

Title	造血臓器(骨髓)に対する放射線の作用(間接作用に就て)
Author(s)	足立, 忠; 飯塚, 祐
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1949, 9(3), p. 39-44
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19439">https://hdl.handle.net/11094/19439</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 造血臓器(骨髓)に對する放射線の作用(間接作用に就て)

東京大學分院放射線科(醫長 足立忠)

足立忠 飯塚祐

Indirect Effect of Radiation on Bloodforming Organs

T. Adachi, T. Iizuka.

Branch Hospital of Tokyo Univ. Radiol. Dept.

### 目次

- (1) 緒言
- (2) 實驗方法
- (3) 實驗結果(2000 r 照射の場合)
- (4) 考案
- (5) 種々なる線量を照射する場合
- (6) 結言

#### (1) 緒言

放射線により造血臓器が障碍せられ白血球数が減少することは周知の事實であるが之が直接作用によるか間接作用が有力かに就ては尙議論がある。この點を明かにする目的で動物の骨髓の一部

にのみ照射を行ひ照射部と非照射部との骨髓を比較検査したのがこの實驗報告であるが結果は間接作用が相當有力な要因をなしているとの結論が得られた。

#### (2) 實驗方法

モルモットを用ひて其の後肢の一侧のみを照射して末梢血液像の消長と照射部及び非照射部(前肢)の骨髓塗抹像及び組織像の變化を追及した。この際脾及び肝の組織検査も併せ行つた。照射條件は130 kv, 4 mm Al, 30 cm 20 r/mとし全量2000 r, 1000 r, 500 r, 100 r, 50 r等を一時に照射した。之等の條件は他の機會に行はれた、全身

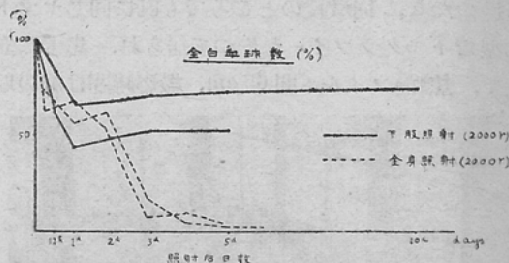
照射の場合に用ひられたもので之等と比較検討する便宜上からもこの様に決定したのである。動物は全身の診断用鉛ガラス筒を以て遮蔽し一側の後肢のみを外に引出して照射した。非照射部の線量は黒化法にて測定した結果2000rの場合に0.1r以下であつた。検査は照射後12時間、24時間、2日、3日、5日、10日に行つた。

(3) 實驗結果(2000 r照射の場合)

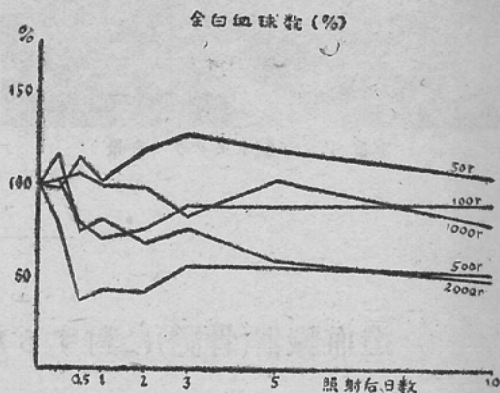
末梢血液像中、全白血球、及び中性嗜好細胞と淋巴细胞との變動は第1, 2圖に示した。之等は照射後5日及び10日後に骨髓を検査せる動物に就いての結果である。點線は同線量の全身照射の場合で之に比し骨髓の一部にのみ照射せる場合にはその變動の性質は同様であるが、その程度が軽度であることが知られる。他の白血球の種類に就いては數も少ない特に重點をおかぬこととした。赤血球には變動は殆んど認められなかつた。

骨髓像に就いては塗抹と組織學的検査によつたが之等の結果は第1表に示した。表中の結果を總括的に云ふと照射部と非照射部との間には骨髓塗

第 1 圖



第 2 圖



第 1 表 2000r 骨髓像

	12 h		24 h		2 days		3 days		5 days		10 days	
	irr	Non	irr	Non	irr	Non	irr	Non	irr	Non	irr	Non
Neutr	31	26	27	34	39	33	29	26	19	21	19	18
Meta	5	5	3	2	3	4	5	2	1	3	1	5
Myelo	27	33	32	25	18	29	24	39	20	29	39	31
Eos	4	4	3	1	3	4	8	8	15	10	3	7
Baso						4		1	1		1	2
Lymph	22	23	16	15	19	14	15	12	18	15	24	22
Noron	6	9	19	23	18	12	20	12	26	22	13	15

抹像に於ても組織像に就いても本質的な差異が認められぬと云へるのである。全身照射の際には塗抹像に於ては照射後40時間位の時期には骨髓系幼若型細胞は殆んど消失し、成熟型の中性嗜好細胞又は赤血球系幼若細胞も著明に減少し、之等に代つて網状細胞が増加を示したのであるが骨髓の一部のみに同じ線量を照射した場合には前記の如く照射部、非照射部共に之程の著明な變化はなく各種の細胞は兩者に於て常に存在しその百分率も兩

者に於て殆んど差異はない。時間的経過に就いてもエオゼン嗜好細胞が2日以後に増加の傾向を示す以外には著明な變動はない。組織學的には細胞の減少は照射後2~3日頃より著明となるが10日後には再び増加を示している。之等に就いては變化は矢張り照射部と非照射部に就いて質的には同様であるが量的には2~3日の部では照射側の方が稍々著明である。何れにしても骨髓の一部を照射せる場合にはその變化は全身照射の場合よりも遙

かに軽度で而も照射部と非照射部の両者に於て本質的な差異を認め得ぬのである。之等の場合照射側には時に骨髓細胞に空泡形成、核變形等の變性現象を認めたが、同様な所見は非照射部にも認められた。

脾及び肝に就いても組織學的検査を行つた。之等は勿論非照射部に相當する。本實驗に就いても末梢血液中の淋巴球の減少は相當度に證明せられているから淋巴球生成に與える部分として脾臓の濾胞の變化はこの際検査の對象となる筈である。検査の結果は全身照射を行へる場合の如き著明な變化は認められなかつたが濾胞は萎縮性のものが多く胚中心部は細胞減少し構造が疎である場合が多く認められた。時間的には之等は照射後12時間まで認められるが、むしろ照射後2~3日頃から稍と著明で脾臓は全體として萎縮性であつた。肝臓に就いては常に肝細胞原形質及び核、染色不良、核消失などの部が認められた。之等は周邊部又は血管周邊部等に認められたが、こゝには單に記録するに止める。

第 2 表

造血臓器	一部照射		全身照射	
	直接作用	間接作用	直接作用	間接作用
A	+	A	+	ABCD
B	-	A	+	ABCD
C	-	A	+	ABCD
D	-	A	+	ABCD
(末梢血液)	+	AAAA	++++	AAAA BBBB CCCC DDDD

(4) 考 案

以上の如く單に骨髓の一部のみに照射したのに拘らず全く照射しない部分の骨髓にも照射部と同様の變化を呈すると云ふのであれば最早直接作用のみでは説明は出來ない。今放射線により直接作用と間接作用とが造血臓器に作用するとして之を模型的に現はすと第2表の如くともなる。即ち造血臓器A, B, C, Dに對しA部にのみ照射した際にはAの部のみは直接作用を受けその際A部

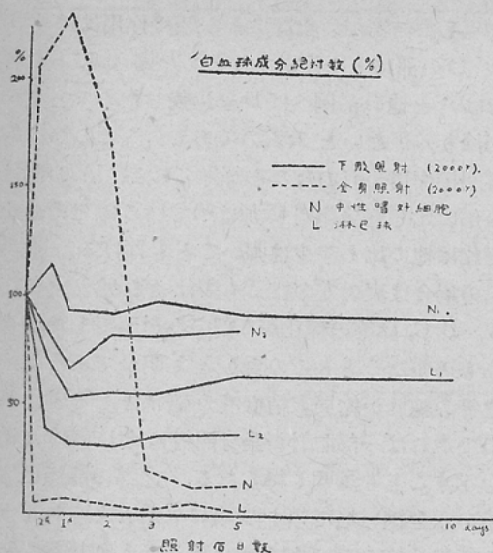
に生じた何等かの物質による間接作用はA, B, C, Dの部に夫々作用するとした場合、以上の實驗ではAと他の部例へばDを比較したのであるが之が餘り差がないと云ふのであるからこの際はむしろ間接作用が有力なことが知られる。Aの部は他の部に比し直接作用も加はつていたのであるから變化は他に比し多少は強いことも肯ける。全身照射の場合には表の左の様にも表はせるが、之によりA, B, C, D等の變化がA部のみを照射した場合よりも著明なこともこの表からは明かであろう。又之等の總計が結局末梢血液の變化として現はれるのであれば一部照射が全身照射に比し軽度な消長を示すことも説明し得られる。之等の關係は容器中の水を細い焰で熱する事にもたとえられよう。この場合焰の當る部の水は他よりも勿論熱くなるが他の部も全體として温められて行く。即ち身體全部に分布している骨髓も一つの造血臓器の緊密な一部であることをもつと切實に考へてもよいのであろう。この様な間接作用を起す物質が何であるかはこの實驗の關與しない所である。ある研究によると放射線の生物學的作用の根本をむしろ之等の物質に求め、その物質に就いても詳細な研究結果が得られている。之によるとこの様な物質による生物學的作用も Arndt-Schultze の法則に従ひ大量は障蔽的に少量は刺戟的に作用すると結論されている。この點を考慮し著者等は更に線量を種々に變化せしめて同様な實驗を行つて見た。

(5) 種々なる線量を照射せる場合

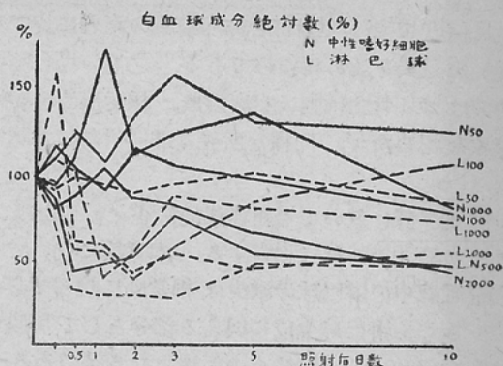
この場合動物及びその照射條件は同じであるが線量は50r, 100r, 500r, 1000r, 2000rとした。

末梢血液中の全白血球數及び中性嗜好細胞、淋巴細胞の消長は前と同様絶對數を求め、照射前を100%として百分率に表はした(第3, 4圖)。之によると100r以上では全白血球數は一時的變動の後減少を示し、中性嗜好細胞及び淋巴球も照射後線量に應じて夫々減少しているが50rの場合には實驗せる期間内だけに就いては淋巴球數は消長が少ないが他の二者はむしろ共に照射前より増加の傾向がある。

第 3 圖



第 4 圖



骨髓塗抹像は第3~7表に夫々示したが、之によ  
ると照射部と非照射部とに就いて夫々の線量の場合  
につき各細胞の%は特に數値的には變化を認め  
難い。又、之等の數値は50rから2000rに至る  
各線量の場合を互ひに比較しても餘り判つきりし

第 3 表 50r骨髓像

照射後 日 數	12 h		24 h		2 days		3 days		5 days		10 days	
	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irrn	non	irra	non
Neutr	26	21	39	38	19	24	21	37	45	28	26	34
Meta	4	4	4	3	9	8	8	7	2	3	4	
Myelo	21	26	24	28	31	29	16	19	19	23	29	24
Eos	13	8	4	4	1	1	9	6	9	9	3	9
Baso					2	1	1	2	4			
Lymph	12	9	9	13	16	14	27	18	11	14	17	17
Norm	24	32	20	14	22	23	18	11	10	18	20	16

第 4 表 100r骨髓像

照射後 日 數	12 h		24 h		2 days		3 days		5 days		10 days	
	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non
Neutr	18	33	15	21	19	9	8	32	14	19	13	17
Meta		2	4	3	3			1		4	2	2
Myelo	37	33	26	30	36	31	26	24	27	20	25	29
Eos	6	6	15	10	10	11	18	11	4	14	9	16
Baso		2			1	3	3	2	1	1		
Lymph	17	10	15	10	14	13	15	16	21	18	8	9
Norm	22	16	27	25	17	33	30	14	33	24	43	27

第5表 500r 骨髓像

照射後 日數	12 h		24 h		2 days		3 days		5 days		10 days	
	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non
Neutr	30	22	45	29	31	34	24	9	31	20	12	12
Meta	3	2	9	2		1	2	4	2	2	2	6
Myelo	19	28	14	31	15	28	17	26	30	23	39	46
Eos	14	21	8	12	34	12	2	2	2	4	8	7
Baso					1							2
Lymph	5	12	15	11	6	10	15	14	13	11	4	6
Norm	29	15	19	15	13	15	40	45	22	40	35	21

第6表 1000r 骨髓像

照射後 日數	12 h		24 h		2 days		3 days		5 days		10 days	
	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non
Neutr	16	49	50	25	34	28	25	13	32	15	9	15
Meta	2	3	3	5		1	1	5	3	3	3	2
Myelo	29	17	25	24	19	13	25	28	35	21	30	26
Eos	4	4	4	4	9	14	8	10	3	12	2	8
Baso							1					
Lymph	10	13	8	12	10	11	14	17	14	19	13	15
Norm	9	14	10	30	28	35	26	27	16	30	43	34

第7表 2000r 骨髓像

照射後 日數	12 h		24 h		2 days		3 days		5 days		10 days	
	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non	irra	non
Neutr	27	23	46	13	12	7	37	27	38	31	12	19
Meta	5	7		3	1	11	1	6	1	5	8	4
Myelo	31	34	22	44	45	32	37	17	24	34	18	42
Eos	4	6	6	4	8	17	11	12	8	15	17	12
Baso						1	1	2	1			
Lymph	15	16	24	15	20	14	10	21	18	9	20	17
Norm	18	14	2	21	14	18	3	15	10	17	25	6

第8表 骨髓組織像(細胞數)

	12 時間		24 時間		2 日		3 日		5 日		10 日	
	照射部	非照射部	照射部	非照射部	照射部	非照射部	照射部	非照射部	照射部	非照射部	照射部	非照射部
50r	++	++	+	+	+	+	+	+	+±	+±	+	+
100r	++	++	++	+	+±	+±	++	++	++	++	+	++
500r	+	+	+	+	+±	++	+±	+±	+	++	+	++
1000r	+	+	+	+	+±	+±	+±	+±	±+	±+	+±	+±±
2000r	+	+±	+±	+±	+	+±	+±	+±	+±	+±±	+	+
2000r	++	++	±	+	+	+	+±	+±	+±	+	+	++

た差異はない様に思はれる。即ち、例へば50rと2000rの場合に就いて骨髓塗抹像を互ひに比較した場合、中性嗜好細胞に就いても、骨髓細胞に就いても、又淋巴球に就いても其他についても數值的にも餘り變らぬし、又、照射部と非照射部についても一貫した變動は認め難いのである。骨髓がある線量に於て刺戟されたと云ふ場合には或る細胞群が特に多くなるとか又照射部に比し非照射部が目立つて大きい數値を示すとか云ふ事があつても良いと思はれるが上記の結果はこの様な現象を認めないのである。更に之を骨髓の組織標本に就いて細胞數を主目標として觀察すると第8表の如くで全體として細胞の減少は線量の多い程著明で照射後2日、3日を山として認められ、線量の多い場合には24時間後に既に認められるが照射部と非照射部とでは特別の差異が認められず非照射部に特に多いと云ふ程のこともない。即ち以上の線量の範圍では特に刺戟作用を思はず程の所見は認められないと云へる。

脾臓部の變化は第9表に示した。

第9表 脾臓所見

照射後 r	12 h	24 h	2 days	3 days	5 days	10 days
50 r	(+)		±	+ (±)	±	(±)
100 r			+ (±)	± (±)	± (±)	+ (±)
500 r	+(+)	+		± (+)	+	+
1000 r		(+)	+	+(+)	+(+)	± (+)
2000 r	+	+(+)	+(+)	+	± (+)	+(+)

+ ± ……胚中心部細胞減少  
(+) (±) ……濾胞部細胞減少

全體として直接脾臓部を照射した場合に比すれば變化は軽度で殆んど正常と思はれる場合も屢々あり、核破壊物質なども照射後12時間のものに於ても殆んど認められない。主なる所見は矢張り胚中心部、又は濾胞部の細胞が稍と減少し、その構造が稍と疎である位である位である。之等は線量の多い方が全體として量的にも時間的にも稍と著明であるが少線量でも多少は認められた。脾臓に於ける變化は照射後數時間より開始せられ12時~24時間迄には核破壊物質などは清掃せられるのが

周知の所見であるからこの場合照射後もつと短時間の検査も必要であつたろうが之は次の問題としておく。

### 結 言

以上の實驗結果を總括すると骨髓に對する放射線の作用は今も尙、時に主張せらるゝ如く單に骨髓細胞に對する直接作用だけでなく更に二次的に起る間接作用をも考へねば説明が困難であるがその間接作用が刺戟的に作用することは著者等の用ひた線量の範圍では認められなかつた。

之等に關しては古くより種々なる報告があり非照射部の淋巴腺に破壊的變化を認めたもの<sup>1)</sup>又非照射骨髓に反對に補償的増殖を認めたもの<sup>2)</sup>もある。最近も Barns<sup>3)</sup>等は同様の實驗結果を發表しているが非照射部の骨髓及び淋巴腺にある變化を認め、更にパラピオーゼを行つた實驗に於て一方を照射せる場合、非照射動物にも變化を認めたと云つている。白血球數の變動やら考へると同じ線量を照射した場合の變化の程度は(1)照射單一動物。(2)パラピオーゼ照射動物。(3)パラピオーゼ非照射動物。(4)非照射單一動物(對照)の順序となると云ふ。之等の結果も矢張り著者等が考案の項に述べた様に照射による直接作用が生じた何等かの物質が全般的に間接的に作用すると考へれば説明が可能であろう。

間接作用が破壊的に作用するか増殖的に作用するかは勿論線量にもよるのであろうが動物の種類によつても大いに差を生じ得べきことは近著の文獻<sup>6)</sup>にも示されている。モルモットは最も敏感であり之に比しマウス、兎は抵抗が強いと云はれる。之等の點も今後は考慮すべきであろう。以上尙今後に解決すべき事項も多いが先づ實驗し得た結果を報告することとした。

### 文 獻

- 1) Akaiwa, Am. J. R. 1930, 24, 42-46. — 2) Hsi, Ma, Am. J. of Cancer. 1940, 39, 319-333.
- 3) w. Barns, Am. J. R. 49, No 5, 663. — 4) Osgood, Am. J. R. 48, 2, 214. — 5) 長橋正道他, 日本放射線醫學會雜誌. 2卷, 1號. — 6) E. Lorenz etc: Rad. 49, 3, 1497, 274.