

MANIFESTATIONS OF AGING ON SERIAL CHEST RADIOGRAPHY:
A LONGITUDINAL INVESTIGATION

胸部 X 線写真所見の加齢変化：縦断的検討

FUTOSHI MIHARA, M.D. 三原 太

TATSURO FUKUYA, M.D. 福谷龍郎

HAJIME NAKATA, M.D., D.M.Sc. 中田 肇

SHOICHI MIZUNO, Ph.D. 水野正一

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

YUTAKA HOSODA, M.D., D.M.Sc. 細田 裕



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

The authors express their thanks to Stuart C. Finch, M.D., Donald A. Pierce, Ph.D., Hiromu Nishitani, M.D., D.M.Sc., Hideo Onitsuka, M.D., and Takesumi Yoshimura, M.D. for their helpful advice. They thank the staff of the RERF Computer Center for their technical assistance. They are indebted to Mmes. Setsuko Nakamura and Grace Masumoto for their assistance in preparing the manuscript, and greatly appreciate the help of Mr. Shigeru Yokogi in retrieving radiographs from files for review. A grant-in-aid provided by the J. Morita Corporation greatly facilitated the completion of this report.

有益な御助言をいただいた Stuart C. Finch 博士, Donald A. Pierce 博士, 西谷 弘博士, 鬼塚英雄博士, 吉村健清博士に感謝する。また技術的援助をいただいた放影研コンピューターセンターの各位に謝意を表す。原稿作成に御助力いただいた中村節子, 舛本幸江の両氏に、そして、再検討のためX線写真をファイルから検索してくださった横木 茂氏に感謝する。J. Morita Co. からの補助金が本報完成に寄与した。

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をもって運営されている。

MANIFESTATIONS OF AGING ON SERIAL CHEST RADIOGRAPHY: A LONGITUDINAL INVESTIGATION

胸部 X 線写真所見の加齢変化: 縦断的検討

FUTOSHI MIHARA, M.D. (三原 太)¹; TATSURO FUKUYA, M.D. (福谷龍郎)¹;
 HAJIME NAKATA, M.D., D.M.Sc. (中田 肇)*; SHOICHI MIZUNO, Ph.D. (水野正一)²;
 WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.³; YUTAKA HOSODA, M.D., D.M.Sc. (細田 裕)⁴

Departments of Clinical Studies⁴ (Division of Radiology¹), Statistics² and Research Consultant³

臨床研究部⁴ 放射線科¹, 統計部² 及び研究顧問³

SUMMARY

To ascertain serial changes on chest radiography attributable to aging, 16 parameters for cardiovascular and pulmonary structures were assessed at each of three posteroanterior and lateral chest radiographies; i.e., during clinical examinations 18.5 years previously, 10 years previously, and currently. The subjects consisted of 51 men and 149 women, all of whom were carefully screened healthy adults who ranged in age from 41 to 82 years at the latest examination. Four pulmonary parenchymal findings were also observed and evaluated and their prevalences were determined. In both sexes, the transverse cardiac diameter, transverse thoracic diameter, cardi thoracic ratio, aortic arch transverse diameter, thoracic aorta tortuosity, transverse and sagittal diameters of the trachea, transverse diameters of the right and left mainstem bronchi, and the anteroposterior diameter of the lung increased significantly from the initial to the final examination. In women, right lung height and right pulmonary artery width increased, and the tracheal bifurcation angle decreased—all significantly. The most marked interval change with age was an increase in aortic arch diameter, from an initial 28.0 to a final 32.6 mm in men, and from an initial 27.6 to a final 31.6 mm in women. The aortic arch diameters increased with age in 96% of the men

要 約

加齢により胸部 X 線写真に生じる変化を検討するために、18.5年前、10年前及び最終検査時の3組の胸部 X 線写真背腹及び側面像を使用して、心臓大血管、肺の構造物の大きさなど16項目を測定した。対象者は最終検査時年齢が41歳から82歳の注意深く選択された男性51人、女性149人の正常な成人である。また4項目の肺実質の所見についても評価を行い、その有所見率を求めた。測定項目のうち初回と最終検査時の間で、男女とも心横径、肺左右径、心臓・胸郭比、大動脈弓横径、胸部大動脈蛇行度、気管左右径、気管前後径、左右主気管支径及び肺の前後径が加齢とともに有意な増加を示した。女性では、更に上記の項目に加えて右肺上下径、右葉間動脈が有意な増加を示し、気管分岐角度が有意な減少を示した。最も著しい加齢変化を示したのは大動脈弓横径で、男性では初回の28.0mmから最終回の32.6mmに増大し、女性では初回の27.6mmから最終回の31.6mmに増大した。加齢による大動脈弓横径の増大は男性の96%、女性の90%に認められた。本調

* RERF Consultant and Department of Radiology, University of Occupational and Environmental Health, School of Medicine

放影研顧問及び産業医科大学放射線科学教室

and 90% of the women. These aging parameters which were detected in this study did not show any significant differences by radiation dose categories for either sex.

Initially, 13%, and finally 27%, of subjects had at least one of the four selected pulmonary parenchymal manifestations. Their prevalence did not differ significantly between smokers and nonsmokers.

INTRODUCTION

The serial changes imaged by chest radiography and caused by normal aging should be recognized, and radiologists should utilize them in making appropriate evaluations of examinees.¹

Among several reported studies of the normal aging process consisting of reviews of chest radiographs, most were cross-sectional rather than longitudinal.²⁻⁴ Cross-sectional studies are more commonly performed because they involve less time and money. However, cross-sectional observations and results derived from mean values may not reflect the true aging process in individual subjects. Longitudinal studies seem to be more informative and more valuable.⁵ Furthermore, except for the study of Ensor et al,⁴ in which 67 men were followed for 16.9 years, those other investigations did not exclude latent diseases by means of extensive clinical evaluations. Many of the earlier observations involved only transverse measurements of hearts and lungs and cardiothoracic ratios (CTR), without systematic evaluations using multiple parameters on chest radiographs. Ensor et al⁴ observed 40 parameters and found significant increases with age in the transverse cardiac and thoracic diameters, CTR, and aortic knob diameters. Other parameters were not described, and no radiographs of women were reviewed. The present study consisted of a systemic evaluation of 16 parameters on chest radiography to ascertain any changes with age for 200 clinically normal men and women. The follow-up period spanned 18.5 years.

MATERIALS AND METHODS

The Adult Health Study (AHS) conducted by RERF, formerly ABCC, consists of a sample originally numbering 20,000 persons drawn at random from the A-bomb exposed and nonexposed members of the Hiroshima and Nagasaki populations.⁶ There is a preponderance of women in the AHS by nearly 2:1. Biennially, all AHS subjects receive physical

查で判明した加齢項目は、男女とも放射線量群別には有意な差異を認めなかった。

肺実質の所見については、4項目のうち1項目以上の所見を示した者の率が初回の13%から最終回の27%に増加した。これらの所見の率は喫煙群と非喫煙群で違いを認めなかった。

緒言

通常に加齢に起因して、胸部X線写真に描出される連続的な変化を識別することは必要なことである。そして放射線科医はそれらを利用して、被験者の適切な評価を行わなければならない。¹

胸部X線写真を用いて通常に加齢過程を研究した成績が発表されているが、その大部分は縦断的ではなく横断的な研究である。²⁻⁴ 横断的研究が多く行われているのは、所要時間と経費が少なく済むためである。しかし、平均値から得られる横断的観察結果は、個々の対象者の真の加齢過程を反映していない可能性がある。そのため、縦断的研究がより有益で貴重であると思われる。⁵ 更に、67人の男性を16.9年間にわたり経過観察した Ensor ら⁴ の研究を除くと、入念な臨床検査を行って潜在性疾患を除外した研究は、他にはない。これまでの調査の多くは多数の項目について胸部X線写真を系統的に評価するというのではなく、心横径、肺左右径、心臓・胸部比(CTR)を測定してただけであった。Ensor ら⁴ は40項目について観察し、心横径、肺左右径、CTR、大動脈弓横径が、加齢に伴い有意に増大することを認めた。他項目については説明がなく、女性のX線写真は検討されていなかった。本研究では臨床的に健常な200人の男女において、16項目について胸部X線写真を系統的に評価し、加齢に伴う変化について検討した。追跡期間は18.5年に及んだ。

材料及び方法

ABCC-放影研で行われてきた成人健康調査(AHS)は、広島・長崎の原爆被爆者及び非被爆者から無作為に抽出された集団を対象としている。その対象者数は当初2万人であった。⁶ AHS対象者は女性の方が多く、ほぼ2対1の比率となっている。AHS対象者

and laboratory examinations and any other diagnostic studies which are clinically indicated. They routinely receive chest radiography with 14 × 17 inch posteroanterior (PA) stereoscopic and lateral projections. All chest radiographs are exposed at about 100 kVp and 5 mAs using a focus-film distance of 1.83 m.

The present study, conducted from December 1985 to August 1986, involved reviews of 1) the oldest available radiographs made more than 10 years previously, 2) radiographs made 10 years previously, and 3) radiographs made during the current clinical evaluations, of 200 AHS participants. The subjects were clinically normal and, at most, had only minimal or clinically insignificant abnormalities. For selection, each subject met the following criteria at each RERF visit:

1. Absence of systemic disease based on history and physical examination, and routine laboratory tests, including complete blood count, serum chemistry, and urinalysis.
2. Normal resting electrocardiogram.
3. No prescribed medications for cardiovascular or pulmonary abnormalities.
4. Blood pressure less than 140/90 mmHg.

During the study period, 593 men and 1,094 women underwent chest radiography, and 51 men and 149 women met the above criteria.

On their chest radiographs, 16 different parameters (Figure 1) were assessed:

- A) transverse cardiac diameter, as the sum of the greatest transverse projections of the heart to the right and left of midline;
- B) transverse thoracic diameter, between the inner margins of the ribs at the level of the top of the dome of the right hemidiaphragm;
- C) aortic arch transverse diameter, from the left tracheal border to the left lateral margin of the aorta;
- D) thoracic aorta tortuosity, as the deviation of the thoracic aorta from a baseline between the left lateral margin of the aortic arch and the intersection of the left margin of the thoracic aorta and the diaphragm;
- E) right interlobar artery transverse diameter, immediately prior to its bifurcation;

は2年ごとに、理学的検査、臨床検査、その他の臨床的に必要な診断のための検査を受ける。そして定例的に、14×17インチの立体背腹方向(PA)及び側面方向の胸部X線写真撮影を受ける。胸部X線写真はすべて、焦点-フィルム間距離が1.83 m、約100 kVp、5 mAsの条件で撮影される。

1985年12月から1986年8月まで行われた本研究では、200人のAHS対象者の1)入手できる最も古いX線写真で10年よりも前に撮影されたもの、2)10年前に撮影されたX線写真、3)今回の臨床検査期間中に撮影されたX線写真を検討した。対象者は臨床的に健常であり、悪くても、ごく軽微な臨床的に全く問題にならない程度の異常があるだけであった。対象者としては、放影研への各来所時に以下の基準に合致した者を選んだ。

1. 既往歴、理学的検査、そして全血球数算定、血液生化学検査、尿検査をはじめとする通常の臨床検査により、全身性疾患がないと判断されること
2. 安静時心電図が正常であること
3. 心臓血管や肺の異常のための治療は受けていないこと
4. 血圧が140/90 mm Hg未満であること

調査期間中、男性593人、女性1,094人が胸部X線写真撮影を受けたが、上記の基準に合った者は男性51人、女性149人であった。

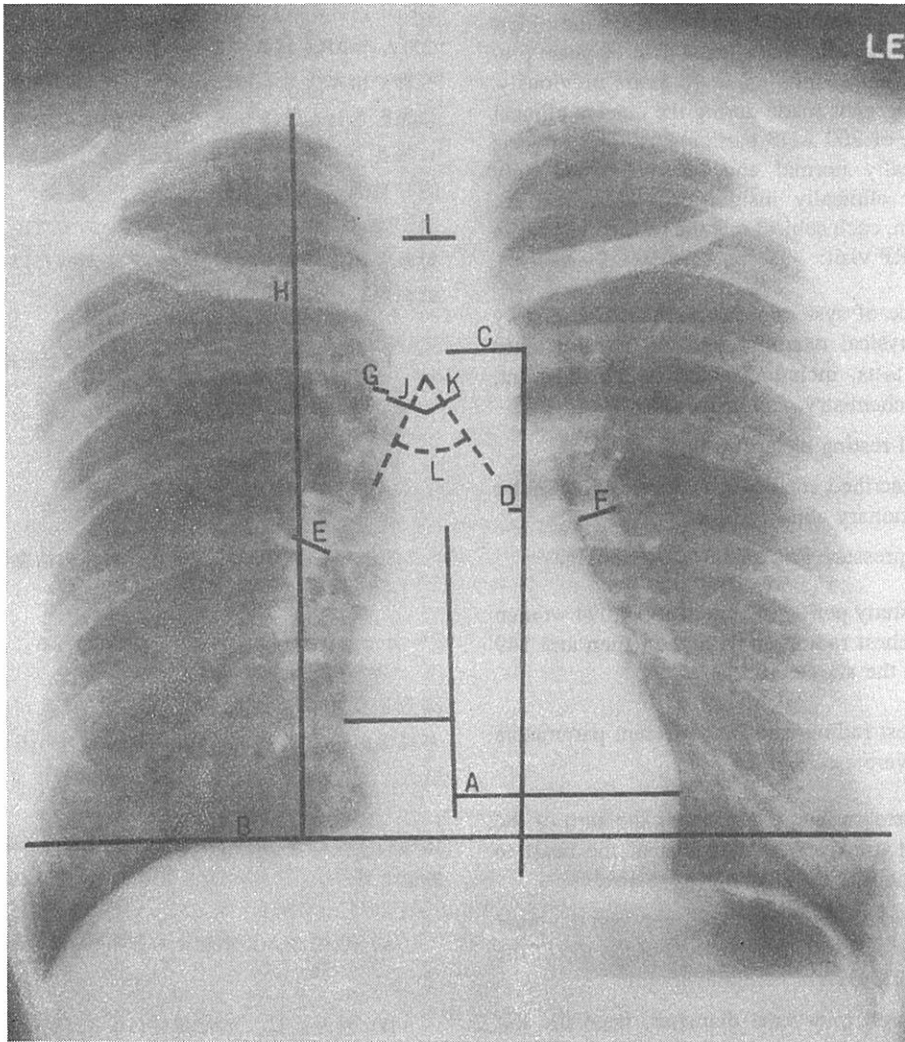
16項目(図1)について、対象者の胸部X線写真を評価した。

- A) 心横径、正中線から左右への心臓の最大径の和
- B) 肺左右径、右横隔膜のドームの最頂部位置における肋骨内側縁間の距離
- C) 大動脈弓横径、気管支左側縁との境界から大動脈左側縁までの距離
- D) 胸部大動脈蛇行度、大動脈弓左側縁から胸部大動脈左縁と横隔膜との交点までにひいた基準線からの、胸部大動脈の変位
- E) 右葉間動脈横径、分岐直前の径

FIGURE 1 OBSERVATION POINTS FOR MEASUREMENTS MADE ON CHEST RADIOGRAPHS

図1 胸部X線写真上で測定された観察点の位置

(a)

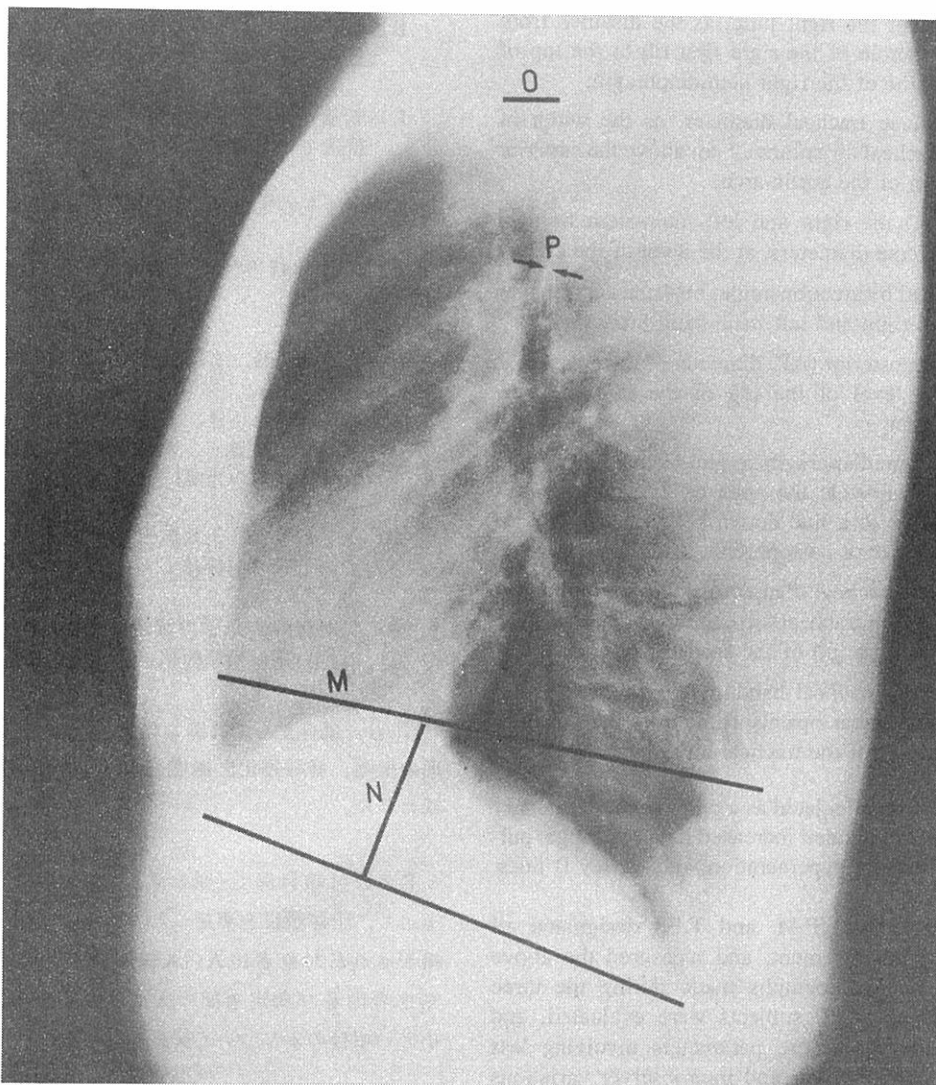


Measurement methods are described in the text.

測定方法は本文に記述.

FIGURE 1 1

(b)



- F) left pulmonary artery transverse diameter, immediately below the left upper lobe bronchus;
- G) azygos vein transverse diameter, at the right tracheobronchial angle;
- H) height of the right lung, as the distance from the tubercle of the right first rib to the top of the dome of the right hemidiaphragm;
- I) transverse tracheal diameter, as the width of the tracheal air column 2 cm above the superior margin of the aortic arch;
- J) and K) the right and left main-stem bronchi transverse diameters, at the level of the carina;
- L) tracheal bifurcation angle, between central axes of the right and left main-stem bronchi;
- M) anteroposterior (AP) diameter of the right lung, at the level of the top of the right hemidiaphragm;
- N) right hemidiaphragm height, from a line normal to the curve at the apex of the right hemidiaphragm to a line drawn between the anterior and posterior costophrenic sulci;
- O) sagittal tracheal diameter, as the sagittal diameter of the tracheal air column 2 cm above the superior margin of the aortic arch; and
- P) posterior tracheal band, as the width of a thin vertical linear opacity formed by the posterior boundary of the tracheal air column.

- F) 左肺動脈横径，左上葉気管支の直下位置での径
- G) 奇静脈横径，右気管気管支角における径
- H) 右肺上下径，右第一肋骨の結節から右横隔膜のドームの最頂部までの距離
- I) 気管左右径，大動脈弓上縁の2 cm上方の位置での気管の幅
- J)とK) 左右主気管支横径，分岐部位置での径
- L) 気管分岐角度，左右主気管支中央軸間の角度
- M) 右肺前後径，右横隔膜最頂部位置での径
- N) 右横隔膜上下径，右横隔膜最頂部位置での曲線との接線と，前後の肋骨横隔膜溝間の直線との間の距離
- O) 気管前後径，大動脈弓上縁の2 cm上方位置での気管の前後径
- P) 気管後帯，気管の背側の境界面に形成される細い垂直の直線状の陰影部の幅

CTR も一項目として計算した。肺については、肺紋理の増強、肺線維化、過透亮像、Kerley B lines を観察した。

2名の放射線科医(三原と福谷)が計測点をすべて指定し、上記項目を測定した。前述の3回の検査で撮影された対象者10人のX線写真を評価し、同一測定者内及び測定者間の測定値の変動が5%より小さい項目のみについて解析を行った。

各受診時に、身長、体重、及び心収縮期と心拡張期の血圧を測定した。

初回と最終回の測定値を個人別に対応させ、各検査値についてt検定を行い、縦断的経時変化を統計的に解析した。1986年線量推定方式(DS86)⁷を用いて、放射線線量による影響を推定し、統計的有意性を評価した。データは平均±標準偏差(M±SD)として示した。

The CTR was calculated as a parameter. Pulmonary observations included increased lung markings, pulmonary fibrosis, hyperaeration, and Kerley B lines.

Two radiologists (F.M. and T.F.) designated all points for measurement, and measured the above parameters. Radiographs made during the three examinations of 10 subjects were evaluated, and measurements of those parameters involving less than 5% intraobserver and interobserver variations were analyzed.

Body height, body weight, and systolic and diastolic blood pressures were observed at each clinic visit.

Longitudinal interval changes were statistically analyzed using the paired t-test for the initial and final measurements. Radiation dose effects were estimated and statistical significances were evaluated using the Dosimetry System 1986 (DS86).⁷ The data were expressed as means, plus or minus standard deviations (M ± SD).

RESULTS

The subjects' mean age at the initial examinations by sex is shown in Table 1. Most were in their 20s to 40s, and their ages ranged from 19 to 64 years at the initial examinations. Follow-up periods were 18.7 years for men, and 18.4 years for women. Distribution of subjects' A-bomb doses using DS86 is shown in the Appendix.

The mean measurements of body heights, body weights, systolic and diastolic blood pressures at the initial examinations, and their changes during the follow-up period by sex are shown in Table 2. Twenty-four of the 200 subjects had pulmonary function tests; 23 had %VC greater than 80% and the other had 78%, which are nearly normal. Twenty-two subjects had FEV_{1.0%} greater than 70%; and those of the other two had 66%, which are essentially normal.

For measurements of the left pulmonary artery, azygos vein, right hemidiaphragm height, and posterior tracheal band, the intraobserver or interobserver variations were more than 5%, so they were omitted from the analysis. Regarding other parameters, Tables 3a and 3b show the mean measurements at the initial examinations and their subsequent changes by sex during the follow-up period. The change rate per year between the initial and second examinations and that between the second and final examinations did not differ in any of the parameters and no acceleration by age was observed, so the second measurements were omitted from the tables. Several observation points which could not be precisely measured on some radiographs were omitted from the analysis. All parameters showed significant longitudinal changes except for the height of the right lung, the right interlobar artery, and the tracheal bifurcation angle in men.

Because of a very strong correlation with aging, and due to practical importance, especially in the elderly relative to cause of death,¹ further longitudinal changes in the transverse cardiac diameters, CTRs, and aortic arch transverse diameters were additionally evaluated according to birth year groups (Tables 4a and 4b). Significant longitudinal increases in these three parameters occurred in all groups in both sexes except for the CTRs in the youngest male group (Figures 2-4). For men and women, the transverse cardiac diameter increased in 77% and 68%, the CTR increased by 0.01 in 63% and 63%,

結果

初回検査時の対象者の性別平均年齢の分布を表1に示した。初回検査時には、大部分が20代から40代であり、年齢分布は19歳～64歳であった。追跡期間は男性18.7年、女性18.4年であった。対象者のDS86に基づく被曝線量別の分布を付録に示した。

初回検査時の身長、体重、心収縮期、拡張期血圧の測定値の平均、及び、追跡期間内のそれらの変化について性別に表2に示した。対象者200人中、24人が肺機能検査を受け、%VCが23人で80%より大きく、残りは78%であった。これらの検査結果は、ほぼ正常である。FEV_{1.0%}は22人が70%より大きく他の2人は66%であり、これらの結果も、ほぼ正常である。

左肺動脈、奇静脈、右横隔膜上下径、気管後帯の測定値については、同一測定者内変動もしくは測定者間変動が5%を越えたため、解析から除外した。他の項目に関しては、初回検査時の測定平均値とその後の追跡期間内における変化とを、性別に表3a、3bに示した。初回から2回目の検査までの間の1年間当たりの変化率と2回目から最終回の検査までの間の変化率は、各項目において差は検出されず、また加齢に伴う変化率の増加も認められなかったため、2回目の測定値は表に示していない。X線写真上で正確に測定できない場合があった幾つかの観察値は、解析から除外した。男性における右肺上下径、右葉間動脈横径、気管分岐角度を除く全項目が、有意な縦断的变化を示した。

心横径、CTR、大動脈弓横径は加齢と極めて強い相関関係があるため、また特に高齢者においては死因との関連において実際に重要であるため、¹出生年群別に更に詳しく縦断的变化について調べた(表4a、4b)。男性の最年少群のCTRを除いて、男女共、全年齢群においてこれら3項目に有意な縦断的増加が起こっていた(図2～4)。男性、女性において各々、心横径の増大した者が77%と68%、CTRが0.01以上増加した者が両者共63%、大動脈弓横径が増大した

and the aortic arch transverse diameter increased in 96% and 90%, respectively.

者が96%と90%いた。

As for radiation dose, no significant effects were confirmed relative to the aging parameters observed in this study.

放射線線量に関しては、本研究で観察した加齢項目については有意な影響は認められなかった。

TABLE 1 DISTRIBUTION OF SUBJECTS' MEAN AGES AT INITIAL EXAMINATION BY SEX

表1 初回検査時の対象者の平均年齢の分布, 性別

Age Category at Final Examination ^a (Years)	Number		Mean Age at Initial Examination ^b		Mean Follow-up (Years)	
	M	F	M	F	M	F
40-49	14	33	24.8	27.9	19.3	18.1
50-59	27	72	38.2	37.1	18.0	18.5
60+	10	44	49.6	45.1	19.4	18.6
Total	51	149	36.7	37.4	18.7	18.4

Subjects are Hiroshima AHS sample.

対象者は広島のアHS対象者。

^aFinal examinations were conducted from 1985 to 1986.

最終検査は1985～86年に行われた。

^bInitial examinations were conducted from 1964 to 1968.

初回検査は1964～68年に行われた。

TABLE 2 PHYSICAL MEASUREMENTS AT INITIAL EXAMINATIONS AND SUBSEQUENT CHANGES BY SEX

表2 初回検査時の身体測定値とその後の変化, 性別

Item	Male		Female	
	Initial	Change ^a	Initial	Change
Body Height (cm)	162.3 ± 5.2 ^b	-0.09 ± 1.01	152.3 ± 5.6	-0.62 ± 0.94
Body Weight (kg)	53.0 ± 5.5	4.1 ± 5.4	49.0 ± 7.5	1.9 ± 4.9
Systolic BP (mmHg)	111 ± 9.0	10.0 ± 10.3	107 ± 10.0	10.6 ± 12.5
Diastolic BP (mmHg)	71 ± 9.0	8.4 ± 9.4	68 ± 8.9	7.8 ± 9.7

^aDifference between initial (1964-68) and final (1985-86) examinations.

初回検査(1964～68年)と最終検査(1985～86年)の測定値の差。

^bNumbers indicate mean ± 1 standard deviation. BP=blood pressure.

数値は平均 ± 1標準偏差を示す。BPは血圧を示す。

TABLE 3a CHEST X-RAY MEASUREMENTS AT INITIAL EXAMINATIONS AND
SUBSEQUENT CHANGES, MALE

表 3 a 初回検査時の胸部 X 線写真の測定値とその後の変化, 男性

Parameter	Initial	Change ^a	t-value
Transverse Cardiac Diameter (cm)	11.8 ± 1.0 ^b	0.70 ± 0.68	7.32***
Transverse Thoracic Diameter (cm)	27.9 ± 1.5	0.54 ± 1.07	3.61**
Aortic Arch Transverse Diameter (mm)	28.0 ± 0.4	4.55 ± 2.30	14.12***
Thoracic Aorta Tortuosity (mm) ^c	-3.2 ± 3.3	2.90 ± 4.19	4.95***
Right Interlobar Artery (mm)	13.1 ± 1.4	0.33 ± 1.18	1.88
Height of Right Lung (cm)	23.0 ± 1.5	0.15 ± 1.06	1.00
Transverse Tracheal Diameter (mm)	16.9 ± 1.8	0.44 ± 1.05	2.96*
Right Main-stem Bronchus (mm)	13.0 ± 1.0	0.47 ± 1.26	2.61*
Left Main-stem Bronchus (mm)	12.3 ± 0.9	0.33 ± 0.97	2.37*
Tracheal Bifurcation Angle (°)	58.8 ± 4.7	-1.04 ± 5.05	-1.46
AP Diameter of Right Lung (cm)	17.5 ± 1.2	0.85 ± 0.76	7.99***
Sagittal Tracheal Diameter (mm)	19.5 ± 1.8	0.67 ± 1.02	4.37***
Cardiothoracic Ratio	0.43 ± 0.03	0.02 ± 0.02	4.99***

^aDifference between initial (1964-68) and final (1985-86) examinations.

初回検査 (1964~68年) と最終検査 (1985~86年) の測定値の差。

^bNumbers indicate mean ± 1 standard deviation.

数値は平均 ± 1 標準偏差を示す。

^cMinus means the deviation to the right from the baseline; plus means that to the left.

マイナスは基準線から右への変位, プラスは左への変位を意味する。

AP=anteroposterior. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

腹背。

TABLE 3b CHEST X-RAY MEASUREMENTS AT INITIAL EXAMINATIONS AND
SUBSEQUENT CHANGES, FEMALE

表 3 b 初回検査時の胸部 X 線写真の測定値とその後の変化, 女性

Parameter	Initial	Change ^a	t-value
Transverse Cardiac Diameter (cm)	11.2 ± 1.0 ^b	0.56 ± 0.71	9.63***
Transverse Thoracic Diameter (cm)	25.5 ± 1.6	0.16 ± 0.82	2.36*
Aortic Arch Transverse Diameter (mm)	27.6 ± 3.2	4.01 ± 2.66	18.39***
Thoracic Aorta Tortuosity (mm) ^c	-2.6 ± 3.7	2.05 ± 4.69	5.31***
Right Interlobar Artery (mm)	12.2 ± 1.5	0.27 ± 1.29	2.46*
Height of Right Lung (cm)	20.8 ± 1.6	0.36 ± 1.12	3.86***
Transverse Tracheal Diameter (mm)	14.8 ± 1.4	0.50 ± 1.00	6.00***
Right Main-stem Bronchus (mm)	11.6 ± 1.1	0.40 ± 1.23	3.92***
Left Main-stem Bronchus (mm)	11.0 ± 1.2	0.48 ± 1.14	5.04***
Tracheal Bifurcation Angle (°)	62.3 ± 5.0	-2.34 ± 4.06	-6.13***
AP Diameter of Right Lung (cm)	16.2 ± 1.2	0.53 ± 0.71	8.99***
Sagittal Tracheal Diameter (mm)	15.2 ± 1.6	0.64 ± 1.07	6.77***
Cardiothoracic Ratio	0.44 ± 0.03	0.02 ± 0.03	8.57***

See footnote in Table 3a.

表 3 a の脚注参照。

TABLE 4a MEAN AGE AND MEAN LONGITUDINAL MEASUREMENTS AT INITIAL AND FINAL EXAMINATIONS BY BIRTH YEAR, MALE

表 4 a 出生年別の初回検査時と最終検査時の平均年齢と縦断的測定値の平均, 男性

Parameter	Birth Year		
	1937-1945	1927-1936	-1926
Age (year)			
Initial ^a	24.8	38.2	49.6
Final ^b	44.1	56.2	69.0
Transverse Cardiac Diameter (cm)			
Initial	11.3±1.1 ^d	12.0±1.0	11.9±1.0
Change ^c	0.89±0.63	0.61±0.71	0.65±0.67
t-value (Paired)	5.34***	4.46***	3.07***
Cardiothoracic Ratio			
Initial	0.416±0.029	0.425±0.036	0.427±0.030
Change	0.013±0.027	0.016±0.021	0.023±0.026
t-value (Paired)	1.78	3.91***	2.81**
Aortic Arch Transverse Diameter (mm)			
Initial	25.9±2.8	28.2±2.8	30.6±4.0
Change	4.2±2.5	4.5±2.3	5.2±2.1
t-value (Paired)	6.26***	10.23***	7.65***

^aInitial examinations conducted from 1964 to 1968. 初回検査は1964～68年に行われた。^bFinal examinations conducted from 1985 to 1986. 最終検査は1985～86年に行われた。^cDifference between initial and final examinations. 初回検査時と最終検査時の測定値の差。^dNumbers indicate mean ±1 standard deviation. 数値は平均±1標準偏差を示す。

p<0.01, *p<0.001

TABLE 4b MEAN AGE AND MEAN LONGITUDINAL MEASUREMENTS AT INITIAL AND FINAL EXAMINATIONS BY BIRTH YEAR, FEMALE

表 4 b 出生年別の初回検査時と最終検査時の平均年齢と縦断的測定値の平均, 女性

Parameter	Birth Year		
	1937-1945	1927-1936	-1926
Age (year)			
Initial ^a	27.9	37.1	45.1
Final ^b	46.0	55.6	63.7
Transverse Cardiac Diameter (cm)			
Initial	10.9±0.8 ^d	11.2±0.9	11.5±1.1
Change ^c	0.61±0.74	0.62±0.67	0.44±0.76
t-value (Paired)	4.72***	7.76***	3.89***
Cardiothoracic Ratio			
Initial	0.426±0.029	0.437±0.033	0.456±0.034
Change	0.016±0.028	0.022±0.027	0.017±0.029
t-value (Paired)	3.29**	7.10***	3.95***
Aortic Arch Transverse Diameter (mm)			
Initial	25.8±2.8	27.4±3.1	29.2±2.9
Change	3.3±2.7	4.0±2.3	4.5±3.1
t-value (Paired)	7.03***	14.92***	9.63***

See footnote in Table 4a.

表 4 a の脚注参照。

FIGURE 2 TRANSVERSE CARDIAC DIAMETER BY SEX AND BIRTH YEAR COHORT

図2 性別、出生年群別の心横径

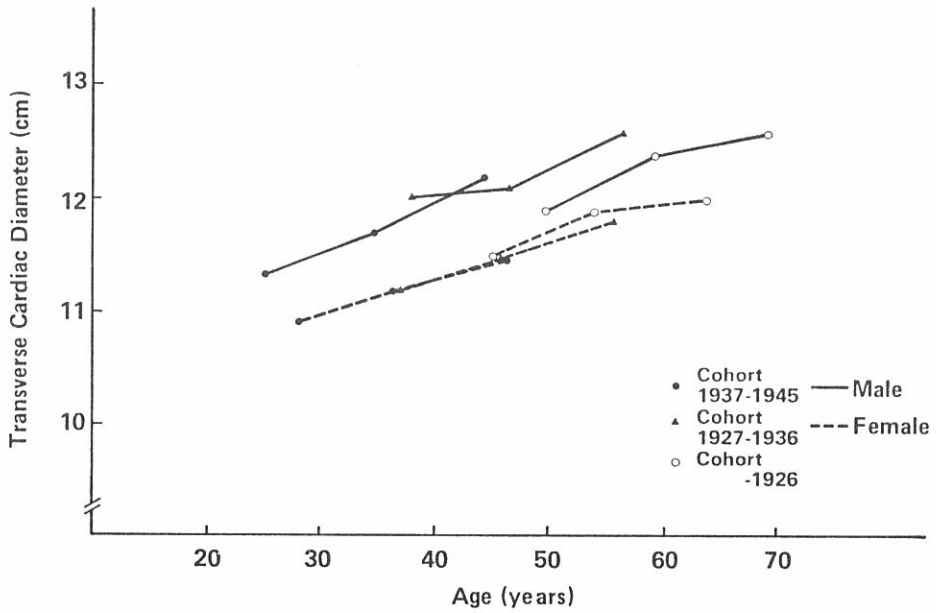


FIGURE 3 CARDIOTHORACIC RATIO BY SEX AND BIRTH YEAR COHORT

図3 性別、出生年群別の心臓・胸部比

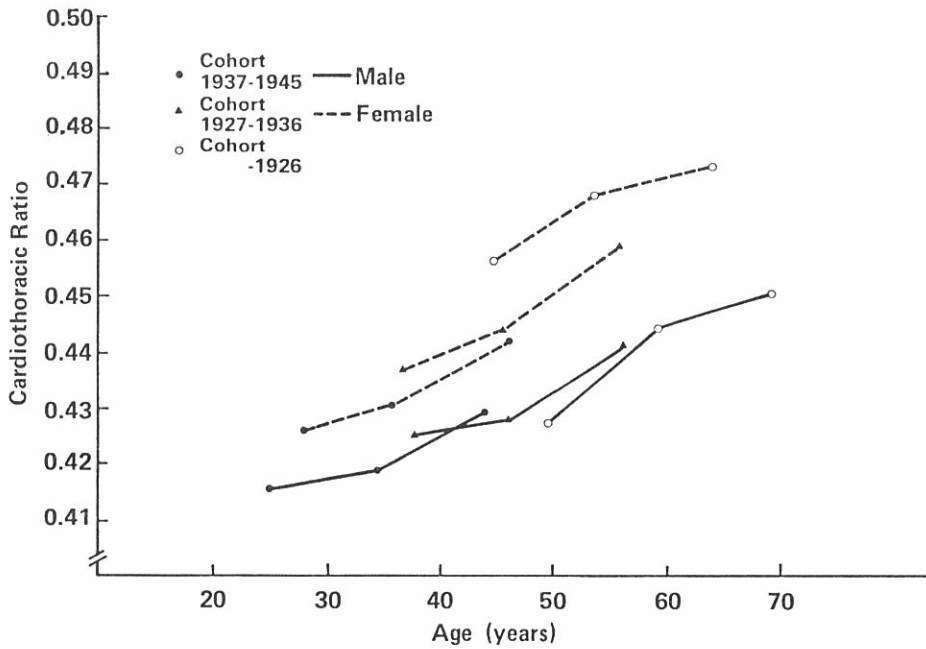
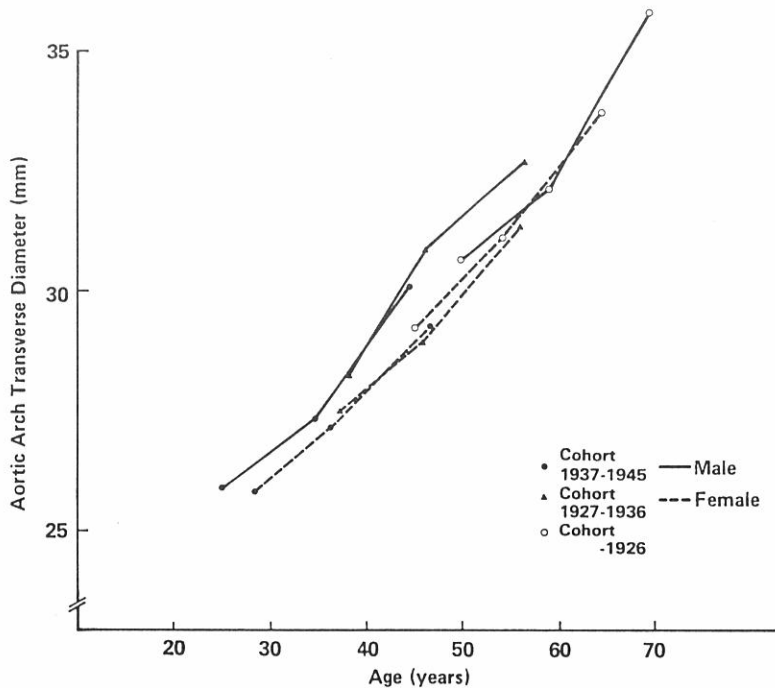


FIGURE 4 AORTIC ARCH TRANSVERSE DIAMETER BY SEX AND BIRTH YEAR COHORT

図4 性別、出生年群別の大動脈弓横径



The prevalence of all four pulmonary parenchymal findings more than doubled in frequency during the observation period (Table 5). Similarly, the percentage of persons demonstrating at least one of the four findings increased; 13% initially and 27% finally. None of these findings correlated with smoking status.

肺実質の有所見率は、4項目すべて観察期間中に倍以上になった(表5)。同様に、4項目のうち一つでも所見を示す者の割合は、初回の13%から最終回の27%へ増加した。これらの所見は、どれも喫煙との相関関係はなかった。

TABLE 5 PULMONARY OBSERVATIONS ON CHEST RADIOGRAPHY AT THREE EXAMINATIONS

表5 3回の検査時の胸部X線写真についての肺の所見

Observations	Initial ^a (%)	Second ^b (%)	Final ^c (%)
Increased Lung Markings	12.6	16.2	26.0
Pulmonary Fibrosis	0.5	2.0	2.0
Hyperaeration	0	0	1.0
Kerley B Lines	0	0	0.5

^aInitial examinations conducted from 1964 to 1968.

初回検査は1964～68年に行われた。

^bSecond examinations conducted from 1975 to 1976.

2回目の検査は1975～76年に行われた。

^cFinal examinations conducted from 1985 to 1986.

最終検査は1985～86年に行われた。

DISCUSSION

Our observation that cardiac size increased with advancing age agrees with results of earlier longitudinal studies.²⁻⁴ The increase in heart size per year in men in our sample averaged 0.37 mm, and this agrees closely with the 0.43 mm calculated from the results of Ensor et al.⁴ The average increase in heart size per year in women in our sample was 0.31 mm and this differed markedly from the 0.56 mm, calculated from the results of Lauder and Milne,² who for five years followed 148 elderly women who were randomly sampled from a community. One reason for the difference may be that Lauder and Milne² did not exclude heart disease or hypertension, and these may have influenced heart size.

When assessments by age-groups were made according to birth year, transverse cardiac size increased significantly longitudinally in all age-groups in both sexes. This means that the transverse cardiac diameter consistently increased, from the 20s to the 60s. These results agree with those of earlier reported studies.^{3,4}

The CTR paralleled the change in heart size throughout the follow-up period because the change in transverse thoracic diameter was relatively small. The tendency for an increase in CTR by age-group was similar to that of heart size. This consistent increase agrees with results of earlier longitudinal studies.⁴

The most consistent longitudinal cardiovascular finding was enlargement of the aortic arch, which occurred in 96% of men and 90% of women. The aortic arch increased 0.24 mm per year in men in the present study, which is nearly the same value as the 0.22 mm of Ensor et al.⁴ The aortic arch size increased significantly in each age-group in both sexes. The aortic arch is therefore said to increase in size consistent with age.

The thoracic aorta shifted toward the left, as a part of the aging process. This may be a reflection of arteriosclerosis.^{8,9}

The transverse thoracic diameter increased with age from the 20s to the 60s. This agrees with the results of earlier longitudinal studies.^{3,4} The AP diameter of the lung also increased in both sexes. The height of the right lung increased in women, but remained unchanged in men.

考 察

心臓の大きさが加齢に伴い増大するという我々の観察結果は、これまでの縦断的研究の結果²⁻⁴と一致する。本研究の対象集団における男性の心臓の大きさの1年間当たりの平均増大値は、0.37mmであり、この値は Ensor ら⁴の調査結果から算出した値、0.43mmに近似している。本研究の対象者のうち女性の心臓の大きさの1年間当たりの平均増大値は0.31mmであり、これは、地域から無作為に抽出した148人の高齢女性を5年間追跡調査した Lauder と Milne²の調査結果から算出した値、0.56mmとは大きく異なる。このような差異が起こった理由の一つとしては、Lauder と Milne²は心臓病や高血圧症の者を除外しなかったため、これらの疾病が心臓の大きさに影響を与えたかもしれないということが考えられる。

出生年により年齢群別の評価を行うと、心横径は男女共、全年齢群において有意に縦断的に増大した。これは、心横径が20代から60代まで一貫して増大したということを意味する。この結果はこれまでに報告されている研究結果^{3,4}と一致する。

肺左右径の変化が比較的小さいため、CTRの変化は、追跡期間を通じ心臓の大きさの変化と平行した。年齢群別においても、CTRの増加傾向は心臓の大きさの場合と同様であった。この一貫した増加傾向は、以前に行われた縦断的研究の結果⁴と一致する。

心臓血管に関して縦断的に最も一貫した所見は大動脈弓の拡大であり、男性の96%、女性の90%に見られた。本研究では男性の場合、大動脈弓が1年間当たり0.24mm増大し、これは Ensor ら⁴の0.22mmという値に近似している。大動脈弓の大きさは、男女共、各年齢群において有意に増加した。したがって、大動脈弓の大きさは一貫して加齢に伴い増加すると言える。

胸部大動脈は、加齢の過程の一部として、左に変位した。これは、動脈硬化症の影響かもしれない。^{8,9}

肺左右径は、20代から60代にかけて加齢に伴い増大した。これは、以前に行われた縦断的研究の結果^{3,4}と一致する。男女共、肺の前後径も増大した。右肺上下径は女性では増大したが、男性では変化しなかった。

The right interlobar artery increased in size longitudinally in both sexes, but this was significant only for women. According to Chang,¹⁰ who studied 1,085 subjects cross-sectionally, the mean width of the interlobar artery in men was 13.9 mm from the ages of 18 to 40 years, and 14.3 mm from ages 41 to 70 years. In women it was 12.4 mm from ages 18 to 40 years and 13.1 mm from ages 41 to 72 years. The increasing tendency with age in the present study is consistent with their results.¹⁰

No reports of studies of longitudinal changes in transverse and sagittal tracheal sizes are available in the literature. In cross-sectional studies, both transverse and sagittal diameters increased with age,^{11,12} and our longitudinal results are in agreement. The diameters of the right and left main-stem bronchi also increased longitudinally, similar to the results for the trachea. Our tracheal and bronchial diameters were slightly less, but nearly the same, as those of earlier reported cross-sectional study results.¹¹⁻¹³

The measurements of the tracheal bifurcation angle in the present study closely resembled those of earlier studies.^{14,15} The tracheal bifurcation angle decreased in both sexes, but this was significant only for women.

Four pulmonary parenchymal changes; namely, increased lung markings, pulmonary fibrosis, hyperaeration, and Kerley B lines, were observed and documented. Initially, 13% and finally, 27% of the subjects had at least one of these four findings. These rates were less than those reported by Ensor et al,⁴ who observed similar pulmonary findings in 30% initially and in 63% finally. The figures in these studies are difficult to compare with others because the selection standards and the diagnostic standards may have differed. However, the tendencies of increasing prevalence with age were in agreement. We observed no definite correlations between the chest radiographic findings and smoking status. This was not unexpected, considering the fact that the subjects in the present study were carefully selected as being clinically healthy.

右葉間動脈径は男女共、縦断的に増大したが、女性のみに関して有意であった。横断的に1,085人の対象者を調査した Chang の研究¹⁰によると、男性の葉間動脈の大きさの平均値は、18歳～40歳で13.9mm、41歳～70歳で14.3mmであり、女性の場合は18歳～40歳で12.4mm、41歳～70歳で13.1mmである。本研究で見られた加齢に伴う増大傾向は、彼らの結果¹⁰と一致する。

気管左右径・前後径の縦断的变化に関する研究の論文発表例は見つからなかった。横断的研究^{11,12}では、気管左右径と前後径の両方共、加齢に伴い増大しており、本研究の縦断的な調査結果と一致している。気管の場合と同様、左右主気管支径も縦断的に増大した。本研究で得られた気管径、気管支径は、以前に発表された横断的研究結果¹¹⁻¹³の値よりわずかに小さかったが、ほぼ同じであった。

本研究の気管分岐角度の測定値は、以前に行われた研究^{14,15}の値と極めて近似している。気管分岐角度は男女共、加齢に伴い減少したが、女性においてのみ有意であった。

肺実質の変化については4項目、すなわち肺紋理の増強、肺線維化、過透亮像、Kerley B linesを観察し、記録した。4項目のうち少なくとも一つの所見を示した者は、初回13%、最終回27%であった。これらの比率は、肺について同様の所見を初回30%、最終回63%の者に認めた Ensor ら⁴の結果より小さかった。対象者の選択基準や診断基準が異なっていたかもしれないので、これらの研究結果の数値を比較することは困難である。しかし、加齢に伴い有所見率が増加する傾向は一致していた。胸部X線写真の所見と喫煙習慣との間には、明確な相関関係は認められなかった。対象者が臨床的に健常な者のみであるよう慎重に選択したことを考慮すれば、これは予期されなかったことではない。

APPENDIX DISTRIBUTION OF SUBJECTS BY RADIATION DOSE
(DS86) AND SEX

付録 対象者の放射線量 (DS86) 及び性別分布

Sex	Total DS86 Exposure Kerma in Gray				
	0	0.01-0.49	0.50-0.99	1.00-	Unknown
Male	14	15	5	10	7
Female	54	39	17	14	25
Total	68	54	22	24	32

REFERENCES

参考文献

1. FLEG JL: Alterations in cardiovascular structure and function with advancing age. *Am J Cardiol* 57:33c-44c, 1986
2. LAUDER IJ, MILNE JS: Longitudinal study of heart size in older people. *Br Heart J* 38:1286-90, 1976
3. POTTER JF, ELAHI D, TOBIN JD, ANDRES R: Effect of aging on the cardi thoracic ratio of men. *J Am Geriatr Soc* 30:404-9, 1982
4. ENSOR RE, FLEG JL, KIM YC, DE LEON EF, GOLDMAN SM: Longitudinal chest x-ray changes in normal men. *J Gerontol* 38:307-14, 1983
5. SCHRADER PC, QUANJER PHH, BORSBOOM G, WISE ME: Evaluating lung function and anthropometric growth data in a longitudinal study on adolescents. *Hum Biol* 56:365-81, 1984
6. 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)
7. ROESCH WC: US-Japan Joint Reassessment of Atomic Bomb Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, Final report. Hiroshima, RERF, 1987
8. NISHIINO K: Radiological and structural studies on the signs of sclerosis of the thoracic aorta. *Jpn J Chest Dis* 40:682-91, 1981
9. FELSON B: Chest Roentgenology. Philadelphia, PA, W. B. Saunders Company, 1973
10. CHIANG CH: The normal roentgenographic measurement of the right descending pulmonary artery in 1,085 cases. *AJR* 87:929-35, 1962
11. BREATNACH E, ABBOTT GC, FRASER RG: Dimensions of the normal human trachea. *AJR* 142:903-6, 1984
12. GIBELLINO F, OSMANLIEV DP, WATSON A, PRIDE NB: Increase in tracheal size with age. Implications for maximal expiratory flow. *Am Rev Respir Dis* 132:784-7, 1985
13. FRASER RG: Measurements of the calibre of human bronchi in three phases of respiration by cinebronchography. *J Can Assoc Radiol* 12:102-12, 1961
14. ALAVI SM, KEATS TE, O'BRIEN WM: The angle of tracheal bifurcation; its normal mensuration. *AJR* 108:546-9, 1970
15. HASKIN PH, GOODMAN LR: Normal tracheal bifurcation angle; a reassessment. *AJR* 139:879-82, 1982