



Title	肺および縦隔洞のリンパ系造影に関する研究
Author(s)	曾根, 脩輔
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 28(4), p. 442-456
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16520">https://hdl.handle.net/11094/16520</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 肺および縦隔洞のリンパ系造影に関する研究

大阪大学医学部放射線医学教室（主任 立入弘教授）

曾 根 脩 輔

（昭和42年6月16日受付）

### The Pulmonary and Mediastinal Lymphography

By

Shusuke Sone

Department of Radiology, Osaka University Medical School

(Director: Prof. Hiromu Tachiiri)

The possibility of the pulmonary and mediastinal lymphography by the peribronchial injection of a contrast medium was investigated on dogs experimentally and two patients with lung cancer.

The tracheobronchial, paratracheal and/or anterior superior mediastinal lymph nodes were demonstrated by the peribronchial injection of below-mentioned contrast media in 16 of 40 dogs.

The opacification of pulmonary and mediastinal lymph nodes were more frequently obtained by the injection into the peribronchial tissue of the small bronchus than the large bronchus or the tracheal bifurcation. In all 9 dogs to which the injection was made into the peribronchial tissue of the small bronchus, one or more lymph nodes were stained.

Tentatively, Lipiodol ultrafluide, Popiodol, Emulsified iodized soy bean oil, Emulsified Lipiodol ultrafluide or Thorotrast was used as the contrast medium. When Lipiodol ultrafluide, Popiodol or Emulsified iodized soy bean oil was used, only the primary regional lymph node was stained 2 to 8 days after injection. On the contrary, when Emulsified Lipiodol ultrafluide or Thorotrast was used, the tracheobronchial, paratracheal and/or anterior superior mediastinal lymph nodes were demonstrated within 3 days.

To one patient with lung cancer, injection of Lipiodol ultrafluide into the peribronchial tissue of a peripheral bronchus was performed. The regional bronchopulmonary lymph nodes were demonstrated. No side effect was noticed.

The procedure of the peribronchial injection of the colloidal contrast medium will be an effective method of demonstrating the pulmonary and mediastinal lymphatic system. However, further improvement of the contrast medium and instruments seems to be necessary for the clinical application.

### 緒 論

肺および縦隔洞のリンパ系の変化を知ることは胸部悪性腫瘍、特に肺癌の病期分類従つて治療方針の決定や予後の判定に重要であるが<sup>18)32)</sup>、現在のところこの線に沿つた適切な検査法は確立され

ていない。胸管造影法や縦隔洞鏡検査法などは有用であるが<sup>11)</sup>、この意味からすると何れも間接的方法であつて臨床医学的要求を充分にみたし得る手段ではない。

著者は肺の所属リンパ節及びリンパ経路の変化

を明らかにすることを目標として、新たに経気道の気管支周囲造影剤注入法を試みた<sup>9)28)</sup>。動物実験で本法が可能であり、造影剤の改良すべき点を明らかにしたが、現在通常に使用される造影剤を用いた臨床応用例でも肺門周辺のリンパ節がある程度明らかにできることが判明したので合わせて以下報告する。

## 方 法

実験対象として体重5乃至10kgの正常雑種成犬を用いた。

使用器具は Fig. 1 の如く、Ödman-Ledin の緑色カテーテルの先端に静注針を固定したものと胃管 (No. 6) である。

造影剤は Lipiodol ultrafluide (Lp.), Popiodol (Pp.), emulsified Lipiodol ultrafluide (EmLp.), 乳化沃度化大豆油 (EmS.), Thorotrast (Th.) を使用した (Table 1)。

実施方法 5% Nembutal で全身麻酔し、経口

Table 1. Contrast media

Contrast media	Property	Iodine content	Particle size
Lipiodol ultrafluide	Ethyl esters of the fatty acid of iodized poppy seed oil	38%	$\mu$
Popiodol		38	100—120
Emulsified iodized oil	Emulsion of ethyl esters of the fatty acid of iodized soy bean oil	19	2—8
Emulsified Lipiodol ultrafluide			0.5—1
Thorotrast	Colloidal Thorium dioxide	24—25	( $m\mu$ ) 3—25
Micropaque	Barium sulfate in aqueous suspension	10	0.1—1

的に胃管を気管内に挿入した。胃管を通じてカテーテルをX線透視下で右下肺野にすすめ、気管支壁を穿刺した。カテーテルの外側端に連結した注射器で吸引して、空気又は血液が逆流しないことで気管支壁が穿刺され、血管系に入っていないと判断して造影剤を注入した。

穿刺部位は気管分岐部、大気管支、中等大気管支および小気管支と区別した。気管支を気管分岐部から気管支の走行に従い胸壁迄のおおよその距離で三分し、便宜上大気管支、中等大気管支お

よび小気管支と区分した。

造影剤注入直後、3時間後、1日後、2日後、4日後、8日後に胸部の正、側面撮影を行なうのを原則とした。

## 結 果

### I 穿刺部位別にみた造影剤注入像

#### 1. 大気管支および気管分岐部穿刺

造影剤を約1ml、注入すると穿刺部位に貯溜するのみであるが更に注入してゆくと気管支壁をとりまき、或いは気管支壁に沿って末梢又は気管の方向へ拡がった。2日後には造影剤は気管に沿って上行し、または肺葉間や肋膜腔に貯溜し、あるいは下行して中等大気管支周囲に拡がった。このように造影剤は肺門近くの注入部位や気管周囲、肺葉間などに貯溜し、この附近のリンパ系が造影されたかどうかの判定は多くは困難であつた。

症例1 (No. 18犬)。気管分岐部を穿刺し Lp. 2ml. を徐々に注入した (Fig. 2a)。2日後には気管支周囲の造影剤はさらに末梢へ拡がった。10日後にも殆ど同じ状態にあつて、リンパ系の造影はみとめられなかつた (Fig. 2b, 2c)。

症例2 (No. 16犬)。気管分岐部から多少左大気管支よりの部を穿刺して Pp. 3ml. を注入した。造影剤の一部は気管支腔に漏れ、末梢気管支を造影した。その後造影剤は気管支壁に沿い次第に末梢へ拡がった。8日後に気管側リンパ節が造影された。注入部位や気管支壁に沿って残留している造影剤は点状に凝塊を作っているのがみとめられた (Fig. 3a)。肺を摘出しX線撮影を行なうと気管気管支リンパ節や気管分岐部リンパ節も造影されているのがみとめられた (Fig. 3b)。

#### 2. 中等大気管支穿刺

造影剤を約1ml、注入すると穿刺部の気管支に沿って上下方向に多少拡がるが呼吸に伴う造影剤の流動はなかつた。造影剤を追加するとさらに肺門および末梢方向に拡がり、末梢では気管支の分枝に従い分枝した。気管支腔への漏れがない限り肺胞像又は呼吸に伴ない変化する気管支像はみとめられなかつた。2日後にはさらに末梢の気管支周囲が造影された。

症例3 (No. 11犬)。右下中等大気管支を穿刺して、EmS. 1.5ml. を注入した (Fig. 4a)。2日後

には葉間を経て肋膜腔に流入した造影剤が内乳リンパ系を造影した。8日後に気管側リンパ節が淡く造影された (Fig. 4b)。

### 3. 末梢気管支穿刺

末梢気管支壁穿刺がうまく行なわれているかどうかの判定はやや難しかった。すなわち穿刺が強すぎると針の先端は肺実質深く入り、手もとの注射器で吸引した時カテーテルから多少の空気が逆流する感はあるが余り確信のもてる程ではなかった。一応 0.5ml. 程度の少量の造影剤を透視下で注入して、その造影像で判断した。うまく穿刺が行なわれた時には、まず気管支壁に沿って造影剤が拡がる感があり、この際に呼吸に伴う造影像の流動はなかった。さらに造影剤を徐々に追加して行くと、微細線状影と肺胞像の混合したものが末梢へ拡がる感じを受けた。一方気管支壁が穿刺されていない時は、カテーテルからの空気の逆流が多少ともあり、また造影剤を注入すると呼吸運動に伴ない流動し肺胞像を形成した。肺実質深く穿刺した時は、造影剤は穿刺部位で塊状となり気管支壁に沿ったような線状の拡がりかたが全然みられなかった。2日後には細気管支に沿った微細線状影と肺胞像が混在した像がみられた。肺実質深く穿刺して注入した場合には単なる肺胞像とは異なり、注入当初とはほぼ同じ塊状の像が永く残存した。

症例4 (No. 2犬). 右下野の比較的末梢の気管支を穿刺し、Lp. 1.5 ml. を注入した (Fig. 5a). 2日後にはより肺門側の気管支内にも造影剤が集まり、末梢の肺胞像はやや淡くなった。肺門部に淡くリンパ節が造影されており (Fig. 5b), 剖検で確認した。

症例5 (No. 9犬). 右下野の末梢気管支を穿刺して Th. 5 ml. を注入した。透視下で注入部位から肺門にむかつて数条の線状陰影が走るのがみとめられた。注入直後に撮影すると、この肺リンパ管は肺門部の淡い小円形陰影に集まり、ここから気管の前を上行する線状影で前上縦隔洞の大きいリンパ節に連なっていた (Fig. 6a)。3日後にはリンパ節像はより明瞭になった (Fig. 6b)。

## II リンパ系造影成績

48頭に本法を行ない、以後1週間以上観察し得たのは40頭であつた。結果を総括して、Table 2に示す。

40例のうち何れかのリンパ節が造影されたのは16例である。末梢気管支穿刺がうまく行なわれたかどうかの判定が実験当初は困難であつたために肺胞充満しか得られなかつた5例は Table 2の No. 31から No. 35に相当する。No. 36以下の5例では肺胞充満を意識的に行なつた。これら10例では観察期間中、造影剤は肺野に相当量残存したにもかかわらず全例に節造影は得られなかつた。

気管支の穿刺部位とリンパ節造影頻度の関係を Table 3に示す。

末梢気管支穿刺の9例では全例にリンパ節が造影された。中等大気管支穿刺では造影率はやや悪く、大気管支穿刺ではリンパ系の造影は期待できない。気管分岐部穿刺6例のうち2例で節造影が得られたが、うち1例は摘出肺のX線像でみとめられたものである。

使用した造影剤とリンパ節が造影される迄に要した時間および造影されたリンパ節の数の関係を Table 4に示す。

各造影剤当たりの例数が少ないがおおよその傾向は明らかである。すなわち Lp., Pp., EmS. には差を示し得ないがこれらと EmLp. および Th. には明らかに差がある。後者ではリンパ節造影に要する時間は短であつて、造影されるリンパ節数は多い。前三者では第一次所属リンパ節以上は造影し難かつたのに対し、後二者では気管気管支リンパ節の他に気管側リンパ節更に前上縦隔洞リンパ節も造影した。場合によつては Fig. 5a に示したように肺リンパ管も造影された。

造影されたリンパ節像に関しても造影剤により差異をみとめた。Lp. と Pp. の例では節内の造影剤の分布はX線写真上粗で、リンパ節の輪郭は明瞭でなかつた。EmS. の例ではリンパ節の輪郭はやや明瞭であつたが、EmLp. と Th. の例では節内の造影剤の分布は均等に密にみられ、リンパ節の形や大きさは明らかであつた。

## III 副作用

本法を臨床的に使用する際に問題となるような

Table 2. Injection site, Contrast medium and stained lymph node

Dog No.	Injection site	Contrast medium		Staining of lymph nodes		
		Name	Volume (ml)	Site	Number	Required time (days)
1	S B	Lp.	4	T B	1	4—8
2	S B	Lp.	1.5	T B	1	2
3	S B	Lp.	1.5	P T	1	2
4	S B	Pp.	2	T B	1	6
5	S B	Pp.	3	P T	1	4
6	S B	EmS.	1.5	P T	1	2
7	S B	EmS.	2	T B	1	4
8	S B (M B)	EmS.	2.5	P T	1	4
9	S B	Th.	5	T B	2	0
				P T	1	
				M A S	1	
10	M B	Lp.	3	T B	1	6
11	M B	EmS.	1.5	P T	1	4—8
12	M B (L B)	EmLp.	2	T B	1	2
				P T	2	(3 hours)
13	M B	Th.	5	T B	2	
14	M B	Lp.	2	M A S	1	
15	M B	Lp.	2.5	(—)		
				(—)		
16	B F (M B)	Pp.	3	P T	2	4—8
17	B F (L B, M B)	Lp.	3	(T B, B F)	1	4—8
18	B F	Lp.	2	T B		
19	B F (L B, M B)	Lp.	3	(—)		
20	B F (L E)	EmLp.	3	(—)		
21	B F	EmS.	3	(—)		
22	L B (M B)	EmLp.	2	T P	1	3
23	L B (M B)	Lp.	1.5	M A S	2	
24	L B (M B, B F)	Lp.	3	(—)		
25	L B (L B)	Lp.	3	(—)		
26	L B (M B)	EmLp.	2	(—)		
27	L B (T R)	Lp.	2.5	(—)		
28	L B (T R)	Lp.	2.5	(—)		
29	L B (T R)	Lp.	2	(—)		
30	L B (T R)	Th.	5	(—)		
31	A L	Lp.	1.5	(—)		
32	A L	Lp.	2	(—)		
33	A L	Lp.	2	(—)		
34	A L	EmS.	1.5	(—)		
35	A L	EmS.	2.5	(—)		
36	A L	Lp.	5	(—)		
37	A L	Lp.	5	(—)		
38	A L	EmS.	5	(—)		
39	A L	EmS.	5	(—)		
40	A L	Th.	5	(—)		

(Injection site: SB = small bronchus, MB = medium sized bronchus,  
 LB = large bronchus, BF = tracheal bifurcation,  
 TR = trachea and AL = alveole.)

Lymph node: TB = Ln. tracheobronchialis, PT = Ln. paratrachealis,  
 BF = Ln. bifurcationis, MAS = Ln. mediastinalis anterioris superioris.

Contrast medium: Lp. = Lipiodol ultrafluide, Pp. = Popiodol,  
 EmS. = emulsified iodized soy bean oil,  
 EmLp. = emulsified Lipiodol ultrafluide,  
 Th. = Thorotrast.)

Table 3. Relationship between visualization of lymph nodes and injection site

Visualization of node	Injection site				
	Small bronchus	Medium-sized bronchus	Large bronchus	Tracheal bifurcation	Alveole
Present	9	4	1	2	0
Absent	0	2	8	4	10

Table 4. Comparison of contrast media on the time to stain lymph nodes and their numbers

Contrast medium	Number of cases	Time			Number of nodes		
		Min.	Max.	Average	Min.	Max.	Average
Lp.	5	2 days	8(days)	4.4 (days)	1	1	1
Pp.	3	4	8	5.3	1	2	1.3
EmS.	4	2	8	4	1	1	1
EmLp.	2	2	3	2.5	3	3	3
Th.	2	0	3 (hrs.)	1.5 (hrs.)	3	4	3.5

副作用はなかった。気管支壁穿刺に際し咳嗽発作があつたが、これは気管にゾンデを挿入した時にみられる程強いものではなく穿刺部位に Xylocaine を前以つて局所的に噴霧しておけば殆んどみとめられなかつた。

気管支壁を穿刺した時に血管系に注射針が入ることがあつたが、カテーテルを抜いて他の部位を穿刺した。胃管を抜去した時に先端に凝血をみとめる程度で、その後咯血はなかつた。40例中1例では気管支壁穿刺を強引に繰り返して行ない、胃管を抜去した時に相当多量の血液が口腔内に出てきたが、気管吸引後経過観察をしたところ出血は持続しなかつた。

気管支周囲に造影剤が残るが、その為に咳嗽がひきおこされる印象はうけなかつた。

気管支周囲の造影剤の残存期間は可成り長く、造影剤の種類により差異があるが、この点は追求しなかつた。

#### 臨床的応用

肺癌患者2例に本法を施行した。

症例1：T.H., 61才，女。

左下葉前肺底区に直径約3 cmの円形腫瘤像があり、気管支造影法により前肺底外側枝の悪性狭窄

像をみとめ、細胞診で Papanicolaou Class IVであつた。術前20分に Pavinal-Atropin 0.5ml. を注射し、通常の気管支造影法と同様に4% Xylocaine 約5 ml. を用いて口蓋垂、咽喉頭、気管を麻酔して Fig. 1に示した器具を滅菌消毒のうえ経口的に気管内に挿入した。透視下でカテーテルを左下肺野に進め前肺底枝の末梢部を穿刺して、Lp. 3 ml. を注入した (Fig. 7a)。穿刺に際し軽い咳嗽発作をみとめたが疼痛はなかつた。検査終了後自覚的および他覚的に異常はなかつた。

2日後の胸部X線像で造影剤は比較的末梢の気管支周囲に注入されていることが判つた (Fig. 7b)。その後経過を追つて撮影した胸部正・側面X線像では明らかではないが、10日後に行なつた断層撮影で左下葉気管支肺リンパ節に相当する部位に造影剤の点状の集まりをみとめた (Fig. 7c)。本法施行より11日後に左下葉切除とリンパ節郭清術が行なわれた。摘出肺およびリンパ節の軟線撮影像ではリンパ節は節全体が一様には造影されてなく部分的であるが、リンパ節の大きさは示されている (Fig. 7d)。組織学的検査で腫瘍は腺癌でありリンパ節に癌転移はなかつた。造影剤はリンパ節の主として辺縁洞にみとめられた。

症例2 : S.M., 53才, 男.

左上葉に直径約 3.5cmの円形腫瘤像があり, 気管支造影法で舌状枝の悪性閉塞像をみとめ, 細胞診で Papanicolaou Class IVであつた. 本法施行に際し術前準備および操作は第1例と同様に行なつた. 左前肺底枝を穿刺して Lp. 3 ml. を注入した. 現在使用している器具では上葉の気管支は穿刺できないために本例でも下葉の気管支を穿刺した. 中等大気管支を穿刺して造影剤を注入した時に気管支肺リンパ節その他が造影されるかどうかを追求するためである. 気管支穿刺に際し軽度の咳嗽発作があつたが, Xylocaine 0.5ml. をその部に噴霧して, 再度穿刺すると咳嗽はなく疼痛もなかつた. 造影剤の一部は気管支腔に漏れ, 末梢の気管支像を形成した (Fig. 8a). 2日後の胸部X線像で中等大気管支周囲に造影剤をみとめ又末梢に肺泡充満の残存像をみとめた (Fig. 8b). 20日後に行なつた断層撮影で左下葉気管支の分枝部の下方に造影剤の集まりをみとめた. しかし周辺に残存する造影剤のためにリンパ節あるいはリンパ組織とは断定し難かつた (Fig. 8c). 患者は1ヵ月後に左上葉切除とリンパ節郭清術を受けた. 低分化腺癌であり, リンパ節転移はなかつた. 下葉は切除されなかつたため造影像の検討は行なえなかつた.

副作用は臨床2例共にみとめなかつた. 患者に自覚症状はなく, 造影剤注入後も咳嗽, 血痰, 発熱等何れも訴えなかつた. 第1例では検査後2日間は時に軽度の左側胸部痛をみとめたが, その後自然に消褪した.

### 考 按

肺および縦隔洞リンパ系のレ線的造影は, 1930年代から試みられている. すなわち1932年に Menkes<sup>14)</sup>は肺肋膜リンパ管に Umbrathor を注入したが, 以後同様な試みが解剖学や病理学の立場から行なわれている<sup>16)30)</sup>. しかしこの方法は臨床的な応用範囲で制限がある. 1934年に Menville および Ané<sup>15)</sup>は動物実験で Thorium dioxide を肋膜腔, 腹膜腔に注入し, 胸骨側リンパ節, 前上縦隔リンパ節, 気管気管支リンパ節を造影した. 1936年川原<sup>10)</sup>は臨床的に2例に応用して1例で気管気

管支節も造影されたと報告している. Olin および Saldeen<sup>21)</sup>は Thorotrast を実験動物の腹膜内に注入しそのリンパ路を検討した. 彼等によれば腹腔からのリンパ路は内乳リンパ系が主であり, これと胸管以外に二次的なものとして縦隔洞リンパ系, 後腹膜リンパ系, 傍椎骨リンパ系が関与する. 従つて腹腔内注入法では内乳リンパ系の造影の他に肺の所属リンパ節の造影は期待できないといえる<sup>19)22)</sup>.

肺門部のリンパ節に注ぐリンパは殆んどが肺に由来するのであり, 一義的に肺および縦隔洞のリンパ系を造影する方法としては造影剤を肺臓内に注入する間接リンパ系造影法およびリンパ節を直接穿刺するリンパ節造影法以外に求めることは出来ない.

1965年, 根谷崎と関<sup>18)</sup>は気管支鏡下に気管分岐部を穿刺して造影剤を注入した発表を行なつたが, この方法は気管分岐部の間質からの造影剤の吸収による間接的リンパ系造影と当然予想される気管分岐部リンパ節の直接穿刺による直接リンパ節造影法の意味を合わせもつものである.

間接的リンパ系造影法は1920年代に始まり解剖学や生理学の領域で用いられた<sup>24)</sup>. 間接法では造影剤は穿刺針に傷つけられて生じたリンパ管の間隙, または生理的な間隙から吸収されることを Bellman<sup>2)</sup> は明らかにした. 従つて Málek<sup>12)</sup> の指摘したように間接的造影法を成功させるためには造影剤の注入部位としてリンパ毛細管網が発達した場所を選ぶべきである.

肺のリンパ管は一般に Table 5 の如く分類される<sup>16)17)25)30)</sup>.

森<sup>16)</sup>によると肺動脈, 肺静脈に伴うリンパ管は全て気道壁リンパ管網から起つたリンパ管が移行したものである. 気管支周囲にはリンパ管が複雑な網工を作つており, これから出た太いリンパ管は一部は小葉間結合組織を通つて肋膜下のリンパ管に注ぐが大部分は気管枝に沿つて上行する. その後に肺動脈または肺静脈に沿つて走り, 同様のリンパ管が次第に集まつて互いに吻合し, 蛇行して肺動脈, 肺静脈および気管支に随伴して肺門にいたる. 肋膜下リンパ管は肺表面を走つて肺門に至

Table 5. Classification of the pulmonary lymphatics

- A) superficial lymphatics  
subpleural lymphatics
- B) deep lymphatics
- 1) lymphatics in the interlobular connective tissue
  - 2) lymphatics related to the pulmonary veins
  - 3) lymphatics related to the bronchi
    - a) lymphatics in the submucous layer
    - b) lymphatics in the adventitia
  - 4) lymphatics related to the pulmonary arteries

るものと、肺の深在性リンパ管となり肺血管（主として肺静脈）に沿うリンパ幹管に合するものとがある。肺肋膜リンパ管の走行に関しては Trapnell<sup>80)</sup> もほぼ同様の実験結果を報告している。Rouvière<sup>22)</sup> は肺の局所リンパ節の検討を行ない、肺を上野、中野および下野にわけてその所属リンパ節の差異を明らかにした。

以上の Bellman, Málek による間接造影法に関する示唆と肺のリンパ系に関する解剖学に基づいて<sup>7)16)17)22)25)30)</sup>、著者は肺および縦隔洞のリンパ系造影法として、造影剤を気管支壁周囲に注入する方法を採用した。

正常雑種犬で検討した結果、大気管支周囲に造影剤を注入した場合はリンパ系の造影は得難く、末梢気管支周囲に注入した場合には全例に気管気管支リンパ節、気管側リンパ節又は前上縦隔洞リンパ節が造影された。中等大気管支周囲に注入した場合はリンパ節は造影されることもあり造影されないこともあった。臨床応用例の中で比較的末梢の気管支を穿刺した1例では気管支肺リンパ節が造影されたが、中等大気管支穿刺の1例ではリンパ系の造影は得られなかつた。造影剤の注入部位としては先ず末梢気管支を、次ぎに中等大気管支を選択すべきである。

中等大気管支穿刺6例のうち2例はリンパ系の造影をみなかつたが、これはLp.を用いた例である。Table 4で各種造影剤とリンパ系の造影頻度を比較しTh.とEmLp.に比べてEmS. Lp.およびPp.が劣る成績を得たが、この傾向は中等大気管支の穿刺例にもみられた。Table 2でわかるようにEmLp.かTh.を用いた場合(No.

およびNo. 13)にはリンパ系は造影された。造影剤の性状が間接的リンパ系造影法を左右するといえる。

高島<sup>29)</sup>は家兎の腹腔内に硫酸バリウム、水溶性造影剤、Moljodol、油性懸濁 Urokolon および乳化油性造影剤を注入し内胸リンパ系の造影態度を比較して、リンパ系造影剤として乳化油性造影剤が適していると報告した。

著者がLp., EmS., EmLp., Th. および Micropaque (Mp.) を健常雑種犬の腹腔内に注入して内胸リンパ系の造影態度を比較した結果をTable 6に示す。

Th. は注入5時間後には横隔膜から胸骨後面に沿つて上行する数条のリンパ管を造影した他に肺門部と後腹膜のリンパ節を造影した(Fig. 9)。

Table 6. Comparison of intraperitoneally injected contrast media in relation to the time to stain internal mammary lymphatics

Contrast medium	Volume (ml)	Time (hours)		
		5	15	24
Lp.	5	—	—	+
EmS	5	—	±	+
EmLp	5	—	+	+
Th.	10	+	+	+
Mp.	10	—	+	+

Lp. は胸骨側リンパ節を造影するのに最も長い時間を要しEmS., EmLp. およびMp., Th. の順に早くなつた。リンパ系の造影の得やすさを問題にする時は乳化油性造影剤が最良とは云えない。Bellman の間接的造影の成立過程の分析からリンパ管の生理的又は損傷により生じた間隙から入りやすい造影剤が間接的リンパ系造影を容易にするといつてよく、当然造影物質の粒子の大きさが関与する。Table 1に示した造影剤の粒子の大きさとTable 6に示した造影時間に平行関係がみられる。Table 4に関しても同じことが云える。

造影物質の粒子の大きさとリンパ行性吸収度の相関性は著者の行なつた各種微粒子放射性物質の



Fig. 1. Instruments.

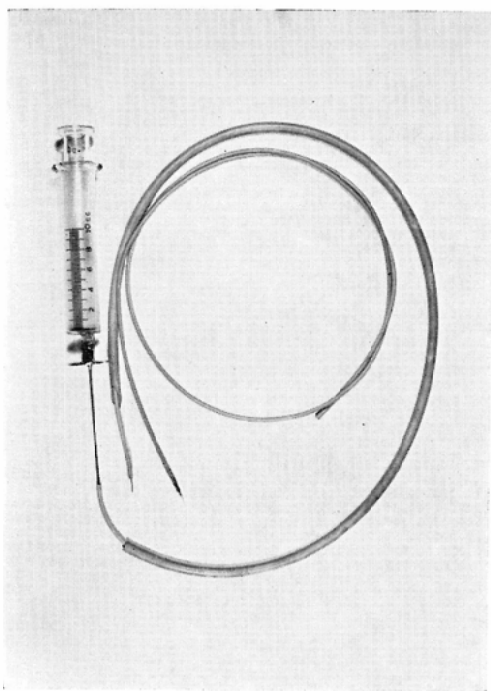


Fig. 2. Dog 1. (b) Frontal view taken 10 days later. No lymphatics is observed.

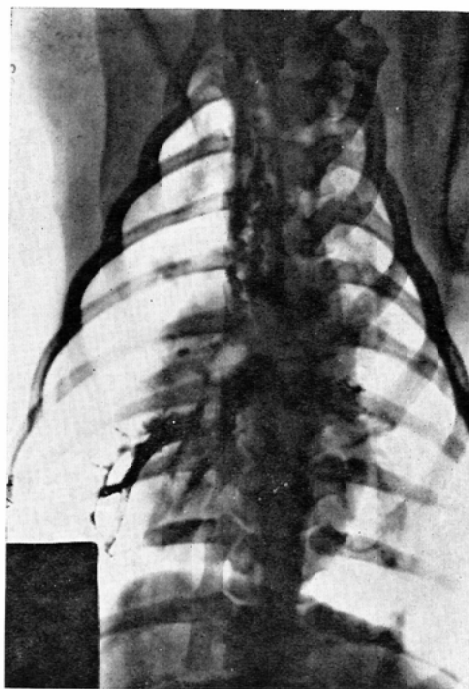


Fig. 2. Dog 1. (a) Radiogram taken after the subcarinar injection of 2 ml. of Lipiodol ultra-fluide.



Fig. 2. Dog 1. (c) Lateral view.



Fig. 3. Dog 2. (a) Radiogram taken 8 days after the subcarinar injection of 3 ml. of Popiodol. The paratracheal lymph node (arrowed) is demonstrated.

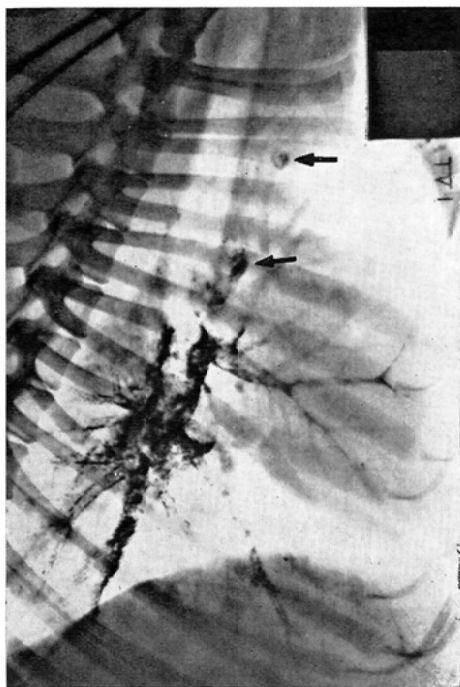


Fig. 3. Dog 2. (b) Radiogram of removed lung. The paratracheal, bronchopulmonary and subcarinar lymph nodes are stained.

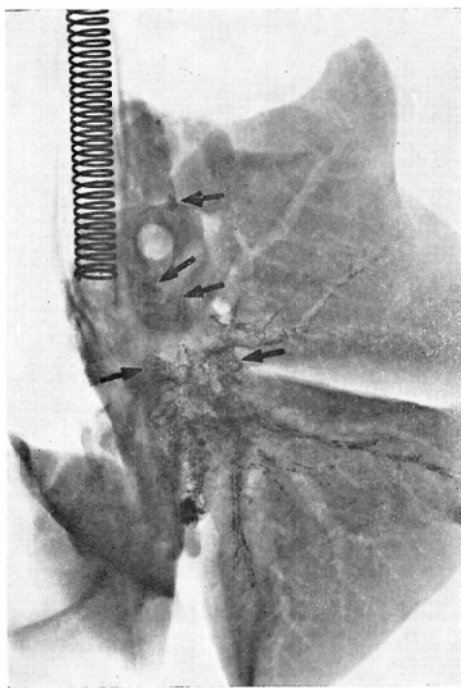


Fig. 4. Dog 3. (a) Radiogram taken after the injection of 1.5 ml. of the emulsified iodized soy bean oil into the interstitial tissue around a medium-sized bronchus.

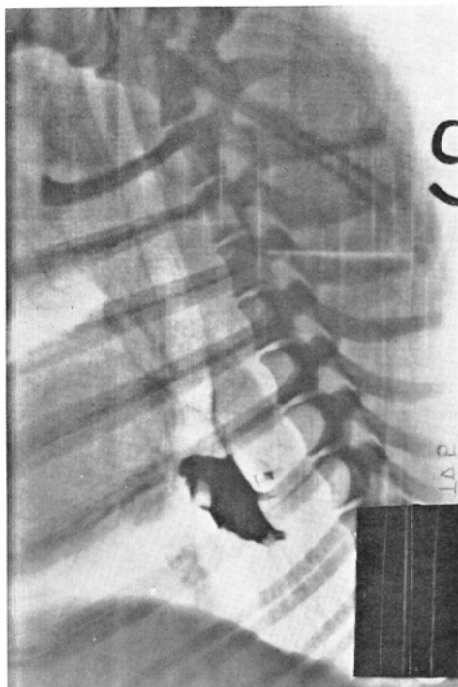


Fig. 4. Dog 3. (b) Eight days later, paratracheal lymph node is faintly stained.

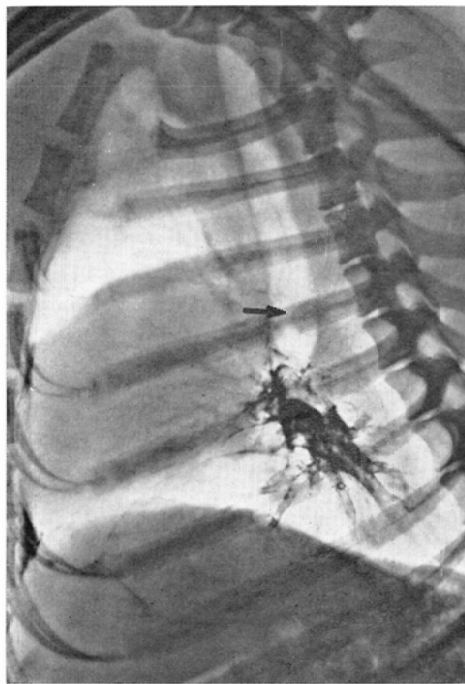


Fig. 5. Dog 4. (a) Radiogram taken after the peribronchial injection of 1.5 ml. of Lipiodol ultrafluide.

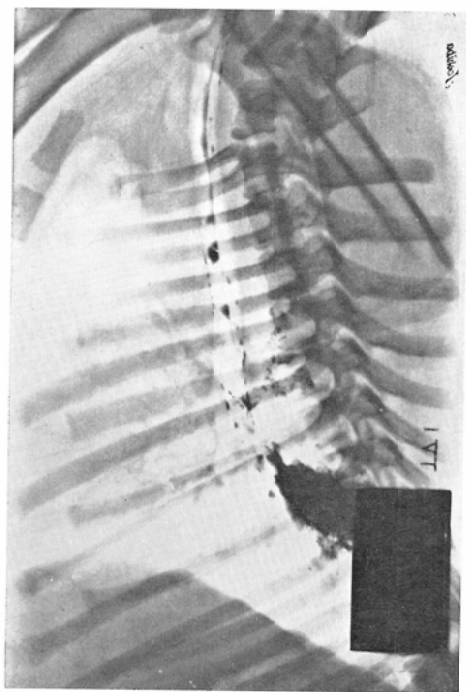


Fig. 5. Dog 4. (b) Two days later. The bronchopulmonary lymph node is stained.

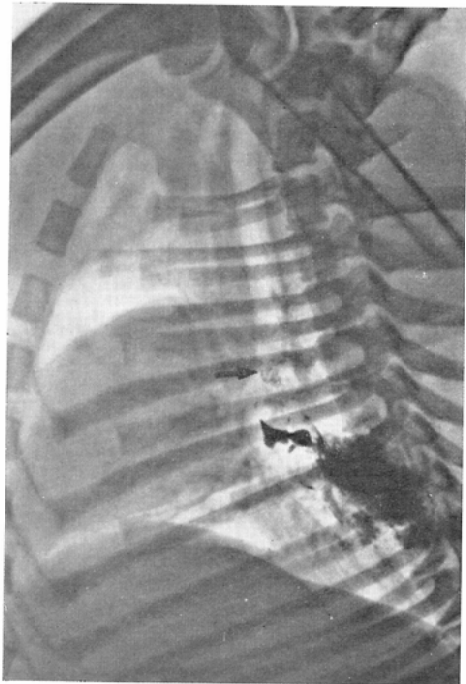


Fig. 6. Dog 5. (a) Radiogram taken after the injection of 5 ml. of Thortrast into the peribronchial tissue of a small bronchus. The pulmonary and mediastinal lymph vessels as well as the paratracheal and anterior superior mediastinal lymph nodes are demonstrated.

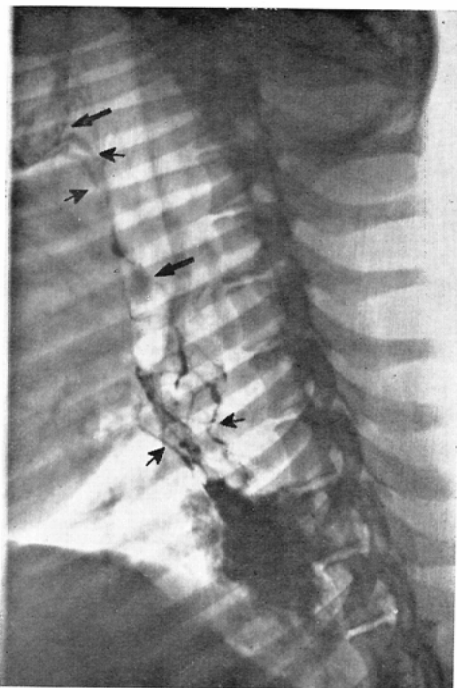


Fig. 6. Dog 5. (b) After 3 days. The lymph nodes are more clearly outlined.

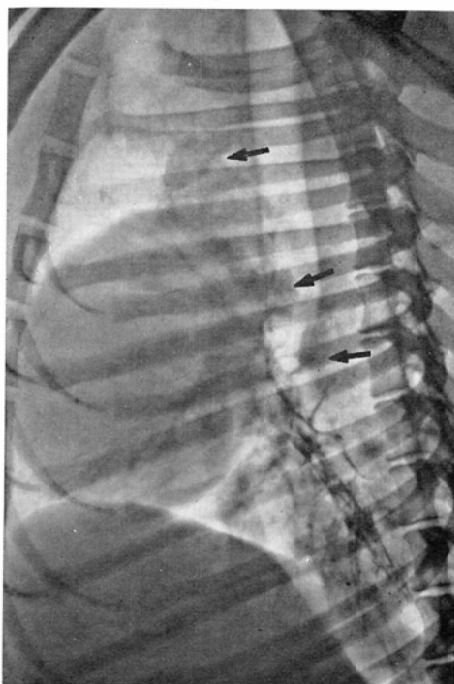


Fig. 7. Case 1. (a) Radiogram taken after the injection of 3 ml. of Lipiodol ultrafluid into the peribronchial tissue of a small bronchus dorsal to the mass shadow.

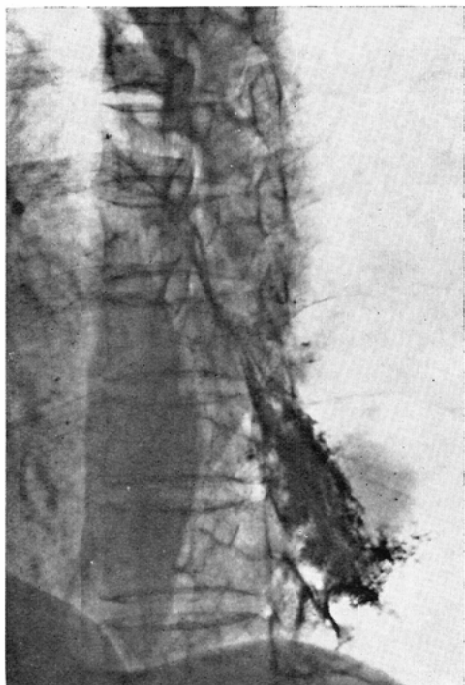


Fig. 7. Case 1. (b) Two days later. Peribronchially distributed contrast medium.

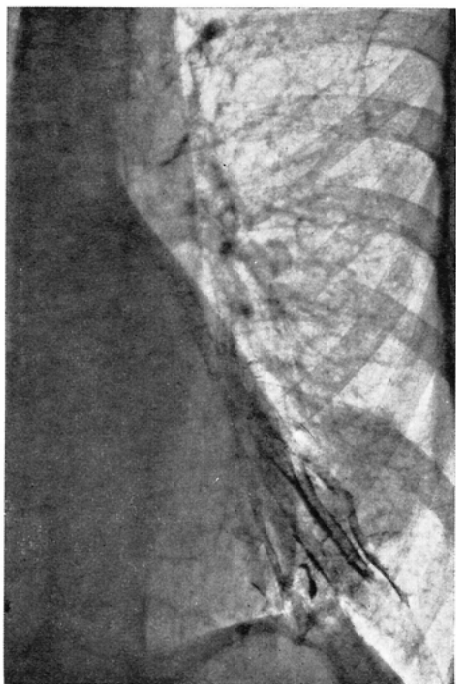


Fig. 7. Case 1. (c) Tomogram taken 10 days later revealed bronchopulmonary lymph nodes of the left lower lobe bronchus.



Fig. 7. Case 1(d) Radiogram of the resected lung.



Fig. 8. Case 2. (a) Radiogram taken after the injection of 3 ml. of Lipiodol ultrafluide into the peribronchial tissue of the medium-sized bronchus.

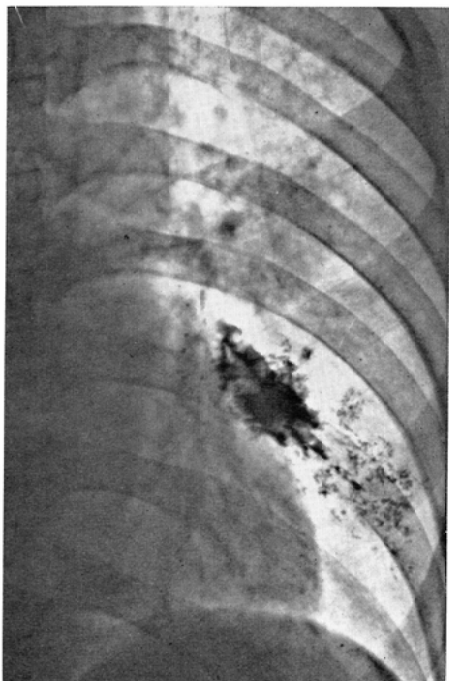


Fig. 8. Case 2. (b) Two days later.

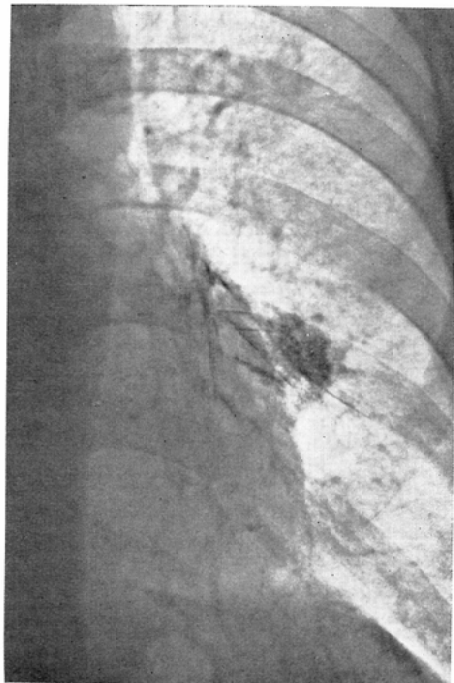


Fig. 8. Case 2. (c) Tomogram taken 20 days later

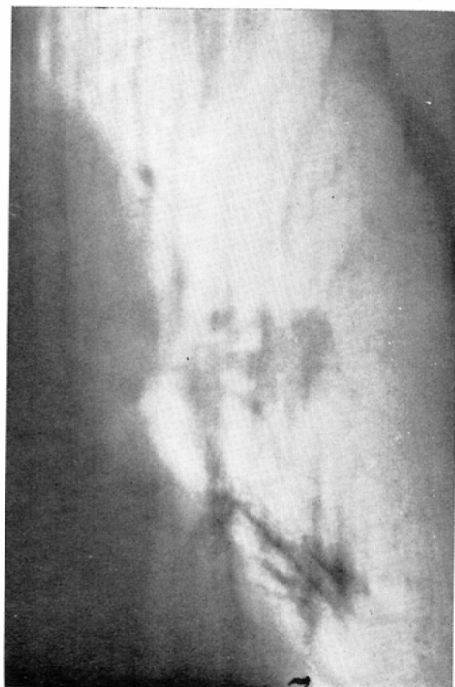
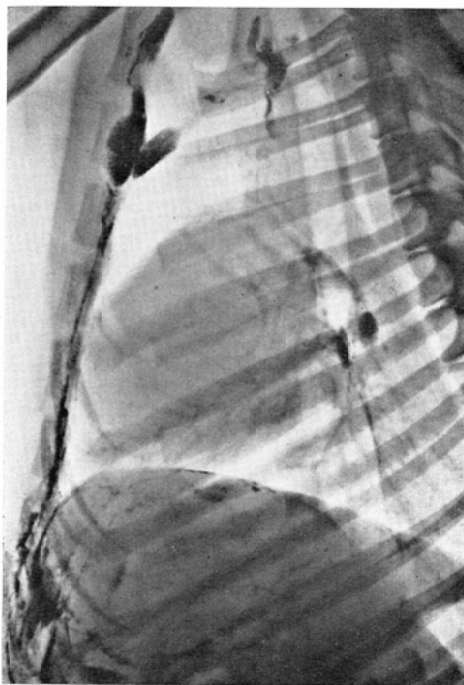


Fig. 9. Radiogram taken 5 hours after the intra-peritoneal injection of 5 ml. of Thorotrast.

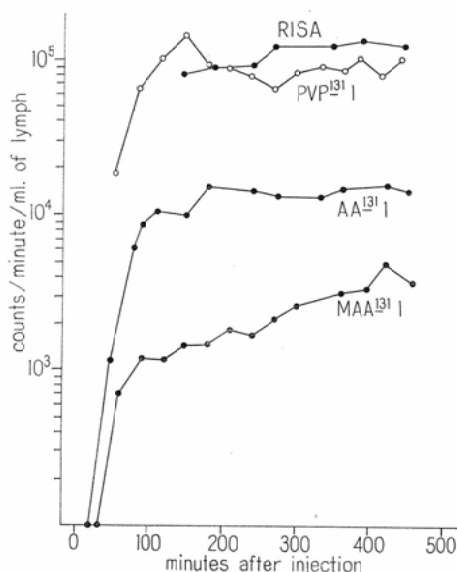




腹腔からの吸収度の検討から更に明らかである。PVP- $^{131}\text{I}$ (PVPの分子量は4万), RISA, AA- $^{131}\text{I}$  および MAA- $^{131}\text{I}$  を体重8乃至10kgの健常犬の腹腔上部に注入し胸管リンパ液を採取して、その放射能を井戸型シンチレーターで計数した。AA- $^{131}\text{I}$  はその粒子の径が20乃至40  $\mu\text{m}$ , MAA- $^{131}\text{I}$  は5乃至60  $\mu\text{m}$  といわれる。0.25mc 前後を注入し、計数時 0.1mc 当たりのリンパ液放射能を Fig. 10に示す。PVP- $^{131}\text{I}$  は1頭, R I S Aは2頭, A

Fig. 10. Concentration of several radioactive substances in thoracic duct lymph.

(Counting rate versus time is represented on semilog paper. Two hundred and fifty  $\mu\text{c}$  of PVP- $^{131}\text{I}$ , RISA, AA- $^{131}\text{I}$  or MAA- $^{131}\text{I}$  was injected intraperitoneally to anesthetized dogs. The lymph was collected from the cannulated thoracic duct and the radioactivity was determined in a well-type scintillation counter.)



A- $^{131}\text{I}$  は3頭, MAA- $^{131}\text{I}$  は2頭で検討した。各群の個々のものの測定値はほぼ同じ値を示したので平均値を示している。リンパ1ml. 当たりの放射能は RISA, PVP- $^{131}\text{I}$  はおよそ  $1 \times 10^5$  cpm, A A- $^{131}\text{I}$  は  $1 \times 10^4$  cpm, MAA- $^{131}\text{I}$  は  $1 \sim 4 \times 10^3$  cpm である。7.5時間の流出リンパ総量と総放射能をTable 7に示す。PVP- $^{131}\text{I}$ , RISA, AA- $^{131}\text{I}$ , MAA- $^{131}\text{I}$  の排出放射能総量の比は65:56:15:

Tabl 7. Cumulative count rate and volume of thoracic duct lymph in 7.5 hours.

	PVP- $^{131}\text{I}$	RISA	AA- $^{131}\text{I}$	MAA- $^{131}\text{I}$
Count	$65 \times 10^5$	$56 \times 10^5$	$15 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
Volume (ml)	89	55	116	55

1であつた。

7.5時間以後の経過は PVP- $^{131}\text{I}$  を用いたものでは徐々に減じ45時間後にリンパ1ml 当たり  $3.7 \times 10^4$  cpm/ 0.1mc, RISA は徐々に減じ45時間後に  $3.8 \times 10^4$  cpm/ 0.1 mc, AA- $^{131}\text{I}$  は16時間迄ほぼ同じ値を持続し以後減少し28時間後には  $0.9 \times 10^4$  cpm/ 0.1 mc, MAA- $^{131}\text{I}$  では徐々に増加し16時間後に最高値  $1 \times 10^4$  cpm/ 0.1mc を示し、以後41時間迄ほぼ同じ値を持続しその後漸減した。すなわち粒子の最も大きい MAA- $^{131}\text{I}$  は吸収は最も徐々であり、そのピークも低かつた。

腹腔からのリンパは多くは右リンパ本幹に入るものであり、胸管の他に右リンパ本幹のリンパも測定すべきではあるが、Rusznayák<sup>29)</sup> がすでに指摘した如く技術的に難かしくむしろ誤まりを生じ易い。胸管リンパのみの検討であるが各核種群の個々のものの測定値がほぼ等しく他群の値と明らかな差を示した点を考慮すれば微粒子物質の大きさとリンパ行性吸収度の相関関係の目安は得られていると考える。

造影剤 Lp. および Pp. は MAA- $^{131}\text{I}$  と略同大であり Th<sup>201</sup> は R I S A に近似する。Lp. と Th. の吸収度にも MAA- $^{131}\text{I}$  と R I S A の吸収度の差異と同程度の差が予想される。これはTable 4 および 6 に示された現象を説明するものであらう。一方造影されるリンパ節数又はリンパ系の造影される範囲は造影剤の吸収量の差の他に造影物質のリンパ節への沈着率にも影響され、この観点からも造影物質は微粒子なものの程有利であるといえる<sup>1)6)31)</sup>。しかし微細に過ぎると血行性吸収が問題となるし又リンパ節沈着率の低下のために充分な陰影濃度を得られなくなる可能性もある<sup>3)4)</sup>。これらの点を考慮して40乃至 100  $\mu\text{m}$  大の造影物質が適当と考えられる。

リンパ系造影に要する時間、造影範囲、造影剤の注入部位、造影剤の性状等の相互関係は動物実験と臨床例で殆んど同じ傾向を示す。今後動物実験で明らかになった諸点に基づいて特に造影剤の改良を行ない又肺の各部位別の検討を加えることにより本法は臨床検査法として有用になると思われる。

### 結 論

1. 肺および縦隔洞のリンパ系造影法として、新たに気管支周囲造影剤注入法を動物実験で試みた。

2. 末梢気管支、次いで中等大気管支を造影剤注入部とすれば、リンパ系が造影されやすいことを明らかにした。

3. 現在は間接的リンパ系造影剤として適当なものはないが、特に造影物質の粒子の大きさにつき改良の余地がある点を指摘した。

4. 臨床的応用によつて、動物実験で示された結果は人体にほぼあてはまることを確認した。

5. 本法に副作用はみとめられなかつた。

稿をおえるにあたり、終始御指導と御校閲を賜つた立入弘教授、石田修講師に心から感謝の意を表する。また実験に御協力戴いた 田路良博、打田日出夫両助手をはじめ教職員各位、並びに造影剤と R I の資料を提供された第一化学に深く感謝する。

### 参考文献

- 1) Allen, L. and Weatherford, T.: Role of fenestrated basement membrane in lymphatic absorption from peritoneal cavity. *Am. J. Physiol.* 197: 551—554, 1959.
- 2) Bellman, S. and Oden, B.: Experimental micro-lymphangiography. *Acta radiol.* 47: 289—309, 1957.
- 3) Chien, S., Sinclair, D.G., Chang, C., Peric, B. and Dellenback, R.J.: Simultaneous study of capillary permeability to several macromolecules. *Am. J. Physiol.* 207: 513—517, 1964.
- 4) Field, M.E. and Drinker, C.K.: The passage of visible particles through the walls of blood capillaries and into the lymph stream. *Am. J. Physiol.* 116: 597—603, 1936.
- 5) Fisher, H.W. and Zimmerman, G.R.: Roentgenologic visualization of lymph nodes and lymphatic channels. *Am. J. Roentgenol.* 81: 517—534, 1959.

- 6) Hahn, P.K. and Carothers, E.L.: Lymphatic drainage following intrabronchial instillation of silver-coated radioactive gold colloids in therapeutic quantities. *J. Thor. Surg.* 25: 265—279, 1953.
- 7) Harvey, D.F. and Zimmerman, H.M.: Studies on the development of the human lung (The pulmonary lymphatics). *Anat. Rec.* 61: 203—230, 1935.
- 8) Ishida, O., Uchida, H., Taji, Y. and Mori, S.: Lymphography in malignant tumors, chyluria and chyloperitoneum. *Med. J. Osaka Univ.* 15: 417—441, 1965.
- 9) Ishida, O., Tachiiri, H., Sone, S., Taji, Y. and Uchida, H.: Experimental pulmonary and mediastinal lymphography. *International Symposium on Lymphology, Zürich July 19—23, 1966.*
- 10) 川原久秀, 阪田頼太郎: 淋巴造影の実験的研究並に人体応用に就て, *日放医誌*, 3: 85—96, 1935.
- 11) Málek, P., Belán, A. and Kolc, J.: Der Ductus thoracicus in der Röntgenkinematographie. *Fortschr. Röntgenstr.* 93: 723—730, 1960.
- 12) Málek, P. and Kolc, J.: Die indirekte Lymphographie mit zeitweiligem Verschluss der Blutkapillaren. *Acta radiol.* 49: 361—368, 1958.
- 13) McCort, J.J. and Robbins, L.L.: Roentgen diagnosis of intrathoracic lymph-node metastasis in carcinoma of the lung. *Radiology* 57: 339—359, 1951.
- 14) Menkes, B.: Röntgendarstellung der Blut- und Lymphgefäße an der Leiche und am Lebenden mittels Umbrathor und Thorotrast. *Fortschr. Röntgenstr.* 46: 571—575, 1932.
- 15) Menville, L.J. and Ané, J.N.: A roentgen study of the absorption by the lymphatics of the thorax and diaphragm of thorium dioxide injected intrapleurally into animals. *Am. J. Roentgenol.* 31: 166—172, 1934.
- 16) 森堅志: 気管支壁より起る肺の淋巴管の走行、弁並びに之と胸膜下淋巴管との関係に就て, *京都医誌*, 37: 1851—1851, 1940.
- 17) 長石忠三, 長沢直幸, 山下政行, 岡田慶夫, 稲葉宣雄: 肺その構造 医学書院, 1958.
- 18) 根谷崎敏彦, 関保雄: 気管支・肺リンパ管系造影法の基礎的研究(予報), 第6回日本脈管学会総会, 1965.
- 19) 西川忠英: 肺に現るる淋巴組織の形態, 配置及び意義に就て, *京都医誌*, 37: 1497—1549, 1940.
- 20) 大河原重之: Thorotrast の研究(第一報)使

- 用時の thorotrast の性質, 日医放誌, 25 : 1182—1188, 1966.
- 21) Olin, T. and Saldeen, T.: The lymphatic pathways from the peritoneal cavity: A lymphangiographic study in the rat. *Cancer Res.* 24 II : 1700—1711, 1964.
- 22) Rouvière, H.: *Anatomie des lymphatiques de l'homme*. Paris. Masson et Cie, 1932.
- 23) Ruzsnyák, I., Földi, M. and Szabó, G.: *Lymphatics and lymph circulation*. Pergamon Press Inc., N.Y. 1960.
- 24) Sanen, F.J. and Thompsn, L.K.: A physiological and simple approach to lymphography. An experimental study. *Radiology* 87 : 450—456, 1966.
- 25) Simer, P.H.: Drainage of pleural lymphatics. *Anat. Rec.* 113 : 269—283, 1952.
- 26) 下江左司 : 胸管ドレナージの実験的研究, 特に腎不全に対する応用について. 日泌尿会誌, 55 : 1203—1222, 1964.
- 27) 曾根脩輔, 田路良博, 石田修 : 腹腔内に注入せる各種微粒子放射性物質のリンパ行性吸収度について, 第6回日本脈管学会総会, 1965.
- 28) 曾根脩輔, 石田修, 田路良博, 打田日出夫 : 肺及び縦隔洞のリンパ系造影, 日医放誌, 26 : 623—624, 1966.
- 29) 高島力 : リンパ管造影に関する研究—特にその造影剤に就いて—, 金沢医理学叢書, 63 : I—54, 1962.
- 30) Trapnell, D.H.: The peripheral lymphatics of the lung. *Brit. J. Rad.* 36 : 660—672, 1963.
- 31) Walker, L.A.: Localization of radioactive colloids in lymph nodes. *J. Lab. Clin. Med.* 36 : 440—449, 1950.
- 32) Weinberg, J.A.: Identification of regional lymph nodes in the treatment of bronchiogenic carcinoma. *J. Thor. Surg.* 22 : 517—526, 1951.