

URINARY FINDINGS OF CHILDREN EXPOSED IN UTERO
TO THE ATOMIC BOMBS

原子爆弾胎内被爆児の尿所見

HIROSHIMA AND NAGASAKI

広島・長崎

LAWRENCE R. FREEDMAN, M.D.

ROBERT J. KEEHN, M.S.



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。

URINARY FINDINGS OF CHILDREN EXPOSED IN UTERO TO THE ATOMIC BOMBS

原子爆弾胎内被爆児の尿所見

HIROSHIMA AND NAGASAKI

広島・長崎

LAWRENCE R. FREEDMAN, M.D.¹

ROBERT J. KEEHN, M.S.²

Approved 承認 9 June 1966



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

Departments of Medicine¹ and Statistics² 臨床部¹ および統計部²

CONTENTS

目 次

Introduction 緒 言	1
Sample 標 本	1
Methods 方 法	3
Results 結 果	4
Discussion 考 察	12
Summary 要 約	14
References 参考文献	14

TABLES 表

1. Examinations by city and age 検査数：都市・年齢別	2
2. Proteinuria tests by city and distance 尿蛋白検査数：都市・距離別	3
3. Prevalence of proteinuria by city 蛋白尿の有病率：都市別	5
4. Prevalence of proteinuria by semester 蛋白尿の有病率：妊娠期別	7
5. Positive urine for red blood cells 赤血球陽性尿の有病率	8
6. Positive urine for white blood cells 白血球陽性尿の有病率	9
7. Positive urine for casts 円柱陽性尿の有病率	10
8. Prevalence of glycosuria 糖尿の有病率	11

URINARY FINDINGS OF CHILDREN EXPOSED IN UTERO TO THE ATOMIC BOMBS

原子爆弾胎内被爆児の尿所見

HIROSHIMA AND NAGASAKI

広島・長崎

INTRODUCTION

Renal damage is a serious complication of exposure of the kidneys to X-rays.¹ The severity of detectable renal damage depends upon the dosage of X-rays and can vary from transient alterations of blood flow which are difficult to detect to severe renal insufficiency and hypertension leading to death.^{1,2} Although the kidneys of adults are considered relatively radioresistant, animal experiments have demonstrated a much greater susceptibility in the newborn.³

Kidney damage by ionizing radiation from the Hiroshima and Nagasaki atomic bombs has been searched for in many studies of ABCC.⁴⁻⁹ Urinalyses and blood pressure data for adults have shown no differences related to radiation exposure.^{4,6} A small but not statistically significant increase in urinary tract infection was found in Hiroshima women within 1400 m from the hypocenter at the time of the bombs (ATB).⁷ A report of the urinary findings of a group of Hiroshima children, some of whom were exposed to the atomic bomb, including a small group exposed while in utero, described a statistically significant increase in urinary abnormalities in girls corresponding to their radiation exposure.⁸ These abnormalities were transient, and differences in persistent abnormalities were not significant among the comparison groups. A study of Nagasaki adolescents who were in utero ATB did not reveal significant differences in urinary findings according to exposure to radiation, but the groups were small.⁹

The present study analyzed the results of urine examinations conducted on a sample of Hiroshima and Nagasaki children who were in utero ATB, some of whom received significant radiation doses, and who were still living in the cities. These data are from a continuing detailed health study of these children which began in 1952. The data here extend through 1961, for ages 9-16 years.

SAMPLE

The sample of in utero subjects in this study was established in 1955 and revised in July 1959. It is composed of 1265 subjects for Hiroshima and 305 for Nagasaki in three categories according to their location ATB: less

緒言

腎臓に対するX線照射の重大な合併症として腎臓障害がある。¹ 腎臓に及ぼす障害の程度は、X線の線量に左右されるが、ほとんど検出できない程度の一時的な血流の変化から重篤な腎臓機能不全、または高血圧を起こして死に至らしめるものまで多様である。^{1,2} 成人の腎臓は放射線に対して抵抗が比較的強いと考えられているが、動物実験によると新生児のそれは感受性が非常に高いことが認められている。³

広島と長崎の原爆によって放出された電離放射線による腎臓障害の有無については、ABCCで多くの研究が行なわれている。⁴⁻⁹ 成人から得た資料によれば、検尿結果あるいは血圧値には放射線照射による差が認められていない。⁴⁻⁶ 原爆時に広島で爆心地から1400m未満にいた婦人に尿路感染症がわずかに多くなっていたが、その差は統計的に有意でなかった。⁷ 若干の被爆児童と胎内被爆児の小群を含む広島児童について求められた尿所見に関する報告によれば、女子には放射線照射に対応して尿異常が統計的に有意に増加していた。⁸ ただし、これは一過性の尿異常について認められたもので、持続的な異常については比較対象群との間に有意差はなかった。長崎における胎内被爆児の思春期調査では、尿所見に放射線照射による有意差は認められなかった。しかし、その調査対象は少数であった。⁹

本報告に述べる調査は、広島と長崎で原爆時に胎内にいたことが確実で、現在市内に居住している児童の標本について行なった検尿の結果を解析したものである。この中には多量の放射線を受けた者もある。この資料は、これらの子供に対して1952年以来実施されてきた完全な健康調査の一部として求められた。ここに示す資料は1962年までのもの、すなわち、9歳から16歳までのものである。

標本

今回の調査の胎内被爆児標本は1955年に設定され、1959年7月に修正されたものである。構成は広島1265人、長崎305人で、原爆時の位置によって次の3つの群に分類されている。爆心地より2000m未満、爆心地より3000-

than 2000 m; 3000-4999 m; beyond 10,000 m from the hypocenter or not in the city ATB. The group at less than 2000 m includes all known eligible subjects in this distance category. The three categories are matched for sex and month of birth (Hiroshima) or month of gestation ATB (Nagasaki).

The urinalysis data were obtained at annual examinations from 1955 (at age 9 years) to 1962 (at age 16 years). Table 1 shows the number of urinalyses by age of subject. These data are based upon tests reported for proteinuria which correspond closely to the actual number of urine specimens examined. In Nagasaki, the lowest proportion of subjects with urinalyses, 55.7% of 305 subjects,

4999 m, 爆心地より10,000 m以遠あるいは原爆時市内にいなかった者。2000 m未満群には、この距離区間にいたと判明しているすべての該当者が含まれている。この3つの分類群は、それぞれ性別および出生年月(広島)あるいは妊娠月齢(長崎)別構成が一致するようにしてある。

1955年(9歳時)から1962年(16歳時)までの年次診察で求められている検尿資料を入手した。検尿の年齢別件数は表1に示す。ここに示した資料は、蛋白検査報告に基づいており、検尿の実数とほとんど同じである。長崎の対象者で検尿を行なった割合が最も低かったのは9歳時診察における305例中55.7%であり、割合が最高であった

TABLE 1 PROTEINURIA EXAMINATIONS, PER SUBJECT IN THE PE 86 SUBSAMPLE*
BY CITY AND AGE AT EXAMINATION

表1 尿蛋白検査, PE 86調査標本*: 都市・検査時年齢別

Age at Examination 検査時年齢	Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎	
	Number 数	%	%	Number 数	%
	(1265 Subjects 対象者)		**	(305 Subjects 対象者)	
9	263	20.8	29.7	170	55.7
10	682	53.9	77.1	280	91.8
11	603	47.7	68.1	298	97.7
12	619	48.9	69.9	294	96.4
13	684	54.1	77.3	290	95.1
14	934	73.8		270	88.5
15	866	68.5		263	86.2
16	780	61.7		247	81.0

* As defined July 1959. The Hiroshima subsample was increased by 380 in 1959.
1959年7月に設定。広島の場合は1959年に380人追加された

** Based on 885 subjects (1265-380)
885人の対象者(1265-380)に基づく

occurred at age 9 years and the highest, 97.7% is found at age 11. Except for examinations at 9 years the proportion examined exceeded 80% for each year of age. The low proportion of subjects with urinalyses at 9 years is because the In Utero Study sample was not established until 1955 while many of the Nagasaki subjects reached age 9 in 1954 and were not examined at that age. The number of urine examinations at each year of age in Hiroshima exceeded that for Nagasaki, but the proportion of subjects examined at each age is considerably lower. The very low proportion of subjects with urine examinations prior to age 14 is due in part to the number of in utero subjects under study in Hiroshima having been increased by 380 in the 1959 revision of the sample (at age 14 years). When the percentage of subjects with urine examination prior to age 14 years is recomputed based on 885 study subjects instead of 1265, examinations at age 10-13 were 70% complete. At age 9 years the examinations were 30% complete for the same reason as in Nagasaki.

のは11歳時の97.7%である。9歳時診察を除いては、検尿の割合は毎年80%以上であった。9歳時に検尿を行なった対象者の割合が低いのは、胎内被爆児調査標本が1955年に初めて設定されたのに対し、長崎の対象者の多くはすでに1954年に9歳に達していたので、9歳時診察が行なわれなかったためである。広島では、各年齢時の検尿件数は長崎を上回るが、検尿を行なった対象者の割合はかなり低い。14歳以前の検尿の割合が低いのは、1959年の標本修正時(14歳時)に広島における胎内被爆児調査対象者の数を380例追加したことにより一部起因する。14歳以前に検尿を行なった対象者の百分率の計算を、1265例ではなく、885例に基づいて行なうと、10-13歳までの検査率は70%になる。長崎と同じ理由で9歳時の検査率は30%である。

TABLE 2 PROTEINURIA TESTS, TOTAL AND AVERAGE NUMBER PER SUBJECT IN THE PE86 SUBSAMPLE*
BY CITY AND DISTANCE, 1954-62

表2 尿蛋白検査の総数とPE86調査標本*: 1人当たりの平均検査数: 都市・距離別, 1954-62年

		Distance 距離 m							
		<1500	**	1500-1999	**	3000-4999	**	Not-in-city 市内不在	**
Hiroshima	Subjects 対象者	169		266		432		398	
広島	Tests 検査数	802	4.7	1142	4.3	1502	3.5	1985	5.0
Nagasaki	Subjects 対象者	37		65		101		102	
長崎	Tests 検査数	277	7.5	472	7.3	713	7.1	650	6.4

* As defined July 1959. 1959年7月に設定.

** Average number of tests per subject (maximum possible tests-8)
対象者1人当たりの平均検査数(検査可能数は最大8)

In Nagasaki, all of the 305 subjects had at least one examination during the 8-year period. In Hiroshima, 1147 subjects or 90.7% had one or more examinations during the same period. A comparison of the number of subjects examined each year with the number of proteinuria tests performed indicates that only an occasional subject was examined without urinalysis. In Hiroshima, the maximum number of subjects examined at a given age but without urinalysis was 7 at age 12 years. The maximum number of missing urinalysis test results in Nagasaki was 3 at age 16.

Data for proteinuria generally becomes more complete as distance from hypocenter diminishes (Table 2). If every subject had been examined and tested each year an average of 8 tests per subject would be available. Thus, for Nagasaki subjects in the nonexposed group, an average of 6.4 tests per person were performed (i.e. testing was 80% complete). This improved as distance diminished and for those within 1500m there were 7.5 tests per person for a completeness score of 94%. In Hiroshima the average number of tests per subject decreased from 5.0 (62% complete) for nonexposed subjects to 3.5 per subject (44% complete) for the 3000-4999m group, and then increased to 4.7 tests per subject (59% complete) for those within 1500 m.

METHODS

Casual urine specimens were examined until October 1960 in Nagasaki and November 1961 in Hiroshima when clean voided specimens were collected from women.

Until June 1960 sulfosalicylic acid (Exton) was used to test for protein in the urine and positive reactions were confirmed with the nitric acid ring test. In Hiroshima the result of the nitric acid test was coded, but that of

長崎では、対象者305人のすべてがこの8年間に少なくとも1回受診している。広島では対象者1147人すなわち90.7%がこの同じ期間に1回あるいはそれ以上受診している。各年度における受診者数と尿蛋白検査数の比較によれば、受診しても検尿を受けていない対象者は少数例あるにすぎない。広島の対象者で各年齢時の診察の中で受診はしたが検尿を受けなかった者が最も多かったのは12歳時の7人であった。長崎において検尿を受けなかった者が最も多いのは16歳時の3例であった。

一般に尿蛋白検査は、爆心地に近い者ほど完全に行なわれている(表2)。全対象者が毎年検査を受けた場合は、対象者1人当たりの平均検査数は8回になる。このようにして、長崎非被爆群の対象者では、1人につき平均6.4回の検査を行なった(すなわち、検査は80%完全である)。これは距離が近くなるほどよくなり、1500m未満群では1人につき7.5回の検査が行なわれ、94%の完成率である。広島においては、対象者1人についての平均検査回数は、非被爆対象群で5.0(62%完全)から3000-4999m群で3.5(44%完全)に減少し、1500m未満被爆対象者で4.7(59%完全)に増加する。

方 法

長崎においては1960年10月まで、広島においては1961年11月まで前処置を施さずに尿を採取していたが、その後は女子について汚染されない排尿標本を集めて検査した。

1960年6月までは、尿中蛋白検査にスルフォサリチル酸(Exton)を使用し、陽性反応は硝酸輪環検査で確認していた。広島では硝酸検査の結果をコードしたのに対し、長崎では簡易検査のスルフォサリチル酸検査の成績をコー

the sulfosalicylic acid screening test was coded in Nagasaki. In July 1960, *combistix* were substituted for sulfosalicylic acid. Positive reactions continued to be confirmed with nitric acid, but the latter result was used for coding in Hiroshima whereas the result of the screening test was coded in Nagasaki. For *combistix* as well as sulfosalicylic acid, some faint trace tests were negative when tested with nitric acid. Trace tests were not analyzed.

Benedict's reagent was used to test for sugar until June 1960 since which time the urine has been tested first with *combistix* and positive tests confirmed with Benedict's reagent. The result of testing with Benedict's reagent was used for coding purposes. This procedure was adopted because some faint-trace results appeared slowly with *combistix* and were difficult to interpret. Some of these slow appearing tests were negative when Benedict's reagent was used.

Urine sediment was microscopically examined following centrifugation of about 15 ml of urine at 2000-3000 rpm. The number of cells or casts seen per high power microscopic field were recorded.

RESULTS

Proteinuria The proportion of tests positive for proteinuria (1+ or higher) was similar for boys and girls in Hiroshima, and rose with increasing age (Table 3). In Nagasaki, the results of testing differed by sex, the prevalence of positive tests remaining fairly constant between 11 and 16 years for boys while for girls prevalence was higher at age 11-13 years than at earlier or later examinations. Proteinuria was first detected at an earlier age in girls than in boys in both cities. At age 9 years about 2%-3% of girls were positive for proteinuria while the condition was absent in boys until age 10 in Hiroshima and 11 in Nagasaki.

Examination of the data by exposure distance suggests that the prevalence of proteinuria may be increased in girls within 1500 m of the hypocenter. The period of increased prevalence is most pronounced at 13-14 years of age.

A total of 16 distance comparisons (8 age groups in each city) can be made for girls when the data are examined by city and age at examination. Of these 3 were significant at the 5% level (including one difference, Hiroshima girls age 13 years, which was significant at the 1.0% level). In two of the three significant comparisons, the prevalence of proteinuria in subjects within 1500 m

ドした。1960年7月からはスルフォサリチル酸の代わりに Combistix を使用するようになった。陽性反応はやはり硝酸で確認を行なった。長崎では引き続き簡易検査の Combistix 検査の結果をコードし、広島では確認検査の結果をコードした。スルフォサリチル酸法および Combistix できわめて軽度の痕跡反応を示すものの中には、硝酸法で陰性となるものがあった。痕跡反応は解析に含めなかった。

1960年6月までは糖検査に Benedict 試薬を使用していた。それ以来は、最初に Combistix で検査し、陽性反応を示したものは Benedict 試薬により確認するようになった。Benedict 試薬による検査結果をコードしたが、これは Combistix で痕跡反応がゆっくり現われ、判定が困難な場合もあるためである。Benedict 試薬を使用した場合、このように反応がゆっくり現われる検査が陰性を示したものが若干ある。

尿の顕微鏡検査は、尿15mlを1分間に2000-3000回転で遠沈して取った沈渣について行なった。血球や円柱は顕微鏡高倍率一視野当たりの数を示した。

結 果

蛋白尿 蛋白反応が陽性(1+以上)である検査の割合は、広島において男女ともに類似していて、年齢とともに上昇する(表3)。長崎においては検査結果は性別により異なる。すなわち、11-16歳までの男子の検査結果は、陽性反応の頻度がかかなり一定している。しかし、女子における頻度は、11-13歳時がその前後の時期より高い。蛋白尿が最初に認められた年齢をみると両市とも男子より女子に早く発見された。9歳時に女子の約2%-3%は蛋白反応陽性であったが、男子では広島で10歳、長崎で11歳まで蛋白尿は認められなかった。

爆心地からの距離別に資料を検討した結果、蛋白尿の頻度は爆心地から1500m未満で被爆した女子に増加していることを示唆している。頻度の増加したのは13-14歳時が最も著しい。

女子の資料を都市別診察時年齢別に検討する場合、合計16組(両市とも8つの年齢区分群)の被爆距離別比較ができる。そのうち3つが5%の危険率で有意であった(これには1.0%の危険率で有意差を示した13歳時の広島の子の場合も含む)。有意差を示した3つの比較のうち2つにおいては、爆心地から1500m未満で被爆した対象

TABLE 3 PREVALENCE OF PROTEINURIA BY CITY, SEX, AGE AND DISTANCE

蛋白尿の有病率：都市・性・距離別

Category 区分	Age at Examination 検査時年齢	Total 総数	Male 男				Not-in-city 市内不在	Total 総数	Female 女			
			Distance 距離			Not-in-city 市内不在			Distance 距離			Not-in-city 市内不在
			<1500m	1500- 1999	3000- 4999				<1500m	1500- 1999	3000- 4999	
Hiroshima 広島												
Subjects 被検者	9	143	36	47	45	15	120	35	42	32	11	
	10	360	56	63	70	171	322	40	60	57	165	
	11	322	52	60	61	149	281	40	54	55	132	
	12	334	52	72	68	142	285	36	58	61	130	
	13	367	53	78	76	160	317	40	63	71	143	
	14	494	72	101	170	151	440	61	91	165	123	
	15	467	67	100	154	146	399	56	86	151	106	
	16	423	57	90	135	141	357	49	77	131	100	
Proteinuria 蛋白尿陽性	9	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	
	10	2	0	0	0	2	2	0	2	0	0	
	11	11	0	1	5	5	17	4	4	4	5	
	12	8	4	1	1	2	19	3	2	1	13	
	13	20	3	3	5	9	27	10	6	3	8	
	14	37	5	11	11	10	38	10	5	11	12	
	15	39	8	6	13	12	23	5	8	6	4	
	16	41	9	5	14	13	26	7	6	11	2	
%	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.9	0.0	0.0	9.1	
	10	0.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.6	0.0	3.3	0.0	0.0	
	11	3.4	0.0	1.7	8.2	3.4	6.0	10.0	7.4	7.3	3.8	
	12	2.4	7.7	1.4	1.5	1.4	6.7	8.3	3.4	1.6	10.0	
	13	5.4	5.7	3.8	6.6	5.6	8.5	25.0	9.5	4.2	5.6	
	14	7.5	6.9	10.4	6.5	6.6	8.6	16.4	5.5	6.7	9.8	
	15	8.4	11.9	6.0	8.4	8.2	5.8	8.9	9.3	4.0	3.8	
	16	9.7	15.8	5.6	10.4	9.2	7.3	14.3	7.8	8.4	2.0	
Nagasaki 長崎												
Subjects 被検者	9	95	17	36	42	0	75	19	27	29	0	
	10	152	17	36	47	52	128	20	27	34	47	
	11	159	17	37	53	52	139	19	25	47	48	
	12	159	17	37	53	52	135	20	23	46	46	
	13	156	17	37	51	51	134	20	25	47	42	
	14	149	16	36	49	48	121	16	22	43	40	
	15	145	15	36	47	47	118	19	19	40	40	
	16	132	13	30	44	45	115	15	19	41	40	
Proteinuria 蛋白尿陽性	9	0	0	0	0	-	2	0	1	1	-	
	10	0	0	0	0	0	3	0	1	1	1	
	11	7	0	2	3	2	15	2	1	5	7	
	12	10	1	1	3	5	13	2	2	4	5	
	13	9	0	1	2	6	15	3	3	5	4	
	14	12	0	2	3	7	7	3	0	0	4	
	15	6	0	0	2	4	6	0	1	0	5	
	16	9	1	0	1	7	4	0	0	1	3	
%	9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	2.7	0.0	3.7	3.4	-	
	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	3.7	2.9	2.1	
	11	4.4	0.0	5.4	5.7	3.8	10.8	10.5	4.0	10.6	14.6	
	12	6.3	5.9	2.7	5.7	9.6	9.6	10.0	8.7	8.7	10.9	
	13	5.8	0.0	2.7	3.9	11.8	11.2	15.0	12.0	10.6	9.5	
	14	8.1	0.0	5.6	6.1	14.6	5.8	18.8	0.0	0.0	10.0	
	15	4.1	0.0	0.0	4.3	8.5	5.1	0.0	5.3	0.0	12.5	
	16	6.8	7.7	0.0	2.3	15.6	3.5	0.0	0.0	2.4	7.5	

exceeded that for each of the other distance categories, one at age 13(Hiroshima) and the other at age 14(Nagasaki).

Since subjects with positive test results at one examination will more likely be positive on reexamination than subjects with negative test results, the apparent consistency of results at several ages may be misleading. Therefore, the data were reexamined by classifying each examined subject as positive for proteinuria if at least one test was reported positive and negative in the absence of a single positive test. While the results were essentially negative, the Hiroshima female data are reported in view of the previously noted higher prevalence of proteinuria at various ages. In the within 2000 m category, 38 or 20.1% of Hiroshima females were positive compared with 25 or 13.5% of the 3000-4999 m subjects and 28 or 15.6% of the not-in-city group. The differences were not significant by χ^2 tests.

Persistence of positive tests for proteinuria was similarly examined, persistence being defined as two or more positive tests reported. Since the likelihood of persistence being found increases with the number of tests reported the direct method of adjustment for distribution differences in the number of examinations reported was used to eliminate the effect of the more frequent examinations observed for subjects within 2000 m. The highest proportion of persistence in Hiroshima females was 11.2% in the group within 2000 m compared with 4.9% and 6.1% in the 3000-4999 m and not-in-city categories respectively, the difference being suggestive ($.1 > P > .05$). Thus, both the percentage of subjects with positive test results and the percentage of persistent positive tests were highest in those within 2000 m, but only for the latter was there statistical indication that the differences might be real.

The only exposure group pattern seen in boys is the higher prevalence of proteinuria in Nagasaki boys who were not in the city ATB. Of the 16 possible age-city specific distance comparisons, none were significant at the 5% level.

If exposure to radiation in utero within 1500 m increased the likelihood of finding protein in the urine during adolescence, as may be the case for females, then the length of gestation of the fetus at the time of exposure to radiation becomes a factor of interest. The study subjects were divided into two groups, those born on or before 31 December 1945 (i.e. irradiated during the last 5 months of intrauterine life), and those born in 1946 (irradiated during the first 4 months of intrauterine life) and the exposure group comparisons repeated (Table 4).

者の蛋白尿の頻度が残りのいずれの距離群より高く、1つは13歳時(広島)、もう1つは14歳時(長崎)に認められた。

ある1回の検査で尿蛋白陽性を示した対象者は、その後の検査でも陽性を示す可能性が陰性者に比べて多いので、数年間にわたって結果に一貫性があることは誤解されやすい。したがって、各被検者について、1回の検査でも陽性と報告された者を蛋白尿陽性として、また、1回も陽性反応がない場合は陰性と分類して資料を再検討した。その結果はほとんど陰性的なものであったが、広島の子には前記のように各年齢において蛋白尿頻度が高いことが認められたので、この群に関する結果を述べてみる。広島における女子では、3000-4999 mの対象者25例すなわち13.5%、および市内にいなかった群28例すなわち15.6%が陽性であったのに比べて、2000 m未満の群では38例すなわち20.1%が陽性であった。 χ^2 検定の結果では有意差はなかった。

陽性反応が2回あるいはそれ以上認められるものを持続例として、蛋白尿陽性結果の持続例についても同様に検討した。持続例は、検査回数の増加とともに増大する可能性があるもので、2000 m未満の対象者の検査回数が多いことの影響を除くため、検査数の分布における差を直接法によって補正した。広島の子において持続例の割合が最も高いのは2000 m未満群の11.2%で、これに対して3000-4999 m群および市内にいなかった群がそれぞれ4.9%および6.1%であった。その差は示唆的($.1 > P > .05$)である。このように、検査結果が陽性である対象者の百分率および陽性結果の持続例の百分率は、いずれも2000 m未満群が最高であるが、持続例に関してのみ真の差があるかもしれない。

男子に認められた唯一の被爆群別傾向は、長崎で原爆時に市内にいなかった男子において、蛋白尿頻度が高かったことである。実施が可能な16組の年齢・都市別距離群比較ではいずれにおいても5%の危険率の有意差はなかった。

女子に認められるように、爆心地から1500 m未満で胎内において放射線照射を受けたために思春期に至って尿中蛋白が発見される可能性が増加するのであれば、放射線照射時の胎児の妊娠月齢は関心がもたれる要因の1つとなる。そこで調査対象者を1945年12月31日以前に出生した者(妊娠後期5か月間に被爆した者)および1946年に出生した者(妊娠前期4か月間に被爆した者)に分けて被爆群別比較を繰り返した(表4)。上記で観察した放射線の

TABLE 4 PREVALENCE OF PROTEINURIA BY SEX, AGE, DISTANCE, AND SEMESTER OF GESTATION ATB, COMBINED CITIES

表4 蛋白尿の有病率：性・年齢・距離・原爆時の妊娠期別，両市合計

Category 区分	Age at Examination 検査時年齢	First Semester 前期				Second Semester 後期			
		<1500 m	1500- 1999	3000- 4999	Not-in-city 市内不在	<1500m	1500- 1999	3000- 4999	Not-in-city 市内不在
Male 男									
Tests 検査数	9-12	141	175	231	316	123	213	208	317
	13-14	83	123	179	216	75	129	167	194
	15-16	84	142	205	201	68	114	175	178
Proteinuria 蛋白尿陽性	9-12	2	0	4	4	3	5	8	12
	13-14	2	11	13	16	6	6	8	16
	15-16	12	4	18	15	6	7	12	21
%	9-12	1.4	0.0	1.7	1.3	2.4	2.3	3.8	3.8
	13-14	2.4	8.9	7.3	7.4	8.0	4.7	4.8	8.2
	15-16	14.3	2.8	8.8	7.5	8.8	6.1	6.9	11.8
Female 女									
Tests 検査数	9-12	78	154	151	269	151	162	210	310
	13-14	51	107	154	166	86	94	172	182
	15-16	54	112	188	146	85	89	175	140
Proteinuria 蛋白尿陽性	9-12	1	2	3	13	11	11	13	19
	13-14	11	6	11	11	15	8	8	17
	15-16	5	7	14	2	7	8	4	12
%	9-12	1.3	1.3	2.0	4.8	7.3	7.0	6.2	6.1
	13-14	21.6	5.6	7.1	6.6	17.4	8.5	4.7	9.3
	15-16	9.3	6.3	7.4	1.4	8.2	9.0	3.3	8.6

Semester effects (First>Second/Total pairs): Male $\frac{4}{12}$; Female $\frac{4}{12}$; Total $\frac{8}{24}$ (P=15.2%; exact two-tail binomial test)
妊娠期による影響(前期>後期/総数): 男 $\frac{4}{12}$ 女 $\frac{4}{12}$ 総数 $\frac{8}{24}$ (P=15.2%; 精密両側2項検定)

Data for Nagasaki and Hiroshima are combined and ages are grouped to emphasize the previously observed radiation effect.

The exposure effect in 13-14 year old females appeared in both semesters, the apparent increased occurrence of proteinuria in girls in the first semester over those in the second semester ATB being too small to rule out chance as a cause. However, it should be noted that proteinuria appeared to be more common in second semester subjects in the other comparison groups regardless of age, and if this tendency were real it would reduce any contrary semester effects in girls exposed within 1500m. A total of 24 comparisons of proteinuria ratios by semester ATB are included in Table 4 (12 for males and 12 for females). If semester ATB had no effect upon the prevalence of proteinuria, the first semester prevalence would be expected to exceed that for the second semester 50% of the time while this relative relationship between semester groups was only observed in 8 of the 24 comparisons, 4 female and 4 male. The deviation from the expected frequency in 24 comparisons is not significant (P=15.2%) by a two-tail exact test.

影響を明確にするため，長崎と広島資料を合計し，年齢をいくつかの群にまとめた。

13-14歳の女子では，被爆の影響は妊娠前期・後期のいずれにも現われた。後期被爆群よりも前期群に蛋白尿発生が多いが，両群間の差が非常に小さいので偶然でないと断定することができない。しかし，対照群では，いずれの年齢においても原爆時に妊娠後期にあった者に蛋白尿が多く認められた。もし，この傾向が真実であれば，1500m未満で被爆した女子の妊娠期によってこの逆方向の影響があってもそれを打ち消すであろう。蛋白尿の比率について原爆時の妊娠期別に合計24組の比較を行なった結果を表4に示す(男子12，女子12)。原爆時の妊娠期が蛋白尿の頻度に影響を及ぼさないとすれば，比較の半数において前期の頻度が後期の頻度を越えると予想されるが，このような両時期間の関係は24の比較のうち8つ，すなわち男子における4つと女子における4つの比較にのみ観察された。両側精密検定を行なった結果，24組の比較における予想頻度からの偏差は有意でない(P=15.2%)。

TABLE 5 PREVALENCE OF URINE POSITIVE FOR RED BLOOD CELLS*
BY AGE, SEX AND CITY

表5 尿中赤血球陽性*の有病率: 年齢・性・都市別

Category 区分	Age at Examination 検査時年齢	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
		Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
Subjects 被検者	9	120	95	75	50
	10	300	254	110	98
	11	264	207	115	101
	12	275	212	122	96
	13	349	282	114	69
	14	481	418	135	104
	15	458	371	138	103
	16	413	340	113	109
Red blood cells 赤血球陽性	9	6	18	18	21
	10	36	57	14	37
	11	57	83	31	47
	12	53	88	47	50
	13	58	86	36	36
	14	138	127	49	39
	15	105	106	47	30
	16	97	111	39	39
%	9	5.0	18.9	24.0	47.0
	10	12.0	22.4	12.7	32.8
	11	21.6	40.1	29.8	46.5
	12	19.3	41.5	38.5	52.1
	13	16.6	30.5	22.8	39.7
	14	28.7	30.4	36.3	37.5
	15	22.9	28.6	34.1	29.1
	16	23.5	32.6	34.5	35.8

* One or more cells found per high-power microscopic field.

顕微鏡高倍率1視野当たりの血球数が1個あるいはそれ以上である場合

Red Blood Cells Urine was considered positive for red blood cells (RBC) if one or more were found per high-power microscopic field.

Of the various factors tested for a relationship with the prevalence of urine positive for RBC, only distance from hypocenter ATB failed to show a suggestive relationship (i.e. $P > .10$). The prevalence of positive tests was related to city, sex, age ($P \leq .001$ for each) and possibly to semester of pregnancy ATB ($.05 \geq P > .01$).

The prevalence of RBC in the urine increased with age for both sexes in Hiroshima (Table 5). This increase appears to be quite regular with age for boys while a peaking appears at age 11-12 for girls with prevalence at subsequent ages continuing at a lower but relatively constant level. The peak prevalence for girls reached about 40%. The patterns for Nagasaki boys and girls resembled those for Hiroshima. The two sexes differed within each city with the prevalence of urine positive for

赤血球 高倍率1視野当たり1個あるいはそれ以上の赤血球を尿中に認めた場合、赤血球陽性とした。

いろいろの因子と尿の赤血球陽性の頻度との関係を調べた中で、示唆的な関係を示さなかったのは爆心地からの距離だけであった ($P > .10$)。陽性検査の頻度は、市、性、年齢 (各 $P \leq .001$) および原爆時妊娠期と関係があった ($.05 \geq P > .01$)。

尿中赤血球陽性の頻度は、広島で男女とも年齢とともに増加する (表5)。この増加は、男子では全く規則正しく現われるようであるが、女子では11-12歳に頂点が現われ、その後は低くなって、比較的一定した水準で続いている。女子の頻度の最高値は約40%に達する。長崎における男女の傾向は広島に類似している。両市とも14歳

TABLE 6 PREVALENCE OF URINE POSITIVE FOR WHITE BLOOD CELLS* BY AGE, SEX AND CITY

表6 尿中白血球陽性*の有病率:年齢・性・都市別

Category 区分	Age at Examination 検査時年齢	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
		Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
Subjects 被検者	9	129	103	70	53
	10	321	283	121	95
	11	273	236	104	96
	12	281	226	114	106
	13	302	239	134	118
	14	361	331	104	87
	15	369	307	104	92
	16	332	266	97	89
White blood cells 白血球陽性	9	15	26	13	24
	10	57	86	25	34
	11	66	112	21	42
	12	59	102	39	60
	13	11	43	46	75
	14	18	40	18	22
	15	16	42	13	19
	16	16	37	23	19
%	9	11.6	25.2	18.6	45.3
	10	17.8	30.4	20.7	35.8
	11	24.2	47.5	20.2	43.8
	12	21.0	45.1	34.2	36.6
	13	3.6	18.0	34.3	63.6
	14	5.0	12.1	17.3	25.0
	15	4.3	13.7	12.5	20.7
	16	4.8	13.9	23.7	21.3

* Three or more cells per high-power microscopic field.

顕微鏡高倍率1視野当たりの血球数が3個あるいはそれ以上である場合

RBC being about 100% higher for girls than for boys prior to age 14.

Although a greater proportion of tests were positive for RBC among first semester than in second semester in-utero subjects at every age except 14 years, there is no evidence to suggest that this semester effect is any greater or more frequently seen in subjects within 1500m than in those at greater distances or not in the city ATB. It would seem probable that the observed semester difference is not related to distance from hypocenter. Contrary to the overall semester comparisons by age, the prevalence of red cells was higher for second than for first semester subjects in 58 of 90 city-sex-age-distance-specific comparisons ($P < .01$) (including 10 of 17 city, sex, age comparisons for the group within 1500m) the apparent inconsistency being due to the observed semester differences being small.

White Blood Cells The coding of the presence of white blood cells(WBC) in the urine of in utero subjects provides

以前は男子より女子の尿中赤血球陽性の頻度が100%高い。

14歳時検査を除けば、各年齢とも赤血球陽性は妊娠後期児より妊娠前期児に多く認められたが、妊娠期別による影響が遠距離被爆者あるいは原爆時市内にいなかった者よりも1500m未満の被爆者に多く現われるという証拠はない。観察した妊娠期別の差は、爆心地からの距離によるものではないと思われる。全般的な妊娠期についての年齢別比較の場合とは違って、都市別・性別・年齢別・距離別の比較90組のうち58組に妊娠前期児よりも妊娠後期児に赤血球陽性頻度が高かった($P < .01$) (この中には1500m未満群について行なった都市別・性別・年齢別比較17組中の10が含まれてある)。この矛盾は妊娠期別による差が小さいためであろう。

白血球 原爆時胎内にいた対象者の尿中白血球陽性所見は2つの定義に従ってコードした。すなわち、高倍率1

TABLE 7 PREVALENCE OF URINE POSITIVE FOR CASTS* BY AGE, SEX AND CITY

表7 尿中円柱陽性*の有病率：年齢・性・都市別

Category 区分	Age at Examination 検査時年齢	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
		Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
Subjects 被検者	9	124	87	77	42
	10	287	209	127	84
	11	218	131	124	88
	12	241	136	104	63
	13	315	214	104	59
	14	356	298	94	72
	15	361	267	97	78
	16	324	235	81	70
Casts 円柱陽性	9	10	10	20	13
	10	23	12	31	23
	11	11	7	41	34
	12	19	12	29	17
	13	24	18	16	16
	14	13	7	8	7
	15	8	2	6	5
	16	8	6	7	0
%	9	8.1	11.5	26.0	31.0
	10	8.0	5.7	24.4	27.4
	11	5.0	5.3	33.1	38.6
	12	7.9	8.8	27.9	27.0
	13	7.6	8.4	15.4	27.1
	14	3.7	2.3	8.5	9.7
	15	2.2	0.7	6.2	6.4
	16	2.5	2.6	8.6	0.0

* One or more casts found per high-power microscopic field.

顕微鏡高倍率1視野当たりの円柱数が1個あるいはそれ以上である場合

for two definitions of positive specimens; 3 or more, and 10 or more WBC per high-power field. The data reveal that urine with very high WBC counts was rarely seen and that differences in the prevalence of positive urine tests with age were evident when the lower count definition was used. The following analysis was based, therefore, on the prevalence of urine specimens with WBC counts of 3 or more (Table 6).

Factors associated with significant variation in the prevalence of urine positive for WBC are city, sex and age. No apparent effect is associated with distance from hypocenter ATB. In each city and for each sex the pattern is a high prevalence at younger ages followed by a precipitous drop to much lower levels at age 13 in Hiroshima and 14 in Nagasaki. White blood cells in the urine occurred with about twice the frequency in girls compared with boys in Hiroshima and Nagasaki.

Casts Urine was considered positive for casts if one or more casts were present per high-power microscopic field.

視野当たり3個あるいはそれ以上の場合と、10個あるいはそれ以上の場合である。尿に多数の白血球を認めた例はまれで、少数の方の定義を使用した場合は、陽性結果の年齢別頻度に明らかな相違がある。したがって、次の解析は3個あるいはそれ以上の白血球を認めた尿標本の頻度について行なった(表6)。

白血球陽性の頻度に有意な変化を及ぼす要因は、都市、性および年齢である。原爆時の爆心地からの距離による明白な影響はない。両市、および男女ともに若年層に頻度が高く、次いで広島で13歳、長崎で14歳に急激に低くなる。尿中の白血球陽性の頻度は両市とも男子より女子に2倍多く認められる。

円柱 高倍率1視野当たり1個あるいはそれ以上の円柱を認めた場合、円柱陽性とした。

TABLE 8 PREVALENCE OF GLYCOSURIA* BY AGE, SEX AND CITY

表8 糖尿*の有病率: 年齢・性・都市別

Category 区分	Age at Examination 検査時年齢	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
		Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
Subjects 被検者	9	143	120	95	75
	10	360	322	152	128
	11	322	281	159	139
	12	334	285	159	135
	13	367	317	156	134
	14	494	439	148	121
	15	468	399	144	118
	16	423	357	132	115
Glycosuria 検査対象者	9	6	0	0	0
	10	0	1	1	1
	11	1	1	1	1
	12	13	8	2	1
	13	16	6	3	4
	14	27	15	2	4
	15	0	4	1	0
	16	5	3	0	0
%	9	4.2	0.0	0.0	0.0
	10	0.0	0.3	0.7	0.8
	11	0.3	0.4	0.6	0.7
	12	3.9	2.8	1.3	0.7
	13	4.4	1.9	1.9	3.0
	14	5.5	3.4	1.4	3.3
	15	0.0	1.0	0.7	0.0
	16	1.2	0.8	0.0	0.0

* 1+ reaction (excludes trace reactions)

1+反応(痕跡反応を除く)

The prevalence of casts differed markedly by age and city while sex, distance, and semester of gestation ATB had no identifiable influence (Table 7). The source of major variation in prevalence was city, with prevalence in Nagasaki about four times that for Hiroshima when examinations at various ages were combined. Generally speaking, the prevalence of casts was lower among subjects within 1500 m than among those at greater distances, although isolated high prevalence was seen at ages 13 and 16 among Hiroshima females who were within 1500 m.

The prevalence of casts in Hiroshima subjects varied significantly by age, but the magnitude of the differences was substantially less than for Nagasaki even though the latter comparisons were not significant. The general pattern of age variation was quite similar for the two cities with the prevalence of casts high at age 9-13 years and falling to a low level at age 14 years continuing through age 16. However, the age pattern was much more sharply defined in Nagasaki than in Hiroshima.

円柱陽性の頻度は、年齢別、都市別に著しく異なるが、性別、距離別あるいは原爆時の妊娠時期による影響は認められない(表7)。都市別にみると頻度に大きな差があり、各年齢を合計した場合、長崎の頻度は広島の約4倍である。全般的にいて、円柱陽性の頻度は、爆心地から遠距離にいた者よりは1500 m未満にいた者の方が低い。ただし、広島において1500 m未満にいた女子に13歳および16歳時の頻度が高い。

広島の対象者における円柱陽性の頻度は、年齢別に有意な差を示すが、その差の大きさは長崎が有意でないにもかかわらず長崎と比較してかなり小さい。年齢別変化の全般的傾向は、両市においてほぼ同じで、円柱陽性の頻度は9-13歳で高く、14歳で低くなり、16歳まで一定である。しかし、年齢別の差は広島より長崎が明瞭である。

Glycosuria Test results fall into two categories, negative, or trace and 1+. Only one test in 7541 determinations for the combined cities indicated a higher concentration of sugar in the urine.

Factors which appeared to be related to the prevalence of glycosuria were age at examination and city (Table 8). No relationship was apparent between sex, distance, or semester of gestation ATB.

The age difference which appeared quite clearly in both Hiroshima males and females, and which was vaguely mirrored in the Nagasaki data, showed up as a mounding of the prevalence curve at 12-14 years of age. The prevalence of glycosuria appeared to be unusually elevated in boys aged 9 years in Hiroshima but the observation was difficult to explain since the observed prevalence at ages 10-11 years was low. The prevalence of glycosuria was lower at ages 15 and 16 than during the preceding 3 years of age and raises the question as to whether the decline is natural or due to methodological variation in testing for glycosuria. The latter explanation is considered most likely since the data included trace tests and the change of method at age 15 was from a nonspecific to a specific test for glucose.

DISCUSSION

The present data were derived from urinalyses conducted at ages 9 through 16 on Hiroshima and Nagasaki children in utero ATB. Considering each year of examination separately, proteinuria was more common in both cities in girls whose mothers were within 1500 m ATB. In Hiroshima, this was apparent at ages 11, 13, 14 and 16 and in Nagasaki at ages 13 and 14. The differences were statistically significant at age 13 for Hiroshima and at age 14 for Nagasaki. The data for all examinations were reexamined to eliminate the possibility that the same girls could be responsible for the significant differences repeated at various ages. There was a slight increase in the proportion of Hiroshima females within 2000 m with one or more positive tests for proteinuria reported, but the differences were well within the limits of chance variation. Persistence (two or more positive tests) was also encountered more frequently among Hiroshima females, the differences between the three distance categories, within 2000 m, 3000-4999 m and not-in-city, being suggestive ($.1 > P > .05$).

Analysis of the data according to semester of gestation ATB suggests that the rates may be higher for those irradiated during the second half of gestation but the differences were small and not statistically significant.

糖尿 尿中糖の検査結果は、陰性ないし痕跡程度と1+の2つの分類に分けた。両市について合計7541件の検査を行なったうち1件のみに尿中の糖濃度がこれより高かった。

糖尿の頻度に関係があると思われた要因は年齢および市である(表8)。性、被爆距離あるいは原爆時の妊娠期との明白な関係はない。

年齢による差異は、広島においては男女ともに非常に明白であり、長崎においては、漠然としており、12-14歳時に頻度曲線が上昇している。糖尿の頻度は、広島男子では9歳時に上昇したが、10-11歳時には頻度は低下しており、この結果は説明し難い。15歳と16歳における糖尿の頻度は、その前の3年間よりも低いので、この傾向が自然発生したのか、あるいは糖尿検査法の変更によるものか疑問がある。資料には痕跡結果が含まれており、15歳時に行なわれた検査方法の変更で検査法が糖尿に対する非特異的なものから特異的検査に変えられたため、後者の可能性が強いと思われる。

考 察

本調査の資料は、広島と長崎の原爆時に胎内にいた子供について9-16歳までの間に行なった検尿から得たものである。各年齢における検査をそれぞれ別々に考察すると、両市とも蛋白尿は母親が爆心地から1500 m未満にいた女子に多く認められる。広島ではこれは11歳、13歳、14歳および16歳時に現われており、長崎では13歳と14歳時にみられる。その差は、広島で13歳時において統計的に有意であり、長崎では14歳時の差が有意である。毎年繰り返された診察でみられた有意な差が、同一の女子によって生じた可能性を除くために全検査資料について再検討を行なった。広島の2000 m未満の女子には1回以上の蛋白陽性者の割合がわずかに増加している。しかし、その差は偶然変動の範囲内であった。持続例(陽性検査が2回あるいはそれ以上)も広島の女子に多く認められ、3つの距離区分、すなわち2000 m未満、3000-4999 mおよび市内にいなかった群の間の差は示唆的であった($.1 > P > .05$)。

資料の放射線照射時の妊娠期別解析は、妊娠後期に被爆した者に蛋白陽性率が高いことを示唆しているが、その差は小さく、統計的に有意ではない。

Although the data for boys do not show a statistically significant relation between proteinuria and exposure distance it is of interest that in Hiroshima at ages 12, 15 and 16, the group within 1500 m has the highest rates for proteinuria.

These data suggest that proteinuria may be more common during adolescence in those children exposed in utero to the highest dosages of ionizing radiation. The precise amount of radiation received by the mothers of these children will always be uncertain, but efforts are continuing to define this with greater accuracy. A consideration of the range of these dosage estimates has appeared elsewhere.^{6,9} It is, of course, too soon to determine whether the possible differences in rates for proteinuria which appeared during adolescence persist beyond that period. However, a recent study in Hiroshima on these same subjects at age 19 revealed persistent differences related to radiation exposure in boys and girls.¹⁰

The significance of this possibly increased rate for proteinuria remains a most important subject for future study. Studies of renal damage due to X-irradiation in man and animals direct attention to the potential seriousness of large doses of radiation to adult kidneys with the development, usually after a latent period of many months, of hypertensive renal vascular disease.^{1,11} On the other hand, recovery from even severe hypertension with renal insufficiency due to kidney irradiation has been noted,¹ thus making it impossible to anticipate the importance of the presence of proteinuria in early life.

There are, of course, many possible explanations for any finding which is more frequent in persons located close to the hypocenters as compared to those farther away. It is difficult to evaluate the role of socioeconomic conditions in the years after the bombs. In addition, urinary infections were somewhat more common in persons closest to the hypocenter⁷ and although the differences were not statistically significant, the prevalence of urinary abnormalities would be influenced to some degree. The increased rates of proteinuria found subsequently at age 19 were not explained by the known increase in mental retardation.¹⁰

It is noteworthy that casts were seen more often from age 12 onward, in Hiroshima girls exposed within 1500 m paralleling the results of protein tests. No other findings on urinalysis were related to radiation exposure. The yearly variation in rates for excretion of white and red blood cells, casts, and glucose in the urine by age, sex, and city are difficult to interpret because of changes in the technique of urine collection and testing.

男子に関する資料では、蛋白尿と被爆距離との間に統計的に有意な関係を認めないが、広島1500 m未満で被爆した群の12歳、15歳と16歳の検査で蛋白尿の率が最も高いことは興味ある所見である。

この資料は、電離放射線線量を最も多く受けた胎内被爆児群が思春期に至って蛋白尿が多く認められることを示唆している。これらの子供の母親が受けた正確な放射線量が確実にわかることはないであろうが、線量をより正確に決定しようとする努力は続けられている。これらの線量推定値の範囲についての考察は別に報告がある。^{6,9} 思春期に現われた蛋白尿の率における差が生涯を通じて持続されるかどうかを断定することはもちろん時機早尚である。しかし、広島におけるこの同一対象群について19歳時に行なった最近の研究によれば、男子および女子に放射線照射と関係のある持続的差が認められている。¹⁰

蛋白尿の率が増加していることの意義は、今後研究すべき重要な問題である。人間および動物に対するX線照射による腎臓障害についての研究では、普通何か月間かの潜伏期を経て高血圧性腎臓血管疾患が発生するのであって、成人の腎臓に多量の放射線を照射した場合に重大な潜在的危険があることが指摘されている。^{1,11} 一方、腎臓の放射線照射による腎臓機能不全を伴う強度の高血圧が生じている場合でも回復することが認められている。¹ そこで、今回の若年者に認められた蛋白尿の重要性について予想することはできない。

もちろん、ある所見が遠距離被爆者よりも近距離被爆者に多く認められることに対しては、多くの原因が考えられる。原爆後の数年間における社会経済的状態の役割を評価することは困難である。加えて尿路感染は爆心地に最も近い人に幾分多いと認められている。⁷ その差は統計的に有意ではなかったとはいえ、尿異常の頻度もある程度影響されるであろう。その後、18歳時に認められた蛋白尿の増加は、精神遅滞の増加¹⁰ と関係はなかった。

円柱が、蛋白検査結果と同様に、爆心地から1500 m未満で被爆した広島的女子において12歳以後に多く認められたことは注目される。このほかには、放射線照射と関係を示した尿検査所見はない。尿の採取法および検査法に変更があったので、年齢別、性別および都市別に認められた尿中の白血球、赤血球、円柱および糖の各年度間の変動について解釈することはむずかしい。

SUMMARY

Data from urinalyses at ages 9-16 were tabulated for children exposed to ionizing radiation in utero at the time of the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki in 1945 and for comparable control groups.

Proteinuria was detected more often at various ages in boys in Hiroshima and girls in both cities whose mothers were within 1500 m of the bomb hypocenters. However, the differences were statistically significant only in girls ages 13 or 14. Casts were also seen more commonly in Hiroshima girls located at the same distance. Red and white blood cell excretion in the urine and glycosuria did not appear to be related to radiation exposure. Future investigations will be necessary to define the biological significance of these findings.

要 約

1945年に原爆時に胎内で電離放射線照射を受けた広島と長崎の子供およびその比較対照群について9歳-16歳まで行なった検尿の資料を製表した。

蛋白尿は母親が爆心地から1500 m未満であった広島の男子および両市の女子の各年齢時に多く認められたが、その差は女子の13歳、あるいは14歳時検査においてのみ統計的に有意であった。円柱は、同距離区間にいた広島の女子に多く認められた。尿中の赤血球、白血球および糖は、放射線照射と関係はないようである。これらの所見の生物学的意義を明らかにするためには、今後さらに研究を続ける必要がある。

REFERENCES

参考文献

1. LUXTON RW: Effects of Irradiation on the Kidney. In *Diseases of the Kidney*, Ed. by STRAUSS MB, WELT LG. Boston, Little Brown, 1963. pp 769-85
(腎臓に及ぼす放射線照射の影響)
2. AVIOLI LV, LAZOR MZ, et al: Early effects of radiation on renal function in man. *Amer J Med* 34:329-37, 1963
(人間の腎臓機能に及ぼす放射線の早期影響)
3. GUTTMAN PH, KOHN HI: Age at exposure and the acceleration of intercapillary glomerulosclerosis in mice. *Lab Invest* 12:250-6, 1963
(マウスにおける放射線照射の年齢と毛細血管性糸球体硬化の促進)
4. SAGAN LA, SEIGEL D: ABCC-JNIH Adult Health Study. Report 2. 1958-60 cycle of examinations, Nagasaki. ABCC TR 12-63
(ABCC - 予研成人健康調査. 第2報. 1958 - 60年診察周期, 長崎)
5. FINCH SC, ANDERSON PS, Jr.: ABCC-JNIH Adult Health Study. Report 3. 1958-60 cycle of examinations, Hiroshima. ABCC TR 19-63
(ABCC - 予研成人健康調査. 第3報. 1958 - 60年診察周期, 広島)
6. FREEDMAN LR, FUKUSHIMA K, SEIGEL D: ABCC-JNIH Adult Health Study. Report 4. 1960-62 cycle examinations, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 20-63
(ABCC - 予研成人健康調査. 第4報. 1960 - 62年診察周期, 広島 - 長崎)
7. FREEDMAN LR, PHAIR JP, et al: The epidemiology of urinary tract infections in Hiroshima. *Yale J Biol Med* 37:262-82, 1965
(広島における尿路感染症の疫学)
8. SULLIVAN MP, TAKAHASHI Y: Incidence of abnormal urinary findings in children exposed to the atomic bomb in Hiroshima. *Pediatrics* 19:607-13, 1957
(広島被爆児における尿の異常所見の頻度)
9. BURROW GN, HAMILTON HB, HRUBEC Z: Study of adolescents exposed in utero. Clinical and laboratory data - 1958-59, Nagasaki. Report 1. General aspects. *Yale J Biol Med* 36:430-44, 1964
(胎内被爆児の思春期調査. 診察ならびに臨床検査から得た資料 1958 - 59年, 長崎. 第1報. 総論)
10. FREEDMAN LR, SEKI M, et al: Proteinuria in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. ABCC TR 22-66
(広島・長崎の原爆被爆者における蛋白尿の疫学)
11. WILSON C, LEDINGHAM JM, COHEN M: Hypertension following X-irradiation of the kidneys. *Lancet* 1:9-16, 1958
(腎臓に対するX線照射後の高血圧)