

放射線障害の本態に関する実験的研究

第 2 編

催 貧 血 に 就 い て

岡山大学医学部放射線医学教室（主任：武田俊光教授）

助教授 山本道夫・西下創一・安東 龍・信木茂生

小島澄一・谷本潤一・赤木瑩子・塩飽 健

〔昭和34年4月17日受稿〕

緒 言

放射線障害の本態に関しては古くより幾多の研究が行われ種々の意見が述べられているが尙完全に究明されたとは言い難く、唯漫然と造血臓器の障害によとせられているが、造血臓器に対する放射線の影響については、その作用は直接的であると主張する学者が多い反面間接的作用も存するとする人もある。此の点でも解明の余地は残されている。

足立、飯塚¹⁾ Akaiwa,²⁾ Osgood,³⁾ Barns⁴⁾ 等の実験成績に依ると照射によつて体内に産生された何等かの物質による間接的作用も相当有力な原因をなしているものと考えざるを得ない。又山本⁵⁾ はレ線照射動物及び放射能症患者の流血中に赤血球退行産物と目されている Heinz 氏小体の出現増加を見出し、又最近の当教室の業績に見られる如く X 線照射家兎の白血球中にも退行産物と考えられる顆粒の出現が認められる。

これらの点より著者等は放射線によつて流血中に何等かの毒性物質が産出され之に依り二次的にも障害が惹起されるのではないかと考え、之を証明する方法としてレ線又は Co^{60} 照射を行つた試験管内血液を健康家兎に輸血してその影響を検索することとした。しかして受血家兎に貧血が惹起されるならば *in vitro* で照射された血液中に催貧血性物質が産出されたものと考えられる。

実 験 方 法

(1) 雄性成熟家兎を以下の各群に分ち、赤白血球数、血色素量、白血球百分率、Heinz 氏小体含有赤血球百分率、コンゴ赤指数及び溶血度を測定した。

第 1 群 (対照群) 照射しない血清除去、血液 10cc
宛 6 日間連日静注。

第 2 群 試験管内で 3000 r 照射した血清除去血液

10cc 宛 6 日間連日静注。

第 3 群 試験管内で 3000 r 照射した血清除去血液
15cc 宛 10 日間連日静注。

第 4 群 試験管内で 3000 r 照射した血清除去血液
25cc 宛 10 日間連日静注。

(2) 輸血する血液は健康家兎耳静脈より注射器で採血し、それを滅菌生塩水で洗滌し血清除去後滅菌生塩水で最初の採血量にして短時間のうちに 3000 r 照射し、之を他の家兎の耳静脈より注入した。

(3) 赤白血球数は Thoma-Zeiss 氏法に依り算定し、血色素量は Sahli 血色素計にて%で示した。

(4) Heinz 氏小体出現率の測定は超生体染色を施す直接法を採用した。即ち白血球計算用ピペットの膨隆部のガラス玉を抜いたピペットの目盛 1 まで家兎耳静脈より湧出する血液を吸引し、次いで目盛 11 まで 0.85% 食塩水を吸引し、これをたたちに予め 1% メチールヴィオレット 0.6% 食塩水溶液 0.1cc を入れた小試験管内に吹出して充分振盪混和し、その 2 白金耳を載物ガラス上にとり、速かに被蓋ガラスで封じて鏡検し、赤血球 1000 個中の Heinz 氏小体含有赤血球数を数え千分率で示した。

(5) コンゴ赤指数の測定は Adler-Reimann 氏法を以下の如く稍改良し、杉山教授の提唱せる算出法による新コンゴ赤指数を以て示した。即ち滅菌した 1% コンゴ赤生塩水溶液を一側耳静脈より体重 1 kg 当り 1 cc 注入し、注入後 4 分及び 60 分の 2 回にわたり他側耳静脈より血液 1 cc を採つて血清を分離し、夫々を予めコンゴ赤注入前に採血分離せる血清を対照として光電比色計にてフィルター C (主波長 440 m μ) を用いて比色し次の如く表示する。

$$\text{新コンゴ赤指数} = \frac{4 \text{ 分後の血清吸光度}}{60 \text{ 分後の血清吸光度}}$$

(6) 溶血度 (仮称) とは赤血球抵抗を光電比色計を

用いて間接的に知る目的で考案せるもので、その方法は0.48%、食塩水1ccを正確に小試験管にとり、これに家兎耳静脈より血色素用ピペットで採血せる血液0.02ccを滴下して2~3回反転混和し、之を37°Cで1時間放置した後遠沈し(1000回転分、5分間)、その上清を3倍に稀釈し、水を対照として光電比色計によりフィルターG(主波長530mu)を用いて比色し、その吸光度(-logT)より次式により溶血度(Y)を算出した。

$$Y = \frac{-\log T \times 1000 \times 10^4}{R} \times 100 \quad \text{但し } T: \text{透過率} \\ R: \text{赤血球数}$$

実験成績

(1) 対照群: 照射しない血液 10cc 宛連日静注せる群

第1表 照射されない血液10cc宛6日間連日静注

	白血球数	赤血球数	血色素	溶血度	H氏小体	新コ係数
正常時	7350	584万	102%	8.5	0%	1.94
第1回注射後24時間	9750	611	114	9.8	0	2.07
第2回	8450	713	126	10.4	0	2.07
第3回	9200	727	128	10.5	0	2.07
第5回	12300	753	128	10.1	0	2.10
第6回	13700	838	133	9.9	0	1.90

注射回数を重ねるにつれ赤白血球数及び血色素量は次第に増加し、溶血度も稍高くなる。Heinz氏体含有赤血球は常に零にとどまり、新コンゴ赤指数は正常値を示す。以上の変動は正常血の輸血による影響と考えられる。

(2) 試験管内で3000 r 照射した血液 10cc 宛6日間連日静注せる群

第2表 試験管内で3000 r 照射された血液10cc宛6日間連日静注

	白血球数	赤血球数	血色素	溶血度	H氏小体	新コ係数
正常時	7200	534万	90%	9.5	0%	1.97
第1回注射後24時間	5150	503	90	22.8	21	2.16
第2回	4850	471	85	11.9	27	1.61
第3回	4150	419	82	14.1	24	2.11
第5回	3850	416	82	20.4	71	2.26
第6回	4100	391	80	22.1	104	2.37
注射完了後1週間	4800	502	88	23.1	74	1.14

赤、白血球数及び血色素量は第1回の注射後より減少し第6回目には著明の減少が認められ、注射完了後1週間目に於いても僅かしか恢復しない。Heinz氏小体含有赤血球は第1回の注射後より出現し次第にその数を増加する。新コンゴ赤指数は第2回目の注射後僅かに低下せる外は殆んど不変にとどまっているに拘らず注射完了後1週間目に於て可成りの低下を来している。溶血度は注射回数と殆んど無関係に増大して認められ、注射完了後1週間目に於ても同様に留っている。

(3) 試験管内で3000 r 照射した血液15cc宛10日間連日静注せる群

第3表 試験管内で3000 r 照射された血液15cc宛10日間連日静注

	白血球数	赤血球数	血色素	溶血度	H氏小体	新コ係数
正常時	7250	530万	78%	6.15	0%	1.76
第1回注射後24時間	11600	472	85	6.91	15	1.38
第3回	6550	511	85	14.7	44	2.12
第10回	5450	486	83	15.1	49	1.81
注射完了後1週間	4850	499	83	15.2	57	1.78
2週間	4600	423	83	23.6	15	1.28

略々前群と同様の成績であるが、注射完了後1週間及び2週間目に於て猶赤、白血球数の恢復傾向を全く認めない。

(4) 試験管内で300 r 照射した血液 25cc 宛10日間連日静注せる群

第4表 試験管内で3000 r 照射された血液25cc宛10日間連日静注

	白血球数	赤血球数	血色素	溶血度	H氏小体	新コ係数
正常時	6400	472万	82%	10.1	0%	1.74
第1回注射後24時間	6550	425	85	17.7	34	2.01
第5回	4400	554	130	17.1	21	1.55
第10回	3900	724	150	17.5	58	1.74
終了後1週間	4150	666	140	19.4	46	1.26

赤血球数及び血色素量は軽度増加を示すが白血球数は次第に減少す。Heinz氏小体含有赤血球数、新コンゴ赤指数及び溶血度は前群及び前々群と略々同様の変動を示す。

考按並に結論

少量の輸血を繰返し行くと末梢血液成分の増加就中赤血球増加を来すことは周知の事実であるが、家兎に10cc宛連日6日間非照射血液を輸血すると赤・白血球数及び血色素量は漸増し、新コンゴ赤指数及び溶血度は殆んど不変にとどまり、Heinz氏小体含有赤血球は出現しない。然るに試験管内で3000 r 照射した血液を輸血すると赤・白血球数及び血色素量の減少、Heinz氏小体含有赤血球の出現増加、新コンゴ赤指数の低下及び溶血度の増大を来す事より輸血した血液中にかかる変化を起す原因が存するものと想像してよいと考える。即ち放射線照射により試験管内の血液中に何等かの有毒物質が生じ、之が健康家兎の血管内に注入されると造血臓器或は末梢血液成分に対し有害に作用し赤・白血球数の減少を来すものと考え。又

此の催貧血性と思われる物質は赤血球に対してHeinz氏小体の形成を促し溶血を惹起する。新コンゴ赤指数に就いてみると1時極く僅かの上昇を示した後低下するのは網内系が本来の使命である解毒作用により輸血により体内に入り来つた有毒物質を処理しようとして機能を昂進するがやがて自身も障害を受けて機能を低下するためと考えられる。

結 論

以上の実験よりして我々は次の如く考える。

(1) 放射線照射により起る障害は間接的なものに依つても発生し得ると考えられる。

(2) 放射線照射により血球中に細胞毒となるものが発生し二次的に障害が促進されると考えられる。

(3) 網内系機能と流血中のHeinz氏小体出現には相関性の存する事が推定される。

参 考 文 献

- 1) 足立・飯塚：日本医学放射線学会雑誌，9巻，3号，昭和24.
- 2) Akaiwa : Am. J. Roentg. Vol., 24, p. 42, 1930.
- 3) Osgood : Am. J. Roentg. Vol., 48, p. 214.

1942.

- 4) Barns : Am. J. Roentg. Vol., 49, p. 663, 1943

- 5) 山本：昭和27年岡山医学会発表。

Experimental Studies on the Nature of Radiation Disturbances
Part 2 A anemize substance which is produced in the
peripheral blood with X-ray or Co⁶⁰ irradiation

by

M. YAMAMOTO S. NISHISHITA R. ANDO S. NOBUKI
S. KOJIMA J. TANIMOTO K. AKAGI & T. SHIAKU

The Department of Radiology, Okayama Univ. Medical School
(Director : Prof. T. Takeda)

We attempted to research that a poison are produced in blood when the blood are irradiated, and whether such poison causes tissue injuries secondarily or not.

Experimental Method: After the rabbits blood of removing serum in test tube are irradiated with great doses of X-rays or Co⁶⁰ at a time, such blood injected to other healthy rabbits, and then we research to what change are brought in such case, and we find out following matter.

Experimental Results: The peripheral blood cell count reduced after transfusions, the function of the reticuloendothelial system failed and the apperance of Heinz's body erythrocytes were remarkable.

In view of these facts, it seems to be produced a toxic substance in the peripheral blood of the rabbit irradiated with X-ray or Co⁶⁰, and the the toxic substance causes radiation injuries secondarily.
