

CAPILLARY MICROSCOPIC OBSERVATION ON THE SUPERFICIAL MINUTE VESSELS
OF ATOMIC BOMB SURVIVORS, 1956-57

原爆被爆者の表在性細小血管の毛細血管顕微鏡観察，1956 - 57年

1. FINGERNAIL FOLD, LABIAL MUCOSA, AND LINGUAL MUCOSA

1. 指爪床部，口唇粘膜および舌下粘膜

AKIRA TSUYA, M.D. 津屋 旭

YOICHI WAKANO, D.D.S. 若野洋一

MASANORI OTAKE, B.A. 大竹正徳



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所 - 原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory councils, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC業績報告書は、ABCCの日本人および米人専門職員、顧問、評議会、政府ならびに民間の関係諸団体の要求に応じるための日英両語による記録である。業績報告書集は決して通例の誌上発表に代るものではない。

Approved 承認 23 October 1969

CAPILLARY MICROSCOPIC OBSERVATION ON THE SUPERFICIAL MINUTE VESSELS
OF ATOMIC BOMB SURVIVORS, 1956-57

原爆被爆者の表在性細小血管の毛細血管顕微鏡観察，1956 - 57年

1. FINGERNAIL FOLD, LABIAL MUCOSA, AND LINGUAL MUCOSA

1. 指爪床部，口唇粘膜および舌下粘膜

AKIRA TSUYA, M.D.¹ 津屋 旭
YOICHI WAKANO, D.D.S.² 若野洋一
MASANORI Otake, B.A.³ 大竹正徳



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
and
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

with funds provided by
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会

広島および長崎

米 国 学 士 院 - 学 術 会 議 と 厚 生 省 国 立 予 防 衛 生 研 究 所
と の 日 米 共 同 調 査 研 究 機 関

米 国 原 子 力 委 員 会 ， 厚 生 省 国 立 予 防 衛 生 研 究 所 お よ び 米 国 公 衆 衛 生 局 の 研 究 費 に よ る

Department of Radiology, Attached Hospital, Japanese Foundation for Cancer Research¹ ;
Osaka University Faculty of Dentistry (ABCC Department of Pathology, 1956-57)² ; and ABCC Department of Statistics³
癌研究会付属病院放射線科¹ ; 大阪大学歯学部(1956 - 57年 ABCC 病理部)² ; ABCC 統計部³

ACKNOWLEDGMENT

感謝のことば

The authors wish to express their appreciation to Dr. Robert Holmes, former director of ABCC, Dr. Masanori Nakaidzumi, former associate director of ABCC and Dr. Chosetsu Nagashima, former professor of Tokyo University for their great support and to Mr. Mitsuru Yamasaki, former statistician of the Department of Statistics, ABCC for his assistance in the statistical analysis. They also thank Mr. Seymour Bogitch and Mr. Geoffrey Day for technical assistance in the preparation of the photographs.

著者らは元ABCC 所長 Dr. Robert Holmes, 元ABCC 準所長中泉正徳博士および元東京大学教授長島長節博士らの絶大なご援助に対し感謝するとともに, 元ABCC 統計部の統計専門職員山崎 満氏の統計解析上のご助力に対して謝意を表したい. また, 写真作成に対する技術的援助をいただいた Seymour Bogitch 氏および Geoffrey Day 氏に対して感謝する.

CONTENTS

目次

Introduction	緒言	1
Subjects	検査対象	2
Examined Sites and Method	検査部位および方法	4
Method of Analysis	解析方法	4
Results	検査結果	5
Discussion	考察	19
Summary	要約	20
References	参考文献	21

Table	1. Sample by exposure group and sex		
表	被爆群および性別標本		2
	2. Examined cases by exposure group, sex and age		
	被爆群, 性および年齢別受診者数		4
	3. Distribution of examinations by T 65 dose and sex		
	T 65 D 線量および性別被検者分布		6
	4. Total score for nail fold capillaries by exposure group and accumulated percentage		
	被爆群および累積百分率別指爪床部毛細血管の合計評価値		7
	5. Total score for nail fold capillaries by sex and age		
	性および年齢別指爪床部毛細血管の合計評価値		7
	6. Total score for nail fold capillaries by exposure group and age		
	被爆群および年齢別指爪床部毛細血管の合計評価値		9
	7. Total score for nail fold capillaries by age and exposure distance		
	年齢および被爆距離別指爪床部毛細血管の合計評価値		10
	8. Total score for nail fold capillaries by age and T 65 dose		
	年齢およびT 65 D 線量別指爪床部毛細血管の合計評価値		10
	9. Total score for nail fold capillaries by exposure distance, shielding category, and age		
	被爆距離, 遮蔽分類および年齢別指爪床部毛細血管の合計評価値		11
	10. Total score for labial mucosa capillaries by exposure group and accumulated percentage		
	被爆群および累積百分率別口唇粘膜毛細血管の合計評価値		12
	11. Total score for labial mucosa capillaries by sex and age		
	性および年齢別口唇粘膜毛細血管の合計評価値		13
	12. Total score for labial mucosa capillaries by exposure group and age		
	被爆群および年齢別口唇粘膜毛細血管の合計評価値		13
	13. Total score for labial mucosa capillaries by age and exposure distance		
	年齢および被爆距離別口唇粘膜毛細血管の合計評価値		14

Table 14. Total score for labial mucosa capillaries by exposure distance, shielding category, and age 被爆距離, 遮蔽分類, および年齢別口唇粘膜毛細血管の合計評価値	15
15. Total score for labial mucosa capillaries by age and T 65 dose 年齢およびT 65D 線量別口唇粘膜毛細血管の合計評価値	16
16. Total score for lingual mucosa capillaries by exposure group and accumulated percentage 被爆群および累積百分率別舌下粘膜毛細血管の合計評価値	16
17. Total score for lingual mucosa capillaries by sex and age 性および年齢別舌下粘膜毛細血管の合計評価値	16
18. Total score for lingual mucosa capillaries by exposure group and age 被爆群および年齢別舌下粘膜毛細血管の合計評価値	17
19. Total score for lingual mucosa capillaries by age and exposure distance 年齢および被爆距離別舌下粘膜毛細血管の合計評価値	18
20. Total score for lingual mucosa capillaries by exposure distance, shielding category and age 被爆距離, 遮蔽分類, および年齢別舌下粘膜毛細血管の合計評価値	18
21. Total score for lingual mucosa capillaries by age and T 65 dose 年齢およびT 65D 線量別舌下粘膜毛細血管の合計評価値	18
Figure 1. Morphological patterns of nail fold capillaries 図 指爪床部毛細血管の形態的 pattern	8
2. Morphological patterns of nail fold capillaries 指爪床部毛細血管の形態的 pattern	9
3. Morphological patterns of labial mucosa capillaries 口唇粘膜毛細血管の形態的 pattern	12
4. Morphological patterns of lingual mucosa capillaries 舌下粘膜毛細血管の形態的 pattern	15

CAPILLARY MICROSCOPIC OBSERVATION ON THE SUPERFICIAL MINUTE VESSELS
OF ATOMIC BOMB SURVIVORS, 1956-57

原爆被爆者の表在性細小血管の毛細血管顕微鏡観察，1956 - 57年

1. FINGERNAIL FOLD, LABIAL MUCOSA, AND LINGUAL MUCOSA

1. 指爪床部，口唇粘膜および舌下粘膜

INTRODUCTION

Research studies at ABCC on atomic bomb sequelae encompass not only the relationship of radiation dose to life-span, aging phenomenon, and carcinogenesis, but also inquire into latent sequelae.

Functional disorders and morphological changes of the vascular system are extremely important indices of the aging phenomenon because of the comparatively high sensitivity of minute blood vessels to radiation. The tendency for irradiation to accelerate the aging phenomenon has been confirmed in many animal experiments.¹⁻⁴ Clinical observations on the vascular system in the past had been limited to biomicroscopic study of the body surface such as fingernail fold, oral mucosa, bulbar conjunctiva, bulbar retina, and skin, and thus depth was limited to that of superficial vascular plexus.⁵ Braasch et al⁶ have reported on changes in the nail fold induced by radiation in radiologists and technicians, pointing out that though the frequency of senile changes such as tortuosity of terminal loops, sacculation, dilatation, branching, and distortion of subpapillary plexus was high, changes peculiar to irradiation were not present.

Reports on early observation of A-bomb survivors were made by the members of Tokyo University⁷ and Kyoto University,⁸ while reports on late effects were made by Manabe et al.⁹ Kayukawa et al⁷ observed the skin capillary resistance and morphological changes in survivors 81 days after the bomb.

Manabe et al⁹ in their study of the fingernail fold and skin capillaries of 638 survivors in Hiroshima 10 years after the bomb reported that the skin capillaries of the survivors showed a high frequency of abnormal morphological changes.

緒言

ABCCにおける後遺症の調査研究は，被曝線量と余命，加齢現象および発癌のみならず，潜伏性後遺症の研究をその対象として取り上げている。

血管系の機能変調とその形態学的な変化は，細小血管の放射線に対する比較的の高い感受性のゆえに，加齢現象の指標としてきわめて重要である。照射による加齢促進傾向が多数の動物実験によって確かめられている。¹⁻⁴ 血管系の臨床的な観察は，従来生体顕微鏡下に行なわれ，指爪床部，口腔粘膜，眼球結膜，同網膜，皮膚の一部などの体表部に限られ，その深さも表在性血管叢にとどまっている。⁵ Braaschら⁶は，放射線専門医および技術員の指爪床部の放射線による変化について報告し，終末係蹄の迂曲，血管瘤形成，拡張，係蹄内分岐および乳頭下静脈叢の歪曲などの老人性変化の出現頻度は高いが，放射線に特有の変化がないことを指摘した。

被爆者の早期観察では，東京大学⁷および京都大学⁸の報告があり，後遺症については，真鍋ら⁹の報告がある。粥川ら⁷は被爆後81日間にわたる被爆者の皮膚毛細血管抵抗ならびに形態学的変化を観察した。

真鍋ら⁹は，広島における被爆者638人の被爆10年後の指爪床部および皮膚毛細血管像の調査において，被爆者の皮膚毛細管に，異常な形態学的変化の出現する頻度が高いと報告した。

The present study was designed to develop leads for the study of sequelae through the observation of the superficial minute vessels. The authors conducted microscopic observations on the minute vessels of the fingernail fold in 138 survivors in Nagasaki and Hiroshima at the same time as Manabe et al⁹ and presented a preliminary report.¹⁰ However, as some problems in sample selection, method of observation, criteria for evaluation, and procedures for statistical processing were noted, a repeat survey was planned. The major emphasis was directed on how to make valid comparison of the degree and extent of abnormal patterns.¹¹

SUBJECTS

The sample for this capillary study is a small subsample of 792 cases selected on the basis of the exposure status, sex and age at time of the bomb (ATB) from the portion of the Master Sample¹² that had been accumulated as of 30 November 1956. At that time, the sources in Hiroshima being investigated for inclusion in the Master Sample were the 1950 Atomic Bomb Survivors Survey and the ABCC 10% Sample Census of 1950. About one-third of the Master Sample and half of the exposed portion had been assembled at that date. This sample is divided into the following four exposure groups:

Group 1 — Proximally exposed (within 2000 m) with major acute radiation signs and symptoms (200 cases)

Group 2 — Proximally exposed (within 2000 m) without signs or symptoms (192 cases)

Group 3 — Distally exposed (2500-4999 m), matched by sex and age ATB in 5-year intervals to Group 1

Group 4 — Nonexposed (10,000 m or more), matched by sex and age ATB in 5-year intervals to Group 1

本調査は、表在性細小血管の観察を通じて、後遺症の研究の糸口を得ようという企図に基づいて行なわれた。著者らも以前真鍋ら⁹と時期を同じくして長崎および広島 of 被爆者 138 人について、指爪床部細小血管の顕微鏡観察を行ない、予備的な報告を行なったが、¹⁰ その後、被爆者の選択、観察方法、判定基準、統計的処理などに疑義が認められたので、新たに再調査を計画した。この研究では形態学的異常の程度とその頻度をいかに客観的に比較しうるかという点に最大の関心が払われている。¹¹

検査対象

細小血管調査標本は、1956年11月30日までに収集された基本標本¹²のうちから被爆状態、性および被爆時年齢別に選んだ792例の副次標本である。当時、広島における基本標本の資料源は、1950年原爆被爆生存者調査票および1950年ABCC 10%標本調査である。当時の基本標本は全体の約3分の1、および被爆者群の半分が収集されていたにすぎない。この標本は、次の四つの被爆群に分類される。

第1群—近距離被爆(2000m未満)で主要な急性放射線症状を呈した者(200例)

第2群—近距離被爆(2000m未満)で急性放射線症状のなかった者(192例)

第3群—遠距離被爆(2500m—4999m)第1群と性別および5歳間隔で原爆時年齢別に対応させて抽出された者

第4群—非被爆(原爆時、爆心地から10,000m以遠)第1群と性別および5歳間隔で原爆時年齢別に対応させて抽出された者

TABLE 1 SAMPLE BY EXPOSURE GROUP AND SEX

表1 被爆群および性別標本

Sex 性	Total 計	Exposure Group 被爆群			
		1	2	3	4
Male 男	209	60	29	60	60
Female 女	583	140	163	140	140
Total 合計	792	200	192	200	200

As of 30 November 1956, processing of Group 2 for the Master Sample was far from complete and only 192 persons were available, all of whom were selected for this study. Therefore, the composition of Group 2 differs markedly from other groups.

1956年11月30日現在の基本標本第2群の処理状態は完全なものではなく、192人が入手できたにすぎない。これら全員が本調査の対象に選択された。したがって、第2群の構成は他の被爆群と著しく異なる。

Table 1 shows the distribution of the initial sample by exposure group and sex. The sample was restricted to those aged 44 or less at the time of examination. Of the 792 cases initially selected, 90 were excluded on occupational grounds such as typists (it has been reported that manicure induces capillary changes of the nail fold¹³), mine workers and factory workers who handle strong chemicals, and on physical conditions including local inflammation. The disposition of the initial sample of 792 subjects was as follows:

Examined	受診	435	54.9%
Refused	拒否	201	25.4
Moved	転出	44	5.6
Sick	病気	18	2.3
Died	死亡	1	0.1
Dropped	脱落	2	0.2
Ineligible	不適格	90	11.4
Unavailable	連絡不能	1	0.1

Examinations were performed at ABCC in Hiroshima from 10 December 1956 to 12 July 1957. Table 2 shows the distribution of the subjects examined by exposure group, sex and age ATB. The distribution of the 435 examined cases by exposure group was:

Group	Examined	% of Selected Sample
群	受診者数	標本に対する百分率
1	126	63.6
2	124	64.6
3	93	46.5
4	92	46.0

The distribution by sex and age differs remarkably between the examined and nonexamined subjects in Group 2 only. This difference was considered in the analysis of the data.

The sample was defined before the efforts made by Oak Ridge National Laboratory (ORNL) to provide the physical basis for dosimetry at ABCC,^{14,15} at which time it was considered that all those exposed in Hiroshima within 2000 m might have been substantially irradiated. By 1962 a great deal more was known about the difference between those in the city ATB and those who entered after the bomb.^{16,17} Hence, Jablon¹⁸ pointed out that Group 4 (those not in the city ATB) was an inadequate control for the exposed groups and that a heavily exposed group would have to be defined by means of a cut at about 1400 m rather than 2000 m.

表1は、最初の調査標本の被爆群別および性別分布を示す。標本は、診察時に44歳未満の者に限定した。最初に抽出した792例のうち、タイピスト(マニキュアは指爪床部の毛細血管に変化をもたらすことが報告されている¹³), 鉋夫および強力な化学薬品を扱う工場労働者などの職業に従事している者ならびに局所的な炎症性病変がある者を90例除外した。最初の792例の内訳は次のとおりである。

診察は1956年12月10日から1957年7月12日の期間に広島ABCCで行われた。表2は受診者の被爆群別、性別および被爆時年齢別分布を示す。435人の受診者の被爆群別分布は次のとおりである。

第2群においてのみ受診者と非受診者の性別および年齢別分布が著しく異なっている。この相違は、資料解析の際に考慮した。

この標本は Oak Ridge National Laboratory (ORNL) が ABCC の線量調査^{14,15} に対して物理学的根拠を提供する努力を開始する以前に、設定されていた。当時、広島では爆心地から2000m未満で被爆したものはすべてかなりの放射線を受けていたかもしれないと考えられていた。1962年ころまでには、原爆時市内にいたものと、原爆後市内にはいった者との間の差について、かなり多くのことがわかってきた。^{16,17} したがって、Jablon¹⁸ は、第4群(原爆時市内にいなかったもの)は放射線の影響の有無を判断するための対照群としては不適當であること、および広島における強度の被曝群は2000mよりむしろ約1400mで区切るべきであると指摘した。

TABLE 2 EXAMINED CASES BY EXPOSURE GROUP, SEX AND AGE

表2 被爆群、性および年齢別受診者数

Age 年齢	Total 計			Group 群1			2			3			4		
	Total 計	Male 男	Female 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女
10-14	56	28	28	19	10	9	8	3	5	15	9	6	14	6	8
15-19	34	14	20	14	3	11	1	1	0	8	4	4	11	6	5
20-24	31	9	22	8	3	5	1	1	0	9	2	7	13	3	10
25-29	125	17	108	28	6	22	57	3	54	24	7	17	16	1	15
30-34	111	13	98	29	4	25	42	1	41	20	3	17	20	5	15
35-39	63	19	44	21	6	15	12	5	7	15	2	13	15	6	9
40-44	15	2	13	7	0	7	3	1	2	2	1	1	3	0	3
Total 計	435	102	333	126	32	94	124	15	109	93	28	65	92	27	65

In 1962 the air dose curve in Hiroshima was found to be lower than previously estimated,¹⁴ and thereafter the tentative 1965 dose (T 65 D) estimates^{15,19} have become available. As part of the present analysis, therefore, the sample was subdivided again by distance and shielding situation to arrive at the most rational distribution of the sample. The initial sample and examined cases are listed in ABCC IBM Tabulations 658 and 1695.

EXAMINED SITES AND METHOD

Examined Sites *Nail Fold* Front loop of the ring finger of side not preferentially used was examined.

Oral Mucosa, Lower lip 1 cm from the inner edge of the red lip and 1 cm from the median line.

Oral Mucosa, ventral surface of tongue 1 cm from the tip and 1 cm from the median line.

Apparatus and Equipment used for observing superficial minute vessels of the skin and mucosa were the same as described in the previous report.¹¹

Examination Method After observing the morphology and function in detail by use of a capillary microscope apparatus, photographs were taken by this apparatus. These photographs were examined without knowledge of sex, age, or exposure status in order to preclude significant observer bias.

METHOD OF ANALYSIS

Morphological observation was conducted on 84 items¹¹ of the minute vessels of the fingernail fold, labial mucosa and lingual mucosa. Results of these items were analyzed to study the effect of age, sex, exposure group, and exposure distance. Through microscopic and photographic

1962年には、広島における空気線量曲線は、以前推定されたものよりも低いことがわかり、¹⁴ その後、1965年暫定推定線量(T 65 D)^{15,19} が利用できるようになった。したがって、本解析の一部として最も合理的な標本分類を得るため、距離と遮蔽状態によって標本を再区分した。最初の標本および被検例はABCC IBM製表#658および#1695に示してある。

検査部位および方法

検査部位 指爪床部 原則として右ききか左ききによって使わない方の薬指のfront loop について検査を行った。

口腔粘膜, 下口唇 赤唇部内縁より1 cm内側で正中線より1 cm側方部位。

口腔粘膜, 舌下面 舌尖より1 cm, 正中線より1 cmの側方部位。

器機および器具 皮膚ならびに粘膜の表在性細小血管観察に使用した器機, 器具は, 前報告で記述したものと同一である。¹¹

検査方法 毛細血管顕微鏡下に形態および機能を詳しく観察した後, 同じ装置で写真を撮影した。観察および写真撮影に際しては, 観察者による偏見を除くため, すべて性, 年齢または被爆状態などを伏せて行なった。

解析方法

指爪床部, 口唇粘膜部および舌下粘膜部の細小血管形態を84項目¹¹ に細分して観察した。これら調査項目の結果を分析し, 診察時年齢, 性, 被爆群および被爆距離による影響を検討した。顕微鏡下観察および写真観察によ

observations the presence or absence of items under study was determined and further photographic measurements were made of specific items.

Further, to make an objective evaluation of the morphological changes, numeral values were assigned to the changes. Nine selected items were graded 0, 1, 2, or 3 according to the degree and extent, and the total score for each individual was calculated (see Table 4). The relation of score to age, sex, exposure group, exposure distance, and shielding conditions was examined.

Further, under the assumption that there may be a linear relation between the score and other factors such as age and exposure distance, multiple regression analysis was attempted. Analysis of variance²⁰ of two-way classification design with unequal cell frequencies between age and exposure group or distance was also done with the score.

RESULTS

Relationship to Age In the analysis of the morphological changes in relation to age, an expedient method was used. Fifteen cases in the youngest age group of 10 to 15 years and 17 cases among the oldest group of 36 to 44 years were selected from Group 4, and the relation of age to each of the 84 items¹¹ was compared. Scarcely any difference was noted, although the number of cases in this analysis was small. The only item showing a significant difference by age ($P < .05$) was the minimum diameter of the arterial limb in females. The male and female findings combined, showed no significant difference by age. As shown in Table 2, since there was no difference by group in the age composition except for Group 2, subsequent analyses were conducted with all ages combined.

Relationship to Sex In the study on the 84 items,¹¹ almost no difference by sex was noted, but in items where the measured values were recorded, males generally showed a higher average value than females.

Relation to Exposure Distance and Exposure Dose Statistical analysis was made by the use of the T 65 dose estimates,^{15,19} which take into consideration both exposure distance and shielding conditions. Unfortunately, this estimate was available for only 158 of the 250 cases belonging to Exposure Groups 1 and 2 (Table 3), the remainder having been exposed in situations involving heavy shielding.

Those in Groups 1 and 2 exposed within 2000m were divided into two groups,¹⁶⁻¹⁸ those within 1400m and

て、調査対象の各項目の有無が確かめられ、さらに、特定項目については、写真計測が行なわれた。

さらに、形態的变化を客観的に評価するために形態異常を代表する9項目について、形態的变化の程度および頻度の両面からそれぞれ0, 1, 2, 3, の4段階に分類して、各個人の合計評価値を求めた(表4を参照)。この合計評価値と年齢、性、被爆群、被爆距離および遮蔽状態との関係について調べた。

さらに、合計評価値と他の因子、たとえば年齢と被爆距離との間に直線的関係があると仮定して、多重回帰解析を試みた。また、合計評価値を用いて、各区分類度が異なる二元配置による分散分析も行なった。²⁰

検査結果

年齢との関係 年齢による形態的变化を解析するにあたり、便宜的な方法を採用した。10-15歳の最若年者群15人と36-44歳の最高年者群17人を第4群から選び、各84項目と年齢との関係を比較した。¹¹ この解析の結果、例数も少なく、差はほとんど認められなかった。有意な年齢差($P < .05$)を示した項目は、女性の動脈脚の最小直径にのみ示された。男女を合計した場合、年齢による差異は有意でない。表2に示すように、被爆第2群を除き、被爆群別年齢構成の差は認められないので、以後の解析は全年齢を合計して行なった。

性との関係 84項目の検査成績において、¹¹ 性による差はほとんど認められないが、測定値そのもので記録された項目については、一般に男が女より高い平均値を示した。

被爆距離と被曝線量との関係 被爆距離と遮蔽状態とを考慮して推定されたT 65D線量推定値^{15,19}を用いて統計的解析を行なった。残念なことに、T 65D推定線量が標本に対して使用できたのは、被爆第1群および第2群250例中158例にすぎない(表3)。その他は重遮蔽状態で被爆していた。

2000m未満の被爆第1群と第2群を被爆距離1400m未満と1400-1999mの2群に区分し、¹⁶⁻¹⁸ 各調査項目ごとに

TABLE 3 DISTRIBUTION OF EXAMINEES BY T65 DOSE AND SEX

表3 T65D線量および性別被検者分布

Sex 性	Total 計	Groups 群 1 & 2						Group 3	Group 4
		200+rad	199-100	99-50	49-1	<1	Unk. 不明		
Male 男	102	14	8	3	12	0	10	28	27
Female 女	333	23	14	12	71	1	82	65	65
Total 合計	435	37	22	15	83	1	92	93	92

those 1400-1999 m, after which comparison was made on each of the study items.

Except for a few items almost no relationship was found between the individual items and exposure distance or exposure dose. As to the presence of "halo" space (highly reflective substance) in which a statistically significant difference was suggested, the results were not consistent, probably due to subjectivity involved in judgement and multiple physiological factors. Thus, this item was excluded from the nine selected items for subsequent analyses.

Relation of Nail Fold Total Score to Exposure Status

Of the morphological changes in the superficial minute vessels of the nail fold, the following nine important items, based on the results of our previous analysis,¹¹ were selected for evaluating the morphological and functional abnormalities: dilatation; waving; tortuosity; branching; clubbing; tangling; granularity; subpapillary plexus (visibility, distortion, etc.); fine capillary. Each item was graded 0, 1, 2, or 3 by degree and extent.

The degree of morphological abnormality was graded as shown in Figures 1 and 2, while the extent was scored according to the following criteria: 0—when all front loops in a field are normal; 1—when one loop is abnormal; 2—when 2 or more loops are abnormal; 3—when all loops are abnormal. Then the scores of both the degree and extent were totaled. By adding the score of each item, the total score for the nine items was obtained for each individual.¹¹ The total score was subsequently employed as the score.

The relationship of score to exposure group and accumulated percentage is presented in Table 4. Table 5 showing the relationship of score to sex and age indicates that the distribution of scores differs by age ($P < .05$), with a good number in the 10-19 age group having low scores. This tendency was especially apparent among males ($P < .05$). The age composition differed greatly between sexes ($P < .01$), but no significant difference between sexes was noted in the distribution of scores. This tendency was the same for all age groups.

比較を行なった。

二、三の項目を除いて、各調査項目と被爆距離または被曝線量との間には、ほとんど関係はなかった。Halo (強光屈折性物質)の存在について、統計学的有意差が示唆されたのは、おそらく主観的判断と多元的な生理的条件によると思われ、調査結果に一貫性がみられなかった。したがって、この項目は選択された9項目には加えられていない。

指爪床部の合計評価値と被爆状態との関係 指爪床部表在性細小血管の形態学的変化については、前解析の結果¹¹に基づいて、形態的および機能的異常を評価するため、次の重要な9項目を選んだ: 拡張, 波状化, 迂曲, 分岐, 係蹄項拡張, 捻転, 顆粒状血流, 乳頭下静脈叢(可視性, 歪曲など), 微細毛細血管. 上記の各項目について異常の程度とその頻度に応じてそれぞれ0, 1, 2, 3に分類した。

形態的異常の程度については図1および図2に示すように分類し、一方、その頻度については次の判定基準に従って評価した。すなわち、一視野中前線係蹄に何の変化も認めないもの評価値0、一つの係蹄変化を認めるもの1、二つ以上の係蹄変化を認めるもの2、すべてに係蹄変化を認めるもの3とし、両評価値の単純総和を求めた。9項目の評価値を加算して、各個人の合計評価値を得た。以後、合計評価値を評価値と略称する。

表4は被爆群および累積百分率と評価値との関係を、表5は性および年齢と評価値の関係を示したものである。評価値の分布は年齢によって異なり10-19歳群では、評価値の低いものが多く($P < .05$)、特に、男性にこの傾向が明らかに認められた($P < .05$)。男女間の年齢構成は大きく異なっている($P < .01$)が、評価値の分布と男女間には有意差は認められなかった。この傾向は全年齢群についても同様であった。

TABLE 4 TOTAL SCORE FOR NAIL FOLD CAPILLARIES BY EXPOSURE GROUP AND ACCUMULATED PERCENTAGE

表4 被爆群および累積百分率別指爪床部毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計	%	Group 1 群	%	2	%	3	%	4	%
0	11		1		6		1		3	
1	0		0		0		0		0	
2	24		5		6		8		5	
3	15		4		4		4		3	
4	22	16.7	8	14.4	3	15.7	4	18.5	7	19.6
5	28		7		7		7		7	
6	24		5		9		5		5	
7	33		6		13		10		4	
8	29		8		6		3		12	
9	28	49.8	8	41.6	8	51.2	6	52.3	6	56.5
10	30		10		9		5		6	
11	29		11		6		5		7	
12	27		9		6		6		6	
13	20		5		6		5		4	
14	15	77.9	5	73.6	2	75.2	4	79.3	4	85.9
15	16		2		9		3		2	
16	14		7		2		2		3	
17	10		5		3		1		1	
18	18		4		7		4		3	
19	11	94.0	3	90.4	3	95.0	2	92.4	3	98.9
20	9		5		1		2		1	100.0
21	4		4		0		0			
22	3		0		1		2			
23	6		3	100.0	1		2			
24	3				2		1	100.0		
25	0				0					
26	0				0					
27	1	100.0			1	100.0				
Total 合計	430	-	125	-	121	-	92	-	92	-

5 cases excluded because of unsatisfactory photographs.

5例は写真複製がふじゅうぶんのため除外した。

TABLE 5 TOTAL SCORE FOR NAIL FOLD CAPILLARIES BY SEX AND AGE

表5 性および年齢別指爪床部毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計			Age 年齢 10-19			20-29			30+		
	Total 計	Male 男	Female 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女
0-4	72	19	53	24	11	13	20	4	16	28	4	24
5-9	142	34	108	31	17	14	47	9	38	64	8	56
10-14	121	31	90	22	11	11	45	9	36	54	11	43
15-19	69	11	58	8	0	8	27	1	26	34	10	24
20+	26	4	22	3	1	2	16	3	13	7	0	7
Total 合計	430	99	331	88	40	48	155	26	129	187	33	154

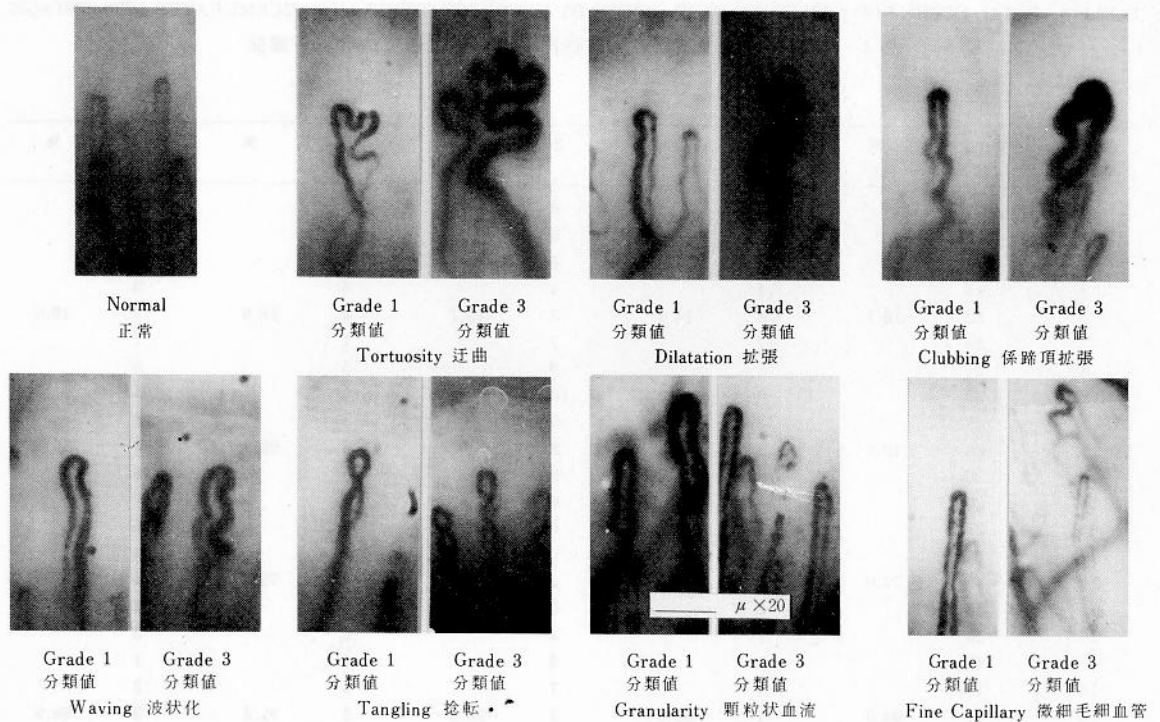


Figure 1 Morphological patterns of nail fold capillaries

図1 指爪床部毛細血管の形態的 pattern

The distribution of the scores was divided into two groups (<10 vs ≥10) so that the number of cases would be about equal, and study was made of the score by age with both sexes combined (Table 6). Only for Group 1 was the relationship between age and score significant at the 2% level:

Score 評価値	Age 年齢			Total 計
	10-19	20-29	30+	
<10	20	10	22	52
≥10	12	26	35	73
Total 計	32	36	57	125

$\chi^2 = 8.796$ with d.f. 自由度 = 2 ($P < .02$)

Analyzed by sex, the relationship was significant ($P < .05$), being more outstanding in the males. This relation was also observed in those exposed within 1400 m as shown in Table 7 ($P < .10$).

Similar to the foregoing results when the score division of <10 vs ≥10 was used, a significant difference was suggested only for Group 1 ($P < .01$) and for the group exposed within 1400 m ($P < .05$) when the score division of <15 vs ≥15 was used.¹¹

評価値の分布を観察例数がほぼ同数になるように、2区分 (<10対≥10) に分類して、男女合計による年齢と評価値との関係を調べた (表6)。年齢と評価値との関係は、被爆第1群のみ2%水準で有意であった:

男女別の解析でも、この関係は男女双方に認められ ($P < .05$)、特に、男性の方が顕著であった。表7に示すように、この傾向は1400m未滿の被爆者にも認められた ($P < .10$)。

<10対≥10の評価値区分を用いた場合と同様に、<15対≥15の評価値区分を用いた場合でも、¹¹ 被爆第1群 ($P < .01$)、および1400m未滿の被爆群にのみ有意差が示唆された ($P < .05$)。

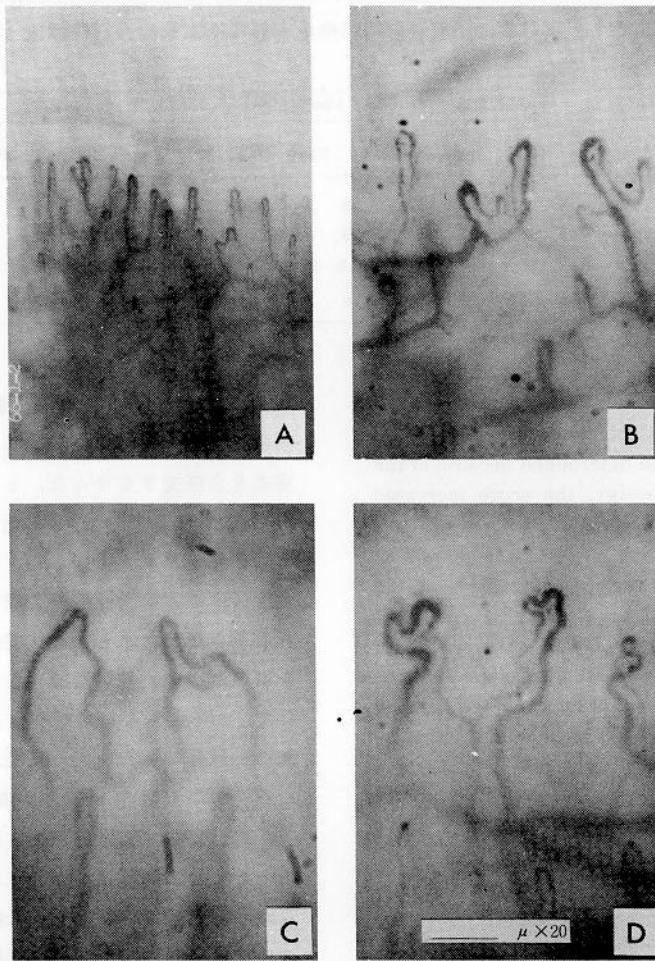


Figure 2 Morphological patterns of nail fold capillaries. A—Normal hairpin-like pattern. B—Distorted subpapillary plexus with branching. C—Branching and intercommunication; note lack of difference between arterial and venous limb diameters. D—Branching and intercommunication.

図2 指爪床部毛細血管の形態的 pattern. A—正常なヘアピン様係蹄. B—分岐および乳頭下静脈叢の歪曲. C—分岐と係蹄間吻合; 動静脈脚径間に差がないことに留意されたい. D—分岐と係蹄間吻合.

TABLE 6 TOTAL SCORE FOR NAIL FOLD CAPILLARIES BY EXPOSURE GROUP AND AGE

表6 被爆群および年齢別指爪床部毛細血管の合計評価値

Score 合計評価値	Total 計				Group 群 1				2			3			4					
	Total 計	Age 年齢 10-19 20-29 30+			T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+
<10	214	55	67	92	52	20	10	22	62	5	30	27	48	15	12	21	52	15	15	22
≥10	216	33	88	95	73	12	26	35	59	4	27	28	44	7	21	16	40	10	14	16
%≥10*	50.2	37.5	56.8	50.8	58.4	37.5	72.2	61.4	48.8	44.4	47.4	50.9	47.8	31.8	63.6	43.2	43.5	40.0	48.3	42.1
Total 合計	430	88	155	187	125	32	36	57	121	9	57	55	92	22	33	37	92	25	29	38

* Proportion with score of 10 or more. 評価値10以上の割合

TABLE 7 TOTAL SCORE FOR NAIL FOLD CAPILLARIES BY AGE AND EXPOSURE DISTANCE (m)

表7 年齢および被爆距離別指爪床部毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計				0-1399 m				1400-1999				2500-4999				10,000+			
	Total 計	Age 10-19	Age 20-29	Age 30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+
<10	214	55	67	92	55	13	16	26	59	12	24	23	48	15	12	21	52	15	15	22
≥10	216	33	88	95	73	7	23	43	59	9	30	20	44	7	21	16	40	10	14	16
%≥10*	50.2	37.5	56.8	50.8	57.0	35.0	59.0	62.3	50.0	42.9	55.6	46.5	47.8	31.8	63.6	43.2	43.5	40.0	48.3	42.1
Total 合計	430	88	155	187	128	20	39	69	118	21	54	43	92	22	33	37	92	25	29	38

* Proportion with score of 10 or more. 評価値10以上の割合

These scores were further analyzed according to radiation dose (Table 8), and shielding category (Table 9), but no significant difference could be determined because of the small number of cases. However, the score increased with age in those exposed within 1400m with light shielding and also in the group exposed to 100rad or more. The result of linear regression analysis of the scores on age and exposure distance showed a significant difference at the 5% level for males only. Further, when radiation dose was used instead of exposure distance, a tendency exactly the same as that for exposure distance was noted. In the analysis of variance of the score by the two-way classification on age and exposure group, the effect of age, in which the effect of exposure group was eliminated, showed a highly significant difference ($P < .001$). However, no significant difference was observed in the effect due to exposure group. The effect of interaction between age and exposure group was significant at the 1% level. When the analysis of variance was repeated using exposure distance instead of exposure group only the effect due to age was strongly suggested ($P < .001$).

さらに、これらの評価値は、放射線量(表8)および遮蔽区分(表9)によって検討したが、例数が少なく、有意差を立証できなかった。しかし、軽遮蔽で1400m未満の被爆者および100rad以上の被爆者群において、評価値は年齢とともに増加した。年齢および被爆距離に関する評価値の線形回帰解析の結果、5%水準で男性のみに有意差を認めた。さらに、被爆距離の代わりに放射線量を用いた場合、被爆距離とまったく同様の傾向が認められた。年齢および被爆群による二元配置によって評価値の分散分析を行なった結果、被爆群による影響を除いた場合の年齢効果に著しい有意差($P < .001$)が認められた。しかし、被爆群による影響には、有意差は認められなかった。年齢と被爆群との交互作用の影響は、1%水準で有意であった。分散分析において、被爆群の代わりに被爆距離を用いて再度解析を実施したが、年齢による影響のみが強く示唆された($P < .001$)。

TABLE 8 TOTAL SCORE FOR NAIL FOLD CAPILLARIES BY AGE AND T 65 DOSE

表8 年齢およびT 65D線量別指爪床部毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計				100+ rad				99-1				<1				Unknown 不明			
	Total 計	Age 10-19	Age 20-29	Age 30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+
<10	162	40	52	70	21	7	5	9	44	12	14	18	48	15	12	21	49	6	21	22
≥10	176	23	74	79	37	6	8	23	53	7	27	19	45	8	21	16	41	2	18	21
%≥10*	52.1	36.5	58.7	53.0	63.8	46.2	61.5	71.9	54.6	36.8	65.9	51.4	48.4	34.8	63.6	43.2	45.6	25.0	46.2	48.8
Total 合計	338	63	126	149	58	13	13	32	97	19	41	37	93	23	33	37	92	8	39	43

* Proportion with score of 10 or more. 評価値10以上の割合

Relation of Labial Mucosa Total Score to Exposure Status The following six items considered important for the labial mucosa were selected and then evaluated according to the total scoring system as in the case of the

口唇粘膜に関する合計評価値と被爆状態との関係 口唇粘膜について異常形態と考えられる次の6項目を選び、指爪床部の場合と同様に合計評価値によって検討した:

TABLE 9 TOTAL SCORE FOR NAIL FOLD CAPILLARIES BY EXPOSURE DISTANCE, SHIELDING CATEGORY, AND AGE

表9 被爆距離，遮蔽分類および年齢別指爪床部毛細血管の合計評価値

Distance 距離	Score 評価値 <10			≥10			Total 合計	
	Age 年齢	10-19	20-29	30+	10-19	20-29		30+
Total 計		40	52	70	23	74	79	338
0-1399 m		13	16	26	7	23	43	128
1400-1999		12	24	23	9	30	20	118
2500-4999		15	12	21	7	21	16	92
Light Shielding 軽遮蔽		12	6	13	7	15	24	77
0-1399 m		7	5	7	4	9	19	51
1400-1999		5	1	6	3	6	5	26
2500-4999		0	0	0	0	0	0	0
Heavy Shielding 重遮蔽		0	23	19	1	19	21	83
0-1399 m		0	8	12	0	7	12	39
1400-1999		0	15	7	1	12	9	44
2500-4999		0	0	0	0	0	0	0
Other その他		9	8	23	5	13	10	68
0-1399 m		2	0	1	1	0	1	5
1400-1999		2	1	5	2	3	0	13
2500-4999		5	7	17	2	10	9	50
No Information 資料未入手		19	15	15	10	27	24	110
0-1399 m		4	3	6	2	7	11	33
1400-1999		5	7	5	3	9	6	35
2500-4999		10	5	4	5	11	7	42

nail fold: dilatation; branching; granular streaming; fine capillary; loops per unit area; loop parallelism.

Waving and tangling, being normal findings for the labial mucosa, were excluded from the scoring (Figure 3). Tortuosity, clubbing, and distortion of the subpapillary plexus were grouped under loop parallelism. In view of the importance given to number of loops per unit area by Fukushima,²¹ Wakano,²² and Braasch⁶ and the minimal error of measurement involved, number of loops per unit area was added to the criteria.

Table 10 shows the distribution of the total score by exposure group and accumulated percentage, while Table 11 gives the distribution of the score by age and sex. No significant relation was observed between score distribution and age group nor between score distribution and sex. Despite the large difference ($P < .01$) in the age composition between the sexes no significant sex difference was observed in the score distribution in all age groups or in various age groups and therefore in the following analyses males and females were combined.

From the frequency of the score distribution the score was divided into two groups of equitable size (<9 vs ≥ 9)¹¹ and the relationship to age was tested by exposure group,

拡張: 分岐; 顆粒状血流; 微細毛細血管; 単位面積当たりの係蹄の数; 係蹄の平行性の有無.

口唇粘膜については波状化および捻転は正常所見であるため、判定項目から除外されている(図3)。迂曲、係蹄頂拡張および乳頭下静脈叢の変化については、係蹄の平行性の項目に一括した。福代,²¹ 若野²² および Braasch⁶ が単位面積当たりの係蹄数を重視しており、さらに計測値に誤差が少ないので、上記判定基準に加えた。

表10は、被爆群および累積百分率別評価値の分布を示し、表11は年齢および性別の評価値の分布を示す。評価値の分布と年齢群および性別との関係においても有意性は観察されなかった。男女間の年齢構成に大きな差異($P < .01$)があるにもかかわらず、全年齢群、または、各年齢群においても、評価値の分布に有意な男女差は観察されなかった。したがって、以下の解析では男女を合計して行なった。

評価値の分布頻度から、評価値がほぼ同数になるように、2区分(<9 対 ≥ 9)に分類して、¹¹ 年齢との関係を被

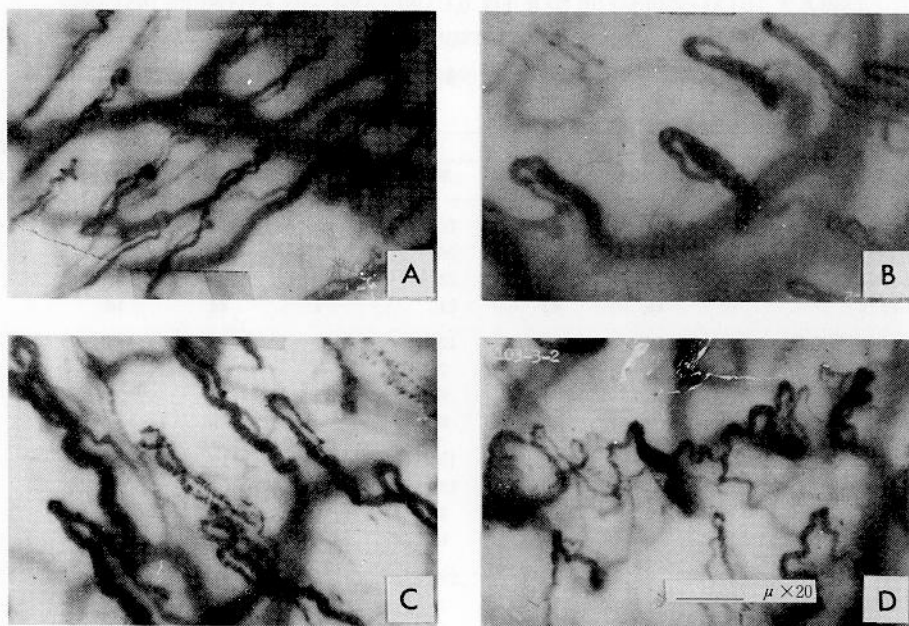


Figure 3 Morphological patterns of labial mucosa capillaries. A—Normal pattern (Korkzieherartig gewunden: Müller). B—Dilatation of venous limbs is prominent. C—Variability of density (poorfilling) and elongation with dilatation. D—Branching and intercommunication with markedly distorted and dilated loops.

図3 口唇粘膜毛細血管の形態的 pattern. A—正常像(いわゆるコルク栓抜き状). B—顕著な静脈脚の拡張がみられる症例. C—顆粒状血流(充盈不良)および係蹄の延長, 拡張がみられる. D—全係蹄が著しく拡張垂曲し, 多数の分枝と係蹄間吻合が認められる.

TABLE 10 TOTAL SCORE FOR LABIAL MUCOSA CAPILLARIES BY EXPOSURE GROUP AND ACCUMULATED PERCENTAGE

表10 被爆群および累積百分率別口唇粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計	% 累積百分率	Group 1 群	%	2	%	3	%	4	%
0	34		3		8		8		15	
1	6		0		0		4		2	
2	16	13.1	4	5.6	4	9.9	3	16.3	5	24.2
3	63		9		17		17		20	
4	17		4		6		4		3	
5	32	39.3	5	20.2	14	40.5	5	44.6	8	58.2
6	63		14		22		15		12	
7	30		9		5		5		11	
8	31	68.2	17	52.4	5	66.9	4	70.7	5	89.0
9	33		6		14		11		2	
10	27		11		8		4		4	
11	18	86.4	8	72.6	5	89.3	3	90.2	2	97.8
12	20		12		4		4		0	
13	12		7		1		3		1	
14	12	96.7	7	93.5	4	96.7	1	98.9	0	98.9
15	5		3		2		0		0	
16	5		4		1		0		0	
17	1		0		1	100.0	0		0	
18	2		1	100.0			0		1	100.0
19	0						1	100.0		
20	1	100.0								
Total 合計	428	-	124	-	121	-	91	-	91	-

7 cases excluded because of unsatisfactory photographs. 7例は写真複製がふじゅうぶんのため除外した

TABLE 11 TOTAL SCORE FOR LABIAL MUCOSA CAPILLARIES BY SEX AND AGE

表11 性および年齢別口唇粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計			Age 年齢 10-19			20-29			30+		
	Total	Male	Female	T	M	F	T	M	F	T	M	F
	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女
0-2	56	10	46	8	4	4	19	1	18	29	5	24
3-5	112	27	85	21	11	10	47	7	40	44	9	35
6-8	124	33	91	31	16	15	41	8	33	52	9	43
9-11	78	18	60	16	8	8	25	2	23	37	8	29
12-14	44	10	34	8	3	5	17	6	11	19	1	18
15+	14	2	12	5	0	5	5	1	4	4	1	3
Total 合計	428	100	328	89	42	47	154	25	129	185	33	152

TABLE 12 TOTAL SCORE FOR LABIAL MUCOSA CAPILLARIES BY EXPOSURE GROUP AND AGE

表12 被爆群および年齢別口唇粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計				Group 群 1				2				3				4			
	Total	Age 年齢			T	10-19 20-29 30+			T	10-19 20-29 30+			T	10-19 20-29 30+			T	10-19 20-29 30+		
	計	10-19	20-29	30+	計	10-19	20-29	30+	計	10-19	20-29	30+	計	10-19	20-29	30+	計	10-19	20-29	30+
<9	292	60	107	125	65	14	19	32	81	5	40	36	65	18	24	23	81	23	24	34
≥9	136	29	47	60	59	18	16	25	40	4	18	18	27	5	9	13	10	2	4	4
% ≥9*	31.8	32.6	30.5	32.4	47.6	56.3	45.7	43.9	33.1	44.4	31.0	33.3	29.3	21.7	27.3	36.1	11.0	8.0	14.3	10.5
Total 合計	428	89	154	185	124	32	35	57	121	9	58	54	92	23	33	36	91	25	28	38

* Proportion with score of 9 or more. 評価値9以上の割合

but no significant difference was observed (Table 12). However, a highly significant difference was observed between the score and exposure group for all age groups combined ($P < .001$):

爆群別に調べたが、有意差は観察されなかった(表12)。しかし、全年齢群を合計したものに、評価値と被爆群との間にきわめて高い有意な差が認められた($P < .001$):

Score 評価値	Group 群				Total 計
	1	2	3	4	
<9	65	81	65	81	292
≥9	59	40	27	10	136
Total 計	124	121	92	91	428

$$\chi^2 = 32.77 \quad \text{with} \quad \text{d.f. 自由度} = 3 (P < .001)$$

Examined by age group, the younger group aged 10-19 years at the time of examination or under 10 years ATB showed a highly significant difference ($P < .001$). This is noted in both sexes ($P < .04$).

年齢別に検討したとき、検査時、10-19歳または原爆時10歳以下だった若年者群に、高い有意差を認めた($P < .001$)。これは男女ともに認められる($P < .04$)。

Even when classified by distance from hypocenter (Table 13), a significant difference was noted in the 10-19 age group ($P < .02$), but when the shielding configuration was taken into consideration, a strongly significant difference could not be observed in this group ($P < .10$). The score tended

爆心地からの距離別分類においても(表13)、10-19歳群に有意差($P < .02$)が認められたが、遮蔽状態を考慮に入れた場合、この年齢群に強い有意差を認めることはできなかった($P < .10$)。軽遮蔽で1400m未満にいたも

to be similarly high in those within 1400 m with light shielding (Table 14). With the availability of exposure dose, reanalyses of the data were made, but the results were the same (Table 15). A significant relation ($P < .04$) was observed between score and exposure dose in all age groups, being especially remarkable in those aged 10-19 years ($P < .003$):

のでも、評価値の高い傾向は同様であった(表14)。被爆線量の導入によって資料を再度解析したが、同様の結果を得た(表15)。全年齢群において、評価値と被爆線量との間に有意な関係が認められ($P < .04$)、これは年齢10-19歳のものに特に著明であった($P < .003$):

Score 評価値	Dose 線量			Total 計
	100+	99-1	<1	
<9	3	11	19	33
≥9	11	7	5	23
Total 計	14	18	24	56

$\chi^2 = 12.23$ with d.f. 自由度 = 2 ($P < .003$)

TABLE 13 TOTAL SCORE FOR LABIAL MUCOSA CAPILLARIES BY AGE AND EXPOSURE DISTANCE

表13 年齢および被爆距離別口唇粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計				0-1399 m			1400-1999			2500-4999			10,000+						
	Total 計	Age 年齢			T 計	T		T		T		T		T						
		10-19	20-29	30+		10-19	20-29	30+		10-19	20-29	30+		10-19	20-29	30+				
<9	292	60	107	125	70	7	24	39	76	12	35	29	65	18	24	23	81	23	24	34
≥9	136	29	47	60	59	14	15	30	40	8	19	13	27	5	9	13	10	2	4	4
% ≥9*	31.8	32.6	30.5	32.4	45.7	66.7	38.5	43.5	34.5	40.0	35.2	31.0	29.3	21.7	27.3	36.1	11.0	8.0	14.3	10.5
Total 合計	428	89	154	185	129	21	39	69	116	20	54	42	93	23	33	36	91	25	28	38

* Proportion with score of 9 or more. 評価値9以上の割合

The relationship of the total score to age and exposure distance was significant by the linear regression analysis ($P < .001$). Radiation effect ($P < .001$) and age effect ($P < .05$) on the morphology of the labial mucosa were significant. This relationship was tested by analyses of variance of the two-way classification on age and exposure distance. The effect of exposure distance on the score, eliminating the effect of age, showed a highly significant difference ($P < .001$). This significant difference was further emphasized when exposure group was used in place of exposure distance.

Relation of Lingual Mucosa Total Score to Exposure Status Based on the six-item criteria identical to those for the labial mucosa, the capillaries of the lingual mucosa were evaluated by the total scoring system (Figure 4).

The distribution of the score is shown in Table 16 by exposure group and accumulated percentage. No significant difference was observed in the relationship of the distribution of the score to age or sex (Table 17). As no significant relation was observed between the distribution

年齢および被爆距離に対する評価値との関係は、線形回帰解析によって有意性が示唆された($P < .001$)。口唇粘膜の形態的变化への放射線の影響($P < .001$)および年齢の影響($P < .05$)はともに有意であった。この関係は、年齢および被爆距離による二元配置の分散分析によって検討された。年齢の影響を除外した場合、評価値の被爆距離による影響に著しい有意差($P < .001$)を認めた。被爆距離の代わりに被爆群を用いて解析が行われた場合、この有意差はさらに強調された。

舌下粘膜に関する合計評価値と被爆状態との関係 口唇粘膜について用いたものと同じ6項目の判定基準をもとに、合計評価値によって、舌下粘膜の毛細血管を検討した(図4)。

被爆群および累積百分率別の評価値の分布は表16に示されているが、評価値の分布と年齢または性別との間に有意差は認められなかった(表17)。全年齢群および各年齢群において、評価値の分布と性別間に、有意な関係は

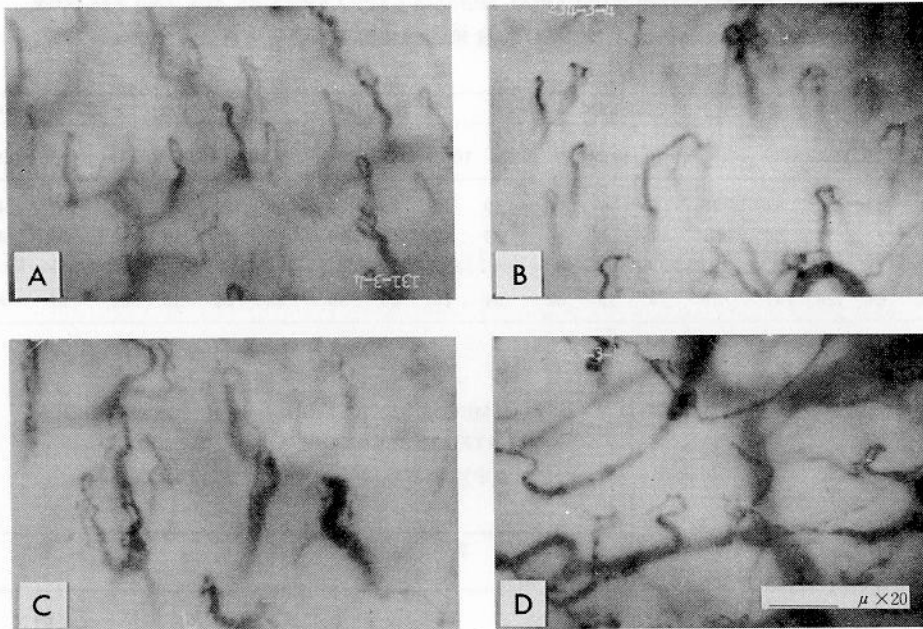


Figure 4 Morphological patterns of lingual mucosa capillaries. A—Normal hairpin-like pattern. B—Branching and intercommunication with distorted loops. C—Unevenness of vascularity, poor filling, and branching. D—Unevenness of vascularity, poor filling, and dilatation of subpapillary plexus.

図4 舌下粘膜毛細血管の形態的 pattern. A—正常なヘアピン様係蹄. B—歪曲した係蹄, 分枝と係蹄間吻合がみられる. C—血管充盈度の不均等性, 充盈不全および分枝がみられる. D—血管充盈度の不均等性, 充盈不全および乳頭下静脈叢の拡張がみられる.

TABLE 14 TOTAL SCORE FOR LABIAL MUCOSA CAPILLARIES BY EXPOSURE DISTANCE, SHIELDING CATEGORY, AND AGE

表14 被爆距離, 遮蔽分類, および年齢別口唇粘膜毛細血管の合計評価値

Distance 距離	Age 年齢	Score 評価値 <9			≥9			Total 合計
		10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	
Total 計		37	83	91	27	43	56	337
0-1399 m		7	24	39	14	15	30	129
1400-1999		12	35	29	8	19	13	116
2500-4999		18	24	23	5	9	13	92
Light Shielding 軽遮蔽		10	13	22	9	7	15	76
0-1399 m		5	8	17	7	6	9	52
1400-1999		5	5	5	2	1	6	24
2500-4999		0	0	0	0	0	0	0
Heavy Shielding 重遮蔽		0	28	27	1	15	13	84
0-1399 m		0	9	14	0	6	10	39
1400-1999		0	19	13	1	9	3	45
2500-4999		0	0	0	0	0	0	0
Other その他		6	12	20	8	9	12	67
0-1399 m		1	0	1	2	0	1	5
1400-1999		2	0	4	2	4	1	13
2500-4999		3	12	15	4	5	10	49
No Information 資料未入手		21	30	22	9	12	16	110
0-1399 m		1	7	7	5	3	10	33
1400-1999		5	11	7	3	5	3	34
2500-4999		15	12	8	1	4	3	43

TABLE 15 TOTAL SCORE FOR LABIAL MUCOSA CAPILLARIES BY AGE AND T65 DOSE

表15 年齢およびT65D線量別口唇粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計			100+rad				99-1				<1				Unknown 線量不明				
	Total 計	Age 10-19	Age 20-29	Age 30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+
<9	211	37	83	91	28	3	7	18	60	11	25	24	66	19	24	23	57	4	27	26
≥9	126	27	43	56	31	11	6	14	34	7	15	12	27	5	9	13	34	4	13	17
%≥9*	37.4	42.2	34.1	38.1	52.2	78.6	46.2	43.8	36.2	38.9	37.5	33.3	29.0	20.8	27.3	36.1	37.4	50.0	32.5	39.5
Total 合計	337	64	126	147	59	14	13	32	94	18	40	36	93	24	33	36	91	8	40	43

* Proportion with score of 9 or more. 評価値9以上の割合

TABLE 16 TOTAL SCORE FOR LINGUAL MUCOSA CAPILLARIES BY EXPOSURE GROUP AND ACCUMULATED PERCENTAGE

表16 被爆群および累積百分率別舌下粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計	%	Group 1 群	%	2	%	3	%	4	%
0	30		0		4		6		20	
1	14		2		1		1		10	
2	6	13.2	2	3.3	2	5.9	1	8.8	1	34.4
3	60		13		21		10		16	
4	30		7		10		5		8	
5	17	39.7	7	25.2	4	35.3	3	28.6	3	64.4
6	62		18		14		20		10	
7	38		12		9		10		7	
8	33	69.0	9	56.9	12	64.7	6	68.1	6	90.0
9	25		5		7		10		3	
10	32		15		11		4		2	
11	25	87.5	6	78.0	11	89.1	6	90.1	2	97.8
12	18		11		4		2		1	
13	8		4		2		2		0	
14	10	97.9	5	94.3	2	95.8	2	96.7	1	100.0
15	8		4		2		2			
16	5		2		2		1	100.0		
17	2	100.0	1	100.0	1	100.0				
Total 合計	423		123		119		91		90	

12 cases excluded because of unsatisfactory photographs. 12例は写真複製がふじゅうぶんのため除外した

TABLE 17 TOTAL SCORE FOR LINGUAL MUCOSA CAPILLARIES BY SEX AND AGE

表17 性別および年齢別舌下粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計			Age 年齢 10-19			20-29			30+		
	Total 計	Male 男	Female 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女
0-2	50	16	34	8	5	3	14	2	12	28	9	19
3-5	107	23	84	20	9	11	39	6	33	48	8	40
6-8	133	30	103	27	12	15	47	7	40	59	11	48
9-11	82	20	62	22	11	11	30	6	24	30	3	27
12-14	36	7	29	9	4	5	13	2	11	14	1	13
15+	15	3	12	2	0	2	9	2	7	4	1	3
Total 合計	423	99	324	88	41	47	152	25	127	183	33	150

of score and sex in all age groups and in various age groups, the following analyses were made with the sexes combined.

As with the labial mucosa, the score was divided into two groups (<9 vs ≥9) and the relationship between score and age was examined by exposure group (Table 18). A significant difference was noted for Group 1 only (P<.01):

観察されなかったもので、以下の解析は男女を合計して実施された。

口唇粘膜の場合と同様に、評価値を2区分(<9対≥9)に分けて、被爆群別評価値と年齢との関係について検討した(表18)。有意差は被爆第1群についてのみ認められた(P<.01):

Score 評価値	Age 年齢			Total 計
	10-19	20-29	30+	
<9	11	21	38	70
≥9	21	14	18	53
Total 計	32	35	56	123

$\chi^2 = 9.50$ with d.f. 自由度 = 2 (P<.01)

TABLE 18 TOTAL SCORE FOR LINGUAL MUCOSA CAPILLARIES BY EXPOSURE GROUP AND AGE

表18 被爆群および年齢別舌下粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計				Group 群 1				2			3			4					
	Total 計	Age 年齢			T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+	T 計	10-19	20-29	30+
		10-19	20-29	30+																
<9	290	55	100	135	70	11	21	38	77	6	37	34	62	15	20	27	81	23	22	36
≥9	133	33	52	48	53	21	14	18	42	3	20	19	29	7	13	9	9	2	5	2
%≥9*	31.4	37.5	34.2	26.2	43.1	65.6	40.0	32.1	35.3	33.3	35.1	35.8	31.9	31.8	39.4	25.0	10.0	8.0	18.5	5.3
Total 合計	423	88	152	183	123	32	35	56	119	9	57	53	91	22	33	36	90	25	27	38

* Proportion with score of 9 or more. 評価値9以上の割合

This trend was also observed by exposure distance (Table 19) and in the group exposed within 1400 m (P<.003). The relationship between score and exposure group or exposure distance was significant in those aged 10-19 years (P<.01). Even when shielding configuration (Table 20) and exposure dose (Table 21) were considered, the significant difference observed in this age group did not change (P<.01).

In the linear regression analyses of the total score on age and exposure distance for the exposed subjects, the effect of age showed a significant difference at less than the 5% level, but the effect of exposure distance could not be strongly demonstrated (P<.10).

Lastly, in the analyses of variance of the score by the two-way classification between age group and exposure group a highly significant difference was observed in the exposure groups when the effect of age was eliminated (P<.001), but this was not observed by exposure distance. However, in the interaction between age and exposure distance there was a significant difference at less than the 5% level.

この傾向は被爆距離別(表19)においても、1400m未満の被爆者群においても認められた(P<.003)。評価値と被爆群または被爆距離との関係では、10-19歳のものが有意であった(P<.01)。遮蔽状態(表20)および被曝線量(表21)を考慮した場合でも、この年齢群における有意性は変わらなかった(P<.01)。

被爆者の年齢および被曝距離に関する合計評価値の線形回帰解析において、5%以下の水準で年齢の影響に有意差を認めたが、被曝距離の影響は強く現われなかった(P<.10)。

最後に、年齢群と被爆群との二元配置による評価値の分散分析において、年齢の影響を除外した場合の被爆群に高い有意差(P<.001)が認められたが、被曝距離に対しては認められなかった。しかし、年齢と被曝距離との交互作用において、5%以下の水準で有意差を認めた。

TABLE 19 TOTAL SCORE FOR LINGUAL MUCOSA CAPILLARIES BY AGE AND EXPOSURE DISTANCE

表19 年齢および被爆距離別舌下粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計				0-1399 m				1400-1999				2500-4999				10,000+			
	Total 計	Age 年齢			T 計				T 計				T 計				T 計			
	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+		
<9	290	55	100	135	74	5	23	46	73	12	35	26	62	15	20	27	81	23	22	36
≥9	133	33	52	48	53	16	15	22	42	8	19	15	29	7	13	9	9	2	5	2
%≥9*	31.4	37.5	34.2	26.2	41.7	76.2	39.5	32.4	36.5	40.0	35.2	36.6	31.9	31.8	39.4	25.0	10.0	8.0	18.5	5.3
Total 合計	423	88	152	183	127	21	38	68	115	20	54	41	91	22	33	36	90	25	27	38

* Proportion with score of 9 or more. 評価値 9 以上の割合

TABLE 20 TOTAL SCORE FOR LINGUAL MUCOSA CAPILLARIES BY EXPOSURE DISTANCE, SHIELDING CATEGORY AND AGE

表20 被爆距離, 遮蔽分類, および年齢別舌下粘膜毛細血管の合計評価値

Distance 距離	Age 年齢	Score 評価値 < 9			≥ 9			Total 計
		10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	
Total 計		32	78	99	31	47	46	333
0-1399 m		5	23	46	16	15	22	127
1400-1999		12	35	26	8	19	15	115
2500-4999		15	20	27	7	13	9	91
Light Shielding 軽遮蔽		7	12	25	12	9	11	76
0-1399 m		3	7	19	9	7	7	52
1400-1999		4	5	6	3	2	4	24
2500-4999		0	0	0	0	0	0	0
Heavy Shielding 重遮蔽		1	27	28	0	16	12	84
0-1399 m		0	11	17	0	4	7	39
1400-1999		1	16	11	0	12	5	45
2500-4999		0	0	0	0	0	0	0
Other その他		8	9	23	5	12	9	66
0-1399 m		0	0	1	3	0	1	5
1400-1999		3	2	4	1	2	1	13
2500-4999		5	7	18	1	10	7	48
No Information 資料未入手		16	30	23	14	10	14	107
0-1399 m		2	5	9	4	4	7	31
1400-1999		4	12	5	4	3	5	33
2500-4999		10	13	9	6	3	2	43

TABLE 21 TOTAL SCORE FOR LINGUAL MUCOSA CAPILLARIES BY AGE AND T65 DOSE

表21 年齢およびT65D線量別舌下粘膜毛細血管の合計評価値

Score 評価値	Total 計				100+ rad			99-1			< 1			Unknown 線量不明						
	Total 計	Age 年齢			T 計				T 計				T 計				T 計			
	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+	10-19	20-29	30+		
<9	209	32	78	99	33	2	8	23	56	10	22	24	62	15	20	27	58	5	28	25
≥9	124	31	47	46	26	12	5	9	36	8	17	11	30	8	13	9	32	3	12	17
%≥9*	37.2	49.2	37.6	31.7	44.1	85.7	38.5	28.1	39.1	44.4	43.6	31.4	32.6	34.8	39.4	25.0	35.6	37.5	30.0	40.5
Total 合計	333	63	125	145	59	14	13	32	92	18	39	35	92	23	33	36	90	8	40	42

* Proportion with score of 9 or more. 評価値 9 以上の割合

DISCUSSION

No late radiation effect on the morphology of minute vessels of the nail fold, labial mucosa, and lingual mucosa could be demonstrated when the 84 items were analyzed individually. However, when scores were assigned to the important items in an attempt to evaluate the total morphological pattern, the analysis of the total score showed a suggestive effect of radiation.

Although some problem of mutual weighting of the items is involved in the total score, this procedure precludes the bias of subjectivity to a greater extent than previous methods and permits comparison of the data with those reported in the literature.²³⁻²⁵ In the current study this procedure was applied to the minute vessels of not only the nail fold but also to the labial mucosa and lingual mucosa.²⁶ The nine items selected for the study of the nail fold are not pathognomic to radiation and senile changes may be involved. To exclude the effect of aging, those aged 44 years or less were selected in light of the earlier study demonstrating no age effect in this age range.¹¹

Views are divergent on the significance of these selected items. Some consider branching and intercommunication to be pathologic conditions rather than senile changes. Roth²⁷ has pointed out that increased tortuosity, increased difference in the diameter of the arterial and venous limbs, decreased number of loops, and decreased blood flow are senile changes, but histopathological changes solely attributable to aging have yet to be determined.²⁸

After giving a single whole body radiation dose of 600 R to mice, Cottier¹ conducted a long-period observation of 28-30 weeks during which he made an extensive and detailed pathohistological study. He noted a significant increase in such abnormal findings as arteriofibrosis, hyalinosis, disseminated hemosiderosis, telangiectasis, cavernous hemangioma, poor capillary nets (skin and oral mucosa), and nephrosclerosis especially in female mice. These vascular changes are considered to be related to acceleration of aging, hypofunction of the various visceral organs appearing as anemia, decrease in visceral organ weight, and decreased number of superficial blood vessels.

In the present study an increase was detected in the abnormalities of the nail fold capillaries with age in those exposed within 1400 m and it is of radiobiological interest that a higher frequency of abnormalities was observed also in the labial and lingual mucosae of those so exposed at less than 10 years.

考 察

84項目を個々に解析した場合、指爪床部、口唇粘膜および舌下粘膜の細小血管の形態学的変化を示す放射線の遅発影響は、証明することができなかった。しかし、総合的な形態的 pattern を評価するために、重要な各項目に評価値を与え、この合計評価値を用いた解析では、放射線の影響が示唆された。

合計評価値の算定に際しては、各項目相互間の重みづけの問題なども考えられるが、従来の方法に比し主観の介入する余地を可及的に除くことができ、また、従来文献に報告されている資料²³⁻²⁵との比較を可能にする。今回の調査研究においても、同様の方法が口唇粘膜、および舌下粘膜のそれにも有効に適用された。²⁶ 指爪床部の調査研究に選択された9項目は、放射線に特有な症徴ではなく、老人性変化としても認められるもので、加齢の影響を除外する必要がある。このためあらかじめ調査の対象を44歳以下に制限した。この場合年齢による影響が認められないことをあらかじめ確めてある。¹¹

選択された種々の項目の有意性についてはいろいろの見解がある。たとえば、分岐および係蹄間吻合は、老人性変化よりも、むしろ、病理学的な状態であると考えられる向きもある。Roth²⁷は、迂曲の増加、動静脈脚径差の増加、係蹄数の減少および血流減退などは、老人性変化であるが、加齢のみに特有な病理組織学的所見は、まだ確認されていないと指摘している。²⁸

Cottier¹は、マウスに全身一時600 R照射後、28-30週の長期観察実験を通じて、広範かつ詳細な病理組織学的な研究を行ない、arteriofibrosis, hyalinosis, 散在性 hemosiderosis, 毛細血管拡張症, 海綿状血管腫, 毛細血管網の消失(皮膚および口腔粘膜)および腎硬化症(これは特に雌マウスにおいて顕著)などの異常所見の有意な増加を認めた。これらの血管変化は、加齢促進、各種内臓器官の機能減退をきたし、貧血、内臓器官の重量減少および表在性血管網の減少などの変化を惹起するものと考察した。

本調査研究において、1400m未満で被爆した者に、指爪床部細小血管に年齢とともに異常所見の増加が認められた。10歳未満で被爆したものの口唇および舌下粘膜にも形態的異常が高頻度に認められたことは、放射線生物学上興味がある。

Curtis²⁹ observing that disorders of critical organs play an important role in inducing life shortening stated that "for a number of reasons the capillary circulation seems most likely the system involved in the life-shortening effects of radiation."

The effect of A-bomb exposure is considered to be not merely superficial but to involve the entire vascular system and therefore efforts seem warranted to make further studies from various angles for the elucidation of the actual effects of A-bomb radiation.^{1,3,30,31}

SUMMARY

Capillary microscopic observation was conducted on the superficial minute vessels of the fingernail fold, labial mucosa, and lingual mucosa of 435 atomic bomb survivors aged 44 years and under. To make statistical analyses of their morphological patterns, nine items for the fingernail fold, and six items for labial and lingual mucosae were selected and graded 0, 1, 2, or 3 according to the degree and extent of the morphological changes, and scores of both degree and extent were totaled. Using the total score the relationship of the total score to age, exposure distance, and exposure dose was studied.

For the nail fold, the relationship between the two score classification (<10 vs ≥ 10) and the age groups suggested a significant difference only for the group exposed within 2000 m with major radiation signs and symptoms ($P < .02$). This tendency was noted in both sexes although it was more marked in males ($P < .05$). A suggestive significance was noted in this relationship among those exposed within 1400 m ($P < .10$). Further, the score increased with age for the group exposed within 1400 m with light shielding and also in those exposed to 100+ rad.

For the labial mucosa, a significant difference was observed in the exposure groups ($P < .001$) being most marked in the group aged 10-19 years at the time of examination, i.e., under 10 years at time of the bomb ($P < .001$). This trend was observed in both sexes ($P < .04$) classified by distance ($P < .02$), radiation dose ($P < .003$), and shielding conditions ($P < .10$).

For the lingual mucosa, a similar tendency was also confirmed in the 10-19 years age group classified by exposure group or distance ($P < .01$). These results suggest that senile and degenerative morphological changes can occur in the minute vessels of the younger age group, which gives rise to microcirculatory insufficiency and unfavorable effects on the integrity of the systemic circulation.

Curtis²⁹ は、余命の短縮の原因として、限界臓器器官の障害が重要であること、および「多くの理由から、細小循環系は放射線による余命短縮に最も関係が深いと思われる」と述べている。

被爆による影響は、表在性血管系にとどまらず全身血管系に及ぶと考えられ、今後原爆放射線の真の影響を解明するためには、さらに各方面からの研究が期待される。^{1, 3, 30, 31}

要 約

44歳以下の原爆被爆者435人について指爪床部、口唇粘膜および舌下粘膜の表在性細小血管の毛細血管顕微鏡観察を行なった。これらの細小血管の形態的 pattern について統計的解析を行なうため、指爪床部に対して9項目および口唇・舌下粘膜部に対してそれぞれ6項目の異常形態を選択し、それぞれの変化の程度と頻度に応じて0, 1, 2, および3に分類し、両者の単純総和を求めた。このようにして被検者ごとに9項目の合計評価値を求め、これと年齢、被爆距離および被曝線量との関係を検討し次の結論を得た。

指爪床部毛細血管については、評価値の2区分(<10 対 ≥ 10)と年齢群との間に、急性放射線症状を呈した2000m未満の被爆群のみ有意差が示唆された($P < .02$)。この傾向は男女ともに認められたが、特に男性に著明であった($P < .05$)。また、1400m未満の被爆群においても有意な関係が示唆された($P < .10$)。さらに、1400m未満の被爆群において、軽度の遮蔽下にあった者および100 rad以上の線量を受けた者においても、その評価値は年齢とともに上昇した。

口唇粘膜については、有意差は各被爆群に認められ($P < .001$)、特に、検査時10-19歳群、すなわち、原爆時10歳未満の群に最も著明であった($P < .001$)。この傾向は男女とも($P < .04$)、距離($P < .02$)、放射線量($P < .003$)および遮蔽状態($P < .10$)別にみた場合にも認められた。

舌下粘膜については、被爆群別または距離別に分類した10-19歳群において、上記と同様の傾向が確認された($P < .01$)。以上の結果は被曝により若年齢群の細小血管に老人性ないし退行性形態学的変化を惹起し、これが細小血管循環不全をきたし体循環にも悪影響をもたらすものと考察される。

REFERENCES

参考文献

1. COTTIER H: Strahlenbedingte Lebensverkürzung. Berlin, Springer-Verlag, 1961
(放射線による寿命短縮)
2. BENEDICT WH: Spontaneous and radiation-induced iris atrophy in mice. *Amer J Opth* 40:163-9, 1955
(ハツカネズミの自然および放射線照射後にみられる虹彩の萎縮)
3. KOHN HI: Late effects of whole-body X-irradiation in the mouse, some gross and histologic aspects of the development of morbidity prior to the terminal state, with special references to the gonad, uterus, liver, kidney and submaxillar gland. *Radiat Res* 7:407-35, 1957
(ハツカネズミにおける全身X線照射の遅発性影響, 末期状態以前の罹病率の増加と, その際にみられる肉眼的および組織学的様相, 特に生殖腺, 子宮, 肝臓, 腎臓および顎下腺について)
4. FURTH J, UPTON AC, et al: Some late effects in mice of ionizing radiation from an experimental nuclear detonation. *Radiology* 63:562-70, 1954
(核爆発実験による電離放射線のハツカネズミに及ぼす遅発性影響)
5. MULLER O: Die feinste Blutgefäße des Menschen. Stuttgart, Enke, Bd 1, 1937; Bd 2, 1939
(人間の微細血管)
6. BRAASCH NG, NICKSON MJ: A study of the hands of radiologists. *Radiology* 51:719-27, 1948
(放射線科医の手指の研究)
7. 粥川専齊, 熊取敏之: 広島における原子爆弾患者の皮膚毛細血管抵抗について. 原子爆弾災害調査報告書. 日本学術会議編. 東京, 日本学術振興会, 1953年, 第2分冊, pp 702-3
(KAYUKAWA S, KUMATORI T: Capillary resistance of the skin of A-bomb survivors in Hiroshima. In *Reports on the Atomic Bomb Casualties*, ed by Japan Science Council. Tokyo, Japan Society for the Promotion of Science, 1953. Vol 2, pp 702-3)
8. 真下俊一, 菊池武彦, ほか: 広島市における原子爆弾傷に関する研究(臨床編). 同上, pp 769-804
(MASHITA S, KIKUCHI T, et al: Study of A-bomb injuries in Hiroshima—Clinical report. *Ibid*)
9. 真鍋欣良, 猿渡和彦: 原爆被爆者の皮膚毛細血管抵抗性検査成績(638名). 広島医学 9: 365-7, 1956年
(MANABE K, SARUWATARI K: Capillary resistance examination of the skin of 638 atomic bomb survivors. *Hiroshima Igaku—J Hiroshima Med Ass*)
10. NAKAIDZUMI M, TSUYA A: The morphological and functional changes of the blood capillaries of the persons exposed to the atomic bombing (Preliminary report). In *Research in the Effects and Influences of the Nuclear Bomb Test Explosions*. Tokyo, Japan Society for the Promotion of Science, 1956. pp 1667-72
(原爆被爆者の毛細血管の形態学および機能的変化—予報)
11. TSUYA A, WAKANO Y, OTAKE M: Morphological study on the superficial minute vessels through capillary microscopic observation and photography, 1956-57. ABCC TR 22-69
(毛細血管顕微鏡観察と写真撮影による表在性細小血管の形態学的研究, 1956-57年)
12. BEEBE GW, USAGAWA M: The major ABCC samples. ABCC TR 12-68
(ABCCの主要調査標本)
13. MENDELOWITZ M: The Digital Circulation. New York, Grune & Stratton, 1954
(手指の血液循環)
14. ARAKAWA ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. *New Eng J Med* 263: 488-93, 1960; ABCC TR 14-59
(広島および長崎被爆生存者に関する放射線量測定)
15. MILTON RC, SHOHOJI T: Tentative 1965 radiation dose estimation for atomic bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 1-68
(原爆被爆生存者の1965年暫定線量(T 65D)の推定)
16. BEEBE GW, ISHIDA M, JABLON S: Life Span Study Report 1. Description of study. Mortality in the medical subsample, October 1950—June 1958. *Radiat Res* 16:253-80, 1962; *Hiroshima Igaku—J Hiroshima Med Ass* 15:1397-422, 1962; ABCC TR 5-61
(原爆被爆生存者の寿命調査. 第1報. 医学調査サンプルにおける死亡率と研究方法の概略, 1950年10月—1958年6月)
17. JABLON S, ISHIDA M, BEEBE GW: JNIIH-ABCC Life Span Study. Report 2. Mortality in Selection I and II, October 1950—September 1959. *Radiat Res* 21:423-45, 1964; *Hiroshima Igaku—J Hiroshima Med Ass* 17:1156-80, 1964; ABCC TR 1-63
(予研—ABCC寿命調査. 第2報. 第I次, 第II次抽出サンプルにおける死亡率の研究, 1950年10月—1959年9月)

18. Records of meetings on capillary study held on 21 September and 24 September 1962. Department of Statistics Files
(毛細脈管の研究に関する会議の議事録, 1962年9月21日-24日)
19. HASHIZUME T, MARUYAMA T, et al: Estimation of the air dose from the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. *Health Phys* 13: 149-61, 1967; ABCC TR 6-67
(広島・長崎の原爆の空気線量推計)
20. YAMAMOTO S, FUJIKOSHI Y: Two-way classification designs with unequal cell frequencies. *J Sci Hiroshima Univ Series A-I*, 32 (2), 1968
(各区分頻度の異なる二元配置法)
21. 福代良一: 諸種皮膚疾患の皮膚顕微鏡的研究. *日本皮膚科学会雑誌* 75: 659-77, 1965年
(FUKUSHIRO R: Capillary microscopic examination in various skin diseases. *Nippon Hifuka Gakkai Zasshi—Jap J Derm*)
22. 若野洋一: 生体観察による口腔粘膜毛細血管の形態に関する研究. 1. 肉眼的に正常な口唇, 舌粘膜毛細血管の形態. 2. 歯肉毛細血管の形態. *大阪大学歯学雑誌* 6: 263-302, 1961年
(WAKANO Y: Studies on the morphology of the mucous membrane capillaries in the oral cavity by in vivo observations. 1. Morphology of mucous membrane capillaries of grossly normal lip and tongue. 2. Morphology of mucous membrane capillaries of gingiva. *Osaka Daigaku Shigaku Zasshi—Dent J Osaka Univ*)
23. GIBSON WC, BOSLEY PGHJ, GRIFFITHS RS: Photomicrographic studies on the nail bed capillary networks in human control subjects. *J Nerv Ment Dis* 123:219-31, 1956
(正常人の指爪床部毛細血管網に関する顕微鏡写真撮影による研究)
24. RUPPEL H: Kapillaromikroskopische Untersuchungen an Lippenschleimhaut und Nagelfalz bei Parodontose. *Deut Zahnarztl Wschr* 17: 385-92, 1936
(歯槽膿漏患者の口唇粘膜と指爪床部毛細血管顕微鏡検査)
25. 山森 昭: 人体の皮膚毛細血管に関する研究. *十全会雑誌* 48: 1010-24, 1147-51, 1352-67, 1566-78, 1943年
(YAMAMORI S: Studies on human skin capillaries. *Juzenkai Zasshi—J Juzen Med Soc*)
26. TSUYA A, WAKANO Y, et al: Capillary microscopic observation on the superficial minute vessels of atomic bomb survivors, 1956-57. 2. Bulbar Conjunctiva. ABCC TR 24-69
(原爆被爆者の表在性細小血管に関する毛細血管顕微鏡観察, 1956-57年. 2. 眼球結膜)
27. ROTH GM: Nailfold capillaries in man. In *Peripheral Vascular Disease*, ed by ALLEN EV, BARKER NW, HINES EA Jr. Philadelphia, WB Saunders, 1946
(ヒトの指爪床部毛細血管)
28. KRAYOVSKII NA: Studies in the Pathology of Radiation Disease. New York, Pergamon Press, 1965
(放射能症についての病理学的研究)
29. CURTIS HJ: Radiation-induced aging in mice. *Progr Nucl Energy* 6:210-6, 1959
(放射線によってハツカネズミに誘発された加齢現象)
30. ANDERSON RE: Aging in Hiroshima atomic bomb survivors. *Arch Path* 79:1-6, 1965; ABCC TR 17-64
(広島原爆被爆者における加齢現象)
31. FURTH J, UPTON AC: Vertebrate radiobiology; Histopathology and carcinogenesis. *Ann Rev Nucl Sci* 3:303-38, 1953
(脊椎動物の放射線生物学: 病理組織学および発癌)