

THE MEDICAL SEQUELAE OF THE ATOMIC BOMB EXPLOSION

原子爆弾による医学的後遺症

GEORGE V. LeROY, M.D.

HEMATOLOGY OF ATOMIC BOMB CASUALTIES

原子爆弾被爆者の血液所見

GEORGE V. LeROY, M.D.



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

EDITOR'S NOTE

編集者のことば

The ABCC Bilingual Technical Report series began in 1959. In order that manuscripts which have never been published or are available only in one language may be made a matter of record for reference purposes, the 1959 series is being kept open and items will be added from time to time.

1959年から日英両文によるABCC業績報告書の作成を開始した。これまでに発表されなかった原稿、または一方の国語だけで作成されたものも、参考用記録とするために1959年度集の中に随時追加される。

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わるものではない。

THE MEDICAL SEQUELAE OF THE ATOMIC BOMB EXPLOSION

原子爆弾による医学的後遺症

GEORGE V. LeROY, M.D.

(Originally published in 1947 既発表)

HEMATOLOGY OF ATOMIC BOMB CASUALTIES

原子爆弾被爆者の血液所見

GEORGE V. LeROY, M.D.

(Originally published in 1950 既発表)



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 - 学術会議と日本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, 日本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)

CONTENTS

目 次

THE MEDICAL SEQUELAE OF THE ATOMIC BOMB EXPLOSION

原子爆弾による医学的後遺症	1
Abstract of Discussion 討議の概要	15
References 参考文献	16
Tables 1. Atomic bomb casualties	
表 原爆死傷者	2
2. Casualty-producing agents resulting from explosive nuclear fission in an atomic bomb	
原子爆弾の核分裂の結果生じた障害の原因となった因子	2
3. Classification of injuries due to the atomic bomb	
原爆による傷害の分類	4
4. Classification of the major types of wounds	
おもな外傷の分類	5
5. Onset of symptoms of radiation injury	
放射線傷害の症状の発生時期	7
6. Therapeutic objectives in management of patients with radiation injury	
放射線傷害を有する患者の管理における治療目標	15
Figures 1. Example of extensive flash burn	
図 広範囲に及ぶ閃光火傷例	4
2. Spleen of man aged 24 who died 5 days after the bombing	
被爆5日後死亡した24歳の男性の脾臓	6
3. Bone marrow of man aged 39 who died 7 days after the bombing	
被爆7日後死亡した39歳の男性の骨髄	6
4. Example of epilation	
脱毛例	9
5. Bone marrow of man aged 29 who died 29 days after the bombing	
被爆29日後死亡した29歳の男性の骨髄	9
6. Spleen of woman aged 35 who died 19 days after the bombing	
被爆19日後死亡した35歳の女性の脾臓	10
7. Testis of man aged 22 who died 26 days after the bombing	
被爆26日後死亡した22歳の男性の睪丸	10
8. Skin of man aged 39 who died 7 days after the bombing	
被爆7日後死亡した39歳の男性の皮膚	12
9. Bone marrow of man aged 31 who died 14 weeks after the bombing	
被爆14週間後死亡した31歳の男性の骨髄	12
10. Testis of man aged 31 who died 14 weeks after the bombing	
被爆14週間後死亡した31歳の男性の睪丸	13

HEMATOLOGY OF ATOMIC BOMB CASUALTIES

原子爆弾被爆者の血液所見	17
Material and Methods 材料および方法	18
Selection of Data 資料の選択	20
Observations 観察結果	23
Very Severe Radiation Injury きわめて高度の放射線傷害	25
Severe Radiation Injury 高度の放射線傷害	28
Moderately Severe and Mild Radiation Injury 中等度ないし軽度の放射線傷害	35
Summary and Conclusions 総括および結論	39
References 参考文献	40

Tables 1. Classification of clinical types of the syndrome of radiation injury

表 放射線傷害症候群の臨床的分類	22
2. Comparison of exposure groups according to distance from zero 各被爆群のゼロ地点からの距離別比較	23
3. Summary of data 資料の総括	24
4. Blood counts of patients with very severe radiation injury: Hiroshima data きわめて高度の放射線傷害を有する患者の血球計算：広島資料	25
5. Leukocyte counts of patients with very severe radiation injury: Nagasaki data きわめて高度の放射線傷害を有する患者の白血球数：長崎資料	26
6. Differential counts on patients with very severe radiation injury きわめて高度の放射線障害を有する患者の鑑別血球計算像	26
7. Distribution of lowest leukocyte counts in patients with severe radiation injury, weeks 3 to 5 after the bombing 高度の放射線傷害を有する患者における最少白血球数の分布，原爆後第3から第5週	27
8. Distribution of leukocyte counts during weeks 2 to 5: Persons who were living 20 days after the bombing 第2から第5週の白血球数の分布：原爆後20日間以上の生存者	27
9. Time trend for pairs of leukocyte counts, Hiroshima 2回の白血球計算における時間的傾向，広島	29
10. Time trend for pairs of leukocyte counts, Nagasaki 2回の白血球計算における時間的傾向，長崎	29
11. Pooled differential counts by weeks, patients with specific signs of radiation injury 放射線傷害の特異的徴候を有する者の週別の合計鑑別血球計算	29
12. Distribution of reticulocyte counts in patients with severe radiation injury, weeks 3 to 4 after the bombing 高度の放射線傷害を有する患者の細網赤血球数の分布，原爆後第3から第4週	30

13. Mean red cell diameters of patients with severe radiation injury 高度の放射線傷害を有する患者の平均赤血球直径	30
14. Red blood cells of patients with severe radiation injury, weeks 9 to 12 after the bombing 高度の放射線傷害を有する患者における原爆 9 ないし 12 週後の赤血球	31
15. Distribution of thrombocyte counts in patients with severe radiation injury during weeks 3 to 6 高度の放射線傷害を有する患者における第 3 ないし第 9 週の栓球数の分布	33
16. Relationship between leukocyte count and hemorrhagic tendency in patients examined in fourth week 第 4 週に検査した患者における白血球数と出血傾向との関係	33
17. Study of the hemorrhagic tendency in the severe type of radiation injury, average values for seven patients 高度の放射線傷害における出血傾向の検査, 7 例の平均値	34
18. Distribution of leukocyte counts during weeks 2 to 5: Persons who were living 20 days after the bombing 第 2 から第 5 週における白血球数の分布: 原爆後 20 日間以上生存した者	36
19. Pooled mean differential counts, 2 to 6 weeks after the bombing 原爆後の第 2 から第 6 週における合計平均白血球像	37
20. Incidence of purpura and other manifestations of a hemorrhagic tendency by exposure groups 紫斑および出血傾向のその他の症状の被爆区分別頻度	38
21. Relationship between symptoms and leukocyte count by exposure groups in weeks 2 to 6 after the bombing 原爆後の第 2 から第 6 週における各被爆群の症状と白血球数との関係	39
Figures 1. Time trend of leukocyte count in severe radiation injury 図 高度放射線傷害における白血球数の時間的傾向	23
2. Cumulative percentage distribution of hemoglobin values 血色素値の累積百分率分布	28
3. Price-Jones curves for patients with severe radiation injury during weeks 9 to 10 after the bombing and for normal Japanese controls 原爆 9 ないし 10 週後の高度放射線傷害者および正常な日本人対照群に おける Price-Jones 曲線	32
4. Serial hemograms of patient with typical fatal severe radiation injury 典型的な高度放射線傷害で死亡した例の連続的血液像	34
5. Serial hemogram of typical nonfatal case of severe radiation injury 典型的な高度放射線傷害を示した生存例の連続的血液像	35
6. Time trend of pooled weekly leukocyte counts in exposure groups with moderately severe and mild radiation injury 中等度および軽度の放射線傷害を有する被爆群における週別の合計白 血球数の時間的傾向	36
7. Cumulative percentage distribution of hemoglobin values 血色素量の累積百分率分布	37

THE MEDICAL SEQUELAE OF THE ATOMIC BOMB EXPLOSION

原子爆弾による医学的後遺症

GEORGE V. LeROY, M.D.

(Originally published in the Journal of the American Medical Association 134:1143-8, 1947. Reprinted and translated by permission of the publisher and author)

(Journal of American Medical Association 134:1143-8, 1947に既発表. 出版社と著者の許可を得て転載・翻訳)

The Army and Navy medical missions which investigated the results of the explosion of the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki, Japan, studied many aspects of the situation. In this article it will be impossible to review all the studies that were made; only two major subjects will be considered. The two most impressive features of the new type of bomb are: (1) the tremendous toll of casualties and (2) the syndrome of injury due to large amounts of gamma radiation.

In the bombed cities the Air Raid Defense authorities and the surviving members of the medical profession were confronted with an extremely large relief and rescue problem. The magnitude of their task is indicated by the following estimates (Table 1):

Of the total number of casualties, 120,000 in Hiroshima and 65,000 in Nagasaki, not all were in need of immediate medical care. In each city about one sixth of the total number of casualties were

広島・長崎の原子爆弾の爆発の結果を調査した米国陸海軍派遣の医学調査団は、いろいろの角度から調査を行なった。本報告でその全部について述べることは不可能であるので、二つの主要課題のみにについて考察を加えることとする。この新型爆弾の最も印象的な二つの特徴は、(1)甚大な死傷者数をもたらしたことで、(2)大量のガンマ放射線により各種の障害が生じたことである。

原爆の投下を受けた両市において、防空関係者および生き残った医療関係者は被爆者の救援と救護についてきわめて大きな問題に直面した。その仕事の規模の大きさは次の推定死傷者数によって示すことができる(表1)：

死傷者総数、広島120,000人、長崎65,000人のうちその全員が緊急に治療を必要としたのではない。両市において、死傷者総数の約6分の1は即死または救出不能の状況下で死亡した。これらの人たちは、原爆の

Read before the Section on Internal Medicine at the Ninety-Fifth Annual Session of the American Medical Association, San Francisco, July 4, 1946.

Member, Joint Commission for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb in Japan. Chief of Division, Manhattan Department, University of Rochester.

This article is an abstract of a report submitted to the Surgeon General of the United States Army. The preparation of the report was the joint responsibility of Drs. Ashley W. Oughterson, New York; Shields Warren, Boston; Averill A. Liebow, New Haven, Conn.; E. Cuyler Hammond, New York; Henry L. Barnett, New York, and George V. LeRoy. Any opinions expressed are not necessarily those of all the colleagues, to whom, however, I am indebted for the use of the material.

本報は1946年7月4日サンフランシスコ市で開催された米国医師会第95回年次総会内科学部会において発表した。

日本における原子爆弾の影響に関する合同調査団員、Rochester大学Manhattan部門班長

本報は米陸軍軍医総監に提出した報告書の要約である。報告書の作成にあたっては下記の者が責任を分担した：Ashle Wy. Oughterson, Shields Warren, Averill A. Liebow, E. Cuyler Hammond, Henry L. Barnett, George V. LeRoy. ここに述べた意見は必ずしも上記全員の意見ではないが、資料の利用についてはこれらの諸氏を負うところが大きい。

TABLE 1 ATOMIC BOMB CASUALTIES
表 1 原 爆 死 傷 者

	Hiroshima 広 島	Nagasaki 長 崎
Population 人 口.....	300,000	200,000
Dead 死亡者.....	80,000	40,000
Injured 負傷者.....	40,000	25,000
Patients in need of immediate care 緊急治療を必要とした患者.....	85,000	50,000

killed instantly or died under circumstances in which no help was possible. They were burned to death by the direct heat of the bomb, were crushed under demolished buildings or trapped in burning debris. A somewhat smaller group, perhaps one seventh of the total number of casualties, escaped both mechanical injuries and burns but received a dose of gamma rays sufficient to make them become sick 1 to 5 weeks later. On the basis of these rough estimates, it can be said that approximately 85,000 persons in Hiroshima and 50,000 in Nagasaki required medical care on the day of the bombing.

The type of injuries that required treatment can be appreciated readily from a brief review of the characteristic products of the explosion of an atomic bomb. At the instant of their detonation high above the ground these bombs generated an incredible amount of energy, of four main kinds: mechanical, heat, light and ionizing radiation (alpha, beta and gamma rays and neutrons). There was some variation in the length of time that each form of energy was effective in the production of damage and casualties; but in general the duration of time was of the order of 1 second (Table 2).

直射熱を受けて焼死したか、倒壊した建物の下敷きとなって圧死したか、発生した火災のため逃げ場を失ったものであった。これよりやや数の上では少ない一群の人々、すなわち、死傷者総数の約7分の1は、物理的障害や火傷は免れたが、被爆後1～5週間を経過して発病するほどのガンマ線量を受けた。これらの概略的推定をもとにすれば、広島では約85,000人、長崎では約50,000人が原爆当日に医療手当を必要としたと考えられる。

原子爆弾の爆発による生成物の特徴を大ざっぱに検討することによって、治療を要した障害の種類を容易に知ることができる。これらの爆弾が地上高く炸裂した瞬間に信じられないほどの巨大なエネルギーが発生した。このエネルギーは次の4種類に大別できる：すなわち、物理的破壊力、熱、光線および電離放射線（アルファ、ベータ、ガンマおよび中性子線）である。各種のエネルギーが損害や障害を発生させる効果の持続時間は、ある程度の差異はあったが、だいたい1秒であった（表2）。

TABLE 2 CASUALTY-PRODUCING AGENTS RESULTING FROM
EXPLOSIVE NUCLEAR FISSION IN AN ATOMIC BOMB

表 2 原子爆弾の核分裂の結果生じた障害の原因となった因子

1	Mechanical energy "blast" 機械的エネルギー "爆風"
2	Heat 熱
3	Light (visible, infra-red and ultraviolet) 光線 (可視光線、赤外線および紫外線)
4	Ionizing radiation (alpha, beta and gamma rays) and neutrons 電離放射線 (アルファ、ベータおよびガンマ線ならびに中性子線)

The mechanical energy produced was in the form of an air blast, or concussion, sufficiently strong to crush reinforced concrete structures directly beneath the bomb; to wreck steel-framed factories at distances as great as 4,700 feet (1.4 km) from the center of the effect; and to demolish Japanese type wooden houses as far from the center as 8,000 feet (2.4 km). In each of the bombed cities practically every building was damaged in some way; and windows were shattered and roof tiles blown off as far as 3.5 miles (5.6 km) from the explosion.

The heat at the center of the exploding bomb has been described in the newspapers as greater than that in the center of the sun. No reasonable estimate of the actual temperature of the reaction has been released officially, but it was almost unbelievably great, judging by the effects. During the fraction of a second that it lasted, inflammable objects were scorched or set afire as far from the source as 11,000 feet (3.3 km). Practically every person who was in any position in a line of sight relation to the flaming airburst sustained burns of the exposed parts of the body that faced the blast. The burn was of the flash type, so that almost any object or material that happened to be located between the source of heat and the victim protected parts that were under cover or in the shadow (Figure 1). Close to the center, however, the heat was so intense that burns occurred under clothing. An interesting relation to the color of such clothing was seen, and the skin under dark material was burned more severely than that under white cloth. Bizarre designs were produced on the skin of patients whose clothing was of patterned material. People received flash burns serious enough to warrant treatment at distances as far from the center of the explosion as 13,000 feet, or 2.5 miles (3 km).

The bright light that accompanied the explosion has been described as many times more intense than that of the sun. It may be thought of as comparable to sunlight concentrated by a "burning glass," and in this sense it increased the amount of heat which caused the flash burns. Ultraviolet rays formed a part of the emission and caused typical conjunctivitis in some of the victims.

放出された物理的エネルギーは、爆風または衝撃の形をとり、爆弾直下の鉄筋コンクリート建造物を押しつぶし、爆心から4,700ft (1.4km)もの遠距離の鉄骨建工場を破壊し、爆心から8,000ft (2.4km)も離れた木造家屋を倒壊させるほど強力であった。両被爆都市では、ほとんどすべての建物に何らかの被害があり、爆発地点から3.5マイル (5.6km)の距離でも窓ガラスが砕け、屋根瓦は吹き飛ばされた。

新聞には、炸裂時の爆弾の中心部における熱は太陽の中心部の熱よりも大であったと報ぜられている。反応時における実際の温度について妥当な推定値は公式には発表されていないが、その影響から判断すると、ほとんど信じられないほど高いものであったと思われる。爆発の続いた1秒の何分の1かの間に、爆弾から11,000ft (3.3km)の地点でも可燃性物質は焦げたり、発火した。空中での炸裂点に対して直線上にあった人は、その姿勢に関係なくほとんど全員が身体の露出部に火傷を受けた。火傷は閃光火傷型のものであったので、熱線源と被害者との間に物体または物質が介在していた場合には、おおわれていた部分や蔭にあった部分が保護された(図1)。しかしながら、爆心地に近い所では、熱が非常に高く、衣服の下にまで火傷が生じた。このような衣服の色彩については興味ある関係がみられ、白色の生地よりも黒色の生地でおおわれた皮膚のほうが重篤な火傷を受けた。衣服が模様入りのものであった場合には、皮膚に異様なデザインが生じた。人々は爆心から13,000ft、すなわち、2.5マイル (3 km)の遠距離においても治療を要するほど重篤な閃光火傷を受けた。

爆発に伴って生じた閃光は、太陽のそれよりも数倍も強烈であると述べられている。それは「天日取りレンズ(虫めがね)」で太陽光線を焦点に集めた状態に匹敵すると考えることができる。これにより熱量が増し、それが原因で閃光火傷が生じた。放出された放射線には紫外線もあり、ある者においては典型的な結膜炎発現の原因となった。

FIGURE 1 Example of extensive flash burn, some of which occurred under clothing.

図1 広範囲に及ぶ閃光火傷例



Note the sparing of the eyelids and the anterior surface of the neck.

一部は衣服におおわれた所にも認められた。眼瞼と頸部前面に火傷の発生していない点に留意。

Ionizing radiation, consisting principally of gamma rays harder than those produced by any electrical apparatus known, were emitted in amounts which can only be guessed. Alpha rays, beta rays and neutrons were also produced, but the relation of these to the production of casualties is not at all clear.

電離放射線は、主としてガンマ線からなり、いかなる電機器具によって発生されるものよりも硬質であって、その総量については推定しうるのみである。アルファ線、ベータ線および中性子線も生成されたが、これらと死傷者における傷害との関係は全く不明である。

With this knowledge of the products of the complex reactions that accompanied the splitting of the nuclei of atoms of uranium 235 and plutonium 239, it is possible to make a reasonable prediction of the sort of injuries that the victims of the bomb would have. In the confusion that followed the bombing few clinical records were kept in the aid stations, but enough information has been collected to permit the following estimate of the several types of injury (Table 3).

ウラン235とプルトニウム239の原子核分裂の複雑な反応に伴って生成される物質についての知見をもとに、被爆者が受ける障害がどのようなものであるかをかなり正しく推測することができる。爆弾投下後の混乱で、救護所では臨床記録はほとんど作られなかったが、数種の障害について次の推定を行なえるほどの資料は収集できた(表3)。

Data obtained from one large military hospital provided an approximate breakdown of the major types of wounds (Table 4).

また、一つの大きな陸軍病院から入手した資料から、おもな外傷の概略的内訳が得られた(表4)。

TABLE 3 CLASSIFICATION OF INJURIES DUE TO THE ATOMIC BOMB

表3 原爆による傷害の分類

Wounds	
外傷.....	70%
Burns	
火傷.....	65 to 85%
Radiation injury	
放射線傷害.....	More than 30%

TABLE 4 CLASSIFICATION OF THE MAJOR TYPES OF WOUNDS

表4 おもな外傷の分類

Fractures	
骨折.....	11%
Laceration, mainly due to fragments of glass	
裂傷, 主としてガラス破片によるもの	37%
Contusions	
打撲症	52%

(Source: Ninoshima Hospital, Hiroshima)

(資料源: 広島, 広島病院)

These injuries resembled those that would be seen after hurricanes, earthquakes and to some extent after ordinary air raids. There were few blast injuries of the sort caused by high explosive bombs, however. Traumatic amputations, evisceration and general disintegration was infrequent. Few persons with extensive third degree burns lived long enough to receive medical attention, so that about 90% of the burned patients in the aid stations and hospitals exhibited second degree burns. Less than 5% of the burns were caused by the fires in damaged buildings and among the debris. The majority differed from ordinary flash burns only in the fact that the burned areas were darker in color than is usual.

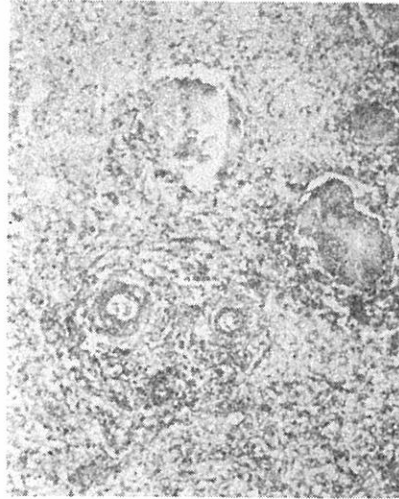
The one unique type of injury caused by the atomic bomb was the syndrome due to gamma radiation—or simply radiation injury. It is not possible to state the precise dosage of gamma rays that any person or group of persons received in either Japanese city. It is equally difficult to estimate the amount of irradiation on the basis of the symptomatology because of the scarcity of information on the effect of large amounts of total body radiation in human beings. Guesses based on animal experiments are open to objections too numerous and too well recognized to be repeated here. The intensity of the gamma radiation emitted by the bombs decreased with the distance from the source in accordance with the law of the inverse square; and this is one of the two factors respecting dosage which can be discussed with certainty. The other is the well known ability of different types of matter to absorb gamma rays to a varying extent. Therefore, as might be expected, people inside heavily constructed buildings or in underground shelters were less severely affected than others at a comparable distance from the source who

これらの傷害は、暴風雨、地震、ならびにある程度まで普通の空襲後にみられるものと類似していた。しかし、高性能爆弾によって生ずるような爆風による負傷はほとんどなかった。すなわち外傷性の切断、内臓の破裂および身体の断裂はまれであった。広範囲にわたる第3度の火傷を受けたものには、医療が施されるまで生存できたものはほとんどいなかった。したがって、救護所および病院でみられた火傷患者の約90%は第2度の火傷を有するものであった。倒壊した建物の火災が原因で火傷を受けたものは5%以下であった。この火傷の大部分はその部位が暗黒色を呈していたという点のみが閃光火傷と異なる点であった。

原爆に起因する一つの特異的な障害は、ガンマ放射線による症候群——すなわち、放射線障害であった。広島・長崎のいずれの都市においても、一個人または一群の人々が受けたガンマ線線量を正確に示すことはできない。ヒトにおける大量全身照射の影響に関する資料が少ないので、症状をもとに照射量を推定することも同様に困難である。動物実験をもとにして推測することに対しては、反対意見があまりにも多く、またその内容もよく知られているので、ここにくり返して述べない。原爆により放出されたガンマ放射線の強さは、線源よりの距離の2乗に反比例するという法則に従って減弱した。これは、線量に関する明確な要素の二つのうちの一つである。もう一つの要素は、物質によってガンマ線の吸収量が異なるというよく知られているものである。したがって、予想のとおり堅固なビルまたは地下壕内にいた人々は、線源から同程度の距離で戸外または木造建築物内にいた人々ほどの重篤な影響は受けなかった。ガンマ放射線に対し種々の被曝

FIGURE 2 Spleen of man aged 24 who died 5 days after exposure to the atomic bomb.

図2 被爆5日後死亡した24歳の男性の脾臓

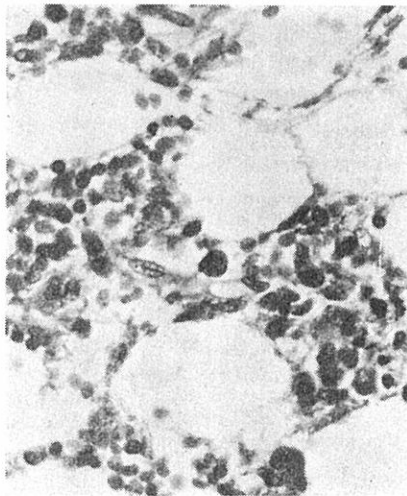


The field shows disappearance of lymphocytes from malpighian corpuscles, cytolysis of lymphocytes and fibrinoid changes in subendothelial portion of central artery; $\times 200$.

顕微鏡像は、マルピギー小体からのリンパ球の消失、リンパ球の細胞崩壊および中心動脈の内皮下層部の線維素様変化を示す； $\times 200$.

FIGURE 3 Bone marrow of man aged 39 who died 7 days after bombing.

図3 被爆7日後死亡した39歳の男性の骨髄



The section shows a proliferation of reticuloendothelium and many plasma cells and lymphocytes. There are a few normoblasts remaining; $\times 650$.

細網内皮組織の増殖、多くの形質球およびリンパ球がみられる。少数の正常赤芽球が存在している； $\times 650$.

were in the open or in wooden structures. The amount of earth, brick or concrete necessary to give total protection from the gamma radiation of an atomic bomb at various distances is being studied intensively at present.

It was difficult to obtain precise information about the early symptoms of patients with radiation injury. It appeared that the majority experienced nausea and vomiting several hours after the bombing and that the symptoms were of rather brief duration. The course of the individual patient after that time depended mainly on the amount of radiation that he had received. Because of the complications in the clinical picture caused by burns and wounds, the description of the syndrome of radiation injury which follows is based largely on a study of patients with no other type of trauma.

距離において完全な防御となるのに必要な土、煉瓦、またはコンクリートの量については目下追求中である。

放射線障害をこうむった患者の被曝初期の症状について正確な資料を入手することは困難であった。原爆投下後数時間で大多数のものに嘔気、嘔吐があったようであるが、その症状の持続期間は割合に短かった。その後の各患者の経過は、主としてその被曝線量によって左右された。臨床像は火傷と外傷によって複雑化されるので、次に述べる放射線障害の諸症状は、主として他の外傷の認められない患者についての調査をもとにして得たものである。

TABLE 5 ONSET OF SYMPTOMS OF RADIATION INJURY

表5 放射線傷害の症状の発生時期

	A Most Severe 最も重篤	B Severe 重篤	C Moderately Severe 中等度
Vomiting.....	Day of bombing 爆弾投下の日	Day of bombing 爆弾投下の日	Day of bombing 爆弾投下の日
嘔吐			
Fever.....	2-7 days	14-28 days	
発熱			
Diarrhea.....	2-7 days	4-21 days	14-35 days
下痢			
Leukopenia.....	2-7 days	7-28 days	7-28 days
白血球減少			
Purpura.....	4-7 days	14-28 days	
紫斑			
Epilation.....	7-28 days	14-35 days
脱毛			
Mucous membrane ulceration.....	14-28 days	14-28 days
粘膜潰瘍形成			
Anemia.....	7-28 days	10-35 days
貧血			
Death.....	4-10 days	10-42 days	30-90 days
死亡			

In those who received the largest doses of gamma rays, symptoms of fever and diarrhea were usually present on the day after the bombing (Table 5 A). Purpura appeared approximately 4 to 7 days later; the patient failed rapidly and died suddenly. Examination of the blood showed a pronounced reduction or a total lack of leukocytes and blood platelets. The urine was said to have been red in some cases, but few reliable reports were found. At autopsy¹ the observations were those of a moderate purpura

大量のガンマ線を受けた者においては、通常、原爆投下の1日後に発熱と下痢の症状があった(表5A)。紫斑は約4～7日後に現われ、患者は急に衰弱し、急死した。血液検査では、白血球および血小板の著しい減少ないし全くの欠如を認めた。尿は、若干の例で赤色を呈していたといわれているが、信頼できる報告はほとんどなかった。剖検では、瀰漫性点状出血を伴う中等度の出血性紫斑および胃腸管粘膜の出血性糜爛が

hemorrhagica with widespread petechiae and a hemorrhagic erosion of the mucosa of the gastrointestinal tract.

In one group of autopsies in this early stage, subarachnoid hemorrhage was found in 60% of the patients. The bone marrow was pale, and the spleen and lymph nodes were small. Sections of spleen (Figure 2) and marrow (Figure 3) from typical cases are presented. Briefly, the important feature of these tissues is the disappearance of normal lymphocytes and marrow cells, so that only the stroma and the framework of the organs remain. There is evidence even at this early stage of a beginning of regeneration as seen in the proliferation of the reticulum. The general pattern of the observations in these cases resembles closely that described by Shouse, Warren, and Whipple² in dogs receiving large single doses of roentgen rays.

In the period between 7 and 28 days after the explosion of the atomic bomb symptoms developed in the majority of those affected by gamma radiation. The syndrome which appeared at this time was manifested by epilation, gastrointestinal disturbances (of which intractable diarrhea was the most frequent), purpura, fever, leukopenia and anemia (Table 5 B).

Associated with these primary phenomena were any of the complications which might be expected. Laryngitis, pharyngitis, tonsillitis and gingivitis developed in most of the patients. In the more severely afflicted these lesions, as well as lesions in the trachea, the bowel and the female genitalia, became progressive and severe necrotic ulcerations. This process differed in no way from that seen in agranulocytic angina from any cause. Petechia and purpura appeared in the skins of almost all the patients, and with the advent of the hemorrhagic tendency, epistaxis, melena, metrorrhagia and hematuria were regularly observed. Epilation (Figure 4) involved chiefly the scalp and was quite characteristic in appearance. The hairs of the crown fell out first, so that many of the victims appeared to have a monk's tonsure. The loss of hair was complete in only a few patients, and in the majority it began

認められた。¹

この初期段階における剖検の一群では、患者の60%にクモ膜下出血を認めた。骨髓は淡色、脾臓およびリンパ節は小さかった。典型的な症例における脾臓の切片(図2)および骨髓(図3)をかかざる。端的にいえば、これら組織の重要な特色は、正常なリンパ球と骨髓球の消失していることであり、したがって、間質および組織の構造のみが残っていた。ここに見られる細網の増殖のように、この早期の段階においてすでに再生が始まっている。これらの症例に認められた一般的なパターンは、Shouse, Warren および Whipple²が、1回に多量のX線照射を受けたイヌについて述べているものに非常によく類似している。

原爆に被爆して7~28日後に、ガンマ放射線の影響を受けた者の大部分に原爆症状が発生した。この時脱毛、胃腸障害(なかでもがんこな下痢が最も多かった)、紫斑、発熱、白血球減少および貧血などの症状が認められた(表5B)。

これらの主要な症状とともにいろいろと予想される他の合併症状が認められた。大部分の患者に喉頭炎、咽頭炎、扁桃炎および歯齦炎が発生した。さらに重症の患者では、これらの病変のほかに気管、腸、女性性器にも病変があり、それらが進行して重篤な壊死性潰瘍形成を示した。この経過は、いろいろな原因によって生ずる無顆粒球性アンギーナに認められるものと少しも異なっていなかった。点状出血および紫斑はほとんどの患者の皮膚に現われ、この出血傾向の出現とともに、鼻出血、メレナ、子宮出血および血尿が通常認められた。脱毛(図4)は主として頭皮に認められ、その状態はきわめて特徴的であった。まず頭頂部の毛髪が抜けたので、被爆者の多くは修道僧の剃髪の様相を呈した。毛髪の完全喪失は少数の患者のみにみられ、大多数の者では2、3か月のうちに再びはえ始め

to grow again within 2 or 3 months' time. Epilation of other hairy parts of the body was infrequent.

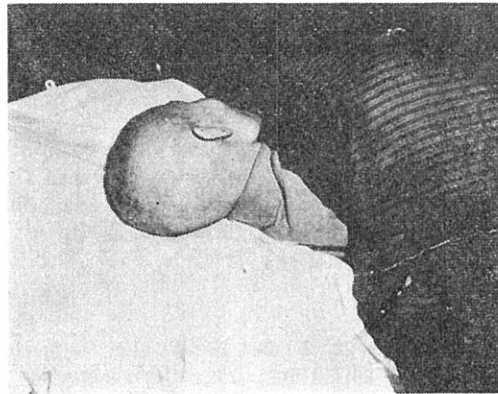
Laboratory studies at this time showed little that was abnormal except in the examination of the blood and bone marrow. Leukopenia was universal in patients with radiation injury when counts were made at an appropriate time. Values as low as 100 white blood cells per cubic millimeter were reported,

た。他の部分の体毛脱落はまれであった。

今回の臨床検査の結果では、血液および骨髄検査の所見を除いては異常所見はあまり認められなかった。適切な時期に行なわれた血球数算定では、放射線障害のある患者すべてに白血球減少が認められた。100/mm³という低い白血球値も報告されていたが、大多数

FIGURE 4 Example of epilation in a woman, showing almost total alopecia.

図4 ほとんど完全脱毛を示す女性例

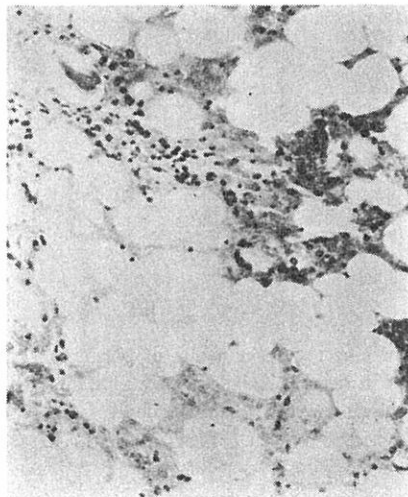


The photo was made in October, 12 weeks after the bombing.

写真は原爆投下から12週間後に撮ったもの。

FIGURE 5 Bone marrow of man aged 29 who died 29 days after the bombing.

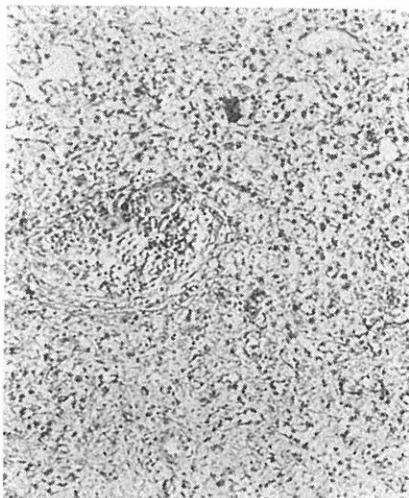
図5 原爆投下29日後死亡した29歳の男性の骨髄



The section shows hypoplasia, a necrotic area and bacteria. The majority of the cells are reticulum cells, and lymphocytes; $\times 230$.
形成不全、壊死部および細菌がみられる。細胞の大多数は、細網細胞、形質球およびリンパ球である； $\times 230$ 。

FIGURE 6 Spleen of woman aged 35 who died 19 days after the bombing.

図6 原爆投下19日後死亡した35歳の女性の脾臓

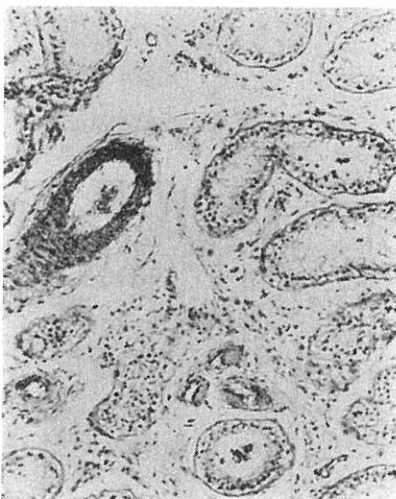


The section shows atrophy of the lymphoid tissue, with karyolysis of some of the cells in the vicinity of the central arteriole. The arterioles show a deposition of hyalin-like material beneath the endothelium; $\times 160$.

リンパ様組織の萎縮と中央細動脈付近の若干の細胞に核溶解がみられる。細動脈には内皮下に硝子様物質の沈積を示す; $\times 160$.

FIGURE 7 Testis of man aged 22 who died 26 days after the bombing.

図7 原爆投下26日後死亡した22歳の男性の睾丸



The section shows necrotic remnants of germinal epithelium and its derivatives in the lumens of tubules; edema of interstitial tissues, and hyaline subendothelial changes in small blood vessels; $\times 125$.

胚上皮の壊死性残遺と細管内腔にその誘導物質がみられる。間質組織の浮腫および小血管の内皮下に硝子様変化を示す; $\times 125$.

and the majority of the heavily irradiated patients had white blood cell counts below 1,500. Recovery appears to have been rare among patients whose white cell count was less than 600 per cubic millimeter. Examination of stained blood films at that time revealed mainly lymphocytes. Anemia was present in all such patients and became progressively more pronounced for a period of one to two weeks after the maximum depletion of the white count was observed. The purpura and the hemorrhagic tendency increased the anemia, and patients in whom this was a prominent feature of the syndrome did poorly. Associated with the leukopenia and the agranulocytic type of ulceration, there occurred overwhelming infections, many of which became septicemias. This condition and pneumonia seem to have been the chief causes of death in this stage.

The mortality rate for this form of the syndrome of radiation injury is not known. Some Japanese physicians said that it was 100%; but it is more likely that a fair estimate would be between 50 and 75%. In small groups of persons treated in a university hospital the mortality rate was about 33%. When this type of radiation injury developed in a burned or wounded patient, however, the prognosis was much worse because of the increased suppuration of the wounds. Sections of representative tissues from patients who died at this time are illustrated. The bone marrow (Figure 5), the spleen (Figure 6), the testis (Figure 7) and a section of burned skin (Figure 8) with no polymorphonuclear reaction are presented. The failure of spermatogenesis was constant in patients who were exposed to sufficient gamma radiation to produce clinical symptoms, and the extent of the process is evident from the illustration.

A less severe form of the syndrome of radiation injury occurred. In these patients epilation, if it occurred at all, was observed during the third to fifth week after the bombing (Table 5C). The constitutional symptoms of fever, gastrointestinal disturbances and prostration were conspicuously less serious. The other characteristic clinical phenomena in this group were weakness, malaise, diarrhea and mild inflammation of the mouth, gums and throat.

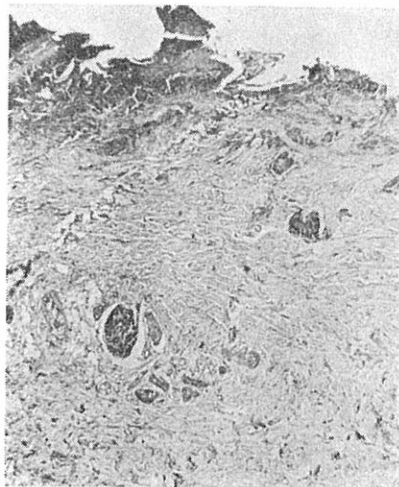
の強度放射線被曝者では、白血球数が1500以下であった。白血球数が600/mm³以下の患者では回復はまれであったようである。被爆当時における、染色された血液像の検査では、主としてリンパ球が認められた。このような患者全員に貧血があり、白血球数が最低となった後1～2週間はこの症状が進行し、一段と著明となった。紫斑と出血性傾向とによって貧血はさらに悪化し、これらが主要な症状であった患者においては経過は不良であった。白血球減少と無顆粒球型の潰瘍形成とともに重篤な感染症が起り、そのような症例の多くは敗血症となった。この時点では、これと肺炎とがおもな死因であったようである。

この種の放射線障害による死亡率は不明である。一部の日本人医師は、これによる死亡率が100%であるといったが、妥当な推定は50%と75%との間であろう。ある大学病院で治療を受けた少数の群では、死亡率は約33%であった。しかし、火傷ないし外傷を受けた患者に、このような放射線障害が生じた場合には、傷の化膿が増加するため、その予後はきわめて不良であった。この時点で死亡した患者の代表的組織よりの標本を図示する。骨髓(図5)、脾臓(図6)、睪丸(図7)および多形核反応の認められない火傷した皮膚切片(図8)をかかげる。臨床症状を起こさせるほどのガンマ放射線に被曝した患者全員において、精子形成は認められなかった。その程度は図から判断できる。

他方、より軽度の型の放射線障害の症候群もあった。これらの患者では、脱毛があったとしても爆弾投下後3～5週間目の間に起こったものである(表5C)。発熱、胃腸障害および消耗などの全身性症状は特に重篤ではなかった。この一群の患者における他の特徴的な臨床現象は、脱力感、倦怠、下痢ならびに口腔、歯齦および咽喉の軽度の炎症であった。適切な時期に実施した血液検査では、白血球減少が認められた

FIGURE 8 Skin of man aged 39 who died 7 days after the bombing.

図8 原爆投下7日後死亡した39歳の男性の皮膚

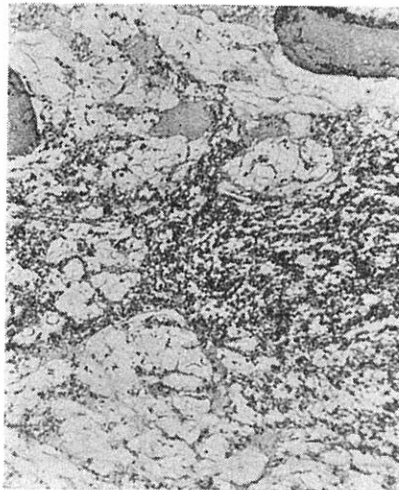


The section shows burned skin, with necrosis of epidermis and outer layers of the dermis. Masses of bacteria are present, but there is no leukocytic infiltration whatever; $\times 50$.

火傷した皮膚切片。表皮および真皮外層の壊死像がみられる。多くの細菌集団があるが、白血球浸潤は全くない； $\times 50$ 。

FIGURE 9 Bone marrow of man aged 31 who died 14 weeks after the bombing, of bronchiectasis.

図9 原爆投下14週間後気管支拡張症で死亡した31歳の男性の骨髓

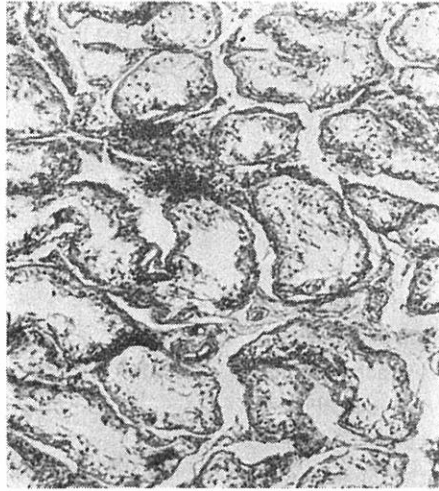


The section shows gelatinous marrow from the rib, in which there is a large focus of regenerating cells replacing the fat; $\times 115$.

肋骨よりの膠様髄がみられ、その中に脂肪と置換された再生細胞の大集集がみられる； $\times 115$ 。

FIGURE 10 Testis of man aged 31 who died 14 weeks after the bombing, of bronchiectasis.

図10 原爆投下14週間後気管支拡張症で死亡した31歳の男性の睾丸



The section shows complete cessation of sperm atogenesis. The tubules whose basement membranes have not become thickened are lined with cells of Sertoli. The interstitial tissues are not hyperplastic; $\times 115$.

精子形成の完全停止像を示す。細管基底膜に肥厚がなく、Sertoli 細胞が並んでいる。間質組織には過形成はない； $\times 115$ 。

Examination of the blood at an appropriate time revealed leukopenia, but white blood cell counts were seldom lower than 1,500 per cubic millimeter. The number of blood platelets was reduced, and anemia was a constant and often progressive feature. Frank ulceration of the inflamed mucous membrane was infrequent and tended to be transitory. Petechia appeared in rather small numbers of patients, and the hemorrhagic tendency was never extreme. Anemia was the most conspicuous element in the symptomatology; some of these patients never recovered but died 2 to 4 months later with an aplastic anemia. Sections from such a patient show poorly regenerating marrow (Figure 9) and testicular tissue (Figure 10).

The most important pathologic changes in the tissues may be summarized briefly. The bone marrow was badly damaged, and there was an almost complete disappearance of all cells of the myelopoietic and erythropoietic series. However, in all but the most severely irradiated patients regeneration of the bone marrow was evident within 7 to 10 days after the injury. The type of tissue which regen-

が、その数は $1500/\text{mm}^3$ 以下となったことはまれであった。血小板数は減少し、貧血は常に認められ、多くの場合進行性であった。炎症を起こした粘膜に明白な潰瘍形成が認められることはまれで、一過性の傾向を示した。点状出血は比較的少数の患者に現われ、出血傾向は著しくはなかった。症状のうちでは貧血が最も著しいものであって、これらの患者の若干名はついに回復せず、再生不良性貧血で2～4か月後に死亡した。このような患者から得た切片には、再生不良の骨髓(図9)および睾丸(図10)の組織像が認められた。

組織における最も重要な病理学的変化について簡単に要約する。骨髓の損傷は著しくて、骨髓造血および赤血球造血による血球がほとんど完全に消失していた。しかし、最も重篤な放射線照射を受けた患者を除く全員に、被曝後7～10日以内に骨髓の再生が認められた。再生を示した組織の種類は相当異なっており、しばしば3～4週間後に骨髓は主として大食細胞、形

ated varied considerably and frequently after 3 or 4 weeks the marrow appeared to be producing mainly macrophages, plasma cells and lymphocytes, with only insignificant numbers of definitive cells. In other cases a well-established myeloid and erythroid hyperplasia was evident at this time, and in tissues obtained later this process was often spectacular. The lymphatic organs all were badly damaged, and material from the earliest cases contains few or no lymphocytes in the nodes, the spleen and the thymus. Recovery of these tissues was evident after a few weeks, as a rule, but they never displayed the degree of hyperplasia that the marrow did. In many patients who died several months after irradiation, the lymphatic tissues still contained only a fraction of the usual number of adult-type lymphocytes. The testes were affected in the majority of men who received enough gamma radiation to cause symptoms. Spermatozoa were absent from the tubules, and most of the spermatogenic tissue was replaced by proliferating cells of Sertoli. As a corollary of this damage, changes of the type seen in castrated persons were apparent in the pituitary gland. The tissues of the female reproductive system were affected to a much smaller extent. The changes in the skin and in the hair follicles were prominent and resembled the type seen after treatment with roentgen rays.

The therapeutic problems that were presented by these patients with severe injury due to exposure to large doses of gamma radiation can be summarized quickly: The two major phenomena which endangered life were the gastrointestinal disturbances and the destruction of the hematopoietic tissues. The intense diarrhea and vomiting and the ulceration that occurred throughout the bowel created a serious situation. There is no doubt that many patients died from this cause alone with dehydration and acidosis. The damage to the bone marrow was even more serious, although it appears from histologic studies that regeneration of a sort commenced soon after the injury. Severe leukopenia which persisted for a period of 1 to 3 weeks was certain to facilitate the development of overwhelming infections in any part of the body. The inability of the leukopenic organism to localize such infections could

質球およびリンパ球を生成したようで、恒久型血球はきわめて少数認められたのみである。他の症例では、この時明確な骨髓性および赤血球性過形成が認められ、後日入手した組織では、その過程はしばしば著明なものであった。リンパ系は、いずれも著しい損傷を受け、最も初期の症例のリンパ節、脾臓および胸腺からの組織材料では、リンパ球がほとんど認められないか皆無であった。これらの組織の回復は、通常2、3週間後に認められたが、骨髓が示したほどの過形成は認められなかった。被爆後数か月で死亡した多くの患者のリンパ組織には、依然として通常認められる量の成人型リンパ球数の一部しか認められなかった。症状の発現をもたらすほどの量のガンマ放射線を受けた男性の大部分の睪丸に影響が認められた。細精管内には精子はなく、大部分の精子形成組織は、Sertoli細胞の増殖で置き換えられていた。この損傷の必然の結果として、去勢されたヒトにみられるような変化が下垂体に認められた。女性の生殖器系組織への影響は、はるかに小規模のものであった。皮膚および毛嚢の変化は著しく、X線治療後にみられるものに類似していた。

大量のガンマ放射線に被曝し重篤な障害を受けたものの治療上の問題を要約すると次のようである：生命に危険をもたらす二つのおもな現象は、胃腸における障害および造血組織の破壊であった。激しい下痢、嘔吐および腸全体にわたって発生した潰瘍は重篤な状態をもたらした。多くの患者が胃腸障害および脱水と酸性症を併発して死亡したことは疑う余地がない。骨髓に対する損傷はいっそう重篤であったが、組織検査では損傷後間もなく再生のきざしが認められたようである。1～3週間持続した重篤な白血球減少症は、身体各所において圧倒的な感染症の発生を容易ならしめることは確かであった。減少をきたした白血球がこのような感染を局部的に食い止めることができなかったため、敗血症が発生することもあり得る。血小板減少症に随伴して生じた出血性状態は、潰瘍化した粘膜

result in the development of septicemia. The hemorrhagic state which accompanied the thrombocytopenia was capable of causing exsanguination from the ulcerated mucous membranes or from wound as well as fatal hemorrhages in the central nervous system, the myocardium or the adrenal glands.

The proper objectives in the treatment of patients who have been exposed to the amount of gamma radiation emitted by an exploding atomic bomb are quite clear and can be stated simply (Table 6):

TABLE 6 THERAPEUTIC OBJECTIVES IN MANAGEMENT OF PATIENTS WITH RADIATION INJURY

表 6 放射線傷害を有する患者の管理における治療目標

1 Maintain fluid and acid-base balance	体液と酸・塩基均衡の保持
2 Control infectious processes	感染症の抑制
3 Combat hemorrhagic tendency	出血傾向の防止
4 Correct the anemia	貧血の調整

It does not seem unreasonable to believe that in the hospitals of the western world where plasma, electrolyte solutions, whole blood and penicillin are available in adequate amounts, a much lower mortality rate could be achieved than was observed in Japan. How satisfactory the thoroughly modern treatment of the syndrome of radiation injury might be is difficult to predict.

ABSTRACT OF DISCUSSION

Dr. Verne R. Mason, Los Angeles: I should like to call attention to certain details about which Dr LeRoy did not have time to elaborate. First, the changes in the bone marrow are not constant from day to day or week to week but represent a dynamic process that is going on. Dr. LeRoy has a large number of slides and a large amount of statistical material and, when he gets these all together, will make an amazing picture of what actually goes on in the bone marrow of persons who have had very large doses of gamma-ray radiation to the total body. Another factor may be of interest. In Hiroshima the last patient who died from severe leukopenia died on September 24. The bomb exploded on August 6. The early mortality, therefore, was of high degree and the total mortality became very large by Sept-

や傷口からの出血ならびに中枢神経系, 心筋層または副腎において致命的な出血を引き起こす可能性が十分あった。

原子爆弾の爆発によって放出されるガンマ放射線に被曝した患者に対する適切な治療目標は明白であって, 簡単に述べることができる (表 6)。

血漿, 電解質溶液, 全血およびペニシリンが十分に入手できる西欧諸国の病院においては, 日本で観察された死亡率よりもはるかに低い死亡率に押えることができたであろうと考えるのは妥当であると思う。しかし, 最も近代的な治療法が放射線障害の各種症状に対してどの程度まで満足すべき効果を示すかを予言することは困難である。

討論の概要

Dr. Verne R. Mason, Los Angeles 市: Dr. LeRoy が時間の関係で言及できなかった特定の問題点について述べたいと思う。まず, 骨髄における変化は, 毎日毎日ないしは毎週毎週一定ではなく, 動的な過程を示している。Dr. LeRoy は多数のスライドおよび多くの統計資料を持っておられ, これらを全部まとめられたなら, 全身にきわめて大量のガンマ放射線を受けた人々の骨髄において実際に何が起るかということの様相が非常にはっきりとわかるであろう。また別に, もう一つ関心の寄せられる因子として次のものがある。広島では, 重篤な白血球減少症の患者で最後に死亡したのは 9 月 24 日であった。原子爆弾は 8 月 6 日炸裂しているので, 初期の死亡率は高く, 9 月 24 日までの総死亡率はきわめて大であった。日本人医師によって作

ember 24. As far as we could determine from very brief Japanese records of patients studied by Japanese doctors, there was a large number of patients who died in the bombed area soon after the explosion who showed no changes of the blood but died with fever, diarrhea and shock as the chief symptoms. It is our opinion at present that these persons died an acute death produced by an overwhelming dose of gamma radiation. I believe at the moment that Dr. LeRoy and Dr. Liebow have not completed their studies on this particular group of patients, on whom we have records of a small number of autopsies. As time went on, many who undoubtedly had developed leukopenic states earlier survived because they were fortunate not to develop the type of infection frequently seen in terminal stages of leukopenic states. Thus they may have survived the early phase of leukopenia and then later we saw a decreasing total mortality. But some of them ultimately died of an irreversible change in the bone marrow which led to an aplastic anemia. When the studies are completed (this is only a guess on my part) the time in which the leukopenic state developed in many of these patients will, I believe, practically correspond to the known life span of the white blood cell. Those who died of aplastic anemia later lived a period of time which will about correspond to the known life of the red blood cell. That, I think, is one of the important phases that will be brought out when these reports are completed.

成された患者についての簡単な記録からわかったことは、原爆爆発後間もなく被爆地域内で多くの死亡者があり、その血液には変化は認められなかったが、おもな症状としては発熱、下痢およびショックであった。これらの人々は、きわめて大量の放射線被曝による急性死亡であったというのが現在のわれわれの意見である。Dr. LeRoy ならびに Dr. Liebow は、少数例に関する剖検記録を含むこれらの人々についての調査をまだ完了していないと思う。なお、被爆初期に白血球減少が疑いなくあったと思われる多くの被爆者が、白血球減少状態の末期段階にしばしば認められる感染が幸いにして起こらなかったため生き残った。このようにして、これらの患者は白血球減少症の初期を乗り切ったようであって、その結果として後日総死亡率に減少が認められるに至った。しかし、ある者は骨髄の不可逆性変化を起こし再生不良性貧血となってついに死亡した。わたくしの推測にすぎないが、この調査が完了したなら、白血球減少状態が多くの患者に生じた時期は、すでに知られている白血球の寿命とほとんど一致するという結果が得られるのではないかと思う。また、再生不良性貧血で死亡した人々は、すでに知られている赤血球の寿命とほぼ同じ期間だけ生存できたと考えている。このことは、これらの報告がまとまったら、重要な事項の一つとして解明されるものと思う。

REFERENCES

参 考 文 献

1. Protocols and complete descriptions of all the autopsy and clinical material obtained in Japan will be described in the Report of the Joint Commission for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb in Japan. To be published.
2. Shouse S S, Warren S L, Whipple G H: II. Aplasia of marrow and fatal intoxication in dogs produced by roentgen radiation of all bones. J Exper Med 53 : 421-45, 1931