

PROBLEMS IN RADIOGRAPHIC DETECTION AND DIAGNOSIS
OF LUNG CANCER

肺癌の放射線学的検出並びに診断上の問題点

NAOFUMI HAYABUCHI, M.D., D.M.Sc. 早渕尚文

WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.

JUNJI MURAKAMI, M.D. 村上純滋

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. 安徳重敏



RADIATION EFFECTS RESEARCH FOUNDATION
財団法人 放射線影響研究所

A cooperative Japan - United States Research Organization
日米共同研究機関

ACKNOWLEDGMENT

謝 辞

We thank Daniel G. Miller, M.D., Fred A. Mettler, Jr., M.D., Charles Kelsey, M.D., and Stuart C. Finch, M.D. for reviewing the manuscript and for their constructive criticisms and suggestions. The considerable assistance of Mrs. Grace Masumoto and Miss Ai Yokoyama in preparing the manuscript is gratefully acknowledged.

原稿を検討し、御意見及び示唆をいただいた Daniel G. Miller, M.D., Fred A. Mettler, Jr., M.D., Charles Kelsey, M.D., Stuart C. Finch, M.D. の諸先生に感謝の意を表す。原稿の準備に際して多大な援助をいただいた舛本幸江及び横山 愛の両氏に謝意を表す。

RERF TECHNICAL REPORT SERIES

放影研業績報告書集

The RERF Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, and advisory groups. The Technical Report Series is not intended to supplant regular journal publication.

放影研業績報告書は、日米専門職員、顧問、諮問機関の要求に応えるための日英両語による公式報告記録である。業績報告書は通例の誌上発表論文に代わるものではない。

The Radiation Effects Research Foundation (formerly ABCC) was established in April 1975 as a private nonprofit Japanese Foundation, supported equally by the Government of Japan through the Ministry of Health and Welfare, and the Government of the United States through the National Academy of Sciences under contract with the Department of Energy.

放射線影響研究所（元ABCC）は、昭和50年4月1日に公益法人として発足したもので、その経費は日米両政府の平等分担により、日本は厚生省の補助金、米国はエネルギー省との契約に基づく米国学士院の補助金とをもって運営されている。

PROBLEMS IN RADIOGRAPHIC DETECTION AND DIAGNOSIS OF LUNG CANCER

肺癌の放射線学的検出並びに診断上の問題点

NAOFUMI HAYABUCHI, M.D., D.M.Sc. (早瀬尚文); WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.
JUNJI MURAKAMI, M.D. (村上純滋)*; SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. (安徳重敏)*

Department of Radiology

放射線部

SUMMARY

Problems in the radiographic detection and diagnosis of primary lung cancers were retrospectively analyzed for 64 patients who had radiographically demonstrable tumors. All of them were among 107 histologically confirmed Adult Health Study lung cancer patients who had consecutive biennial chest radiography from 1958 to 1978.

When first radiographically imaged, 17 cancers were not diagnosed; however, 11 of these 17 were actually equivocal and detectable only by retrospective review of serial films. Originally, eight lesions were misinterpreted as inflammatory processes, seven of which were diagnosed as pulmonary tuberculosis.

To avoid overlooking small lesions, the importance of comparing serial radiographs, and the special need for posteroanterior stereoscopic and lateral radiographic projections of the chest for members of such a high risk population are underscored. Radiologically, any nodule or apparently fibrotic density, even though small and growing very slowly or not at all, should be considered malignant until proven otherwise.

INTRODUCTION

The rate of radiographic detection of proven primary lung cancer in 107 ABCC/RERF Adult Health Study (AHS)¹ subjects was relatively high.² Using doubling times calculated according to the method of Collins et al.,³ growth rates of these tumors were estimated.⁴ This is a report

要 約

胸部 X 線写真上に、肺癌陰影の認められた 64 例の原発性肺癌症例について、放射線学的検出並びに診断上の問題点を検討した。全症例とも、1958 年から 1978 年にわたり 2 年に 1 回の X 線検査を受けていた成人健康調査対象者のうち、肺癌の診断が組織学的に確認されている 107 例の中から選んだ。

X 線写真上に最初に異常影が出現したときに見落とされていた症例が 17 例あった。しかし、このうち 11 例は誠にばく然とした影で、再検討時にその後のフィルムと比較して初めて指摘できる程度のものであった。また別の 8 例の病変は、初診時に炎症性疾患と誤診されており、うち 7 例は肺結核とされていた。

高危険度集団の対象者における小さな影を見落とさないためには、以前のフィルムと必ず比較すること、ステレオの正面撮影と側方向撮影を併用すべきことを強調した。更に、いかなる結節影や線維状影でも、またそれが小さく、かつ一見進行しないように見えても、常に悪性腫瘍の可能性を考慮しておくべきことにも言及した。

緒 言

ABCC/放影研の成人健康調査 (AHS)¹ の対象者 107 人における原発性肺癌の X 線検査による検出率は比較的高い。² また Collins ら³ の方法により算出した倍加時間を用いて、これらの腫瘍の増殖率を推定し既に報告した。⁴ 本報は、これらの対象者に発生した肺癌

*Faculty of Medicine, Kyushu University

九州大学医学部

of a retrospective study which identified problems encountered in the radiographic detection and diagnosis of lung cancer in those patients.

MATERIALS AND METHODS

The AHS consists of a fixed sample originally consisting of 20,000 persons drawn at random from the exposed and nonexposed subjects in the Hiroshima and Nagasaki populations.¹ Biennially, all receive physical and laboratory examinations and any other examinations which are indicated. They routinely received chest radiography with 14×17-inch posteroanterior (PA) and lateral projections until 1971, after which PA stereoscopic and lateral projections with 14×17-inch films has been routine. All chest radiographs are exposed at about 100 kVp, are routinely checked immediately after processing, and all radiographs of AHS participants are permanently retained, and available for periodic review.

From 1958 to 1978, 107 histologically or cytologically confirmed primary lung cancers developed among AHS participants who regularly received serial biennial chest radiography.

In the present study, the radiographic detection of lung cancer was assessed by retrospective reviews of all radiographs and reports of their interpretation for these 107 AHS patients. All the authors, in conference, determined at which examination each lesion was radiographically imaged and whether it was detectable at that time, or only retrospectively. This was the reason for the exclusion of the 43 cases.

RESULTS

At the times of their biennial chest radiography, 64 of the 107 patients with histologically proven lung cancer had radiographic manifestations caused by their cancers. The cancers of 47 of these 64 patients were detected at radiography when they were initially imaged; the lesions of the other 17 among the 64 were not. Among the 17 initially undetected cases, 16 had solitary and 1 had multiple lesions, radiographically. Of the 17 lesions initially undetected 13 were subsequently detected during their next biennial chest radiography, but 2 of these 13 (Table 1) were misdiagnosed as pulmonary tuberculosis. Therefore, six patients were not diagnosed as having lung cancer at the times of their regular

をX線検査によって検出及び診断する場合の問題点を明らかにしようとするものである。

材料及び方法

AHSの対象は、広島及び長崎の住民から無作為抽出した被爆者並びに非被爆者からなる20,000人(当初の人数)の固定集団である。¹ この集団の対象者は全員2年ごとに、理学的検査並びに臨床検査を受け、更に必要に応じてその他の検査も受ける。対象者は受診の際に通常、1971年までは14×17インチの正面及び側方向の胸部X線撮影を、1971年以降は14×17インチフィルムの正面ステレオ及び側方向撮影を受けている。すべての胸部X線撮影は約100kVpで行われ、現像処理後直ちに読影される。AHS対象者のX線写真はすべて永久保存してあり、定期的に検討できる。

1958年から1978年の間に、定期的及び継続的に2年ごとの胸部X線検査を受けているAHS対象者のうち、107人に組織学的及び細胞学的に確認された原発性肺癌が発生している。

今回の研究では、X線検査による肺癌の検出力を評価するために、この107人のすべてのX線写真及び読影報告書の週及的な検討を行った。著者らは、個々の病変がX線写真で異常影を示したのはどの時期の検査であったか、また病変はその時点で検出できたか、あるいは後に判明したのかについて検討した。これにより43症例を除外した。

結 果

組織学的に確認された肺癌患者107人のうち、64人には2年ごとの胸部X線検査時に、癌による異常陰影が認められている。これら64例のうち47例については、最初に異常陰影が認められたときに癌が検出されているが、残る17例では検出されなかった。最初に検出されなかった17例のうち16例は孤在性、1例は多発性の病変であることがX線写真により認められた。この17例の病変のうち13例は次回の定期胸部X線検査で検出されたが、その13例(表1)のうち2例は肺結核と誤診されていた。したがって、6例の患者が定期検診の際に肺癌と診断されなかった

checkups. Among the 17 initially undetected lesions, it was determined that 6 could have been identified with more careful scrutiny of their radiographs. The other 11 among the 17 initially undetected lesions were regarded equivocal at the times of their initial appearances, and detectable only when subsequent radiography revealed cancers (Table 2) which had developed further.

ことになる。最初に検出されなかった17例の病変のうち、6例はX線写真をもっと綿密に調べていれば確認することができたと判断された。残り11例の病変は最初はばく然とした影で、進行した段階で初めて癌であることがX線写真で確認できた(表2)。

TABLE 1 RADIOGRAPHIC MANIFESTATIONS AND DETECTION OF LUNG CANCERS

表1 肺癌のX線写真における発現と検出

Tumor Manifestations	Prospectively		Retro-spectively Detected**	Total
	Detected Initially	Detected Follow-up*		
Solitary lesions	31	12	4	47
Multiple lesions	7	1	0	8
Secondary changes***	9	0	0	9
Total	47	13	4	64

* At biennial or follow-up examination. 2年ごとあるいは追跡調査

** During present study. 今回の研究

*** Manifestations of atelectasis, pneumonia or pleural effusion.

無気肺, 肺炎あるいは胸水の発現

TABLE 2 DETECTABILITY AND SIZE OF 17 INITIALLY UNDETECTED LESIONS

表2 初回に検出されなかった17病変の検出状況とサイズ

Detectability	Size in cm				Total
	<1.1	1.1-2.0	2.1-3.0	3.1+	
Detectable prospectively	1	2	1	2	6
Detectable only retrospectively using serial films	4	5	2	0	11

Results of these retrospective assessments of the detection of 47 solitary lesions are summarized according to their sizes and locations in Table 3. None of the five cancers in the retrocardiac region and near the mediastinum were detected when they were initially imaged, though they ranged from 1.7 to 3.4 cm in diameter. Excluding these five tumors, all lesions more than 2.0 cm in diameter were detected when initially imaged.

47例の孤在性病変の検出に関する遡及的評価の結果を、病変の大きさ及び部位別に要約し表3に示す。心臓後方で縦隔付近の5例の癌は、いずれも直径1.7cmから3.4cmであったにもかかわらず、最初に陰影が描出されたときに検出されなかった。これら5例の腫瘍を除く直径2.0cm以上の病変は、すべて最初に異常陰影を生じたときに検出された。

TABLE 3 LESION SIZE AT INITIAL RADIOGRAPHIC APPEARANCE BY LOCATION

表3 初回にX線写真上に発現した病変の部位別サイズ

Location	Size in cm					Total
	<1.1	1.1-2.0	2.1-3.0	3.1-4.0	4.1+	
Apices	0/2	2/2	1/1	-	-	3/5
Peripheral lung fields	2/5	7/12	9/9	4/4	2/2	24/32
Hilar and perihilar	-	2/3	0	2/2	-	4/5
Retrocardiac	-	0/1	0/2	0/2	-	0/5
Total	2/7	11/18	10/12	6/8	2/2	31/47

The detection rates of the 47 solitary lesions according to their locations and the radiographic projections used are compared in Table 4. PA stereoscopic projections facilitated the detection of lesions and minimized the number of radiographic abnormalities overlooked by the radiologist, as compared to single PA projections. Though this was not statistically significant, it was our experience repeated during this study. For example, a small lesion obscured by bone on one film of a stereo film pair was visible on the other film of that pair. Thirteen lesions were not imaged by PA and lateral chest radiography and subsequently proven to be lung cancers. Only three such lesions were missed using PA stereoscopic and lateral radiography. Four cancers in the retrocardiac region and near the mediastinum were in the PA group, in contrast to only one such cancer in the stereo group (Table 4).

The detection rates of the 47 solitary lesions imaged radiographically are shown in Table 5 according to tumor size and radiographic projection. Of the 14 tumors measuring 1.1 to 2.0 cm in diameter 6 (43%) were missed using plain PA and lateral projections. However,

47例の孤在性病変の検出率を、その部位及び使用したX線撮影方法別に比較したものを表4に示す。ステレオ撮影を用いなかった場合と比べると、正面ステレオ撮影を用いた方が病変の検出を容易にし、放射線専門医がX線写真上の異常を見落とすのを最小限にとどめることができた。これは統計的に有意ではなかったが、この研究の間に繰り返し経験したことである。例えば2枚のステレオフィルムのうち、片方では小病変が骨で隠されていたとしても、もう1枚のフィルムによりそれが明らかになったことがあった。正面及び側方向の胸部X線撮影で異常陰影を示さなかったが、後に肺癌と判明した病変は13例あった。これらの病変で、正面ステレオ撮影及び側方向撮影によっても見落とされたのは3例だけであった。心臓後方で縦隔付近にあり、正面撮影で検出されなかった癌は4例あったが、ステレオ撮影群ではそのような癌は1例のみであった(表4)。

X線写真上で異常陰影を示した47例の孤在性病変の検出率を、腫瘍の大きさ及び使用した撮影方法別に表5に示す。直径1.1cmから2.0cmの腫瘍14例のうち6例(43%)を、通常の正面及び側方向撮影法で見落としした。しかし、正面ステレオ撮影及び側方向撮影

only one (25%) of four such lesions were overlooked when using PA stereoscopic and lateral projections.

For nodular discrete lesions the smallest detectable one was 7-8 mm in diameter. For lesions which were not discrete, the smallest detectable was somewhat larger, but they could not be precisely measured.

を用いた場合、このような病変4例のうち1例(25%)が見落とされたのみであった。

検出可能な最小の結節性の病変は、境界の明らかな場合は直径7～8mmであった。境界が明らかなでない場合は検出可能な最小の病変は幾分大きかったが、正確に計測することはできなかった。

TABLE 4 DETECTION OF 47 SOLITARY LESIONS BY LOCATIONS AND RADIOGRAPHIC PROJECTIONS

表4 孤在性病変47例の検出，部位及びX線撮影方法別

Tumor Location	PA + Lateral		PA Stereo + Lateral	
	Detected	Not Detected	Detected	Not Detected
Apices	3	2	0	0
Peripheral lung fields	15	6	9	2
Hilar and perihilar	3	1	1	0
Retrocardiac	0	4	0	1
Total	21	13	10	3

TABLE 5 DETECTION OF 47 SOLITARY LESIONS BY TUMOR SIZE AND RADIOGRAPHIC PROJECTIONS

表5 孤在性病変47例の検出，腫瘍のサイズ及びX線撮影方法別

Tumor Size (cm)	PA + Lateral		PA Stereo + Lateral	
	Detected	Not Detected	Detected	Not Detected
<1.1	2	4	0	1
1.1-2.0	8	6	3	1
2.1-3.0	7	2	3	0
3.1-4.0	3	1	3	1
4.1+	1	0	1	0
Total	21	13	10	3

Eight of the 47 lung cancers were initially misdiagnosed as inflammatory lesions - specifically, one as "inflammatory disease"; and seven as pulmonary tuberculosis, including two lesions which were not detected initially but detected during their next biennial or follow-up chest radiography. Five of these eight lesions were located in the apices and upper portions of the lung fields (Table 6). Initially, seven of these

肺癌47症例のうち8例は、当初炎症性病変であると誤診されていた。このうち1例は“炎症性疾患”とされ、更に7例は肺結核と誤診された。7例のうち2例は、最初検出されなかったがその後の胸部X線検査において検出された症例である。この8例の病変のうち5例は肺尖及び肺野上部に位置していた(表6)。

appeared as solitary lesions, six of them less than 1.7 cm in diameter at the time of misdiagnosis. The seventh was 3.2 cm. The remainder manifested only secondary changes; such as, atelectasis (Table 7). The six tumors less than 1.7 cm in diameter were reexamined at intervals of from two to six years, and during those intervals, they enlarged very slowly. The volumes of the six tumors doubled in periods from 8.7 to 22.3 months.⁴

また7例は最初孤立性病変として発現し、うち6例は誤診の際、直径1.7cm以下、1例が3.2cmであった。残る1例は、無気肺のような続発性の変化のみを示した(表7)。直径1.7cm以下の6例の腫瘍は2年から6年の間隔で再検査され、この期間に極めて緩慢に増大した。6例の腫瘍の容積は8.7から22.3か月の間に2倍になった。⁴

TABLE 6 LOCATIONS OF MISINTERPRETED LUNG CANCERS

表6 誤診肺癌の部位

Apices	Upper Lung Fields	Middle Lung Fields	Lower Lung Fields	Hilar
3	2	1	1	1

TABLE 7 RADIOGRAPHIC MANIFESTATIONS AND SIZES OF MISINTERPRETED LUNG CANCERS AT INITIAL APPEARANCES

表7 誤診肺癌の初回発現時におけるX線写真上の所見及びサイズ

Solitary Lesions (cm)				Secondary Changes
<1.1	1.1-2.0	2.1-3.0	3.1-4.0	
0	6	0	1	1

DISCUSSION

Small primary lung cancers are often difficult to diagnose initially radiographically, especially when they are less than 1.0 cm in diameter.⁵⁻⁷ Early lesions are often poorly circumscribed heterogeneous infiltrates,⁸ which sometimes lie in the projection of normal structures, such as ribs. Many of these tumors are associated with preexisting benign abnormalities.⁸ At this institute, all patients' serial radiographs are retained for routine comparison during film interpretations. This procedure, which was also advocated by Stitik and Tockman,⁹ aided our detection of newly developing lesions. Our immediate initial readings of all films facilitated obtaining promptly any necessary additional radiographs, and minimized overlooking small lesions. Despite this, some poorly circumscribed heterogeneous infiltrates were not detected or diagnosed because they were in the projection of normal structures, such as ribs.

考 察

小さい原発性肺癌は、特に直径1.0cm以下の場合、最初のX線検査で診断することが多くの場合困難である。⁵⁻⁷ 初期の病変は、しばしば境界が明瞭でない不均一な浸潤陰であり、⁸ 肋骨のような正常な組織の陰影に隠れていることがある。これらの腫瘍の多くは既存の良性疾患と関連がある。⁸ この研究所では、フィルムの検討の際に定期的な比較をするために、患者の一連のX線写真はすべて保管している。この方法は Stitik 及び Tockman⁹ によっても提唱されており、新しく発生した病変の検出に有効であった。我々はすべてのフィルムをまず直ちに検討するので、付加的なX線検査を、必要であれば迅速に行うことができるし、小さい病変を見落とすことも少なくなる。このような方法を用いたにもかかわらず、境界が明瞭でない不均一な浸潤陰は肋骨のような正常な組織の陰影に隠れているため、検出又は診断ができなかった。

There seems to be too little appreciation of the advantages of stereoscopic radiography, particularly for chest radiography. The tube shift used in stereoscopic chest radiography, and apparent change in position of ribs and other structures relative to a parenchymal lesion on the stereo film pair allow lesions to be clearly imaged apart from bones. This feature is very striking - even without placing the stereoscopic film pair in a stereoscopic viewer. Stereoscopic radiography is capable of conveying very well the illusion of depth, thus further clarifying the relationships of structures to one another and to parenchymal structures or other lesions. Without stereoscopy, relatively small poorly demarcated noncalcified lesions may not be detected, especially if they are in the projection of structures, such as ribs. Routine PA stereoscopic radiography improved our rate for detecting lung cancers as shown in Tables 4 and 5, although the numbers were relatively few and the distribution of lesion locations differed slightly from those in the PA radiography group. The improved detection occurred among lesions ranging from 1.1 to 2.0 cm in diameter, and located in the peripheral portions of the lung fields. Such lesions tend to be "hidden" from view "behind", say, a rib or other bone on one of the stereoscopic film pair. Berkson et al¹⁰ reported that stereoscopic radiography resolved both false negative and false positive rates. Furthermore, PA stereoscopic radiography reduced the need for obtaining additional radiographs in cases with otherwise suspicious or questionable lung densities, economizing on patients' exposure doses, and on the time and additional costs of returning patients for reexaminations. In view of the radiographic morphology of the lesions, it was judged that the initial detection of the 13 initially undetected lesions would probably not have benefited from group interpretations by an expert panel of radiologists.

Kelsey et al,¹¹ in a study of lung nodule detection, stressed that the additional PA radiograph of the stereoscopic film pair added very little to the cost of the examination, and that no additional setup time is necessary for patient positioning. The advantages of stereoscopy included assistance to the observer-reader, and a decrease in total reading time.¹¹ It has been underscored that radiographic screening of the chest, though ineffective cost-wise for detecting lung cancer in a general population,^{11,12}

ステレオ X 線検査の利点については、特に胸部 X 線検査において評価が低過ぎるようである。胸部ステレオ X 線検査で X 線管球を移動し、2 枚のステレオフィルム上の実質病変と、肋骨並びにその他の組織との位置関係を変えることにより、病変の像が骨の像から離れた部位に明瞭に描出される。この特徴は、2 枚のステレオフィルムをステレオビューワーで見ないときでもなお顕著である。ステレオ X 線検査は深さを明瞭に描出することができるため、組織相互の関係、及び実質組織あるいは他の病変に対する組織の関係を明確にすることができる。ステレオ撮影を用いなければ、比較的小さくて境界が明瞭でなく石灰化の起こっていない病変は、殊に肋骨のような組織の陰影によって隠れている場合、検出できないことがある。件数はかなり少なく、病変の位置の分布が正面 X 線検査のそれとはわずかに異なっていたが、表 4 及び 5 に示すように、通常の正面ステレオ X 線検査を行うことによって肺癌検出率は高くなった。特に直径 1.1 cm から 2.0 cm で肺野の末梢部に位置する病変の検出率が高くなった。これらの病変は 2 枚のステレオフィルムの一方で、肋骨や他の骨の“背後”に“隠れて”いた。Berkson ら¹⁰は、ステレオ X 線検査により偽陰性並びに偽陽性の所見が少なくなったと報告している。更に、正面ステレオ X 線検査を行うことによって、肺に疑わしい影があるとされる例でも、余分な X 線検査の必要性が減少し、患者の被曝線量の削減及び患者の再検査に要する時間並びに費用が節約できた。病変の放射線形態学の観点からは、最初に検出されなかった 13 例の病変は、放射線医師の専門家が集団でみても検出は無理であったと考えられる。

Kelsey ら¹¹は、肺の結節病変の検出に関する研究で、2 枚のステレオフィルムによる正面 X 線検査を加えても検査費用はほとんど変わらないし、また患者の体位決定に必要な時間も余分にかからないことを強調している。ステレオ撮影は、観察者及び読影者の補助になり、読影全体にかかる時間を削減するという利点もあった。¹¹ 胸部の X 線検査によるスクリーニングは、一般集団における肺癌の検出では費用がかかる割に効果がないが、^{11,12} 高危険度の集団に

was very effective in a high risk population. PA stereoscopic radiography decreased total costs of detection by eliminating additional tests, and by concentrating efforts on palliative rather than curative treatment when indicated. It also prolonged lives by identifying patients needing early chemotherapy. In summary, Kelsey et al stressed that, whereas no combination of radiographic projections — PA, PA stereoscopic, or lateral — is cost-effective for lung cancer detection in a general population, most leading oncological centers use PA and lateral projections as cost-effective measures. However, PA stereoscopic chest radiography is an even more effective detection means for a high risk population.¹¹ RERF AHS subjects are members of just such a high risk population.

Lesions which were in the retrocardiac region and near the mediastinum were most difficult to detect when superimposed on the thoracic spine, heart, or other structures. Reportedly, lung cancer infrequently originates in the retrosternal space, lung bases, and retrocardiac region;¹³ yet, in the present study, the lesions of five patients arose in these regions. Retrospectively, none of these five cancers were detected when they were initially imaged radiographically, although all of them were more than 1.7 cm in diameter at those times. Some investigators have found lateral projections to be effective in radiological screening;^{9,14} others have not.^{13,15} More recently, shaped filters have been used in attempts to increase the detectability of lesions in these regions. In the present study, 2 of the total 47 lesions were initially imaged on only the lateral projections. For detecting tumors, lateral as well as the PA films must always be carefully scrutinized with a high index of suspicion.

All but one of the tumors initially imaged but misinterpreted, were diagnosed as pulmonary tuberculosis. Early during the course of examinations of AHS subjects in the present study, pulmonary tuberculosis was very prevalent in Japan — to a much greater extent than was lung cancer. Cihak et al,¹⁶ at this institute, found pulmonary tuberculosis in 17% of 204 cases of lung cancer autopsied from 1961 to 1974. The frequency of active pulmonary tuberculosis has decreased markedly in recent years,^{17,18} but it is still prevalent among the elderly and debilitated.¹⁷ In the present series of 107 lung cancers, one-

は非常に効果的であったという事実を強調している。正面ステレオ X 線検査を用いて追加検査を少なくし、必要なときには根治的処置でなく対症療法のみを行うことにより、検出にかかる総費用を削減することができた。更に、早期の化学療法を必要とする患者を同定して、その延命に役立った。要約すれば、正面撮影、正面ステレオ撮影、あるいは側方向撮影の X 線検査のいずれの組み合わせも、一般集団の肺癌検出においては費用がかかる割に効果的ではないが、多くの癌を専門に扱う病院においては効果的方法として正面及び側方向撮影を採用していると Kelsey らは強調している。しかし、胸部正面ステレオ X 線検査は高危険度の集団に対してはより一層効果的な検出手段なのであり、¹¹ 放影研 AHS 対象者は正にこのような高危険度の集団なのである。

心臓後部及び縦隔付近の病変は、胸椎、心臓、又はその他の組織に重なったとき検出が最も困難である。肺癌が、胸骨後隙、肺底、及び心臓後部には余り発生しないという報告が過去にあったが、¹³ 今回の研究では 5 人の患者に前述の領域に病変が認められた。この 5 例の癌は、最初に X 線写真上に陰影として認められたとき既に直径 1.7 cm 以上であったが、検出されていない。X 線検査に側方向撮影を用いると効果的であるとする研究者もいるし、^{9,14} そうでない研究者もいる。^{13,15} ごく最近では、前述の領域における病変の検出力を高めるために、フィルターが用いられている。今回の研究では、合計 47 例の病変のうち 2 例において、側方向撮影にのみ最初から陰影が現れた。腫瘍を検出する場合、正面だけでなく側方向のフィルムについても、常に腫瘍の可能性を考慮して、注意深く綿密にみなければならない。

最初に異常陰影が現れたときに誤診された症例は、1 例を除くとすべて肺結核であると診断されていた。今回の研究における AHS 対象者の定期検診の初期には、日本では肺癌よりも肺結核の有病率の方がはるかに高かった。Cihak ら¹⁶ によれば、この研究所で 1961 年から 1974 年の間に解剖した肺癌 204 症例のうち、17% に肺結核がみられた。近年活動性肺結核の発生は顕著に減少したが、^{17,18} 老人や衰弱した人には依然少なくない。¹⁷ 今回検討した 107 例の肺癌の

third had fibrotic or fibrocalcific lesions in their lung parenchyma compatible with old pulmonary tuberculosis. Because of the relatively high prevalence of active pulmonary tuberculosis in Japan 20 or more years ago, small, poorly defined, apical lung lesions were more likely to be diagnosed radiologically as tuberculosis than as cancer. Such faint, apparently fibrotic lesions were less suggestive of tumors. When six such patients in the present study were reexamined radiographically for progress of their lesions, the latter had grown very slowly. Radiographically alone, it was impossible to differentiate them from pulmonary tuberculosis. Tazaki et al¹⁹ reported that 23.1% of misinterpreted tumors did not grow at all, and that 2.6% appeared to decrease in size during follow-up radiography. He reported that 83.4% of misdiagnosed lung cancers in Japan were incorrectly diagnosed as pulmonary tuberculosis. Tsutsui et al²⁰ reported that the proper treatment of 45 of 64 lung cancers was delayed by two or more months because the lesions had been incorrectly diagnosed as pulmonary tuberculosis. Some investigators have observed that carcinoma tends to occur in parenchymal scars^{5,21,22} and more often following pulmonary tuberculosis than in nontuberculous lesions.^{23,24}

Any nodule or fibrotic density, even though small and growing very slowly, or apparently not growing at all for relatively short intervals radiographically, must always be considered a malignant neoplasm until proven otherwise. When all other procedures fail, thoracotomy is eventually a necessity for determining a lesion's etiology.

The modest increase in radiation dose from PA stereoscopic radiography over PA radiography is an acceptable risk in monitoring a relatively high risk population, such as this one. The dose to the lung tissue from PA and lateral chest radiography was 16 mrad; that from PA stereoscopic and lateral radiography, 21 mrad.²⁵ The cumulated surface dose from routine biennial chest radiography performed during the 20 years of these observations was approximately 0.2 rad. According to ICRP²⁶ and UNSCEAR²⁷ reports, the probability of developing lung cancer from such an exposure dose is 4×10^{-6} , far less than the incidence of lung cancer in Japan (250×10^{-6}).^{28,29}

うち、1/3 は肺実質に線維性又は線維性石灰化の病変があり、これは過去の肺結核と関連があると考えられる。20年以上前、日本の活動性肺結核の有病率はかなり高かったため、小さく、境界が明瞭でない肺尖部の病変は、X線検査では、肺癌でなく結核と診断されることが多かった。このような不鮮明で、線維性であることが明白な病変は、腫瘍を示唆するものではなかった。本研究でこのような患者6人について、病変の進行状態をみるためにX線による再検査を行ったとき、進行は非常に緩慢であった。X線検査のみではこのような病変を肺結核と区別することはできない。田崎らの報告¹⁹では、誤診された腫瘍のうち23.1%には進行が見られず、2.6%はその後のX線検査でサイズの縮小を示したようであると報告した。更に、日本で誤診される肺癌のうち83.4%が肺結核であったとも報告されている。筒井ら²⁰は、肺癌64例のうち45例が肺結核と誤診されたため、適切な治療が2か月以上遅延したと報告している。癌は実質の瘢痕に発生しやすく、^{5,21,22} また非結核性病変よりも肺結核の後に多く発生することを観察した研究者もいる。^{23,24}

結節影又は線維状影のいずれについても、それが小さく、増殖が緩慢であっても、あるいは比較的短期間にはX線写真上で全く増殖しないように見えても、証明されるまではこれが悪性新生物である可能性を常に考慮しなければならない。他の方法がすべて期待にそむいた場合でも、病変の病因を調べるために最終的には胸壁切開手術まで行うべきである。

正面X線検査に比べて正面ステレオX線検査では、わずかに高い放射線量を用いるが、これは、このような危険度の高い集団を監視するためには許容できる範囲である。正面及び側方向胸部X線検査による肺組織への線量は16mradであり、正面ステレオ及び側方向X線撮影では21mradであった。²⁵ 20年間に及ぶ2年ごとの胸部X線検査による累積表面線量は、約0.2radであった。ICRP²⁶及びUNSCEAR²⁷の報告によれば、この程度の被曝線量で肺癌が発生する確率は 4×10^{-6} であり、日本の肺癌発生率 (250×10^{-6}) に遠く及ばない。^{28,29}

In conclusion, this study showed that, although the radiographic detection rate of lung cancer in AHS subjects was relatively high,² the detection rate might have been further improved by greater scrutiny of radiographs. The procedures which proved most useful in screening included the reading of films immediately following processing, the comparison of previous with current radiographs during film interpretation, and especially, the use of PA stereoscopic and lateral chest radiography.

結論として、AHS 対象者における肺癌検出率は比較的高いが、² X線写真をもっと綿密に読影することにより、これを更に高くすることができたかもしれないということが今回の研究で示された。スクリーニングに最も有効であることが判明した方法として、現像直後すぐにフィルムを読影すること、フィルムの解釈には過去及び現在のX線写真の比較を行うこと、そして特に、正面ステレオと側方向胸部X線写真の検査を併用することが挙げられる。

REFERENCES

参考文献

1. BELSKY JL, TACHIKAWA K, JABLON S: The health of atomic bomb survivors: A decade of examinations in a fixed population. *Yale J Biol Med* 46:284-96, 1973 (ABCC TR 9-71)
2. HAYABUCHI N, RUSSELL WJ, MURAKAMI J, NISHITANI H: Screening for lung cancer in a fixed population by biennial chest radiography. *Radiology* 148:369-73, 1983 (RERF TR 15-81)
3. COLLINS VP, LOEFFLER RK, TIVEY H: Observations on growth rates of human tumors. *AJR* 76:988-1000, 1956
4. HAYABUCHI N, RUSSELL WJ, MURAKAMI J: Slow-growing lung cancer in a fixed population sample; radiologic assessments. *Cancer* 52:1098-104, 1983 (RERF TR 16-81)
5. RIGLER LG: An overview of cancer of the lung. *Semin Roentgenol* 12:161-4, 1977
6. GOLDMEIER E: Limits of visibility of bronchogenic carcinoma. *Am Rev Respir Dis* 91:232-9, 1965
7. ARAI T, SHIOBARA J, SHIOZAWA M, IWAI K: Discussion on the problems of early detection of peripheral lung cancer from the standpoint of the growth rate and the size of the tumor at detection. *Haigan-Lung Cancer* 16:7-13, 1976
8. WEISS W, BOUCOT K: The Philadelphia pulmonary neoplasm research project. Early roentgenographic appearance of bronchogenic carcinoma. *Arch Intern Med* 134:306-11, 1974
9. STITIK FP, TOCKMAN MS: Radiographic screening in the early detection of lung cancer. *Radiol Clin North Am* 16:347-66, 1978
10. BERKSON J, GOOD CA, CARR DT, BRUWER AJ: Identification of "positives" in roentgenographic readings. *Am Rev Respir Dis* 81:660-5, 1960
11. KELSEY CA, MOSELEY RD Jr, METTLER FA Jr, BRISCOE DE: Cost-effectiveness of stereoscopic radiographs in detection of lung nodules. *Radiology* 142:611-3, 1982
12. BOUCOT KR, WEISS W: Is curable lung cancer detected by semiannual screening? *JAMA* 224:1361-5, 1973
13. FORREST JV, SAGEL SS: The lateral radiograph for early diagnosis of lung cancer. *Radiology* 131:309-10, 1979

14. VIX VA, KLATTE EC: The lateral chest radiograph in the diagnosis of hilar and mediastinal masses. *Radiology* 96:307-16, 1970
15. CURRY RW, HARDING PC: Is the lateral chest roentgenogram worthwhile? In *A collection of the papers presented at the Annual Meeting of the Rocky Mountain Radiological Society, August 1967*. Ed by Fabrikant JI, Donner MW. pp 7-9
16. CIHAK RW, ISHIMARU T, STEER A, YAMADA A: Lung cancer at autopsy in A-bomb survivors and controls, Hiroshima and Nagasaki, 1961-1970: 1. Autopsy findings and relation to radiation. *Cancer* 33:1580-8, 1974 (ABCC TR 32-72)
17. TANAKA A: A survey on persons registered as tuberculosis, 1978. *Kekkaku-Bull Jpn Soc Tuberc* 54:513-4, 1979
18. HERSHFELD ES: Tuberculosis in the world. *Chest (Supplement)* 76:805-11, 1979
19. TAZAKI Y, TOMINAGA J, FURUKAWA K, INADA Y, SATO M, GOMI M, TAYA F: Differential diagnosis of lung cancer. *Jpn Med J (Nippon Iji Shinpo)* 1947:3-12, 1961
20. TSUTSUI D, IWAMI T, FUKUSHIMA K, MORIOKA S: Retrospective analysis of misinterpreted lung cancer cases. *Kochi Shimin Byoin Kiyo-Ann Kochi City Hosp* 4:31-5, 1978
21. SPENCER H: Carcinoma of the lung: Lung scar cancer. In *Pathology of the Lung*. New York, MacMillan, 1962. pp645-51
22. YOKOO H, SUCKOW EE: Peripheral lung cancers arising in scars. *Cancer* 14:1205-15, 1961
23. CAMPBELL RE, HUGHES FA Jr: The development of bronchogenic carcinoma in patients with pulmonary tuberculosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 40:98-101, 1960
24. NAKATA H, MATSUURA K, RUSSELL WJ: Roentgenologic observations of lung carcinoma in the ABCC-JNIH Adult Health Study, 1950-1968, Hiroshima-Nagasaki. *Radiology* 95:623-7, 1970 (ABCC TR 11-69)
25. ANTOKU S, RUSSELL WJ: Unpublished Data
26. Annals of the ICRP, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 1977. Oxford, New York, Frankfurt, Pergamon Press: (ICRP Publication 26)
27. Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1977 Report to the general assembly. Annex G. New York, United Nations. 1977
28. HISAMICHI S: Current issues and future prospects of gastric mass survey. *Gan No Rinsho* 30:581-7, 1984
29. Ministry of Health and Welfare: Population Statistics, 1980. p57