



Title	小児気管支喘息の肺シンチグラム
Author(s)	菱田, 豊彦; 北沢, 卓; 石川, 信之 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1969, 29(9), p. 1223-1233
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15757">https://hdl.handle.net/11094/15757</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 小児気管支喘息の肺シンチグラム

昭和大学医学部放射線医学教室（主任：気駕正己教授）

菱田 豊彦 北沢 卓 石川 信之  
鎌数 清磨 北原 隆 田中 維大  
関 俊一 志賀 貢 時田 信彦  
気駕 正己 小池 深 山本 登

昭和大学医学部小児科学教室（主任：海老原勉教授）

竹 内 方 志

（昭和44年3月29日受付）

Lung Scintiphotograms of Children Suffering From Bronchial Asthma

By

Toyohiko Hishida, Takashi Kitazawa, Nobuyuki Ishikawa, Kiyomaro Kamakazu,

Takashi Kitahara, Tsunahiro Tanaka, Shunichi Seki, Mitsugu Shiga,

Nobuhiko Tokita, Massami Kiga, Fukashi Koike and Noboru Yamamoto.

Department of Radiology, School of Medicine, Showa University, Tokyo, Japan

(Director: Prof. Masami Kiga)

Masashi Takeuchi

Department of Pediatrics, School of Medicine, Showa University, Tokyo, Japan

(Director: Prof. Tsutomu Ebihara)

Present knowledges of pulmonary functions in patients suffering from bronchial asthma have been derived chiefly from spirometric studies. However, functional changes of the lung during acute asthmatic attacks have not been well studied because of technical difficulties, especially in children.

Lung perfusion scintigram was proved to be a simple, safe, and effective method to detect the regional perfusion of the lung; injected radioactive particles being lodged within the pulmonary arterioles and capillaries during their first passage through the lung.

In the present paper, lung scintigrams were performed with  $^{131}\text{I}$  macroaggregated albumin or  $^{113\text{m}}\text{In}$  maroparticles in fifty-six children suffering from bronchial asthma, both during an asthmatic attack and in a symptom-free phase of the disease.

Clear-cut focal defects were revealed on all scintigram during attacks. About a half of them showed multiple focal defects bilaterally.

Of thirty-one patients examined during their symptom-free phase, most of them did not show abnormalities, only five patients revealed abnormalities on scintigram (15%).

Repeated attacks in the same patients did not reveal the defects in the same fields, indicating that the disturbances in blood flow in different attacks were not permanent.

Any roentgenographic abnormalities could not be found to account for the regional changes in the scintigrams.

The abnormalities in the pulmonary blood flow distribution are concerned, as the underperfused areas are believed to correspond to underventilated areas, the reduced blood flow in these regions may be caused by compensatory pulmonary vasoconstriction.

### はじめに

肺の血流シンチグラムは肺動脈の局所的血流分布を示すのに効果的である。気管支喘息患者の血流分布の異常がシンチグラムによつて示されるといふ報告が二、三見られる<sup>(2)(3)(7)(8)(12)(13)(14)</sup>。喘息発作中に肺の血流分布の状態を測ることは技術的に困難であつたため、これらについての知見はとぼしく、とくに協力性に乏しい小児について種々の肺機能検査を行なうことは非常に困難である。それに比較すると肺血流シンチグラムは技術的に簡単であり、多くの知見が得られる。一方最もルーチン化している胸部X線写真は肺の血流分布状態についてはほとんど情報を与えてくれない。従つて肺血流シンチグラムは小児気管支喘息患者の肺機能をしらべるのに有用な方法であると考えられる。またシンチスキャンニングのみでなく、シンチカメラを用いると、撮影時間が短かく種々の方向から撮影することが可能になり、その上喘息患者はしばしば長時間臥位をとることができないものが多いが、シンチカメラでは立位または坐位で撮影でき、きわめて好都合である。さらに<sup>133</sup>Xeを用いて経時的の変化を見ることも可能になる。

我々は<sup>131</sup>I-MAA または<sup>113m</sup>In 巨大粒子を用いて小児気管支喘息の発作時または非発作時にシンチグラムを撮り、肺の血流分布状態を観察し二、三の知見を得たので報告したい。

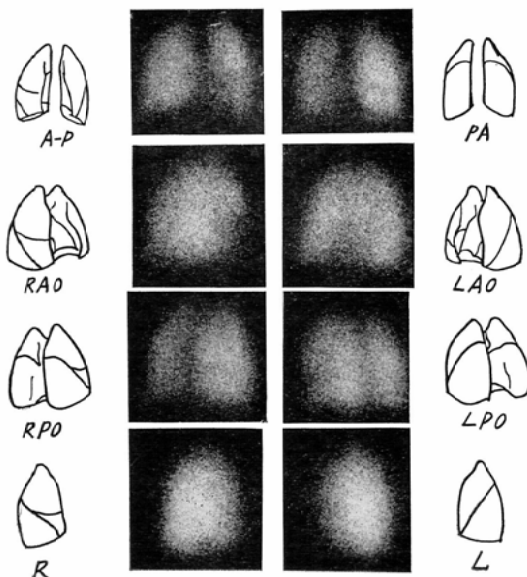
### 方 法

喘鳴や呼吸性呼吸困難をくり返す既往があり、血中好酸球増多を示し、発作時にはエピネフリン、ネオフィリンなどに反応するあきらかに気管支喘息と病名のついた1才から15才までの患者56名のシンチグラムを検討した。その中10例は発作時と非発作時両方に、5例はさらに別の発作時にシンチグラムを撮つて比較した。発作時のシンチグラムは第8図のように分類した。

<sup>131</sup>IMAA (macroaggregated albumin) 100～200 $\mu$ Ci, または一部の患者に<sup>113m</sup>In 巨大粒子 (macro-particle) 500～1,000 $\mu$ Ci を静注し、ただちにシンチグラムを撮つた。<sup>131</sup>IMAA の場合にはあらかじめNaI液で甲状腺をブロックしておいた。静注時の体位は仰臥位で半量、腹臥位で半量注射した。不可能なものは仰臥位のみで行なつた。発作のため呼吸困難がひどい患者に対してはRIを注射後ただちに発作を軽減させてからシンチグラムを撮つた。

シンチスキャナーは、東芝製2インチNaI(Tl)結晶、10cm焦点37穴ハニコン、スキャン速度40cm/分、エネルギーレベル365 $\pm$ 100KeV、打点式で行なつた。またはNuclear Chicago製11.5インチ直径NaI(Tl)結晶のシンチカメラで、1,000穴のコリメータを用い、患者は臥位または坐位で撮つた。シンチスキャナーの場合は一枚の

Fig. 1. Patient I, 6-year-old, boy. Normal scintiphotogram. Eight different views.



シンチグラムを得るのに平均20~30分必要であるので前後像(AP)のみ撮つたが、シンチカメラの場合は一つの像を得るのに、1~2分であるので、種々の方向から撮つた。すなわち8方向を原則とし、前後(AP)、後前(PA)、右側面(R)、左側面(L)、右前斜(RAO)、左前斜(LAO)、右後斜(RPO)及び左後斜(LPO)から撮影した。これらの像により前後像のみではつきりしない像も明らかになることがある。

シンチグラムを撮ると同時に立位背腹のX線写真も撮り、シンチグラムと比較した。

症 例

これらの症例の中、興味ある数例を示す。

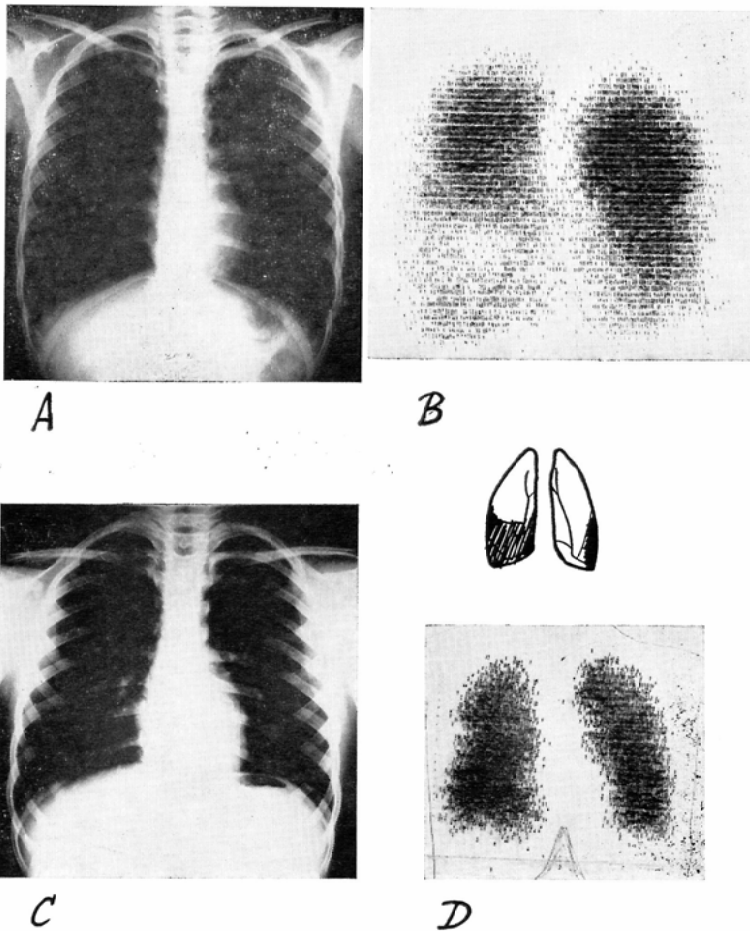
第1図は正常時の8方向から撮影したシンチグラムである。

第2図は発作時と非発作時のシンチグラムを示す。発作時にはX線では認められない変化がシンチグラム上に欠損像としてよくあらわれている。

II-a (両肺単発型) に属する。

第3図も発作時と非発作時のシンチグラムを示す。相当高度の変化がみられるが、症状やX線写真から、このような血流分布の異常は推測できな

Fig. 2. Patient II, S.H., 9-year-old, boy. He has occasionally suffered from asthmatic attacks since 3 years of age, being especially sensitive to dressing materials. This figure shows chest X-ray photograms and supine scintiphotograms during attacks (A, B) and during remissions. (C, D), (1 month later).



い、I-c (左肺多発型) に属する。

第4図は、数年間発作がなく突然発作がおき、相当強い呼吸困難時に、 $^{131}\text{I}$ MAA を注射し撮影した。片肺全部おかされていると考えられる少ない症例の一つである。IV-a型 (右肺全部型)。このような高度の変化をとまなるものでも非発作時には全く変化をみとめない。

前の例と同様にX線写真では、この障害の変化をみとめることはできない。

第5図、臨床的にはそれほど高度な呼吸困難を訴えていない患者であるが、写真のように高度の変化がみられる。I-a (両肺多発型) の典型的な像と考えられる。非発作時にはこのような変化は全然みられない。X線写真では以上のような血流分布の異常を認めることはできないが、発作時の像では胸廓全体が丸みを帯び、含気量が多いようにみられる。なお発作時のシンチグラムにみられるように、同じ欠損像と云つても欠損部の濃度は

Fig. 3. Patient III, M.U., 12-year-old, boy. He has suffered from asthmatic attack both in every spring and in every autumn from 4 years of age. This figure shows Chest X-ray film and scintiphotograms. The first scinti was performed when he was symptom-free, the second during an acute episode of dyspnoea (2 months later).

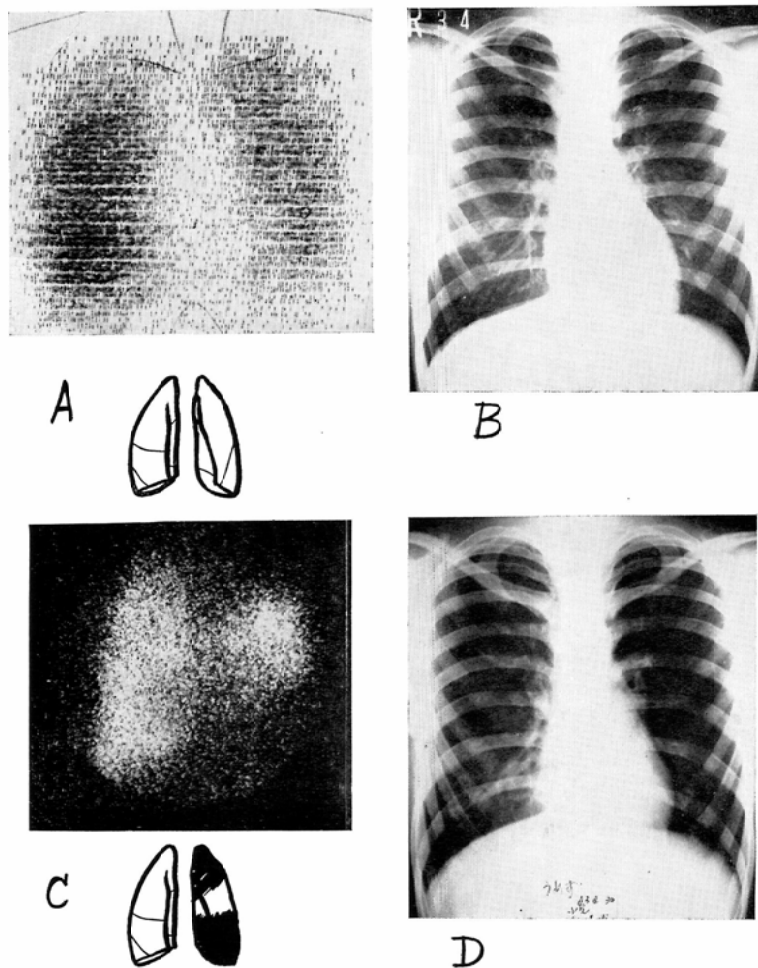
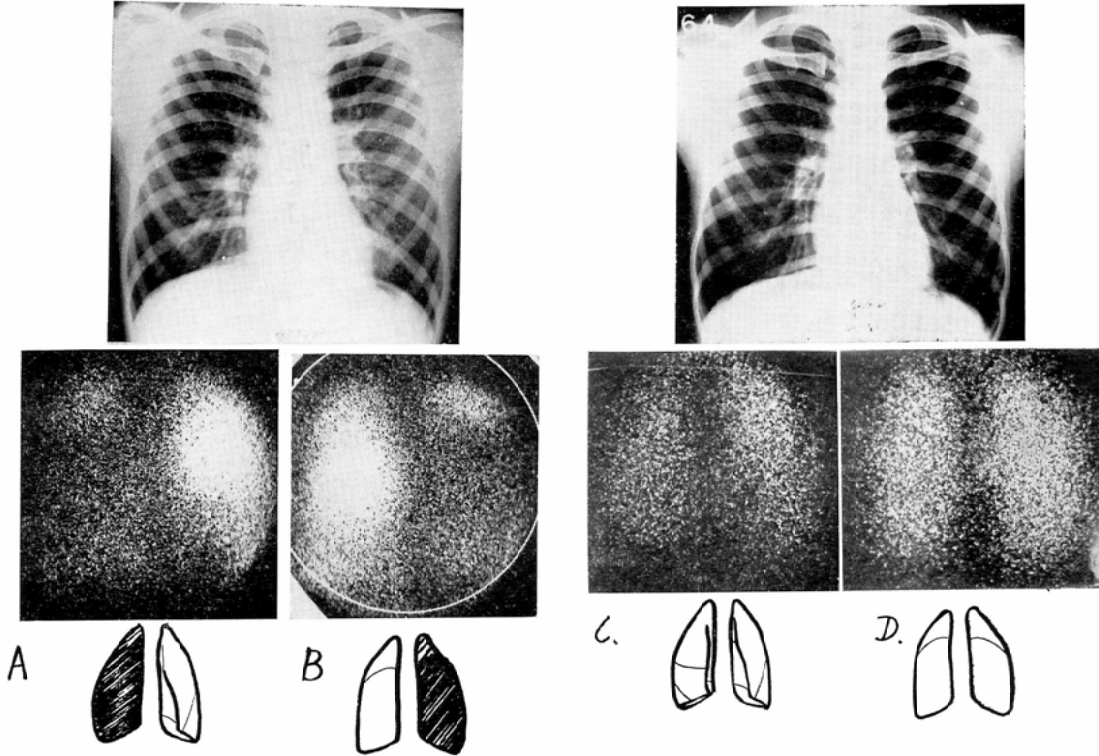


Fig. 4. Patient IV. K.I. 11 year-old, girl. She had the first asthmatic attack at 3 years of age, followed by symptom-free until these attacks from a few days ago.

A and B: during an acute episode of severe dyspnoea; C and D: symptom-free. A, D: anterior view; B, D: posterior view



色々である。この点については後の考察の部でさらに述べる。

第6図、発作の時期によつておかされる部位が異なる例を示す、一方はシンチスキャンニングで一方向のみ、他方はシンチカメラによる8方向のシンチグラムであるので、正確な比較はできないが、部位の差は明らかである。B図はⅢ-b(右多発、左単発型)、C図はI-a(両側多発型)である。約半年の間隔がある。

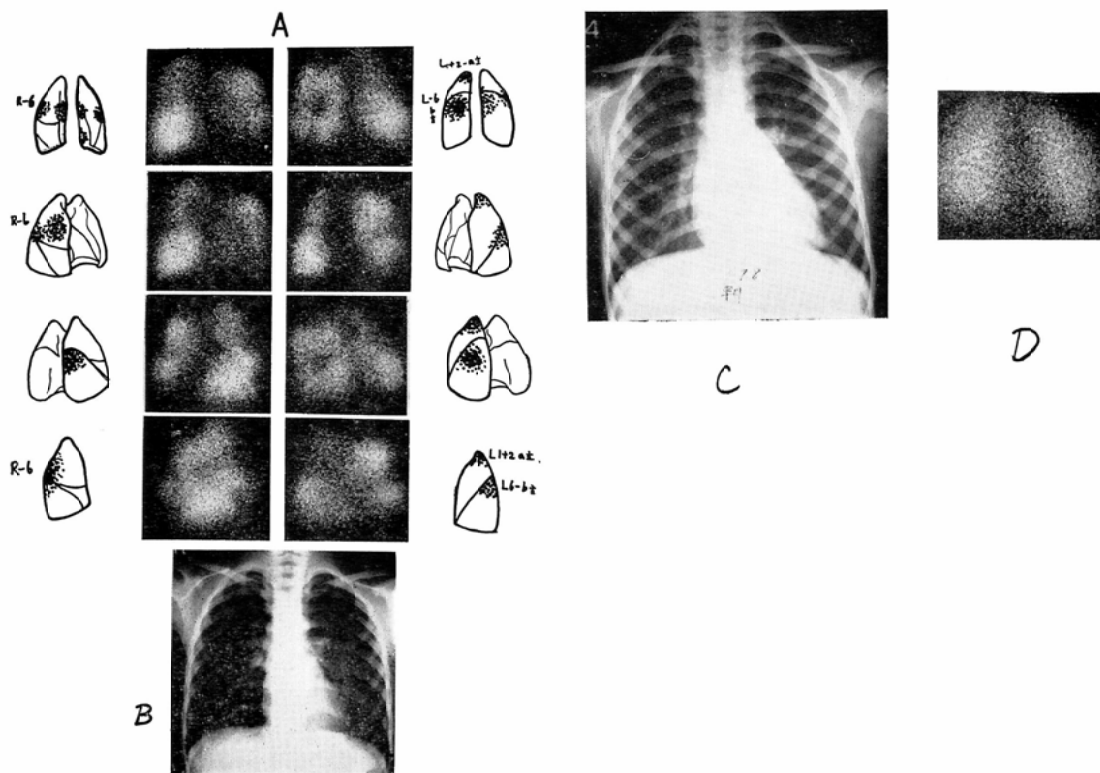
第7図、3才頃より相当高度の典型的発作のある10才の患者で、長い経過中種々の示唆に富む像を示している。はじめの発作時に高度の変化(I-a型(両側多発型))を示す(B)が、約1週間後発作回復期には全然別の部がおかされた状態で異

常像を示している(C)、次の非発作時は(D)図のように異常がない。次には別の発作時の8方向撮影によるシンチカメラ像を2枚示す。発作時期により異常のおこり方が異なることがわかる。EはI-a型(両側多発型)、F図はⅢ-b(右多発、左単発型)で、発作、非発作の度におかされる部が異なり、一定の locus minoris のような部はみあたらない。

以上のように発作中には全例シンチグラム上に局所の欠損があらわれる。これらを大別すると第8図のようになる。

I-aの両肺多発型が最も多い(16/35:45%)。V型すなわち変化がみられないか、一様に変化が生じているものは一例もなかつた。これは気管支喘息発作時の血流分布の異常は一様に来るのでは

Fig. 5. Patient V. S.H. 4 year-old, boy. Asthmatic attacks have been repeated since 7 months old. At the time when the examination was performed, asthmatic attacks occurred about once a week. A and B are X-ray photogram and scintigram projected in eight directions during attacks. C and D are X-P and scintigram during remission. They show the focal lesions in the lung during the attack which are not able to be detected during the remission.



なく、ある部分はおかされるがある部分はおかされないという特長をよく示している。

非発作時でも異常が生ずる場合がみられるがその割合は少なく、31例中5例にすぎない。

次に異なる発作の時期におけるシンチグラムを比較してみると、おかされている部位が異なることがわかる。一例のみは約半年後のシンチグラムであるが同一部位がおかされている。

発作の程度とシンチグラム上の欠損の範囲とは関係がないようである。

発作時の X-P では血流分布の異常を見出すことのできるものは一例もなかった。

#### 考 察

$^{131}\text{I}$ MAA による肺シンチグラムは技術的にき

わめて簡単であるが、血流分布状態を比較的良好にあらわすことができる。従つて特に肺機能検査がうまく行かない小児においては有効な肺機能検査の一つとなり得る。

MAAは大静脈から右心房、右心室を経て肺動脈の毛細管に栓塞をおこすわけであるが、MAA注射時の体位によつて肺内の分布状態が異なる。肺動脈圧の関係から立位で注射すれば、肺尖部は少なく、下肺野が多くなる。また仰臥位であれば、腹側が少なく背側が多くなる。ある研究者は立位で注射するのをルチーンとしているが、他の研究者は仰臥位で注射をしている。仰臥位で注射をした方が肺全体に一樣に分布するので、この方がよいとして臥位注射をルチーンとしている。仰

Fig. 6. Patient VI. 8 year-old, boy. He has been troubled by several asthmatic attacks in almost every autumn since 4 year of age. A and B are chest-X-ray film and scintigram during a consecutive asthmatic attack. C is scintigram during a repeated consecutive attack a half year later. They indicate that different zones were affected in different attacks.

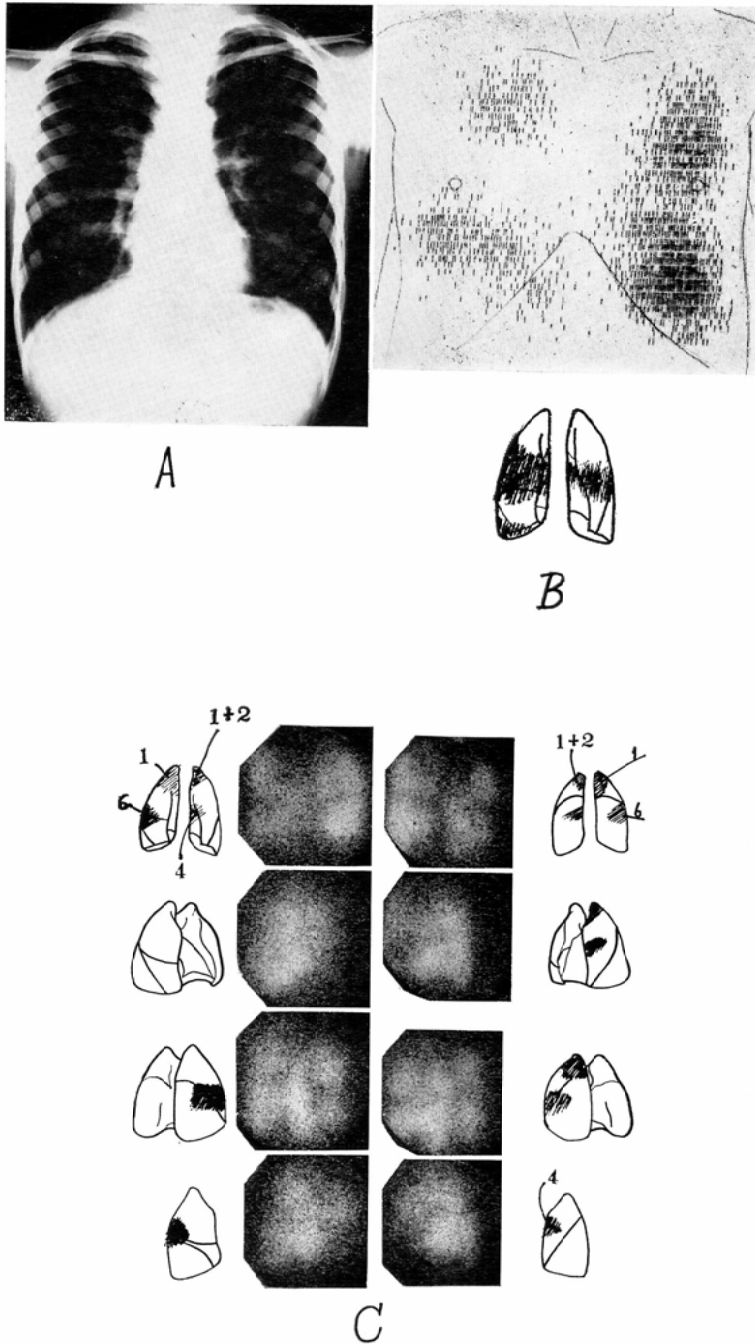
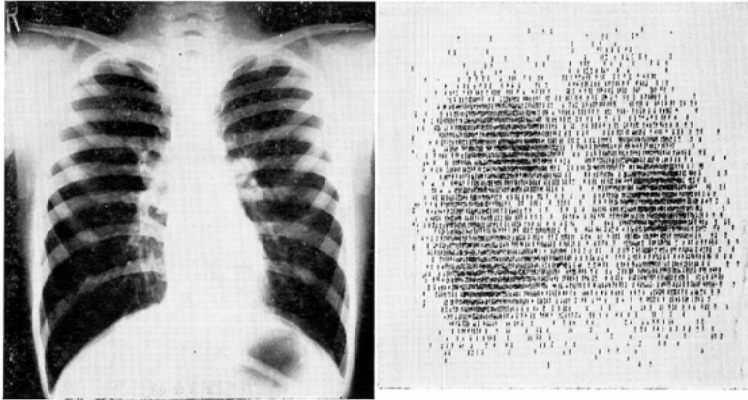
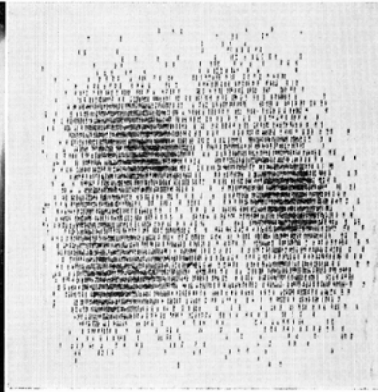




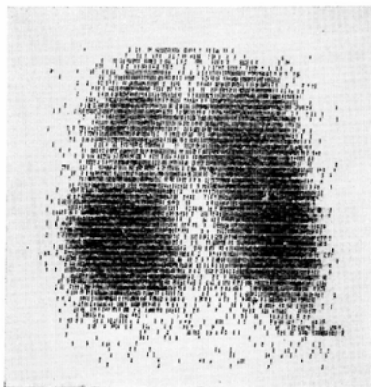
Fig. 7. Patient VII. H.M. 10 year-old, boy. Intensive asthmatic attacks have been repeated at the end or the beginning of seasons since 3 years of age. A and B: during status asthmaticus; C: symptom-free phase (one week later), revealed the abnormalities in the part of the right lung. D: no abnormalities observed in symptom-free. E: the second attack. F: the third attack (1 month later). These scintiphotograms indicate that defective parts are not always fixed but alterative.



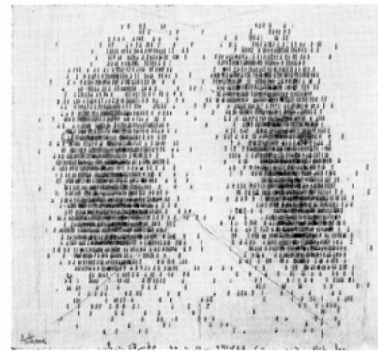
A



B

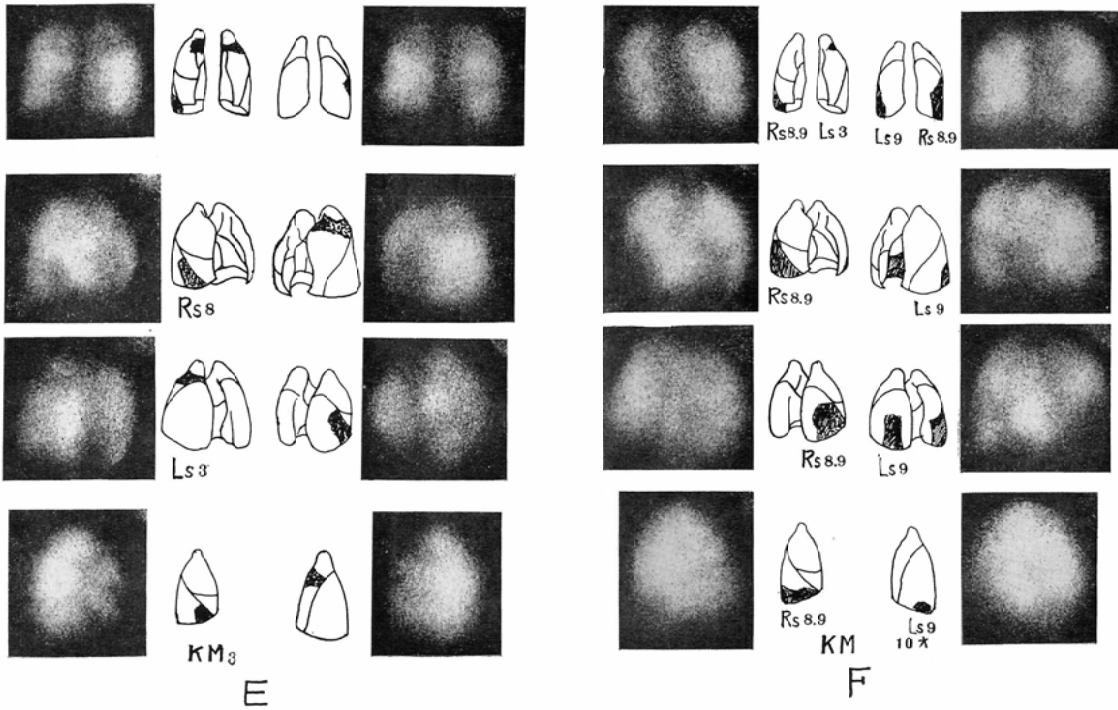


C



D





臥位で全量注射した場合は、側面像で腹側の分布が少なくなるので、われわれは、仰臥位で半量、腹臥位で半量注射することになっている<sup>5)</sup>。

次にどちらから見た像をルチーンにするかが問題であるが、X線写真と比較するためAP像(supine position)を撮った。できれば一方向だけでなく、多方向から撮るにこしたことはない。この点シンチカメラを用いると多方向撮影がたやすくなる。われわれの実験からは斜位方向の撮影が障害発見に有利である。特に気管支喘息のように部分的欠損が多発性に生ずる場合は効果的である。この点については他の論文で発表予定である。

症例に見られるように発作中には必ず血流分布の異常がみとめられる。この異常はそれぞれの患者によつて異なつた部位がおかされており、おかされた方がそれぞれ異なつている。両肺に多発性に欠損部位が生ずることが多い。とくに8方向撮影により前後方向だけでは認められなかつた部位にも認められることがある。

気管支喘息の気道狭窄に基づく気道抵抗の増大

による呼吸困難であることはよく知られた事実であるが、この場合も全肺気管支全体が一様に細くなるのではなく、ある部は細くなるが他の部は正常にとどまることが示されている。区域気管支以下の気管支が狭窄され、発作時には約 $\frac{1}{3}$ 以下になるといふ<sup>10)</sup>。

このように気管支の狭窄または mucus plugs によつて換気が悪くなる。この換気不良が局所的な hypercapnea と hypoxia を生ずる。hypoxia が生ずると intrapulmonary reflex によつて vaso constriction が生じ、代償的にその部の血流減少がおこるのだろうと考えられる<sup>13)</sup>。実験的にも気管支の閉塞により、その部のガス交換障害とともに肺動脈血流低下が生ずると云われている<sup>11)</sup>。臨床的にも主気管支に異物がつまり一方の肺の換気障害がある患者の肺の血流は著明に障害されていることが示されている<sup>6)</sup>。

また別の理由として hypercapnea により肺が局所的に異常に拡張するために、血液の供給がその部だけ機械的に悪くなると考えられる。Permutt et al<sup>9)</sup> は肺の毛細管の血流は肺胞の圧によつて調

Fig. 8. Classification of blood perfusion scintiphotograms of the lung with <sup>131</sup>I MAA during asthmatic attack.

	a) bilateral	b) unilateral (right)	c) unilateral (left)
I. multiple type			
	16/35	0	2/35
II. single type			
	6/35	1/35	1/35
	a) right-single left-multi	b) left-single right-multi	
III. mixed type			
	3/35	5/35	
	right-damaged	left-damaged	
IV. unilateral throughout damaged type			
	1/35	0	
V. non-focal lesion type			
	0		

節され、肺胞圧が上昇すると毛細管の血流量は減少するとのべている。

Bentivoglio et al<sup>11)</sup>は <sup>133</sup>Xe を用いて hypoventilation の部位はかならずしも 血流が減少していないことを述べているが、この点については、われわれが現在 <sup>133</sup>Xe とシンチカメラを用いて換気及び血流シンチグラムを同時に行なうことにより追求中である。

またさらに別の考え方として、シンチグラム上欠損部としてあらわれる部位は、血流がないのではなく、MAA粒子を通過してしまうような比較

的太い動脈と静脈が shunt を作るという説である<sup>4)</sup>。このような shunt があるとすれば、MAAは大循環系に入り、もつとも著明に腎に集まるのであろう。しかしこの点について明らかな証明がなされていない。

いずれにせよ、何故このような不均等に血流分布の異常が生ずるかの理由は未だ明らかでない点が多い。

発作緩解時にはほとんどの例が正常に復しているが、成人で比較的発作歴の長い患者は非発作時にも同様な血流分布の異常が認められることが多い。これは肺における種々の二次的变化が合併したものと考えられている。これに反して小児では比較的長期に発作が続いているものでも、非発作時に正常のことが多いのは、成人の場合とことなるところである。

同一人でも発作の時期によつておかされる場所が異なることは二、三の報告がみられるが<sup>7)8)12)</sup>、われわれの症例でも時期によつて障害部が異なるものが多い。気管支喘息は肺の中に起きた蕁麻疹だと云われていることからすると当然のように思われるが、実際はなぜこのような現象がおこるかの理由については、いぜん不明である。また同一発作時でも呼吸のたびに異なつた部位がおかされることも考えられるが、この実際の証明はMAAではできない。発作時期による相違により予後の判定ができる可能性も考えられるが未だ決定的な data はない。しかしこのことは気管支喘息の特長であり、他の疾患の鑑別にも役立つ。

第5図の症例に見られるように、同じ欠損部でも濃度が異なることがある。注射されたMAAは shunt がないかぎり肺内にとどまるわけであるから、もし血流が少ない部に行かなかつた分だけのMAAは他の入り易い部に行くことになる。部分部分によつて血流量の段階があれば、欠損にも種々の濃度があるのは当然であらう。

なお発作時の症状と欠損の程度については、詳細な検討がなされていないが、明らかな関係はなさそうである。

また発作歴とあらわれる欠損の程度についての検討も、この論文では省略するが、著明な関係は

みとめられないようである。

### まとめ

$^{131}\text{I}$ MAA または  $^{113\text{m}}\text{In}$  粒子を用いて小児気管支喘息患者の肺シンチグラムを行なった。

発作中の患者は全例血流分布異常がみとめられた。一様に血流低下がおこるのではなく、不均一に血流分布の異常が生ずる。

両側多発性に欠損像を認めるものが最も多く、約半数である。

非発作時に異常を認めるものもある(約15%)。

発作の時期が異なると異なる部位がおかされることが多い。

### 文 献

- 1) Bentivoglio, L.G., Beerel, F., Bryan, A.C., Stewart, P.B., Rose, B. and Bates, D.V.: Regional pulmonary function Studied with  $^{133}\text{Xe}$  in patients with bronchial asthma; J. Clin. Invest. 42 (1963), 1193—1200.
- 2) Henderson, L.L., Tauxe, W.E. and Hyatt, R.E.: Lung scanning of asthmatic patients with  $^{131}\text{I}$ -MAA; South. Med. Ass. 60(1967), 795—804.
- 3) 萩原忠文, 中島重徳, 飯塚健郎, 西島昭吾, 杉原寿彦, 塩崎陸世: 発作を中心とした気管支喘息の肺シンチグラムについて, アレルギー, 16 (1967), 716—718.
- 4) 萩原忠文, 中島重徳: 私信.
- 5) 菱田豊彦:  $^{131}\text{I}$ -MAA による肺シンチグラムにおいて興味ある症例について, ラジオアイソトープによる診療, 1 (1968), 26—29.
- 6) 菱田豊彦, 北沢 卓, 岡部元昭, 氣瀧正巳, 竹内方志:  $^{133}\text{Xe}$ を用いた肺シンチグラムの症例, 第206回日本医学放射線学会, 関東部会(1969).
- 7) Mishkin, F.S. and Wagner, H.N., Jr.: Regional abnormalities in pulmonary arterial blood flow during acute asthmatic attacks; Radiology 88 (1967), 142—144.
- 8) Mishkin, F.S. and Wagner, H.N., Jr.: Regional distribution of pulmonary arterial blood flow in acute asthma; J.A.M.A. 203 (1968), 1019—1021.
- 9) Permutt, S., Howell, J.B.L., Proctor, P.F. and Riley, R.L.: Effect of lung inflation on static pressure-volume characteristics of pulmonary vessels; J. Appl. Physiol, 16 (1961), 64.
- 10) 高橋順也: 気管支喘息における肺のガス交換, ならびに換気循環調節機構に関する研究, 日胸病会誌, 4 (1966), 181—194.
- 11) Wagner, H.N. et al.: Factors influencing regional pulmonary blood flow in man and dog; J. Nucl. Med. 6 (1965), 347.
- 12) Wagner, H.N., Holmes, R.A., Lopez-Majano, V. and Tow, D.E.: The lung; principles of Nuclear Medicine (edited by H.N. Wagner), 1968, 472—530, Saunders Co., Philadelphia.
- 13) Woolcock, A.J., McRae, J., Morris, J.G. and Read, J.: Abnormal pulmonary blood flow distribution in bronchial asthma; Aust. Ann. Med. 15 (1966), 196—203.
- 14) 上田英雄, 旗野脩一, 飯尾正宏, 深須新一郎, 森成 元, 小池繁夫, 可部順三郎, 石崎 達: 気管支喘息の肺シンチグラム, アレルギー, 16 (1967), 716—718.