそれぞれ発表した。

文 献

- 1) Kuhl, D.E. and Edwards, R.Q.: Image separation radioisotope scanning. *Radiology*, 80: 653—661, 1963
- 2) Hill, T.C.: Radionuclide emission computed tomography of the body of laboratory animals. *Radiology*, 128: 799—801, 1978
- 3) Micael, E.P.: What is the purpose of emission computed tomography in nuclear medicine? *J. Nucl. Med.*, 18: 399—402, 1977
- 4) Gustafson, D.E.: Computed transaxial imaging using single gamma emitters. *Radiology*, 129: 187—194, 1978
- 5) 前田敏男, 久田欣一, 嶋津秀樹, 松田博史, 多田明, 中島憲一, 林 実, 藤井博之: トモスキャナー2による横断層シンチグラフィ。第1報: 臨床的検討。核医学, 17: 9—17, 1980
- 6) Oppenheim, B.E.: Computer assisted emission imaging. *J. Nucl. Med.*, 21: 286—288, 1980
- 7) 飯尾正宏, 山田英夫, 松井謙吾, 千葉一夫, 村田啓: 核医学診断マニュアル。V, インビゴ編, TE-CHNO (株), 東京, 108—110, 1978
- 8) Fennis, H.: Anatomisches Bildwörter Buch, 医学書院, 東京, pp. 146—153, 1974
- 9) Sobotta, J. and Becher, H.: Atlas der Anatomie des Menschen, vol. 2, 医学書院, 東京, pp. 186—213, 1968
- 10) Fraser, R.G. and Peter, Pare, J.A.: Diagnosis of Disease of the Chest, vol. 2, W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp. 56—72, 1977
- 11) 榎林 勇, 大塚信昭, 伊藤彦彦, 勝村達喜, 梶田明義, 石田 修: Radioisotopeによる大動脈症候群における肺病変の検討。臨放, 24: 53—58, 1979
- 12) Knipping, H.W.: Eine neue Methode zur Prüfung der Herz und Lungenfunktion. *Dtsch. Med. Wschr.*, 80: 1146—1147, 1955
- 13) Ciofetta, G., Pratto, T.A. and Hughes, J.M.B.: Regional pulmonary perfusion assessed with continuous intravenous infusion of Kr-81m. A comparison with Tc-99m macroaggregates. *J. Nucl. Med.*, 19: 1126—1130, 1978
- 14) Colombett, L.G., Moerlien, S. and Pinsky, S.: Rapid and reliable preparation of macroaggregated albumin suitable for lung scintigraphy. *International J. Nucl. Med. and Biol.*, 2: 180—184, 1975
- 15) Gutter, M.: Kr-81m ventilation scan and pulmonary function test. *Prog. Nucl. Med.*, 5: 171—178, 1978
- 16) Goris, M. and Daspit, S.: Krypton-81m. *Prog. Nucl. Med.*, 5: 69—92, 1978
- 17) McIlmoyle, G., Harmon, H.D., Davis, H.H., Welch, M.J., Primeau, J.L., Sherman, L.A. and Siegel, A.B.: Scintigraphic diagnosis of experimental pulmonary embolism with in-111-labeled platelets. *J. Nucl. Med.*, 18: 910—914, 1977
- 18) Bookstein, J.J., Feigin, D.S. and Seo, K.W.: Diagnosis of pulmonary embolism. *Radiology*, 136: 15—23, 1980
- 19) Fazio, F., Palla, A. and Santolicandro, S.: Studies of regional ventilation in asthma using Kr-81m. *Lung.*, 156: 185—194, 1979
- 20) Murphy, P.H., Thompson, W.L. and Moore, M. L.: Radionuclide computed tomography of the body using routine radiopharmaceuticals. II. Clinical applications. *J. Nucl. Med.*, 20: 108—114, 1979
- 21) Mills, S.R., Jackson, D.C. and Sullivan, D.C.: Angiographic evaluation of chronic pulmonary embolism. *Radiology*, 136: 301—308, 1980
- 22) Epstein, J., Taylor, A. and Alazraki, N.: Acute pulmonary embolus associated with transient ventilatory defect: Case report. *J. Nucl. Med.*, 16: 1017—1020, 1975
- 23) Li, D.K., Seltzer, E. and Mcneil, B.J.: V/Q mismatches unassociated with pulmonary embolism: Case report and review of the literature. *J. Nucl. Med.*, 19: 1331—1333, 1978
- 24) Freeman, L.M. and Jhonson, P.M.: Clinical scintillation imaging second edition, Grune & Stratton Inc., New York, pp. 505—508, 1975
- 25) Lipscomb, D.J. and Pride, N.B.: Ventilation and perfusion scans in the preoperative assessment of bronchial carcinoma. *Thorax*, 32: 720—725, 1977