

Title	ラツテ骨髓の鉄代謝に及ぼすレ線の影響(放射性鉄による研究)(第2篇)Fe59摂取抑制より見たるレ線時間因子
Author(s)	前田, 盛正; 中西, 健一; 宮本, 竜丸
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1960, 20(7), p. 1487-1491
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20231
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

ラツテ骨髓の鉄代謝に及ぼすレ線の影響

(放射性鉄による研究)

(第2篇) Fe⁵⁹ 摂取抑制より見たるレ線時間因子

京都府立医科大学放射線医学教室 (主任 金田弘教授)

前田盛正 中西健一 宮本竜丸

(昭和35年7月22日受付)

緒言

レ線を一時照射することによって起ってくる生理学的効果に比べ、一般に同線量を分割照射すればその障害度が軽度であつて、分割照射によつて一時照射と同程度の障害を生ぜしめるには、総線量を増量しなければならない。この現象は時間因子といひ、古くより数多くの研究^{1)~7)}がある。

著者はさきに海狸を用いて、レ線照射による貧血について時間因子⁸⁾を検討し、線強度と照射期間が対数函数的相関を示すことを報告した。しかしその際、障害度の尺度として撰定した「末梢赤血球数の半減」という現象は、赤血球系骨髓細胞の障害のみによるとは言ひ難く、出血等による赤血球の減少も考慮すべきであるとの批判を免れ得なかつた。

そこで著者は放射性鉄を用い、これが骨髓への摂取率を観察することにより、直接骨髓におけるレ線照射の時間因子の関係を求めんとしたものである。

実験 1. 赤血球の Fe⁵⁹ 摂取率による実験研究方法

100g 前後の雑種ラツテにレ線 (160KV, 25mA, 濾過板 0.7mm Cu, 距離70cm, 17r/min) 全身照射を行つた。照射群は85r 及び 170r の一時照射、及び 1回85r の3, 5, 7回の連日照射群を設けた。各照射群はその照射終了日が一致する様に計画し、照射終了後24時間目に対照群と共に一斉に、豫め血漿に結合せしめた Fe⁵⁹ 0.9 μ c

Fig. 1

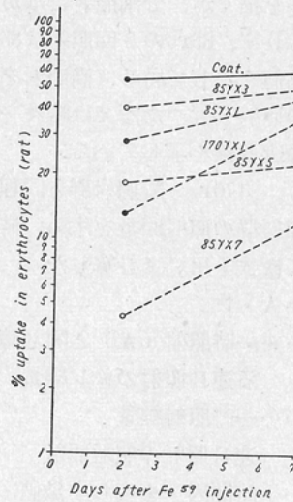
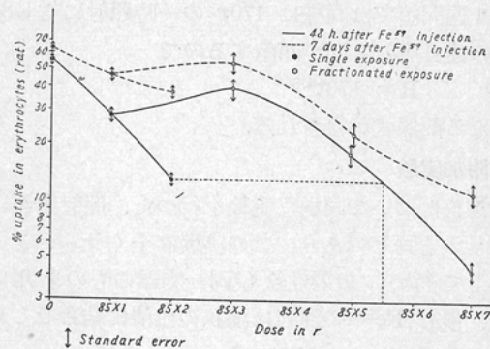


Fig. 2



を一側頸静脈に注入した。注射後48時間目に他側頸静脈より第一回採血(0.5cc), 7日目に第二回採血(1.0cc)を行い, 全血液の Fe^{59} 摂取率を, 投与せる放射能の百分率として算出した。

実験結果

各群の Fe^{59} 注射後2及び7日目の全血液中に出現せる Fe^{59} を投与量の百分率を以て示したのが第1図である。各群とも2日目の値に比べ7日目の値はいずれも増加を示しているが, 照射群の増加率は対照群に比べて大きいことが注目される。

レ線量と Fe^{59} 摂取率との関係を示したのが第2図である。これを見るると一時照射群は指数函数的障害曲線を描くが, 分割照射ではかゝる直線的相関は得られず, 85r の3回照射は85r の1回照射よりも高値を示して居る。尚照射を継続して5回, 7回の照射を行つた所では略々一時照射群と平行せる障害曲線を示している。

第2図より, 170r 一時照射群と同程度の障害を示す分割照射群の照射回数を求め, 時間因子の関係式として次式を用いて計算した

$$R = A \cdot t^k$$

但し R……一時照射(A)と同じ障害を与える連日照射の総レ線量

A……一時照射線量

t……連日照射の照射回数

k……時間因子を表わす数値

48時間値に於いては85r の連日照射 5.5回が相当するから,

$$R = 170t^{0.6}$$

1週間値では同様に 170r の一時照射に対し85r の連日照射4回が匹敵するので

$$R = 170t^{0.5}$$

なる関係式が得られる。

附加実験

海猿について同様な実験を行つた。照射条件はラットと同じであり, この実験は全くラットと併行して行い, 放射性鉄も同一容器のものをを用いた。但し Fe^{59} の注射は海猿の血清に結合せしめたものを 2.5 μ c 使用した。

Fig. 3

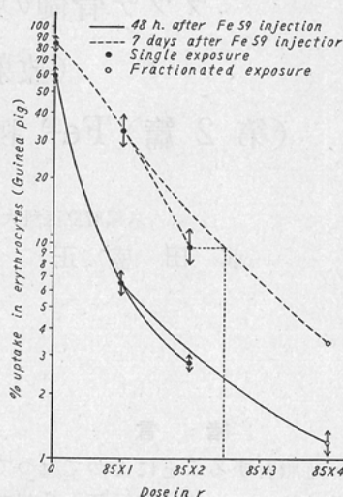


Table % Fe^{59} uptake in one femur of control or irradiated rat, hours after Fe^{59} injection

Groups	X-ray dosis	Mean & Standard error
Control	0	2.87 \pm 0.23
Single exposure	170r \times 1	1.73 \pm 0.07
Factionated exposure	85r \times 7	2.54 \pm 0.21
	85r \times 9	1.07 \pm 0.12

実験結果は第3図に示す如く, ラットの障害曲線より遙かに急峻である。48時間値に於ては一時照射の障害曲線と分割照射のそれとは甚だ近接し, 両者の障害を比較することは困難であるが, 7日目の値では 170r の一時照射に匹敵する分割照射の照射回数は略々 2.5回と考えられる。故に

$$R = 170t^{0.25}$$

実験 2. 骨髄の Fe^{59} 摂取率による実験

実験方法

実験1と同様なラットを使用し, レ線(200KV, 25mA, 濾過板 0.7mm Cu, 60cm, 50r/min) 全身照射を行つた。照射群は 170r の一時照射と, 85r の7及び9回の連日照射群である。実験1と同様に照射終了日を揃え, 照射終了後24時間目に Fe^{59} 1.9 μ c を静注した。注射後2時間目に頸動脈を切断失血死せしめ, 両側大腿骨を分離

し、灰化することなくそのままシンチレーションカウンターにて放射能を測定、 Fe^{59} 投与量に対する百分率として算出し、各個体について左右大腿骨の平均値を求めた。

実験結果

各群の平均値及び標準誤差は表の通りである。即ち 170r の一時照射による障害度は85r の7回照射よりも高度であつて、9回照射よりも軽度である。故に 170r 一時照射に匹敵する分割照射の回数を8回とすれば

$$R = 170t^{0.67}$$

となる。

考案

レ線障害の時間因子を求めるとに當つて、如何なる尺度を用いるかは甚だ重要な問題である。著者はさきに海狸のレ線貧血に於て末梢赤血球の半減する点を尺度とした。しかしこの様な状態に至れば海狸に於いては出血傾向が認められるので、血球減少には出血による損失も含まれ、必ずしも骨髄の障害を検討したとは言えない。 Fe^{59} の骨髄及び赤血球への摂取率もまた、血球の産生量そのものを示すものでないことは、第一篇⁹⁾に述べた所である。しかしながらこれらの変化は、鉄代謝の概要を示すものであり、レ線時間因子の測定には、これを尺度として略々満足し得るものと考えられる。

実験1は照射後2及び7日後に採血したものであるが、この間に各群とも摂取率の増加が見られる。これは Fe^{59} が各成熟段階の骨髄細胞に摂取され、細胞の成熟と共に流血中に遊出して来るためである。しかしその経時的増加率は照射群は対照群に比し著しく増大している。この現象は H. D. Suit (1957)¹⁰⁾及び E.H. Belcher (1959)¹¹⁾の唱うる骨髄細胞のレ線による遊出遅延の現象を示すものとする。

海狸のレ線感受性はラッテに比し頗る高く、海狸のレ線全身照射による死は貧血が主因であると推測されるが、ラッテでは一般に貧血に陥り難いように思われる。このことは本実験からも明かに示されて居る。即ち一時照射による障害曲線を見

るに、海狸の障害曲線はラッテに比し頗る急峻である。また時間因子の相関式に於てkの値は海狸の0.25に対し、ラッテは0.5である。従つてラッテの骨髄のレ線感受性は海狸に比し遙かに低く、且、レ線障害よりの回復速度は甚だ迅速であると考えられる。

ラッテ骨髄の Fe^{59} 摂取率を直接大腿骨の放射能を測定することにより算出し、時間因子を求め、 $k=0.67$ なる値を得た。この値は赤血球 Fe^{59} 摂取率7日目の測定による0.5と相違するが、これは両回の実験の間に動物の感受性の差があつたためかと考えて居る。また同一個体の実験による2日目と7日目のkの値の差については、実験誤差によるものか、或は他に何らかの原因が存在するかは不明である。

更に実験1のラッテの連日照射の障害曲線に於て、85rの3回照射が85r一時照射に比し障害度が低いこともまた、ラッテの骨髄の回復機能の旺盛さを示すものであろう。しかし乍ら5回以上の照射では一時照射障害曲線に近似した指数函数的障害曲線を描くことから考察すると、3回照射の現象はレ線障害の蓄積とか回復の問題ではなく、ラッテ骨髄の造血予備力のためと解する方がよいかもしれない。

また海狸の実験に於て得られたkの値0.25は、著者がさきに報告せる海狸の赤血球数半減実験に於ける0.24とよく一致した。

結論

放射性鉄を用い、赤血球及び骨髄への摂取率を以てレ線時間因子を研究した。その結果ラッテの赤血球造血系は、海狸に比べレ線感受性が低く、且レ線障害からの回復力は極めて旺盛なることを知り得た。

文 献

- 1) Allen K.D. and Fread J.H.: (1956) Amer. J. Roentgenol. 75, 581. —2) Andrews J.R. and Moody J.M.: (1956) Amer. J. Roentgenol. 75, 590. —3) Baum S.J. and Alpen E.L.: (1959) Radiation Res. 11, 844. —4) Gauwerky F.: (1958) Strahlen-ther. 106, 227. —5) Mole R. H.: (1956) Brit. J. Radiol. 24, 563. —6) Pat-

erson E., Gilbert C.W. and Haigh M.V.: (1956)
 Brit. J. Radiol. 29, 218. —7) Strandquist M.:
 (1944) Acta Radiol. 44, 601. —8) 前田: (昭
 和28年) 日医放誌13卷, 152頁. —9) 前田: (昭

和35年) 日医放誌20卷, 6号, 1078頁. —10) Suit
 H.D., Ellis F., and Oliver R.: (1957) Brit. J.
 Radiol. 30, 553. —11) Belcher E.H. and Cou-
 rtenay V.D.: (1959) Brit. J. Haemat. 5, 268.

Studies of Iron Metabolism in Rat Following X-Irradiation
 (Experimental Studies with Radioactive Iron)

2. Part The time-factor of x-ray effects on erythropoiesis.

By

M. Maeda, K. Nakanishi and T. Miyamoto

Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine

(Director Prof. Dr. H. Kaneda)

The rats were given whole body irradiation with doses of $85 r \times t$. The groups of a single exposure received 85 r and 170 r, and the other groups of fractional exposures received daily 85 r for 3, 5, and 7 days.

The blood samples were taken 48 hours and 7 days after Fe-59 administration, which was injected in the jugular vein 24 hours after irradiation.

The Fe-59 uptake of the whole blood was expressed as per cent of the dose administered.

The amount of the Fe-59 uptake increased in every group including the non-irradiated animals during 5 days from 2nd to 7th day after injection. But the increases in the irradiated rats were more remarkable than that in the non-irradiated ones.

It seems likely that x-irradiation prolongs the time which is taken to remove bone marrow cells into the peripheral blood.

The Fe-59 uptakes of the single exposure groups were depressed exponentially while the doses increased, but the depressions of the fractional exposure groups were not linearly related to the x-ray doses. The uptake of 3 days irradiation was rather higher than that of the single exposure group of 85 r.

The groups exposed for 5 and 7 days, however, showed remarkable depression which was similar to the single exposure groups.

From the 2nd Figure, the number of daily exposure, in which the depression was similar to that of single exposure of 170 r, was estimated as 5.5 (from the curve at 48 hours after injection), or 4 (from the curve at 7 days after injection).

A relation formula of time factor of x-ray effect was obtained as follows:

$$R = 170 t^{0.6}, \text{ or } R = 170 t^{0.5}$$

The uptake of bone marrow (femur) was examined 2 hours after Fe⁵⁹ injection, which was given 24 hours after total body irradiation with doses of $85 r \times t$.

The result obtained was,

$$R = 170 t^{0.67}$$

At the same time, the Fe-59 uptake in erythrocytes of guinea pigs was examined by the same method. The dose response curves of the guinea pigs were much steeper than those of the rats.

From the result obtained from the guinea pigs, the following formula was obtained.

$$R = 170 t^{0.25}$$

From these findings, it is clear that the erythropoiesis of a rat is much more resistant than that of a guinea pig, and that the recovery from radiation damages of bone marrow of a rat is much faster and stronger than that of a guinea pig.
