



Title	放射線の血小板並びに骨髓巨核球に及ぼす影響に関する研究 第1編 X線の末梢血小板に及ぼす影響 第2編 X線の骨髓巨核球並びに骨髓内血小板に及ぼす影響
Author(s)	北村, 武司
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(8), p. 1553-1568
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19349
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

放射線の血小板並びに骨髓巨核球に及ぼす 影響に関する研究

第1編 X線の末梢血小板に及ぼす影響

名古屋大学医学部内科第一講座 指導 日比野進教授

北 村 武 司

(昭和34年7月29日受付)

目 次

第1編 X線の末梢血小板に及ぼす影響

第1章 緒言

第2章 研究材料及び研究方法

第3章 動物実験成績

第1節 末梢血小板数の変化

第2節 末梢血小板形態の変化

第4章 X線取扱者検査成績

第1節 末梢血小板数の変化

第2節 末梢血小板形態の変化

第5章 考按

第6章 総括

文献

第2編 X線の骨髓巨核球並びに骨髓内血小板に及ぼす影響

第1章 緒言

第2章 研究材料及び研究方法

第3章 動物実験成績

第1節 骨髓巨核球形態の変化

第2節 骨髓内血小板形態の変化

附. X線取扱者検査成績

症例(A)(B)

第4章 考按

第5章 総括

結語

文献

第1章 緒言

放射線の生体、就中その血液に及ぼす影響に就いては、Heineck¹⁾以来、多数の業績が報告されたが、栓球系の変化に就いては、Mottram²⁾の業績以来、その報告は比較的乏しい^{3)~11)}。

私はX線が生体中に於いて末梢血中の血小板に及ぼす影響を、特に線量との関係に就いて研究した。

第2章 研究材料及び研究方法

動物実験では雄家兎(体重約2kg)三匹宛を一組とし、1600r, 800r, 80r, 40r, 30r, 20r, の各線量を全身一回照射した。

照射は、東芝深部治療装置で、200kV, 20mA, 0.5mm Cu+ 0.5mm Al の Filter を使用し、焦点より皮膚面迄の距離40cm, 線量52r/min という条件で行った。

又、X線取扱者検査に於いては、1958年3月現在のX線取扱者(69名)、実習期間(被曝期間)5カ月の診療X線技師学校生徒(15名)の血液検査を行い、愛知県下通常人男子(20名)を対照とした。

血小板数の測定法はFonio法¹²⁾の変法による。即ち、14%の硫酸マグネシウム溶液を抗凝固剤として耳朶から採血し、塗抹標本を作るとともに速かに乾燥させ、乾燥の終つた瞬間にMetanolに投入固定を行つた。この標本に就いて、速かにGiemsa染色を行つたが、その際に、稀釈液及び水洗液には、pH 7.0の磷酸緩衝液を使用した。

血小板の形態学的分類の目的には、耳朶採血によつて作つた塗抹標本を、直ちに乾燥、Metanol固定し、次いでMay-Giemsa二重染色した。この際も、前者と同様に、稀釈液及び水洗液には、pH 7.0の磷酸緩衝液を使用した。

血小板の分類は、滝川法(表1)によつた。

即ち長径4μ以内を正球性とし、それ以上の長

表1 血小板形態学的分類



図1. 正常

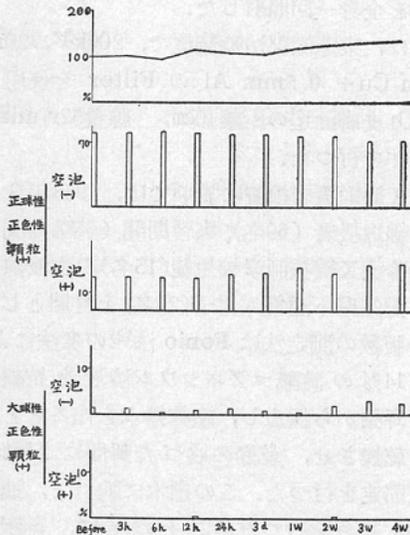


図2. 1600r

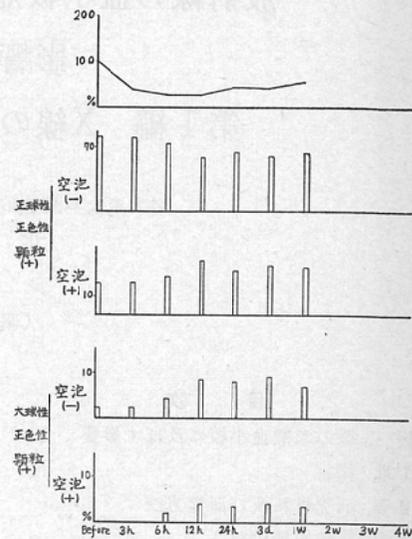
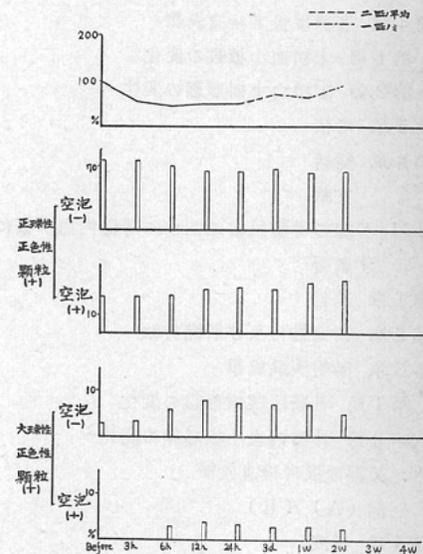


図3. 800r



径を有するものを大球性とした。更に各々に付き正球性と好塩基性とに分けた。次にその各々を顆粒の有無、空泡の有無により分類した。

第3章 動物実験成績

私は実験動物家兎の半致死量 LD₅₀/30日を 800 r とし、此の LD₅₀/30日との関係に於いて追及した。

第1節 末梢血小板数の変化

1600r, 800r, 80r, 40r, 30r, 20r, の各線量を全身一回照射した場合の末梢血中血小板数の変化を、照射線量毎に、3時間後、6時間後、12時間後、24時間後、3日後、1週間後、2週間後、3週間後、4週間後、と経時的に観察した。

図4. 80r

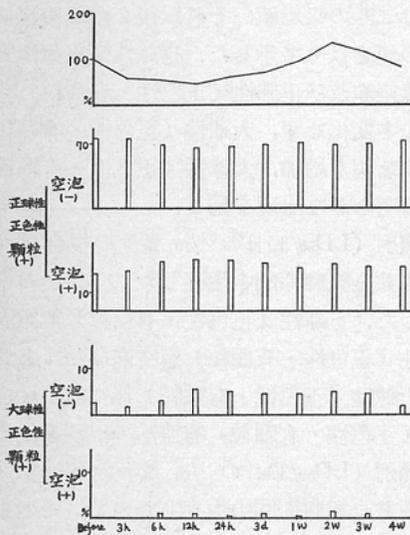
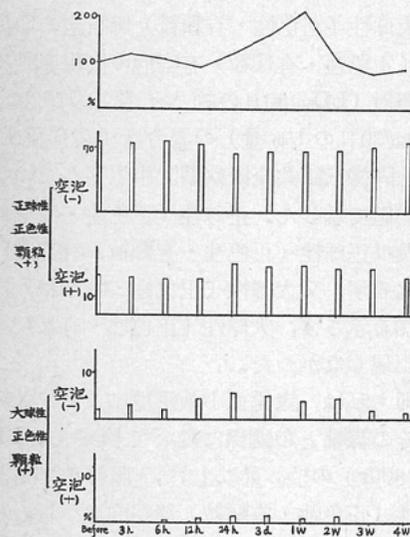


図5. 40r



平均値，3日後迄は二匹の平均値，それ以後は生存せる一匹の値によるものである(図3)。この場合にも明らかに血小板数は3時間後から減少し，対照正常家兎群に比べてその減少は推計学的に有意であつた。

80r 照射 ($LD_{50}/30$ 日の $1/10$ 量) の場合，三匹共全観察期間中生存した。即ち平均値で示した血小板数は(図4)，3時間後から明らかに減少し12時間後に最低値を示し，2週間後に一時的に上昇を示し，4週間後で略々正常値に戻つた。この際の減少も対照正常家兎群に比し推計学的に有意であつた。

40r 照射 ($LD_{50}/30$ 日の $1/20$ 量) も三匹共全観察期間中生存し，血小板数は減少を示さず(図5)，照射後1週間に於いて一時的の上昇があつた。

30r 照射 ($LD_{50}/30$ 日の約 $1/27$ 量) 及び20r 照射 ($LD_{50}/30$ 日の $1/40$ 量) に於いては，血小板数には明らかな影響がなかつた(図6及び7)。

以上私は，家兎血小板数に及ぼすX線の影響をその線量との関係に於いて検索し， $LD_{50}/30$ 日 (800r) の $1/10$ 量以上に照射3時間後より推計学的に有意の減少を示すことを知つた。

第2節 末梢血小板形態の変化

1600r, 800r, 80r, 40r, 30r, 20r, の各線量を全身一回照射した場合の末梢血中血小板形態の変化を，血小板数の変化の場合と同様に，照射線量毎に，3時間後，6時間後，12時間後，24時間後，3日後，1週間後，2週間後，3週間後，4週間後，と経時的に観察した。

血小板の形態学的分類に就いて私は前述の如く滝川法によつた。

しかし私の観察の範囲内では，正球性と大球性とを問わず，好塩基性の血小板及び顆粒のない血小板は出現しなかつたので，4種類，即ち正球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板，正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板，大球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板及び大球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板に區別した。

1600r 照射 ($LD_{50}/30$ 日の倍量) の場合は(図2の下段棒グラフ—以下之に準ず)，三匹中二匹

1600r 照射 ($LD_{50}/30$ 日の倍量) の場合，三匹中二匹は1時間以内に死亡した。しかして一匹のみが1週間後迄生存した。血小板数は3時間後から著明に減少し(図2)，対照である正常家兎群に比べてその減少は推計学的に有意であつた。

800r 照射 ($LD_{50}/30$ 日) の場合，一匹は24時間後に死亡した。他の二匹は夫々，3日後，及び2週間後に死亡した。従つて24時間後迄は三匹の

図 6. 30r

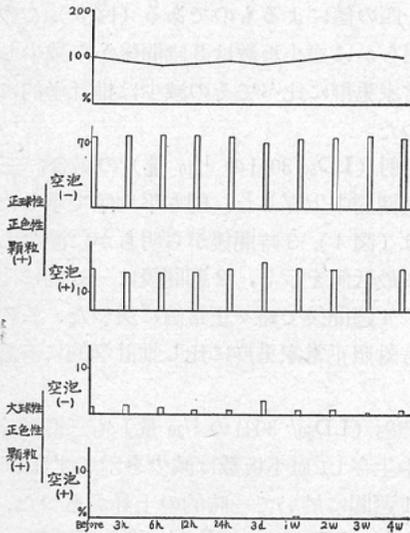
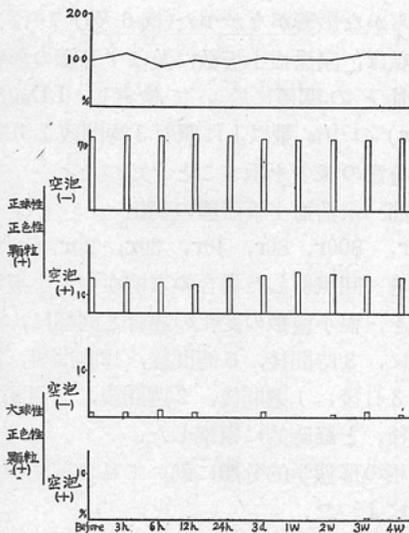


図 7. 20r



が1時間以内に死亡した為、一匹に就いて経過を示した。

正球性(正色性・有顆粒)無空泡及び正球性(正色性・有顆粒)有空泡は殆んど変化せず、大球性(正色性・有顆粒)無空泡の著明な増加、大球性(正色性・有顆粒)有空泡の明らかな出現を見る。

800r 照射(LD₅₀/30日)の場合は(図3)、一匹は24時間後に死亡、他の二匹は3日後及び2週

間後に死亡した為、24時間後迄は三匹の平均値、3日後迄は二匹の平均値、それ以後2週間後迄は一匹のみの値を以て示した。正球性(正色性・有顆粒)無空泡及び正球性(正色性・有顆粒)有空泡は殆んど変化せず、大球性(正色性・有顆粒)無空泡の著明な増加、大球性(正色性・有顆粒)有空泡の明らかな出現を見る。

80r 照射(LD₅₀/30日の $1/10$ 量)の場合は(図4)、三匹共全観察期間中生存したのでその平均値で示した。正球性(正色性・有顆粒)無空泡及び正球性(正色性・有顆粒)有空泡は殆んど変化せず、大球性(正色性・有顆粒)無空泡の増加、大球性(正色性・有顆粒)有空泡の出現を見る。

40r 照射(LD₅₀/30日の $1/20$ 量)の場合は(図5)、三匹共全観察期間中生存したので、その平均値で示した。正球性(正色性・有顆粒)無空泡及び正球性(正色性・有顆粒)有空泡は殆んど変化せず、大球性(正色性・有顆粒)無空泡の増加、大球性(正色性・有顆粒)有空泡の出現を見る。

30r 照射(LD₅₀/30日の約 $1/27$ 量)及び20r 照射(LD₅₀/30日の $1/40$ 量)の場合は(図6及び7)前2例と同様三匹共全観察期間中生存したので、その平均値で示した。正球性(正色性・有顆粒)無空泡及び正球性(正色性・有顆粒)有空泡は殆んど変化せず、又大球性(正色性・有顆粒)無空泡は増加を示さず、大球性(正色性・有顆粒)有空泡も出現しなかつた。

以上即ち私は、家兔血小板形態に及ぼすX線の影響をその線量との関係に於いて検索し、LD₅₀/30日(800r)の $1/20$ 量以上に、照射6時間後より大球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板の増加と、大球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板の出現を証明した。

第4章 X線取扱者検査成績

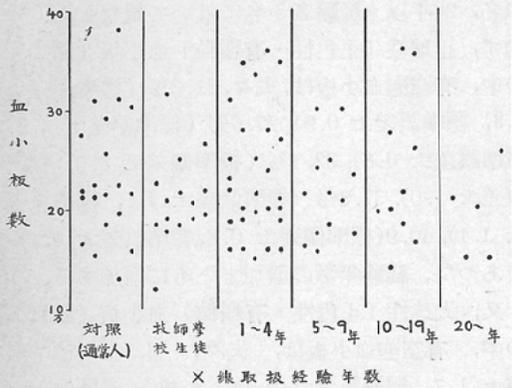
X線取扱者の血液所見中、血小板に就いての報告は少い。

私はX線取扱者の血液像、就中血小板に就いて検討を試みた。

第1節 末梢血小板数の変化

① X線取扱者10名、診療X線技師学校生徒

図 8



(実習一被曝一期間5カ月)10名に就いて末梢血中血小板数の検査を行ったところ、X線取扱者血小板数は平均値 $201 \times 10^3/\text{mm}^3$ 、標準偏差±40、標準誤差±6、診療X線技師学校生徒は平均値 $230 \times 10^3/\text{mm}^3$ 、標準偏差±88、標準誤差±28で、塚本による通常人男子の平均値 $213 \times 10^3/\text{mm}^3$ 、標準偏差±67、標準誤差±12、と比較し、この三者間には有意の差がないことが判明した。

⑥ 次に、X線取扱の経験年数別に分類し、比較を行った(図8)。

通常人男子20名、診療X線技師学校生徒15名、1~4年経験者27名、5~9年経験者13名、10~19年経験者11名、20年以上経験者5名に就いてしらべた結果は、夫々、平均値 232.861(標準偏差±61.971、標準誤差±13.929)、平均値 212.253(標準偏差±42.024、標準誤差±10.804)、平均値 226.117(標準偏差±64.149、標準誤差±12.345)、平均値 218.021(標準偏差±49.236、標準誤差±13.080)、平均値 232.631(標準偏差±72.391、標準誤差±21.828)、平均値 194.830(標準偏差±44.189、標準誤差±19.761)、であつたがこれ等の間には推計学的には有意の差がなく、分散、平均値共に異なるという結果となつた。

第2節 末梢血小板形態の変化

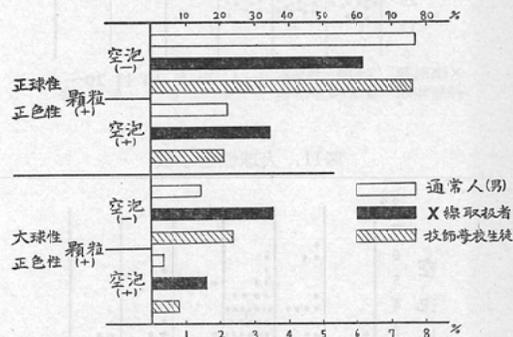
末梢血中血小板の形態学的分類に就いては私は滝川法によつた。

⑨ 私は通常人男子20名、女子20名に就いて検査した結果を(表2)に示す。

表2. 通常人血小板形態(%)

大きさ	染色性	顆粒	空泡	男	女	平均
正球性	正色性	(+)	(-)	76.6	76.4	76.5
		(+)	(+)	21.7	22.3	22.0
		(-)	(-)	0	0	0
	好塩基性	(+)	(-)	0	0	0
		(+)	(+)	0	0	0
		(-)	(+)	0	0	0
大球性	正色性	(+)	(-)	1.4	1.1	1.25
		(+)	(+)	0.3	0.2	0.25
		(-)	(-)	0	0	0
	好塩基性	(+)	(-)	0	0	0
		(+)	(+)	0	0	0
		(-)	(+)	0	0	0

図 9



正球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板は男子76.6%(標準偏差±5.9、標準誤差±1.3)、女子76.4%(標準偏差±4.0、標準誤差±0.9)、正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板は男子21.7%(標準偏差±5.4、標準誤差±0.4)、女子22.3%(標準偏差±4.0、標準誤差±0.9)、大球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板は男子1.4%(標準偏差±1.0、標準誤差±0.2)、女子1.1%(標準偏差±0.9、標準誤差±0.2)、大球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板は男子0.3%、(標準偏差±0.4、標準誤差±0.09)、女子0.2%(標準偏差±0.3、標準誤差±0.07)、であつた。

⑩ X線取扱者10名、及び診療X線技師学校生徒(実習一被曝一期間5カ月)10名に就いて検査した結果は(図9)の如くであつて、X線取扱者は通常人に比べ、正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板、大球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板及び大球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板が

図10. 正球性血小板

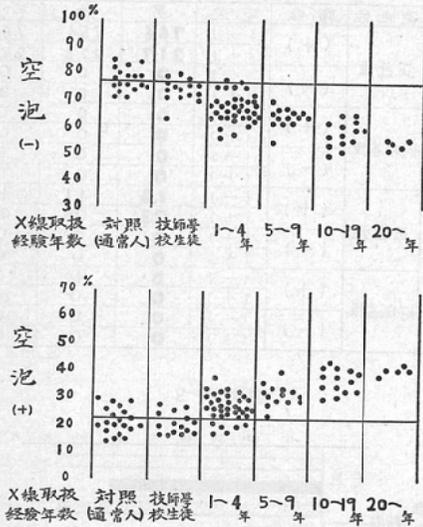
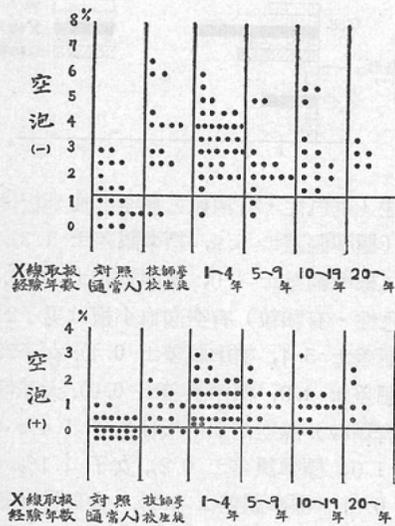


図11. 大球性血小板



験者33名, 5~9年経験者14名, 10~19年経験者14名, 20年以上経験者5名に就いて観察した。先ず, 正球性(正色性・有顆粒)血小板(図10)の中, 有空泡血小板は, 夫々, 21.3%(標準偏差±3.8, 標準誤差±0.9), 27.6%(標準偏差±4.9, 標準誤差±0.8), 32.1%(標準偏差±3.9, 標準誤差±1.0), 37.8%(標準偏差±4.5, 標準誤差±1.1), 40.9%(標準偏差±0.8, 標準誤差±0.4), であつて, 経験年数の増加とともに増加する。

又, 大球性(正色性・有顆粒)血小板(図11)の中, 有空泡血小板は, 夫々, 3.5%(標準偏差±1.7, 標準誤差±0.4), 3.4%(標準偏差±1.1, 標準誤差±0.2), 2.3%(標準偏差±1.1, 標準誤差±0.3), 2.9%(標準偏差±1.2, 標準誤差±0.3), 2.7%(標準偏差±0.5, 標準誤差±0.2), であつて, 無空泡血小板は, 夫々, 0.8%(標準偏差±0.6, 標準誤差±0.5), 1.2%(標準偏差±0.8, 標準誤差±0.1), 1.2%(標準偏差±0.6, 標準誤差±0.5), 1.0%(標準偏差±0.7, 標準誤差±0.2), 1.4%(標準偏差±0.8, 標準誤差±0.3), となり, 一般に増加しているが, 経験年数の増加とともに増加する傾向は見受けられない。

第5章 考 按

放射線の生体に及ぼす影響, 特に血液に対する作用に就いては, Heineck¹⁾以来, 多くの人々によつて研究されて, 白血球系及び赤血球系に就いては, Benjamin等, Heineck, 等^{13)~33)}, 放射線取扱者の血液所見に就いても, V. Jagie, Schwarz, Siebenrock³⁴⁾ 以来幾多の業績^{35)~40)} が発表されている。我が国に於いても, 斎藤⁴¹⁾, 高井⁴²⁾を始め多くの報告があるが, 最近, 放射線取扱者の血液像に就いては, 後藤⁴³⁾, 日比野等⁹⁾, 中尾等⁴⁴⁾, 脇坂⁴⁵⁾, 等によつて報告がなされた。

しかし, X線の血小板に及ぼす影響に就いての考察は比較的少い^{2)~11)}。

血小板数の測定法に就いては, 先に述べた如く Fonio¹²⁾ の他多数の発表がある^{46)~54)}。しかし, 正常値に対する見解には大きな懸隔が存在する。

増加している。

診療X線技師学校生徒では, 正球性には変化なく, 大球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板及び大球性(正色性有・顆粒)有空泡血小板が増加している。

◎ 次いでX線取扱経験年数と血小板形態との関係に就いて検討を加えた。

即ち, 診療X線技師学校生徒15名, 1~4年経

之は血小板自体が出血とともに破壊され易い本質をもっている為である。

Fonio 法¹²⁾は、標本を固定して、保存することが可能であるという捨て難い長所をもっている為、私はこの方法を改良して採用した。

家兎動物実験に於いては、LD₅₀/30日を800rと推定し、1600r, 800r, 80r, 40r, 30r, 20r, の各線量を照射した。

その結果、1600r (LD₅₀/30日の倍量)及び800r (LD₅₀/30日)では、夫々、照射後4週間迄の観察期間中に死亡したが、血小板数は対照に比べ著明な減少を示した。80r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{10}$ 量)以下の照射線量では、三匹共全観察期間中生存し、80rでは明らかな減少を見た。40r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{20}$ 量)では、照射後1週間に於いて一時的に上昇した。

30r (LD₅₀/30日の約 $\frac{1}{27}$ 量)及び20r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{40}$ 量)では変化を見なかつた。

以上の、1600r, 800r, 80r, 照射に於ける血小板数の減少は推計学上有意であつた。

Mottram²⁾は動物実験に於いて、放射線の血液学的影響をしらべ、血小板数の減少が最も遅くあらわれると述べた。西川³⁾は2000r以上に血小板数の著減を見、又、松木⁴⁾も2000rに於いて同様著減を報告しているが、宮村⁵⁾は150r以下に於いて増加を、300rに於いて明らかな減少を認めた。

私はX線取扱者及び診療X線技師学校生徒の血小板数に就いて検査を行つたが、夫々、対照に比べ推計学上有意の差がなかつた。そこで、経験年数別の各群に分けて観察したところ、夫々、対照に比べ推計学上有意の差なく、分散及び平均値は異ならないことがわかつた。

Mossberg⁶⁾は放射線取扱者の血小板数減少に注目し、脇坂・石倉等⁷⁾も之を支持し、又、脇坂・松木⁸⁾も血小板数の平均値が対照より低値を示すと述べ、更に日比野等⁹⁾はX線取扱者に有意の減少を認めた。

血小板の形態に就いては、作製した標本に就いて滝川法(表1)により分類した。動物実験に於

いては、照射線量40r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{20}$ 量)以上に於いて、大球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板の増加と、大球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板の出現を見たのであるが、Lawrence 等¹⁰⁾、及び Jacobson 等¹¹⁾も血小板数の減少に伴い巨大血小板の出現することに注目している。

又、X線取扱者及び診療X線技師学校生徒に於いては、正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板が経験年数の増加とともに増加するのに対し、大球性(正色性・有顆粒)血小板は早期より増加するけれども、経験年数の増加に伴つて増加する傾向を示さなかつた。

日比野等⁹⁾は、Jürgens⁵⁵⁾の分類によつて、老熟型、刺戟型の増加及び異常血小板の出現を報告し、脇坂・石倉等⁷⁾は刺戟型の出現、空泡型、萎縮型の増加を、脇坂・松木⁸⁾は刺戟型の頻出と変性型の増加を発表している。

第6章 総括

家兎による動物実験(全身一回照射)に於いてLD₅₀/30日を中心にして次の様な結果を得た。

1. 血小板数は照射線量80r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{10}$ 量)以上に於いて有意の減少を示した。
2. 形態学的分類上、40r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{20}$ 量)以上に於いて、大球性(正色性・有顆粒)無空泡血小板の増加と、大球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板の出現を見た。

X線取扱者、診療X線技師学校生徒(昭和33年3月現在)に就いての血液検査により、次の様な結果を得た。

1. 血小板数に於いては、X線取扱者及び診療X線技師学校生徒と通常人との間には有意の差がなかつた。

2. 通常人、X線取扱者並びに診療X線技師学校生徒のすべてに於いて、形態学的分類上、好塩基性血小板及び無顆粒血小板は出現しなかつた。

而して、X線取扱者に於いては、正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板の増加及び大球性(正色性・有顆粒)血小板の増加が見られた。前者には経験年数の増加と共に増加する傾向が見られたが、後者にはその様な傾向はなかつた。

診療X線技師学校生徒(実習-被曝-期間5カ月)には大球性(正色性・有顆粒)血小板の増加がみられた。

文 献

- 1) Heineck, H.: M. med. W. Nr. 48 : 2090, 1903.
- 2) Mottram, J.C.: Lancet 220 : 42, 1925. Brit. J. Radiol. 5 : 156, 1932. —3) 西川元造: 日血会誌, 11 : 95, 1948. —4) 松木喬: 日血会誌, 17 : 4 & 5 : 98, 1954. —5) 宮村利雄: 金沢医理学叢書, 18 : 99, 1952. —6) Mossberg, H.: Acta Radiol. 34 : 186, 1950. —7) 脇坂行一, 石倉愷, 他: 日医放誌, 11 : 7 : 71, 1951. —8) 脇坂行一, 松木喬: 日血会誌, 18 : 4 : 18, 1955. —9) 日比野進, 他: 診断と治療, 43 : 1168, 1955. —10) Lawrence, J. S., Dowdy, A. H. and Valentine, W.N.: Radiology 51 : 400, 1948. —11) Jacobson, L.O. et al.: Radiology 52 : 371, 1949. —12) Fonio, A.: Dtsch. Ztschr. Chir. 117 : 176, 1917. —13) Benjamin, v. Reuss, Sluka u. Schwarz: W. kl. W. Nr. 19 : 788. —14) Gudzent: Strahlenther. 40 : 438, 1931. —15) Nürnberger: D. med. W. Nr. 24 : 700, & 25 : 730, 1915. —16) Zöllner: Strahlenther. 9 : 607, 1919. —17) Siegel: Strahlenther. 11 : 64, 1920. —18) Wagner: Strahlenther. 11 : 140, 1920. —19) Poos: Strahlenther. 15 : 464, 1923. —20) Schwedler: Zbl. f. ch. S. 1547, 1924. —21) Wolmershäuser: Strahlenther. 16 : 235, 1924. —22) Linhardt: Strahlenther. 16 : 754, 1924. —23) Lapatsanis: Strahlenther. 22 : 484, 1926. —24) Gloor u. Zuppinger: Strahlenther. 40 : 438, 1931. —25) Da Silva Mello: Strahlenther. 3 : 387, 1915.
- 26) Zumpe: Strahlenther. 12 : 696, 1921. —27) Heim: Arch. f. Gyn. 116 : 291, 1922. —28) Bock: Strahlenther. 16 : 775, 1924. —29) Kolta u Förster: Strahlenther. 21 : 644, 1926. —30) Helber u. Linser: Münch. Med. Woch. Jg. 52 : 689, 1905. —31) Kröneke: Strahlenther. 22 : 608, 1926. —32) Milchner, R. u. Mosse, M.: Berl. Klin. Wsch. Jg. 4 : 1269, 1904. —33) v. Jagie, Schwarz, Siebenrock: Berl. Klin. Wsch. 48 : 1220, 1911. —34) Pfahler, G.F.: Am. J. Roentgenol. 9 : 647, 1922. —35) Caffaratti: Strahlenther. 19 : 516, 1924. —36) Portis, M.M.: J. A. M. A. 65 : 20, 1925. —37) Aubertin, C.: Zbl. ges. Radiol. 13 : 628, 1932. —38) Goodfellow, D.R.: Brit. J. Radiol. 18 : 667, 752, 1935. —39) Nordensen, N.G.: Acta Radiol. 27 : 416, 1946. —40) 斎藤嘉雄: 臨床医学, 11 : 573, 655, 1922. —41) 高井莊次: 日放医誌, 4 : 323, 1936. —42) 後藤五郎: 血液学討議会報告, 第5輯: 442, 1953. —43) 中尾喜久, 宮川正: 日血会誌, 20 : 3補: 137, 1957. —44) 脇坂行一: 日本臨床, 17 : 170, 1959. —45) Ottenberg, R. and Rosenthal, N.: J.A.M.A. 69 : 999, 1917. —46) Buckman, T.E. and Hallisey, J.E.: J. A. M. A. 76 : 427, 1921. —47) Ress, H.M. and Ecker, E.E.: J.A.M.A. 80 : 621, 1923. —48) Dameshek, W.: Arch. Int. Med. 50 : 579, 1932. —49) Lempert, H.: Lancet 1 : 151, 1935. —50) Olef, I.: Jour. Lab. Clin. Med. 20 : 416, 1935. —51) Tocantins, L. M.: Arch. Path. 23 : 850, 1937. —52) 菊池武彦, 脇坂行一: 血液学討議会報告, 第4輯: 144, 1951. —53) 森田久男, 他: 総合臨床, 5 : 1125, 1956. —54) Jürgens, R.: Fol. haemat. 57 : 263, 1937.

第2編 X線の骨髓巨核球並びに骨髓内血小板に及ぼす影響

第1章 緒言

私はX線の、末梢血中血小板に対する作用に就いて研究してきたが、更に骨髓に於いて、骨髓巨核球に対する作用を照射線量との関係に於いて検索をすゝめ、併せて骨髓内血小板の変動に就いても観察した。

第2章 研究材料及び研究方法

動物実験では雄家兎(体重約2kg)二匹宛を一組とし、1600r, 800r, 80r, 40r, 30r, の各線量を全身一回照射した。

照射は、東芝深部治療装置で、200kV, 20mA, 0.5mm Cu + 0.5mm Al の Filter を使用し、焦点より皮膚面迄の距離40cm, 線量52r/min という条件で行った。

私は、型の如く骨髓穿刺を、夫々、家兎二匹宛に就いて、大腿骨に於いて行い、作製した塗抹標本を直ちに乾燥、Metanol 固定し、次いで May-Giemsa 二重染色を行つたが、この際、稀釈液及び水洗液には、pH 7.0の磷酸緩衝液を使用した。

骨髓巨核球の形態学的分類には、諸家の方法があるが^{1)~8)}、私は位田⁵⁾、滝川⁶⁾の見解に基き、滝川の分類法⁷⁾により、総数50個の骨髓巨核球を分類した。

又骨髓内血小板の形態学的分類は滝川法(表1)によつた。

先ず、大きさにより、長径4μ以内を正球性とし、それ以上の長径を有するものを大球性とした。更に各々に付き正色性と好塩基性とのに分けた。次にその各々を顆粒の有無、空泡の有無により分類した。私は総数500個の骨髓内血小板に就いて分類した。尚骨髓内血小板とは骨髓穿刺液中に認められる遊離血小板を云う。

第3章 動物実験成績

私は、血小板の発生母体である骨髓巨核球並びに骨髓内血小板に及ぼすX線の影響を検索する

図12. 1600r

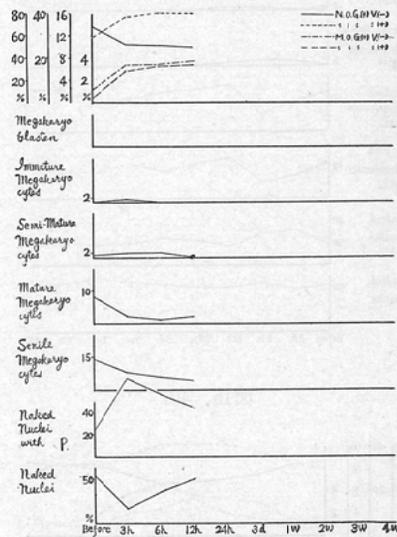
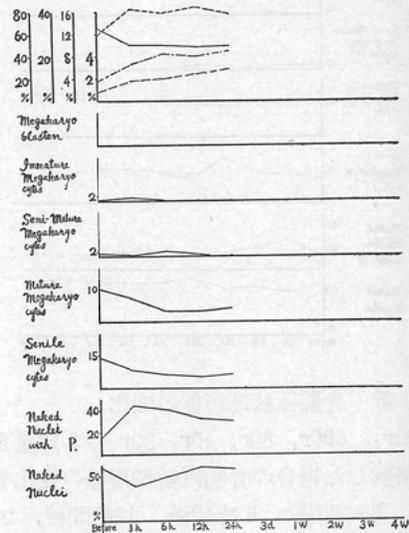


図13. 800r



為に、家兎を用いて動物実験を行い、LD₅₀/30日(800r)との関係に於いて観察することとした。

図14. 80r

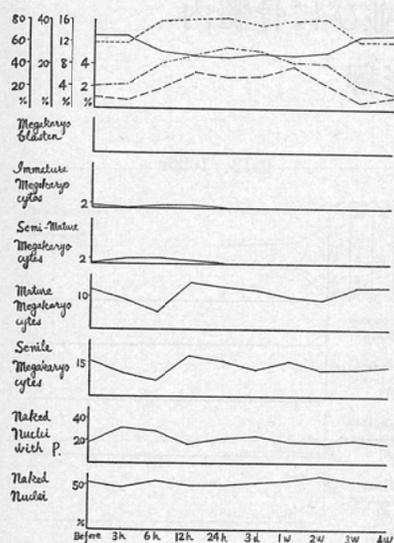
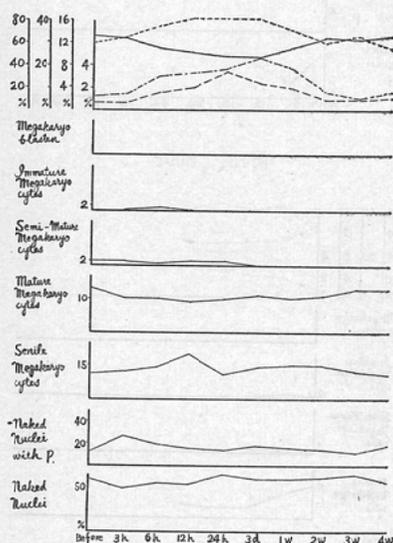


図15. 40r

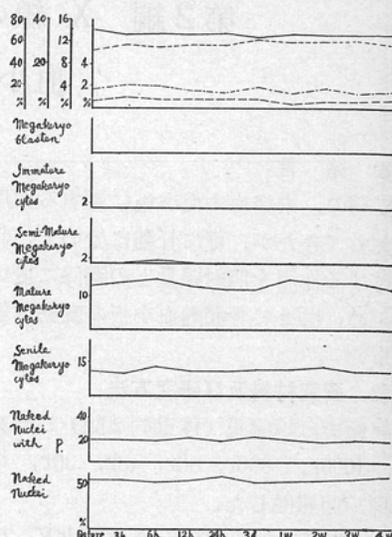


第1節 骨髓巨核球形態の変化

1600r, 800r, 80r, 40r, 30r の各線量を全身一回照射した場合の骨髓巨核球形態の変化を、照射前、3時間後、6時間後、12時間後、24時間後、3日後、1週間後、2週間後、3週間後、4週間後、と経時的に観察した。

流川法により、骨髓巨核芽球、未熟型巨核球、半

図16. 30r



熟型巨核球、成熟型巨核球、老熟型巨核球、爆発的血小板形成型裸核及び裸核に分類した。そして各型の出現率は二匹間の平均値を以つて検討した。

1600r照射 ($LD_{50}/30$ 日の倍量) の場合 (図12)、照射3時間後から成熟型と老熟型の著明な減少と、3時間目を山とする爆発的血小板形成型裸核の一時的増加とを見た。この場合、12時間後迄追及し得たが、その後は骨髓液を採取することが出来ず、夫々、4日後及び5日後に死亡した。

800r照射 ($LD_{50}/30$ 日) の場合 (図13)、照射3時間後から成熟型と老熟型の明らかな減少と、3時間目を山とする爆発的血小板形成型裸核の一時的増加とを見た。24時間以後は骨髓液を採取することが出来なくなつて、夫々、9日後及び10日後に死亡した。

80r照射 ($LD_{50}/30$ 日の $1/10$ 量) の場合、二匹共全観察期間中生存し、その変化を追及することが出来た (図14)。照射6時間目を谷とする成熟型及び老熟型の一時的減少と、3時間目を山とする爆発的血小板形成型裸核の一時的増加が確認された。

40r照射 ($LD_{50}/30$ 日の $1/20$ 量) の場合、2匹共全観察期間中生存し、その変化を追及することが出来た (図15)。こゝに於いては老熟型及び爆発的血小板形成型裸核の軽度の一時的増加が認め

られた。

30r 照射 (LD₅₀/30日の約 1/27 量) の場合、二匹共全観察期間中生存したが何等の変化も認めなかった (図16)。

即ち、X線照射線量と骨髓巨核球との間にLD₅₀/30日を以つて示される一定の関係が存在することを観察した。

第2節 骨髓内血小板形態の変化

1600r, 800r, 80r, 40r, 30r, の各線量を全身一回照射した場合の骨髓内血小板形態の変化を、骨髓巨核球形態の変化の場合と同様に、照射前、3時間後、6時間後、12時間後、24時間後、3日後、1週間後、2週間後、3週間後、4週間後、と経時的に観察した。骨髓内血小板の分類は、末梢血中血小板の場合と同様に、滝川法によつた。

私の観察の範囲内では、正球性と大球性とを問わず、好塩基性血小板及び顆粒のない血小板は出現しなかつたので、次の如く4種類に區別して示した。即ち正球性 (正色性・有顆粒) 無空泡血小板、正球性 (正色性・有顆粒) 有空泡血小板、大球性 (正色性・有顆粒) 無空泡血小板及び大球性 (正色性・有顆粒) 有空泡血小板である。

しかして各型の出現率は二匹間の平均値を以つて検討した。

1600r 照射 (LD₅₀/30日の倍量) の場合 (図12)、照射3時間後から、正球性 (正色性・有顆粒) 有空泡血小板の僅かの増加及び大球性 (正色性・有顆粒) 血小板の著明な増加を認めた。併し乍ら、骨髓液は12時間後迄追及したが、その後は採取することが出来ず、夫々、4日後及び5日後に死亡した。

800r 照射 (LD₅₀/30日) の場合 (図13)、照射3時間後から、正球性 (正色性・有顆粒) 有空泡血小板の僅かの増加及び大球性 (正色性・有顆粒) 血小板の著明な増加を認めた。併し乍ら、骨髓液は24時間以後は採取することが出来なくなつて、夫々、9日後及び10日後に死亡した。

80r 照射 (LD₅₀/30日の 1/10 量) の場合、二匹共全観察期間中生存し、その変化を追及すること

が出来た (図14)。正球性 (正色性・有顆粒) 有空泡血小板が照射6時間後より僅か増加し、3週間後に略々旧値に復した。又、大球性 (正色性・有顆粒) 血小板が照射6時間後より著明に増加し、3週間後に略々旧値に復した。

40r 照射 (LD₅₀/30日の 1/20 量) の場合、二匹共全観察期間中生存し、その変化を追及することが出来た (図15)。正球性 (正色性・有顆粒) 有空泡血小板が照射6時間後より僅か増加し、2週間後に略々旧値に復した。又、大球性 (正色性・有顆粒) 血小板が照射6時間後より著明に増加し、2週間後に略々旧値に復した。

30r 照射 (LD₅₀/30日の約 1/27 量) の場合、二匹共全観察期間中生存したが何等の変化も認められなかつた。 (図16)。

即ち、40r 以上に於いて、大球性 (正色性・有顆粒) 血小板が著明に増加し、正球性 (正色性・有顆粒) 有空泡血小板が僅か増加した。

家兎骨髓内血小板形態に及ぼすX線の影響を、その線量との関係に於いて検索し、LD₅₀/30日 (800r) の 1/20 量以上に著明な変化が現われることを証明したのである。

尙、1600r, 800r, に於いて穿刺不能となつた骨髓の剖見所見では広汎な膠様変性が観察された。

附 X線取扱者検査成績

慢性放射線被曝の場合、骨髓巨核球及び骨髓内血小板が如何なる状態にあるかに就いては、次の様なX線取扱者の二症例を検査する機会を得たの

表3. X線取扱者骨髓穿刺成績

	分類		症例(A)		症例(B)		通常人
			経験62例	経験27例	経験27例	経験27例	
血 小 板	正球性正色性	顆粒 (+)	空泡 (+)	53.4 %	59.4 %	70.0 %	
			空泡 (-)	38.8	35.8	27.5	
	大球性正色性	顆粒 (+)	空泡 (+)	5.4	4.0	2.0	
			空泡 (-)	2.4	0.8	0.5	
巨 核 球	巨核芽球		0 %	0 %	0 %		
	未熟型巨核球		0	0	0		
	半熟型巨核球		0	0	16		
	成熟型巨核球		12	25	34		
	老熟型巨核球		34	35	19		
球	爆発的血小板形或型裸核		34	20	} 24		
	裸核		20	20			

で、その結果を報告する(表3)。

症例(A) ♂ 年齢29才, 経験年数6年2カ月

血液所見: 赤血球数 427万, 血色素量 100, 色素指数1.19, 網状赤血球10%, 白血球数5,200, 血小板数223,080,

血小板所見: 正球性(正色性・有顆粒)血小板では無空泡53.5%, 有空泡40.0%, 大球性(正色性・有顆粒)血小板では無空泡 5.0%, 有空泡 1.5%,

骨髓巨核球所見: 巨核芽球0%, 未熟型及び半熟型巨核球はともに0%, 成熟型巨核球12%, 老熟型巨核球34%, 爆発的血小板形成型裸核34%, 裸核20%,

骨髓内血小板所見: 正球性(正色性・有顆粒)血小板では無空泡53.4%, 有空泡38.8%, 大球性(正色性・有顆粒)血小板では無空泡 5.4%, 有空泡 2.4%,

即ち, 赤血球系は高色素性, 血小板形態学的所見では, 正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板及び, 大球性(正色性・有顆粒)血小板の増加があり, 骨髓巨核球所見に於いては, 半熟型巨核球はなく, 成熟型巨核球の減少, 老熟型巨核球, 爆発的血小板形成型裸核及び裸核の増加の像がみられた。又, 骨髓内血小板の形態学的所見では, 正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板及び大球性(正色性・有顆粒)血小板が増加していた。

症例(B) ♂ 年齢26才, 経験年数2年7カ月

血液所見: 赤血球数 473万, 血色素量99, 色素指数1.05, 網状赤血球2%, 白血球数8,400, 血小板数250,690,

血小板所見: 正球性(正色性・有顆粒)血小板では無空泡67.5%, 有空泡27.5%, 大球性(正色性・有顆粒)血小板では無空泡 4.0%, 有空泡 1.5%,

骨髓巨核球所見: 巨核芽球0%, 未熟型及び半熟型巨核球はともに0%, 成熟型巨核球25%, 老熟型巨核球35%, 爆発的血小板形成型裸核20%, 裸核20%,

骨髓内血小板所見: 正球性(正色性・有顆粒)

血小板では無空泡59.4%, 有空泡35.8%, 大球性(正色性・有顆粒)血小板では無空泡 4.0%, 有空泡 0.8%,

即ち, 末梢血中血球数は略々正常, 血小板形態学的所見では, 正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板が僅かに多く, 大球性(正色性・有顆粒)血小板が明らかに増加していて, 骨髓巨核球所見では, 半熟型巨核球はなく, 成熟型巨核球の僅かの減少, 老熟型巨核球の増加, 爆発的血小板形成型裸核及び裸核の僅かの増加の状態がうかがわれた。又, 骨髓内血小板の形態学的所見では, 正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板及び大球性(正色性・有顆粒)血小板が増加していた。

第4章 考 按

骨髓巨核球の分類に就いては, Frey¹⁾, Willi²⁾, Rohr³⁾, 位田⁵⁾, 岩男⁶⁾, de la Fuente⁴⁾, 森田⁸⁾など方法があるが, 私は血小板の発生過程の観察を加味した滝川法⁷⁾によることとした。

又, 骨髓内血小板の分類は, 末梢血中血小板の場合と同様(表1), 滝川法を用いた。

Heineck⁹⁾は, 骨髓芽球の放射線感受性が最も強いと云い, 重藤¹⁰⁾も同様の見解をとつた。しかるに Bauer¹¹⁾は, 顆粒球の幼若型は赤芽球に比べむしろ放射線感受性が低く, 特に骨髓芽球は放射線に対し抵抗性であると述べている。Bloom¹²⁾は淋巴球が放射線により非常に容易に破壊されることに注目し, 骨髓諸細胞中では赤芽球が之と同様に放射線感受性強く, 顆粒球, 単球, 巨核球の順に感受性が減するという結論を出した。そして, 脂肪細胞, 大食細胞等は何らの反応も示さなかつたという。中尾¹³⁾は骨髓の形態学的変化を検索し, 骨髓諸細胞中放射線により最初に障害されるものは赤芽球で, 骨髓芽球, 巨核球が之に次ぎ, 大食細胞, 形質細胞は殆んど障害されないという所見を得た。そして此等の現象は各々の細胞の分裂頻度と成熟速度に関係するものであると説明した。日比野¹⁴⁾は, LD₅₀の1/20量の照射に於いて既に赤芽球と幼若顆粒球が著減することを報告した。原爆による急性放射線障害に於いても, 脇坂¹⁵⁾¹⁶⁾は, 重症例に巨核球の著明な変化を見てい

る。即ち、巨核球数が明らかに減少し、残存するのは成熟型と移行型ではあるが、無核性原形質塊や裸核を時々見ている。そしてこれらには屢と空泡があり核も変形し、栓球形成能の著明な減退の兆を認めた。

私は滝川の方法により、一定の条件の下に、且つpH 7.0の磷酸緩衝液を稀釈液及び水洗液に用い、May-Giemsa 二重染色を行った。

このようにして作製した標本に就き、滝川の種類法によつて骨髓巨核球及び骨髓内血小板を分類観察し、形態学的細胞学的に放射線に対する感受性を検索した。

家兎による全身一回照射実験に於いては、1600r (LD₅₀/30日の倍数) 及び 800r (LD₅₀/30日) に於いて、夫々、成熟型及び老熟型巨核球の減少と、爆発的血小板形成型裸核の一時的増加を確認した。しかし、12時間及び24時間以後は、骨髓の採取困難、しかも観察にたえる標本を得ることが出来ず、動物は、夫々、4日及び5日、9日及び10日で死亡した。80r 以下に於いては動物は全観察期間中生存し、80r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{10}$ 量) では成熟型及び老熟型巨核球の一時的減少と爆発的血小板形成型裸核の一時的増加が、又、40r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{20}$ 量) では老熟型及び爆発的血小板形成型裸核の一時的増加が確認された。

X線取扱者の二症例では、半熟型巨核球は認められず、成熟型巨核球は少く、老熟型巨核球、爆発的血小板形成型裸核及び裸核は多かつた。

骨髓塗抹標本中の骨髓巨核球数に就いては、Rohr³⁾、Schenker⁴⁾、位田⁵⁾、などの報告があり、又、骨髓穿刺液中より直接骨髓巨核球数を算定する方法 Evangh¹⁸⁾ がある。一般に、骨髓中の骨髓巨核球数は甚だ少く分布が一様でないので (Jürgens¹⁹⁾、位田⁵⁾、等々)、従つて骨髓穿刺液中の骨髓巨核球数も一定しないものである。森田⁸⁾も Evangh¹⁸⁾ の方法を採用しているが、その評価に限界の存在することを明らかに認めている。

即ち、骨髓巨核球数を指標として放射線感受性を論ずることは合理性に乏しいので、私は主として形態学的変化：巨核球の機能に関係した質的変

化を目標にしたのである。

さて、全身一回照射動物実験(急性照射)に於ける成熟型及び老熟型巨核球の減少、爆発的血小板形成型裸核の一時的増加、並びに微量慢性被曝のX線取扱者(慢性照射)に於ける半熟型巨核球の消失、成熟型巨核球の減少、老熟型巨核球、爆発的血小板形成型裸核及び裸核の増加は、骨髓巨核球それ自体の障碍又は機能の変調によるものと思う。骨髓巨核球の様な形態学的に高度に分化した細胞では、この様な細胞学的機能的変化がとらえられ易いという特徴をもっているのである。しかしてこれ等の変化が異常血小板を増加させる原因となるものと考えらる。

尙、骨髓内血小板に就いては、動物実験に於いて、照射線量40r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{20}$ 量) 以上で大球性(正色性・有顆粒)血小板の増加と、正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板の僅かの増加を見、X線取扱者の二症例に於いては、大球性(正色性・有顆粒)血小板の増加と、正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板の増加があつた。

私はさきに、X線の末梢血中血小板の形態に及ぼす影響を追及した。今ここに、これと比較すると、骨髓内に於いては、血小板は末梢血中に比べより著明な形態学的変化を起している。

即ち動物実験に於いて、大球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板は既に正常に於いて骨髓内に見られるが、末梢血中同様40r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{20}$ 量) 以上に於いて、大球性(正色性・有顆粒)血小板(有空泡及び無空泡)が増加し、その経時的増加は末梢血中より著明である。又、末梢血中では見られなかつた正球性(正色性・有顆粒)有空泡血小板の増加を40r (LD₅₀/30日の $\frac{1}{20}$ 量) 以上に於いて認めた。

骨髓内血小板の形態学的変化は、照射線量 800 r 以上に於いては、骨髓巨核球の形態学的変化と同時に、照射線量80r 以下に於いては、骨髓巨核球の形態学的変化にやゝ遅れて認められる。

更に、骨髓内血小板の形態学的変化に比べ、末梢血中血小板の形態学的変化は、照射線量 800r 以上に於いてはやゝ遅く、照射線量80r 以下に於

いては同時に認められる。

大球性（正色性・有顆粒）血小板（有空泡及び無空泡）並びに正球性（正色性・有顆粒）有空泡血小板は、通常人に於いては末梢血中血小板に対する出現率は極めて低いけれども、骨髄内血小板に対してより多くの率で出現する。しかし、X線取扱者に於いては末梢血中血小板に対する出現率が比較的高くなるとともに、骨髄内血小板に対して極めて高い率で出現する。

第5章 総括

家兎による動物実験（全身一回照射）の結果は、LD₅₀/30日をもとにして次の様に云うことが出来る。

1. 骨髄巨核球形態学的分類上、1600r (LD₅₀/30日の倍量) 及び 800r (LD₅₀/30日) に於いては、成熟型及び老熟型巨核球の減少と、爆発的血小板形成型裸核の一時的増加がある。80r (LD₅₀/30日の¹/₁₀量) に於いては、成熟型及び老熟型巨核球の一時的減少と、爆発的血小板形成型裸核の一時的増加が認められる。40r (LD₅₀/30日の¹/₂₀量) に於いては、老熟型巨核球及び爆発的血小板形成型裸核の一時的増加を認めた。

2. 骨髄内血小板形態学的分類上、40r (LD₅₀/30日の¹/₂₀量) 以上に於いて大球性（正色性・有顆粒）血小板の明らかな増加と正球性（正色性・有顆粒）有空泡血小板の僅かの増加を認めた。

大球性（正色性・有顆粒）有空泡血小板は骨髄内には正常に於いて存在し、大球性（正色性・有顆粒）血小板の増加は末梢血中より著明である。又、末梢血中では見られなかつた正球性（正色性・有顆粒）有空泡血小板の増加を認めたのである。

3. 骨髄内血小板の形態学的変化に比べ、末梢血小板の形態学的変化は、照射線量 800r 以上に於いてはやゝ遅く、照射線量 80r 以下に於いては同時に認められた。又、骨髄巨核球の変化は骨髄内血小板の変化と殆んど同時か又はやゝ先行する。

X線取扱者に於いては、半熟型巨核球なく、成熟型巨核球は少く、老熟型巨核球、爆発的血小板形成型裸核及び裸核が多く、又、骨髄内に正球性（正色性・有顆粒）有空泡血小板及び大球性（正色性・有顆粒）血小板が多かつた。

結語

家兎動物実験（全身一回照射）及びX線取扱者検査（微量X線慢性被曝）に於ける末梢血小板、骨髄内血小板、及び骨髄巨核球の形態学的細胞学的検討によつて、私はX線による血小板変化は骨髄巨核球の原発性変化を反映しているものと認めた。

執筆するに臨み、終始御懇切な御指導と御校閲の労を賜つた恩師日比野教授に深甚の感謝を捧げ、種々の御助言と御鞭撻を戴いた滝川助教授、常に御後援戴いた木村喜代次博士に満腔の謝意を呈し、御協力下された黒川良康、三浦基、塚本英世、浅井紀一各博士に敬意を表します。

本論文の要旨は第17回及び第18回日本医学放射線学会総会（昭33、昭34）に発表した。

文 献

- 1) Frey, H.C.: Frankf. Zschr. Path. 36 : 419, 1928. —2) Willi, H.: Fol. haemat. 53 : 426, 1935. —3) Rohr, K.: Das menschliche Knochenmark (Lpz), 1940. —4) de la Fuente: Blood 4 : 614, 1949. —5) 位田保: 日血会誌, 2 : 371, 1938. —6) 岩男督: 日血会誌, 6 : 361, 1942. —7) 滝川清治: 血液学討議会報告, 第4輯: 176, 1951. —8) 森田久男: 血液学討議会報告, 第5輯: 298, 1953. —9) Heineck, H.: Mitt. a.d. Grenzgeb. d. Med. u. Chirur. 14 : 21, 1905. —10) 重藤文男: 日放医誌, 7 : 193, 1939. —11) Bauer, R.: Strahlenther. 67 : 424, 1940. —12) Bloom, M.A. and Bloom, W.: J. Lab. Clin. Med. 32 : 654, 1927. —13) 中尾喜久: 血液学討議会報告, 第5輯: 361, 1953. —14) 日比野進: 第15回日本医学総会学術集会演説要旨, 326. —15) 脇坂行一: 血液学討議会報告, 第5輯: 346, 1953. —16) 脇坂行一: 日本臨床, 17 : 170, 1959. —17) Schenker, P.: Fol. haemat. 63 : 223, 1939. —18) Evangh, E.G.: Blood 6 : 75, 1951. —19) Jürgens, R.: Fol. haemat. 57 : 263, 1937.

Studies on the Effects of Irradiation upon
Platelets and Megakaryocytes

By

Takeshi Kitamura

Ist Department of Internal Medicine, Nagoya

University School of Medicine

(Director: Prof. Susumu Hibino)

Platelets in blood :

6 animal groups consisted of three male rabbits were irradiated by single whole body exposure at any of 1600r, 800r, 80r, 40r, 30r and 20r.

Platelet counts in blood dropped significantly at and after 3 hours after the exposure above 80r (one tenth of LD 50/30 days).

Morphologically, an increase of macrocytic (orthochromatophilic, granularized) but non-vacuolized platelet and an appearance of macrocytic (ortho-chromatophilic, granularized) and vacuolized platelet were noted at and after 6 hour after the exposure above 40r (one twelfth of LD 50/30 days).

Platelets in blood of X-ray technicians were studied quantitatively and qualitatively by classifying them flowing the durations of service of the technicians on March 1958.

The platelet counts of the technicians showed no remarkable changes statistically, and no abnormal variations and mean values were seen in the platelet counts of this group of the technicians.

Morphologically, an increase of normocytic (orthochromatophilic, granularized) and vacuolized platelet ran parallel to that of the duration of service. An increase of macrocytic (orthochromatophilic, granularized) vacuolized and non-vacuolized platelets was also noted, however, did not show any tendency of parallilism with an increase in the duration of service of the technicians.

Megakaryocytes and platelets in bone marrow aspirates :

6 animal groups consisted of two male rabbits were irradiated by single whole body exposure at any of 1600r, 800r, 80r, 40r and 30r.

At 1600r (twice of LD 50/30 days) and 800r (LD 50/30 days) exposures, counts of mature megakaryocyte in bone marrow decreased at and after 3 hours of the exposure and those of naked nuclei with platelets increased temporarily with a maximum count at 3 hours after the exposure.

At 80r (one tenth of LD 50/30 days) exposures, counts of mature magakaryocyte and senile megakaryocyte in bone marrow decreased temporarily with a minimum count at 6 hours after the exposure, and those of naked nuclei with platelets increased temporarily with a maximum count at 3 hours after the exposure.

At 40r (one twelfth of LD 50/30 days) exposures, counts of senile megakaryocyte and naked nuclei platelets increased temporarily with a maximum count at 3 hours and 12 hours after the exposure.

In bone marrow aspirates, an increase of macrocytic (orthochromatophilic, granularized) vacuolized and nonvacuolized platelets and a slight increase of normocytic (orthochromatophilic, granularized) and vacuolized platelet was found at and after 3 hours or at and after 6 hours of the exposure above 40r (one twelfth of LD 50/30 days).

Bone marrow aspirates from the X-ray technicians studied revealed a remarkable decrease of the semimature megakaryocyte, a decrease of the mature form, an increase of senile form, naked nuclei with platelets and naked nuclei, and an increase of the normocytic (orthochromatophilic, granularized) and vacuolized platelet and the macrocytic (orthochromatophilic, granularized) vacuolized and non-vacuolized platelets, as compared with those form of the normal individuals.