

LEUKEMIA IN CHILDREN OF IRRADIATED PARENTS
HIROSHIMA AND NAGASAKI

原爆被爆者の子供の白血病
広島 - 長崎

AUGUST 1946-DECEMBER 1961

1946年8月 - 1961年12月

TAKASHI HOSHINO, M.D. 星野 孝

STUART C. FINCH, M.D.

ZDENEK HRUBEC, Sc.D.



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。

LEUKEMIA IN CHILDREN OF IRRADIATED PARENTS HIROSHIMA AND NAGASAKI

原爆被爆者の子供の白血病
広島—長崎

AUGUST 1946-DECEMBER 1961

1946年8月—1961年12月

TAKASHI HOSHINO, M.D.^{1†} 星野 孝

STUART C. FINCH, M.D.¹

ZDENEK HRUBEC, Sc.D.²

Approved 承認 26 January 1967



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

[†]*Faculty of Medicine, Kyoto University; Visiting Research Associate, ABCC*

京都大学医学部, ABCC 客員研究員

CONTENTS

目次

Introduction	緒言	1
Materials and Methods	調査対象および方法	1
Results	結果	4
Discussion	考察	5
Summary	要約	8
References	参考文献	8

Tables 表	1. F ₁ sex ratio study sample 被爆者第1世代子孫性比調査標本	2
	2. Cases in Life Span Study sample 寿命調査標本における調査例	3
	3. Method of estimating proportion of children 小児の割合の推定方法	3
	4. Percent with parents exposed <2000 m 親が2000 m未満で被爆した子供の割合	4
	5. Leukemia cases born after August 1945 1945年8月以後の出生者の白血病例	5
	6. Evaluation of percent with leukemia 小児白血病例の百分率の評価	6

LEUKEMIA IN CHILDREN OF IRRADIATED PARENTS - HIROSHIMA AND NAGASAKI

原爆被爆者の子供の白血病 広島 - 長崎

AUGUST 1946-DECEMBER 1961

1946年8月 - 1961年12月

INTRODUCTION

A study was conducted in both Hiroshima and Nagasaki to determine whether or not the leukemia rate is increased between August 1946 and December 1961 in children born of parents who received significant amounts of ionizing radiation from the atomic bombs of 1945. Although the leukemia incidence rates for the offspring of exposed and non-exposed parents could not be compared directly, an indirect method was used for comparisons of parental exposure. Radiation exposure histories of the parents of children with leukemia were compared to those of the parents of children in various samples taken from the general populations of both cities.

MATERIALS AND METHODS

Leukemia among persons born after the bombs and resident in either city at the onset of illness was identified through the ABCC Leukemia Screening Program.¹ If not already completed, the radiation exposure status of the parents of each of these children was carefully investigated by the routine techniques employed by ABCC.²

Two independent estimates were obtained for the proportion of children among the residents of the cities whose mother, father, or both parents were exposed within 2000 m from the hypocenter at the time of the bombs (ATB). One came from a sex ratio study of the F₁ generation childhood populations of Hiroshima and Nagasaki.³ A recent tabulation of a portion of the total data consisting of births occurring from November 1953 through December 1961 has been performed. Other requirements for inclusion in the tabulation were that either or both parents were registered in the ABCC Master File or one parent was in a sample of the population of Hiroshima and Nagasaki designated as the Master Sample, proper part, or one parent was located closer than 3000 m from the hypocenter.² The data are tabulated directly by the exposure status of the father and the mother (Table 1).

緒言

1945年の原爆によって有意な電離放射線量を受けた者に生まれた小児の白血病発生率が増加しているか否かを決定するために、広島および長崎両市において1946年8月から1961年12月までの間に発生した症例について調査した。被爆者および非被爆者の子供における白血病発生率を直接比較することはできなかったが、間接的な方法を用いて親の被爆状態別比較を行なった。小児白血病例の両親と、両市の一般人口から選ばれた各種標本における小児の両親の被爆歴を比較した。

調査対象および方法

原爆後に出生し、発病時に広島あるいは長崎に居住していた小児における白血病例は、ABCCの白血病探知調査を通じて確認した。¹ 次に各症例の両親の被爆状態は、ABCCにおける多くの研究で普通に用いられている方法によって注意深く調査した。²

両市における居住者の中で、母親、父親、または両親が2000 m未満で被爆した小児の割合については、2つの独立した推定値が求められた。1つは、広島および長崎の被爆者第1世代子孫の性比調査から得られた。³ 全資料の一部、すなわち1953年11月から1961年12月までの出生の集計が最近行なわれており、その集計の条件として次の点を考慮した。すなわち、両親あるいはその一方がABCCの基本名簿に登録されていること、あるいは両親の一方が広島および長崎における基本標本の正標本のひとりとして選ばれていること、または両親の一方が爆心地から3000 m未満にいたこと、などである。² この資料について父親および母親の被爆状態別に直接集計を行なった(表1)。

TABLE 1 F₁ SEX RATIO STUDY SAMPLE BY EXPOSURE DISTANCE OF PARENT

表1 被爆者第1世代子孫性比調査標本における小児の数: 親の被爆距離別

City 都市	Exposure Distance of Mother 母親の被爆距離 m	Exposure Distance of Father m 父親の被爆距離			Total 計
		<2000	2000-9999	Not-in-City 市内不在	
Hiroshima 広島	<2000	483	708	2817	4008
	2000-9999	848	2371	6159	9378
	Not-in-City 市内不在	2018	4869	17995	24882
	Total 計	3349	7948	26971	38268
Nagasaki 長崎	<2000	186	502	1654	2342
	2000-9999	717	5107	11253	17077
	Not-in-City 市内不在	848	4312	18225	23385
	Total	1751	9921	31132	42804

The other source of information concerning parental exposure was the data collected in the ABCC Fertility Study,^{4,5} applied to the supplementary data from the 1950 Japanese National Census. By a check of the koseki* records the number of children born to persons in the ABCC Life Span Study sample was determined. Only Life Span Study subjects born after the year 1900 to the time of the bomb have been included. The number of Life Span Study subjects and the number of children are given in Table 2. These data were used to derive the number of children per adult in each exposure group by sex of adults and city. The ratios are shown in the top panel of Table 3, the next panel gives the 1950 Census estimates of the population in each of the exposure groups. The number of children born to parents in the different exposure groups is given by city and sex of parent in the third panel of Table 3. These numbers were obtained by simply multiplying the numbers in panels 1 and 2 for each corresponding group. In panel 4 is shown the proportion of children whose fathers were exposed within 2000 m, whose mothers were exposed within 2000 m, and for whom one or both parents were exposed within 2000 m, assuming a random distribution of marriages and births between exposure group combinations. The age restrictions in Table 3 reflect interest in the population of adults of child-bearing ages.

Table 4 refines the estimate derived from the Fertility Study data by using information from the Sex Ratio Study. A correction is made for the tendency of both parents to be proximally exposed. It

両親の被爆状態に関するいま1つの資料源は、ABCC妊孕力調査^{4,5}で、これから得た資料を1950年国勢調査の付帯調査に基づいて集めた資料にあてはめた。すなわち、戸籍照合によってABCC寿命調査標本対象者に生まれた小児の数を決定した。これには、1900年から原爆時までの期間に出生した寿命調査対象者のみを対象とした。寿命調査対象者の数およびその子供の数は表2に示す。この資料を用いて各被爆群における成人1名当たりの小児の数を成人の性別および都市別に求めた。その比率は表3の上部に示す。その下には1950年国勢調査資料による各被爆群の推定人口数を示す。第3欄には、各被爆群に属する親に生まれた小児の数を都市別および親の性別に示したが、これらの数値は、それぞれの該当の群に対する第1欄と第2欄の数値を掛けて得た。第4欄には、各被爆群の種々の組み合わせには結婚および出生の分布が無作為であると仮定して、父親が2000m未満で被爆した小児、母親が2000m未満で被爆した小児、および両親ともまたはその一方が2000m未満で被爆した小児の割合を示した。表3において年齢を制限したのは、妊娠可能年齢の成人人口を調査の対象にするためである。

表4では、性比調査の資料を用いて妊孕力調査資料から求めた推定値を修正した。両親が近距離で被爆している傾向に対して修正を行なっている。これらの作作的関係

*Japan has an official family registration system based on a permanent address (*honseki*). Changes of address and vital events must be reported to the local office of custody of the records. The record itself is the *koseki*, the office of custody is the *koseki-ka*.

TABLE 2 FERTILITY STUDY CASES IN LIFE SPAN STUDY SAMPLE AND THEIR CHILDREN
BY EXPOSURE DISTANCE OF PARENT

表2 妊孕力調査—寿命調査標本の数およびその子供の数：両親の被爆距離別

Sex 性	Distance 距離	m	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
			Population Born 1900-45* 1900年から1945年8月 に生まれた者の人口	Children Born 1946-61 1946-61年に 生まれた小児	Population Born 1900-45* 1900年から1945年8月 に生まれた者の人口	Children Born 1946-61 1946-61年に 生まれた小児
Male 男	<2000		1910	1366	797	849
	2000-9999		2947	2911	1248	1134
	Not-in-City	市内不在	2033	1543	713	806
Female 女	<2000		2985	2346	998	1316
	2000-9999		4716	4072	1714	2001
	Not-in-City	市内不在	3134	2616	981	1206

*To August 1945

From Tables 1 and 8, Fertility Study tabulation 01295-4

TABLE 3 FERTILITY STUDY METHOD OF ESTIMATING PROPORTION OF CHILDREN
BY EXPOSURE STATUS OF PARENTS

表3 親の被爆状態別の小児の割合の推定方法，妊孕力調査

Distance 距離	m	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
		Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
1. Children per adult - Fertility Study 成人1人当たりの小児—妊孕力調査					
<2000		.7152	.7859	1.0652	1.3186
2000-9999		.9878	.8634	.9087	1.1674
Not-in-City 市内不在		.7590	.8347	1.1304	1.2294
2. Adults aged <39 ATB - 1950 Japanese National Census 原爆時39歳未満の成人の数—1950年国勢調査の付帯調査					
<2000		7772	12026	2575	3439
2000-9999		17718	24974	24003	33940
Not-in-City 市内不在		73745	62551	53596	45493
3. Estimated number of children of adults aged <39 ATB 原爆時39歳未満の成人の子供の推定数					
<2000		5559	9451	2743	4535
2000-9999		17502	21563	21812	39622
Not-in-City 市内不在		55972	52211	60585	55929
Total		79033	83225	85140	100086
4. Proportion with parents exposed <2000 m 親が2000m未満で被爆した者の割合					
Father 父親 <2000			.0703		.0322
Mother 母親 <2000			.1136		.0453
Overlap, assuming random marriages 任意結婚を想定した場合の重複			-.0080		-.0015
Total* 計			.1759		.0760

*One or both parents <2000 m
両親またはその一方が2000m未満で被爆

TABLE 4 PERCENT WITH PARENTS EXPOSED <2000 m FROM HYPOCENTER
(ASSOCIATION OF MARRIAGES ESTIMATED FROM ABCC SEX RATIO STUDY)

表4 親が2000 m未満で被爆した子供の割合
(結婚の関係はABCC性比調査から推定)

Line 行	Category 分類	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎
SEX RATIO STUDY DATA 性比調査資料			
1	Mother <2000 m 母親.....	4008	2342
2	Father <2000 m 父親.....	3349	1751
3	Total children 小児の総数.....	38268	42804
4	Both parents <2000 m (estimated from random marriage) 両親<2000m (任意結婚の場合の<2000mで被爆した両親の推定数).....	483	186
5	Rate 率 $(1 \times 2 / 3 \times 3)$0092	.0022
6	Number 数 $(5 \times 3)^{**}$	350.8	95.8
7	Correction factor for fertility study data (4/6) 妊孕力調査資料に対する修正係数 $(4 / 6)$	1.377	1.942
ADJUSTMENT OF FERTILITY STUDY DATA 妊孕力調査資料の補正			
8	Overlap on random basis* 任意結婚* による重複.....	.0080	.0015
9	Estimated overlap from 7 7から推定した重複 (8×7)0110	.0029
10	Additional nonrandomness correction その他の作爲的要因に対する修正 $(9 - 8)$0030	.0014
11	Proportion with parents <2000 m 親が<2000 m* で被爆した小児の割合.....	.1759	.0760
12	Corrected fertility study estimates 修正した妊孕力調査推定値.....	.1729	.0746
13	Sex ratio study estimate 性比調査推定値 $(1 + 2 - 4 / 3)$1796	.0913

*Fertility Study data, assuming random assortment of marriages 任意結婚を想定した場合の妊孕力調査資料

**Computed using 4 significant digits 4桁の有意数を用いて計算したもの

can be seen that the effect of these nonrandom associations is trivial. Comparisons of the Sex Ratio Study and Fertility Study estimates are given in lines 12 and 13 (Table 4).

RESULTS

A total of 35 children with leukemia were found in Hiroshima and 23 in Nagasaki among those born after the bombs and resident in these cities at the onset of their illnesses. These numbers are broken down by exposure of parents, city, and certainty of diagnosis in Table 5. The two estimates for this percentage among the total population are presented at the bottom of the table. The percent with parents exposed within 2000 m is somewhat lower among the leukemia patients than among the other children in the city but they are in close agreement. However, percentages for the leukemia cases have a large sampling variability and no precise statement about the true nature of the relationship is possible.

の影響は非常にわずかであるということがわかる。性比調査推定値と妊孕力調査推定値との比較を表4の12および13行目に示す。

結 果

原爆後に出生し、発病時に広島および長崎に居住していた小児に発生した白血病は、広島で35名、長崎で23名であった。これらの患者の両親の被爆状態別、都市別、および診断の確実度別分類を表5に示した。総人口において占める百分率について、2つの推定値を表の下部に示してある。親が2000 m未満で被爆した百分率は、白血病例がその他の小児におけるよりもやや少ないが大差はない。しかしながら、白血病患者の百分率には抽出変動が大きいため、関連性の真の性質について断言できない。

TABLE 5 LEUKEMIA CASES AND CONTROLS BORN AFTER AUGUST 1945 BY EXPOSURE OF PARENTS, CITY AND CERTAINTY OF DIAGNOSIS

表5 1945年8月以後の出生者の白血病例および対照者：親の被爆状態・都市・診断の確実度別

Exposure of Parents 親の被爆状態	Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
	Definite & Probable 診断確実および ほぼ確実例	Possible 診断不確実例	Total 計	Definite & Probable 診断確実および ほぼ確実例	Possible 診断不確実例	Total 計
LEUKEMIA CASES 白血病例						
One or both parents <2000 m						
両親またはその一方が2000 m未満で被爆	2	2	4	1	0	1
Both parents 2000-9999 m or not-in-city						
両親が2000-9999 mで被爆または非被爆	24	3	27	16	3	19
Exposure unknown 被爆状態不明	2	2	4	2	1	3
Total 合計	28	7	35	19	4	23
Total exposure known 被爆状態の明かな症例の合計	26	5	31	17	3	20
% with parents <2000 m						
親が2000 m未満で被爆した症例の百分率	7.7	-	12.9	5.9	-	5.0
CONTROLS 対照						
% with one or both parents <2000 m						
両親またはその一方が2000 m未満で被爆したものの百分率						
Sex Ratio Study 性比調査		18.0			9.1	
Fertility Study 妊孕力調査		17.3			7.5	

DISCUSSION

It is not possible from these data to demonstrate an excess of children with proximal exposed parents among the children affected with leukemia. It is appropriate to ask, however, how elevated the percentage of children with parents exposed within 2000 m would have to be before one could be sure of detecting a difference. The estimates of the percent with parents exposed within 2000 m in the general population may have some bias, but their sampling variability is negligible compared to that of the estimates from the sample of leukemic children. The percentage for the combined populations of both cities is 13% (from Sex Ratio Study data). Using a sample size of 31 cases the percentage in the sampled population would have to exceed 23% in order to consistently reject the hypothesis that they came from a population value of 13% (using a one-tail test). Therefore, it can be concluded that, although the percentage having parents exposed within 2000 m among the leukemic children may be higher, it is 22% or less. Rates of leukemia cannot be determined from these data. However, if there is an increase of the rate among children of exposed parents the rate is less than 2.7 times the rate for children of distal and nonexposed parents.

考 察

これらの資料から、小児白血病例中に、親が近距離で被爆した者が多いということを証明することはできない。しかしながら、確実な差を発見するためには、親が2000 m未満で被爆した小児の百分率がどの程度に増加していなければならないかを検討する必要がある。一般人口の中で親が2000 m未満で被爆した小児の割合の推定値には、ある程度のかたよりがあるかもしれないが、その抽出変動は、白血病を有する小児の標本に対する推定における抽出変動に比べるときわめて小さい。両市の合計人口においてその占める割合は13%である（性比調査資料による）。31例という大きさの標本を用いる場合、それらの症例が、13%の割合をもつ人口に属しているという仮定を確実に否定するためには、標本人口中における割合は23%を越えねばならないであろう（1側検定による）。したがって、白血病を有する小児の中で、親が2000 m未満で被爆した小児の割合は高いが、22%以下であると結論できる。白血病の発生率は、これらの資料からは決定することはできない。しかしながら、被爆した親に生まれた小児における白血病の発生率が増加しているとしても、それは遠距離被爆および非被爆の親に生まれた小児における白血病発生率の2.7倍以下である。

There is a possibility that both estimates for the population share a common bias and some aspects of this problem can be evaluated. It is known that there are socioeconomic differentials among the exposure groups, and that particularly the nonexposed are a singular group.⁶ Therefore, it may be useful to carry out the analysis using only children for whom one or both parents were in the city ATB (Table 6). There is no appreciable change for Hiroshima in comparison with Table 5. The percentages are only very slightly higher for the Nagasaki leukemia cases as compared to the controls in Table 6 where they were lower for the leukemia cases in Table 5. However, in either instance the numbers are so small that no meaning can be attributed to these small deviations.

この人口に対する2つの推定値には、共通のかたよりがあるという可能性があり、この問題のある面は評価することができる。周知のように、被爆群の間には社会経済的差異があり、特に非被爆群は特異的な群である。⁶したがって、両親あるいはその一方が原爆時市内にいた小児のみを用いて解析を行なうのがよいかもしれない(表6)。表5と比べた場合、広島の場合はほとんど変化はみられない。長崎では、表5における白血病例の百分率は対照群に比べて低かったが、表6ではわずかに高くなっている。しかし、いずれの場合も、例数が非常になので、これらの小さな差に対して意義をみいだすことはできない。

TABLE 6 EVALUATION OF PERCENT OF CHILDREN WITH LEUKEMIA AND ONE OR BOTH PARENTS EXPOSED <2000 m AMONG ALL CHILDREN WITH EXPOSED PARENTS

表6 親が被爆した小児全例中で両親またはその一方が2000 m未満で被爆した小児白血病例の百分率の評価

Leukemia Cases 白血病例	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
	Definite & Probable 診断確実および ほぼ確実例	Total 計	Definite & Probable 診断確実および ほぼ確実例	Total 計
One or both parents <2000 m 両親またはその一方が2000 m未満で被爆	2	4	1	1
One or both parents 2000-9999 m 両親またはその一方が2000-9999 mで被爆	9	9	4	5
Total 計.....	11	13	5	6
% with one or both parents <2000 m 両親またはその一方が2000 m未満で被爆した症例の割合	18.2	30.8	20.0	16.7
Sex Ratio Study: % with one or both parents exposed <2000 m among all children having one or both parents exposed 0-9999 m 性比調査: 両親またはその一方が0-9999 mで被爆した小児全体の中で 両親またはその一方が2000 m未満で被爆した例の百分率	33.9		15.9	

There are other biases in the data which might be considered, but it seems that none of them are serious. The most important problem is the high sampling variability of the percentage of children with parents exposed within 2000 m among the leukemia cases. Considering this percentage for the leukemia cases in both cities combined as 9.8% (5/51) and assuming again that the population estimates have a negligible sampling variability, only 4% or fewer children could have parents exposed within 2000 m to demonstrate a significant elevation of the percentage obtained for the leukemia cases. Such a low proportion for the proximally exposed population could not exist without a glaringly obvious decline in fertility in that group. Decline of fertility in the group exposed within 2000 m has not been apparent on the basis of casual observation and the fertility study ratios of children per adult used

この資料には、そのほか考案すべきかたよりがあるが、そのいずれも重要性が大きいとは思われない。この問題の最も重要な部分は、白血病を有する小児の中で、親が2000 m未満で被爆した小児の割合の抽出変動の高いことである。両市を合計した場合の白血病例のこの百分率を9.8% (5/51) と考え、この場合もわれわれの人口推定値の抽出変動が無視しうる程度であると仮定すれば、親が2000 m未満で被爆した小児はわずかに4%以下になるはずで、白血病例について求められた百分率は有意に高いことになる。近距離被爆人口における割合がこれほど低くなるためには、その群に顕著な妊孕力の低下がなければならない。2000 m未満の被爆群における妊孕力の低下は一見して明らかではなく、われわれの推計に用いた妊孕力調査による成人1人当たりの小児の比率でもその証

in our own extrapolation give no evidence of it. It is therefore not realistic to postulate existence of biases in the population estimates which in themselves would reverse the negative conclusion of this study.

Recently there has been some clinical information to suggest that preconception X-irradiation of either parent increases the leukemia rate in F_1 generation offspring. Graham et al have reported that children born of mothers who had received radiation prior to conception had a relative leukemia risk of 1.6 that of other children.⁷ Preconception radiation of fathers carried a small excess risk of 1.31, a figure of borderline significance. The combination of preconception exposure of mothers and in utero irradiation increased the leukemia risk in the offspring by a factor of about 2. The conclusions of this study are supported by Stewart et al who found that preconception diagnostic X-irradiation of parents increased the risk for all childhood tumors.⁸

The mechanism responsible for induction of increased leukemia risk in the offspring of previously irradiated parents is unknown. One possibility is that the induction of chromosomal damage in either the sperm or unfertilized ovum may relate to the subsequent development of leukemia in the F_1 generation. Another possibility is that latent virus activation in a parent might be expressed in the subsequent generation. At least two strains of virus induced rodent leukemia with vertical transmission patterns now are known.^{9,10} Similar virus patterns are suspected but have not been proven for man. A single example of probable human leukemia transmission from a mother to her child has been described.¹¹

The results to date of the F_1 generation leukemia investigation in Hiroshima and Nagasaki do not appear to support the preconception parental exposure studies just described.^{8,9} There are important differences in the exposure histories of these populations, however. In Hiroshima and Nagasaki the primary exposure was immediate and usually intense. Tissue ionization was produced by neutron particles and gamma rays rather than X-rays. Other factors such as previous miscarriages and abortions, and previous exposure to diagnostic X-ray are not known for the Hiroshima and Nagasaki parents in this study. The influence of these factors probably is slight, however, since each would tend to increase rather than to decrease the F_1 leukemia incidence.

The childhood population surveyed in this study represents only about 33% to 50% of the potential offspring of the adult populations under study in

拠は認められない。したがって、この人口推定値に本研究で得られた否定的結論を変更するようなかたよりの存在を想定することは現実的でない。

受胎前に両親の一方がX線照射を受けると第1世代子孫の白血病発生率が増加するというを示唆する臨床資料が最近報告されている。Grahamらは、受胎前に放射線を受けた母親から生まれた小児の相対的白血病危険は、他の小児の1.6倍であったと報告した。⁷ 受胎前に父親が放射線を受けた場合、白血病発生の危険はわずかに高いと認められ、1.31であったが、これは有意性の境界線上の数値である。母親が受胎前に照射を受け、その上妊娠中にも照射を受ければ、その小児における白血病発生の危険は、約2倍に増加する。本研究の結論は、Stewartらの支持を受けているが、かれらは受胎前に親が診断用X線照射を受けると、すべての小児腫瘍の危険が増加することを発見した。⁸

親が過去に照射を受けた小児における白血病発生の危険の増加をきたす機序については不明である。1つの可能性としては、精子あるいは受精前の卵子に染色体損傷が誘発され、それがその後の第1世代子孫における白血病発生と関係があるかもしれない。このほかの1つの可能性は、親における潜在性ビールの活動が次の世代に現われるのかもしれないということである。嚙歯動物では、経代的伝達様式を有するビール誘発性白血病が、現在少なくとも2種類知られている。^{9,10} 人間にもこれと同様のビール誘発性伝達様式の存在が考えられるが、まだ証明されていない。人間では母親からその子供へと白血病が伝えられたと思われるような例がわずかに1つだけ報告されている。¹¹

広島および長崎における第1世代子孫の白血病調査において、今日までに得られた結果は、今述べた受胎前に照射を受けた親についての研究結果を支持するようには思えない。^{8,9} しかしながら、これらの調査対象人口の被曝歴には重要な差がある。広島および長崎におけるものはおもに瞬間的照射であり、一般に強烈であった。組織のイオン化はX線よりはむしろ中性粒子およびガンマ線によって生じた。その他の要因、たとえば過去における流産ならびに過去における診断用X線照射の有無は、本研究の対象となった広島および長崎の親については不明である。しかしながら、これらの要因のおおのほは、第1世代子孫の白血病発生率を減少させるよりは、むしろ少し増加させるような傾向があるので、これらの要因の影響はおそらく軽微であろう。

本研究において調査した小児集団は、広島および長崎において調査の対象となっている成人対象者に生まれる子

Hiroshima and Nagasaki. Leukemia identification in the F₁ generation along with substantiation of the exposure histories of the parents should continue until the effects of radiation exposure on F₁ generation leukemia have been completely evaluated. Human radiation information of this type is available only in Hiroshima and Nagasaki.

SUMMARY

The radiation exposure status of parents of children who developed leukemia while resident either in Hiroshima or Nagasaki between August 1946 and December 1961 was determined. In comparison to two control groups of children in these cities there was no evidence of increased leukemia in the children born of parents who were exposed to significant amounts of ionizing radiation from the atomic bombs of 1945.

供の潜在人口の約33%から50%にすぎない。第1世代子孫の白血病に対する放射線照射の影響が完全に評価されるまで、第1世代子孫における白血病例確認ならびに親の被曝歴の調査を続けるべきである。人間におけるこの種の被曝資料は広島および長崎においてのみ得られる。

要 約

1946年8月から1961年12月にいたる期間において、広島および長崎両市の居住者中から発生した小児白血病症例の両親の放射線被曝状態を調査した。両市における2つの対照群と比較した場合、1945年の原爆の際、大量の電離放射線に被曝した両親に生まれた小児において特に白血病の発生が高いという事実は認められなかった。

REFERENCES

参考文献

1. FINCH SC, HRUBEC Z, et al: Detection of leukemia and related disorders, Hiroshima and Nagasaki. Research plan. ABCC TR 5-65
(白血病および関連疾患の探知調査、広島・長崎。研究計画書)
2. HOLLINGSWORTH JW, BEEBE GW, et al: Medical findings and methodology of studies by the Atomic Bomb Casualty Commission on atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki. UN WHO Seminar, The Use of Vital and Health Statistics for Genetic and Radiation Studies, Geneva, September 1960. New York, United Nations, 1962. pp 77-100
(広島および長崎におけるABCCの被爆者調査の医学的所見と方法)
3. NEEL JV, SCHULL WJ: Studies on potential genetic effects of the atomic bombs. ABCC TR 21-59
(原爆によって起こりうると思われる遺伝的影響に関する研究)
4. SAWADA H, FINCH SC: Fertility study in Hiroshima and Nagasaki, provisional research plan. ABCC TR 18-62
(広島および長崎における妊孕力調査。暫定研究計画書)
5. SEIGEL D: Frequency of live births among survivors of Hiroshima and Nagasaki atomic bombings. Radiat Res 28:278-88, 1966
(原爆被爆生存者における出生率、広島・長崎)
6. BEEBE GW, FUJISAWA H, YAMASAKI M: Adult Health Study reference papers. A. Selection of the sample. B. Characteristics of the sample. ABCC TR 10-60
(成人健康調査付属参考書。A. 標本の選択。B. 標本の特徴)
7. GRAHAM S, LEVIN ML, et al: Preconception intrauterine and postnatal irradiation as related to leukemia. Nat Cancer Inst Monograph 19:347-71, 1966
(受胎前子宮内照射および生後照射と白血病との関係)
8. STEWART A, WEBB J, HEWITT D: A survey of childhood malignancies. Brit Med J 1:1495-501, 1958
(小児の悪性腫瘍に関する研究)

9. GROSS L: Studies on the nature and biological properties of a transmissible agent causing leukemia following inoculation into newborn mice. *Ann NY Acad Sci* 68:501-21, 1957
(マウス新生児に接種した白血病誘発性伝染物質の性質および生物学的特性に関する研究)
10. LAW LW, MOLONEY JB: Studies of congenital transmission of a leukemia virus in mice. *Proc Soc Exp Biol Med* 108:715-23, 1961.
(マウスにおける白血病ウイルスの先天性伝達の研究)
11. CRAMBLETT HG, FRIEDMAN JL, NAJJAR S: Leukemia in an infant born of a mother with leukemia. *New Eng J Med* 259:727-9, 1958
(白血病を有する母親に生まれた幼児における白血病)
12. FINCH SC: Transmission of leukemia. In *Progress in Hematology*, Ed by LM TOCANTINS. New York, Grune and Stratton, 1959. Vol 2, pp 192-205
(白血病の伝達)