

Title	放射性同位元素Co60微量連続照射の生體に及ぼす影響に就いて 第1報 血液及び骨髓像
Author(s)	宮坂, 五一郎; 雨宮, 恒久; 三野, 正
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1955, 15(9), p. 826-833
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20529
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

放射性同位元素 Co^{60} 微量連續照射の 生體に及ぼす影響に就いて 第1報 血液及び骨髓像

東京醫科大學內科教室(主任 小宮悦造教授)

東京醫科大學放射線科教室(主任 本島柳之助教授)

宮坂五一郎 雨宮 恒久 三野 正

(昭和30年7月30日受付)

緒 言

近時放射性同位元素は理工農醫等諸種の方面に應用されて來た。なかんづく Co^{60} はラチウムの代用として廣く用いられているが、それに伴つて之等の放射線障害も亦やかましく論じられている。又廣島及び長崎における原子爆彈症や、近くはビキニ灰事件等により放射線障害に對する關心は益々深まつているが、これら原水爆症において殘存微量放射能の持續照射による障害も問題となつてゐる。さて私共は之等の問題を究明する目的で本實驗を企圖した。

I 實驗材料及び實驗方法

1) 實驗動物

體重2～2.5kgの雄性家兎を使用し、豆腐糞と根菜で數日間飼育して環境に馴らした後、實驗に供した。

2) Co^{60} 照射方法

正常家兎の左肋骨弓直下皮膚に縦の小切開を加え、該部に20mcの Co^{60} 棒を挿入して縫合した。操作を無菌的に行つた事は勿論である。其後家兎が死亡する迄そのままとし、即ち連續的に照射した。

3) 血液検査

採血は總て空腹時に耳翼より行い、血色素量は光電分光光度計を用いシアンメトヘモグロビン法で行つた。血球算定は型の如く行い、塗布標本はギムザ液で染色し、白血球200コを數えて百分比を出した。

4) 骨髓検査

小宮式骨髓穿刺器を用い、家兎大腿骨下半部で穿刺し、少許の骨髓液を吸引し、速に有核細胞數を計算し、同時に作つた標本はギムザ染色を施し、500コの有核細胞を數えて百分比を出した。

5) 瀉 血

耳翼の尖端を電燈で温めて血管を怒張させ、小刀で傷け、點滴的に體重當量10cc宛瀉血した。

II 實驗成績

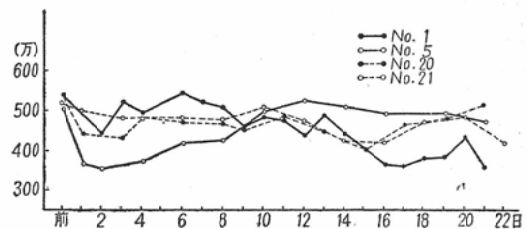
A) 血液像(實驗例數4例)

Co^{60} 照射開始後 No. 1及び No. 5は22日、No. 20及び No. 21は23日で死亡した。

1) 赤血球、血色素量及び網赤血球(第1表、第1圖、第2圖参照)

No. 1では照射開始後14日目頃より赤血球減少し、死亡直前に最底値を示し、照射前に比し約190万(−34%)の減少を見た。血色素量はほぼ赤血球と平行して動揺し、約1.9g/dl(−17%)の減少を來した。網赤血球も照射開始後漸次減少の

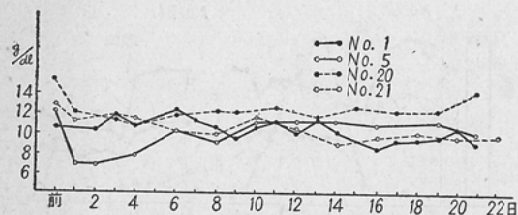
第1圖 Co^{60} (20mc)連續照射
家兎赤血球の變動



第1表 Co⁶⁰微量連續照射家兔血液像

家兔 番號	時 日	赤血球 (萬)	網赤 血球 (%)	粒球 (萬)	白血球	白 血 球 百 分 比											顆粒 推移	偽好 酸球 絕對 數	リン パ球 絕對 數	體重 (kg)					
						B	E	Pro	M	Met	St	S 計									L	Mon	Pl		
												2	3	4	5	6									
1	前	545	10.9	21	61.4	5900	1.5	—	—	—	—	1.5	9.0	13.0	10.5	2.0	—	60.0	2.5	—	(—)	2124	3540	2.1	
	後2時	—	—	—	—	15400	1.0	0.5	—	—	—	—	8.0	26.5	30.0	10.5	1.5	—	21.0	1.0	—	(—)	11780	3235	—
	2日	441	10.4	15	53.2	6350	1.0	0.5	—	—	—	—	4.0	14.5	32.5	14.0	4.5	—	26.0	3.0	—	(—)	4437	1651	2.2
	3	528	11.9	25	52.6	5050	—	—	—	—	—	—	6.5	16.0	33.5	14.0	1.5	—	22.5	5.0	1.0	(—)	3610	1136	2.3
	4	494	10.7	4	69.8	4300	—	1.0	—	—	—	—	2.5	19.5	39.5	15.5	1.5	—	20.0	0.5	—	(—)	3360	860	2.4
	6	546	12.3	12	40.9	3500	0.5	1.0	—	—	—	—	6.5	14.0	35.5	20.5	2.5	—	17.5	1.0	1.0	(—)	2760	612	—
	7	519	11.3	3	57.9	3600	0.5	—	—	—	—	—	6.0	17.0	33.5	12.5	3.0	—	27.0	0.5	—	(±)	2590	971	2.1
	8	505	10.5	4	27.8	2400	0.5	—	—	—	—	—	3.5	13.0	38.5	18.0	6.5	—	16.0	3.0	1.0	(+)	1910	384	2.0
	9	459	9.5	8	33.6	1950	—	1.0	—	—	—	—	4.5	17.0	27.5	12.5	3.5	—	30.0	4.0	—	(+)	1270	585	2.3
	10	489	10.7	2	34.7	1500	—	0.5	—	—	—	—	4.0	20.5	26.5	11.5	2.0	—	27.5	5.0	2.5	(+)	963	413	2.1
	11	478	11.3	1	41.3	1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.2
	12	435	10.1	7	33.1	950	—	0.5	—	—	—	—	13.0	28.0	20.5	3.5	1.0	—	30.0	3.5	—	(+)	627	286	1.8
	13	491	11.4	3	22.7	1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	441	10.0	1	26.4	1100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16	363	8.4	4	36.3	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17	361	9.3	—	27.1	1150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18	382	9.3	9	24.4	1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19	381	9.5	—	27.5	1100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	439	10.1	6	31.2	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	356	9.0	2	38.1	550	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	前	504	12.3	23	54.5	8650	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
後1.5時		486	10.4	—	—	23950	—	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1日		365	6.9	—	42.0	9250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2		352	6.9	11	45.7	10200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4		372	7.8	48	53.0	6500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6		416	10.2	63	61.6	4150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8		421	9.1	7	29.1	2800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10		495	11.2	11	56.4	3200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12		523	11.1	5	49.2	3350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

第2圖 Co⁶⁰(20mc) 連続照射家兎血色素量の變動



傾向を示したが、最後迄消失はしなかつた。

No. 5は照射開始後2日目に赤血球は約150万(-30%)の減少を見たが、その後漸次恢復し、12日目には照射前値を凌駕するに到つたが、その後再び漸次減少を見た。血色素量はほぼ赤血球と同様の動きを示し、死亡直前には前値に比し約2.4 g/dl(-19%)の減少を來した。網赤血球は照射開始後4~6日目に照射前の2~3倍に増加し、以後漸次減少したが、最後迄消失はしなかつた。

No. 20は照射開始後3日目に赤血球は約100万(-19%)減少したが、その後漸次恢復の傾向を示し、死亡直前ではほぼ照射前値に等しい値を示した。血色素量も赤血球とほぼ同様の動きを示した。網赤血球は最後迄認められ、赤血球減少時に増加の傾向を示した。

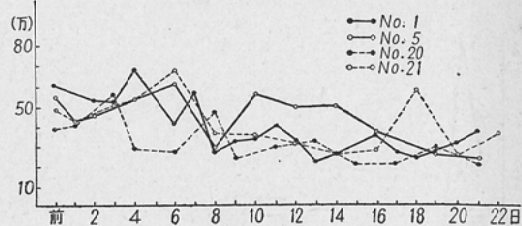
No. 21は、照射開始後10日目迄は赤血球は殆ど變動を認めなかつたが、12日目頃より減少し、16日目には前値に比し約90万(-18%)の減少を見た。以後恢復の兆を示したが、死亡直前には再び減少して照射前に比し約100万(-18%)の減少を來した。血色素量の動きは赤血球とほぼ平行した。死亡直前値は照射前に比し約3 g/dl(-23%)の減少を見た。網赤血球は最後迄認められ、照射開始後16日目の赤血球減少時には前値に比し約2倍の値を示した。

2) 粒球(第1表, 第3圖参照)

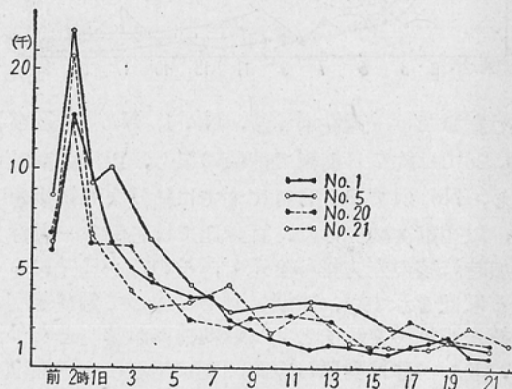
各例共に著減はしなかつたが、動揺を示しつつ漸次減少した。照射前に比し死亡直前値はNo. 1では約20万, No. 5では約31万, No. 20では約18万, No. 21では約11万の減少を見た。

3) 白血球(第1表, 第4圖, 第5圖, 第6圖

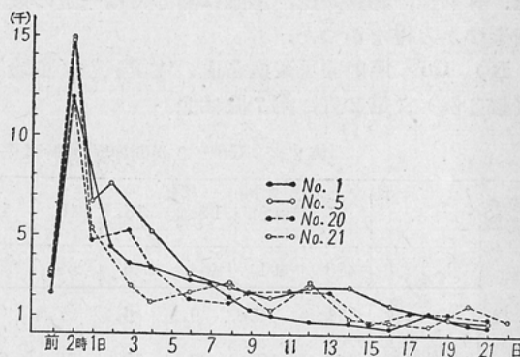
第3圖 Co⁶⁰(20mc) 連続照射家兎粒球の變動



第4圖 Co⁶⁰(20mc) 連続照射家兎白血球の變動



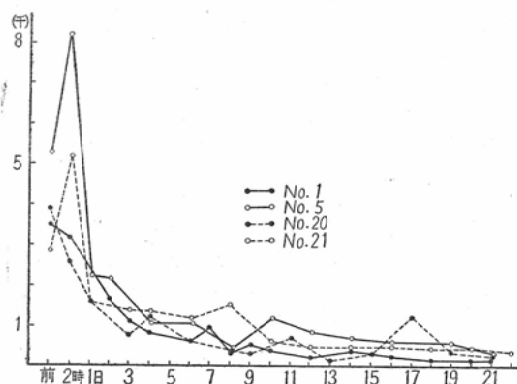
第5圖 Co⁶⁰(20mc) 連続照射家兎偽好酸球の變動



参照)

白血球は照射開始後短時間内に一過性の増加を來すが、この短時間内の變動の詳細は第2報に詳述することにし、こゝでは一過性増加後の變化を主として述べる。先づ白血球總數は各例共に一過性増加後24時間内にほぼ前値に復し、以後漸次減少し、死亡直前には何れも1000内外の低値を示した。次に各種白血球の變動を見るに、先づ偽好酸

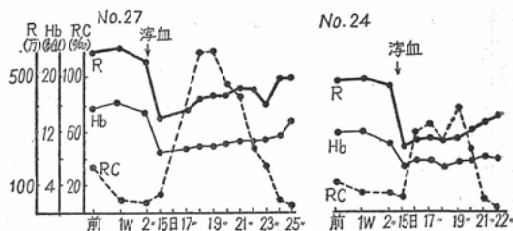
第6圖 Co⁶⁰ (20mc) 連續照射家兎
リンパ球の變動



球絶對數では一過性増加後, No. 1, No. 5, 及び No. 20では約7日前後で前値に復し, 以後漸次減少し, No. 21では3日目にすでに前値より減少を見, 以後漸次減少した. 百分比では各例共一過性増加時に核の左方推移を示し, その後一旦元にもどる傾向を示すが, 末期に到るに従つて再び著明な核左方推移を示すと共に顆粒推移が著明となつた. リンパ球絶對數は短時間内に軽度の一過性増加を示すものもあるが, 各例共に照射開始後24時間後にはすでに減少し, 以後減少の一途をたどつた. 好酸球, 好鹽基球, 單球に關しては一定の傾向をつかみ得なかつた.

B) Co⁶⁰ 照射家兎瀉血貧血の恢復状態 (實驗例數3例) (第2表, 第7圖参照)

第7圖 Co⁶⁰ (20mc) 2週間照射家兎から
Prokilo 10cc 瀉血した後の貧血の恢復



前項1)で述べた如く赤血球の變動は各例で一定の傾向を示さず, 末期に到り減少するもの, 中途で一旦減少して, その後に恢復し末期に再び減少するもの, 中途で一旦減少しその後恢復したもの等あり, 又死亡直前の減少率もまちまちで, 果して赤血球の生成機能が如何なる程度に障害を受けているかわからないので, それを見る目的で, 瀉血を利用し, その恢復の状況を調べた. 即ち Co⁶⁰ 連續照射2週間後の家兎より體重當量10cc瀉血し, 以後日を追つて觀察した.

No. 24は Co⁶⁰ 照射開始前赤血球 491万, 網赤血球21%で, 瀉血直前では赤血球 464万, 網赤血球7%であつた. 然るに瀉血翌日に赤血球 236万と減少したが, 瀉血後2日目より網赤血球は増加して5日目に最高に達して77%となり, 赤血球も漸次恢復して瀉血後8日目には 360万となつたが, 翌日即ち照射開始後23日目に死亡した.

No. 27は Co⁶⁰ 照射前赤血球 586万, 網赤血球

第2表 Co⁶⁰ 2週間連續照射家兎から體重當量10cc 瀉血した後の血液像

家兎番號	日	血液像													
		前	照射開始後7日	瀉血↓14日	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
24	赤血球(萬)	483	491	464	236	269	274	269	278	304	337	360	死		
	血色素(g/dl)	11.8	11.8	9.9	6.3	7.4	7.3	6.4	7.3	7.5	8.0	7.8			
	網赤血球(%)	21	13	7	10	58	65	53	77	46	10	7	亡		
27	赤血球	586	601	551	311	—	377	413	426	425	452	449	390	486	493(死亡)
	血色素	15.2	16.2	15.0	8.8	—	9.2	9.7	9.7	10.2	10.5	10.3	10.7	11.1	132
	網赤血球	33	9	6	12	—	77	117	118	93	85	46	34	8	3
28	赤血球	486	497	392	319	—	309	298	325	343	347	死			
	血色素	12.5	13.3	10.3	9.0	—	7.5	6.9	7.5	8.4	9.2				
	網赤血球	18	12	24	17	—	68	86	94	59	7	亡			

33%, 瀉血直前では赤血球 551万, 網赤血球 12%であつたが, 瀉血翌日に赤血球は 311万に減少し, 網赤血球は却つて漸次増加して瀉血後5日目に最高となり 118%を示した. 赤血球も漸次恢復し瀉血後11日目には 493万となつたが, 翌日即ち照射開始後26日目に死亡した.

No. 28は Co⁶⁰ 照射前赤血球 486万, 網赤血球 18%, 瀉血直前赤血球 392万, 網赤血球24%であつたが, 瀉血後4日目に赤血球 309万と最底値を示した. 網赤血球は漸次増加して瀉血後6日目に最

高となり, 94%を示した. 赤血球はその後漸次恢復し, 瀉血後7日目には 347万となつたが翌日即ち照射開始後22日目に死亡した.

以上各例を通じて赤血球生成機能は可成り良く保たれている事が判る.

C) 骨髓像 (第3表, 第8圖参照)

1) 正常家兎骨髓像 (實驗例數5例)

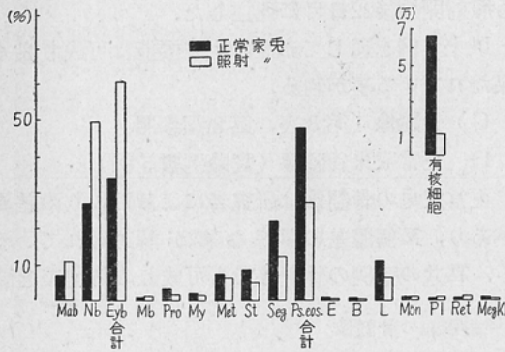
正常家兎の骨髓像は研究者により可成りの差異があり, 又個體差の顯著な事が認められているが, 私共の5例の骨髓像でも可成りの個體差を認

第3表 Co⁶⁰ 正常及び連続照射家兎の骨髓像

種類	家兎番 號	有核細胞 數(萬)	赤 血 球 系								
			原赤芽球	大 赤 芽 球			正 赤 芽 球			核分割	赤芽球 合 計
				鹽基性	多染性	正染性	鹽基性	多染性	正染性		
正常家兎	1	—	—	5.8	1.4	—	6.4	22.8	3.6	0.2	40.2
	2	—	—	3.8	2.4	0.2	3.0	20.4	1.6	0.4	31.8
	7	4.20	—	3.0	1.4	—	2.4	14.2	5.2	0.4	26.6
	8	8.65	—	3.0	3.0	—	1.8	12.2	9.6	—	29.6
	35	6.96	0.2	4.4	6.6	—	1.2	27.6	1.2	0.8	42.0
	平均值	6.6	0.04	4.00	2.96	0.04	2.96	19.44	4.24	0.36	34.04
Co ⁶⁰ 連続 照射週間 後の家兎	1	0.75	—	6.8	7.0	0.2	1.2	49.4	7.2	1.0	72.8
	13	0.70	—	4.8	3.2	1.0	4.0	40.0	17.0	—	70.0
	24	0.70	—	8.6	6.6	0.4	6.2	30.8	10.6	0.8	64.0
	25	1.50	—	2.8	3.2	0.2	1.2	41.0	12.2	0.4	61.0
	27	1.75	—	6.6	2.6	—	3.4	27.2	0.4	0.6	40.8
	平均值	1.08	—	5.92	4.52	0.36	3.20	37.68	9.48	0.56	61.72

白 血 球 系										リン パ球	單球	形質 細胞	骨 髓 巨核球	網狀織 内皮細 胞
骨髓 芽球	好鹽 基球	好酸球	偽 好 酸 球					合計						
			前骨 髓球	骨 髓球	後骨 髓球	桿狀核	分節 核球							
1.0	0.6	—	3.6	2.6	5.4	8.0	30.6	50.2	7.6	—	—	—	0.4	
2.0	0.8	0.4	5.4	1.4	16.4	6.2	20.2	49.6	13.4	1.6	—	0.2	0.2	
0.4	0.2	0.4	3.2	1.4	4.6	13.0	38.2	60.4	9.6	0.8	—	0.4	1.2	
0.6	0.2	0.2	1.6	1.0	5.4	9.0	27.4	44.4	14.2	0.6	—	—	0.2	
1.0	—	0.2	2.6	3.2	5.4	6.8	17.4	35.4	10.0	0.4	0.4	—	0.6	
1.0	0.36	0.24	3.28	1.92	7.44	8.60	26.76	48.0	10.96	0.68	0.08	0.12	0.52	
1.0	0.2	—	2.2	1.4	6.2	3.8	4.2	17.8	5.0	1.4	1.2	—	1.8	
0.6	—	—	1.2	0.6	2.6	4.2	4.0	12.6	5.6	0.6	0.2	—	0.4	
1.0	—	—	1.6	1.4	5.8	4.8	10.5	24.1	8.2	1.2	1.0	—	1.0	
1.2	0.2	0.8	1.8	0.2	4.4	5.4	13.2	25.0	8.8	0.8	1.4	—	0.8	
1.6	—	—	1.8	3.6	13.8	6.6	29.2	55.0	1.2	0.2	—	—	1.2	
1.08	0.08	0.16	1.72	1.44	6.56	4.96	12.22	26.9	5.76	0.84	0.76	—	1.04	

第8圖 正常及び Co⁶⁰(20mc)
連続照射家兔の骨髓像



めた。有核細胞数は最高86500、最低42000、平均66000で、赤芽球總數は最高42.0%、最低26.6%、平均 34.04%であつた。又骨髓芽球は最高 2.0%、最低 0.4%、平均 1.0%、偽好酸球總計は最高60.4%、最低35.4%、平均48.0%、好酸球最高 0.4%、最低 0.2%、平均0.24%、好鹽基球最高 0.8%、最低 0%、平均 0.36%、リンパ球最高 14.2%、最低9.6%、平均10.96%、形質細胞最高 0.4%、最低 0%、平均0.08%、單球最高1.6%、最低 0%平均0.68%、網狀織内皮細胞最高 1.2%、最低 0.2%、平均 0.52%であつた。

之等の平均値は最近の柏村氏の正常家兔36例に就いての値に近似し、最高、最低値は何れも柏村氏の値の中に含まれている。

2) Co⁶⁰ 照射家兔の骨髓像 (實驗例數5例)

20mc Co⁶⁰ 棒を用い左肋骨弓直下皮下に移植し2週間連続照射した家兔の骨髓像を検査した。

有核細胞数は No. 1 では7500、No. 13及びNo. 24 では7000、No. 25では 15000、No. 27では 17500、平均10800で正常値に比し著明に少ない。

赤血球系：有核細胞比に於て赤芽球は No. 1 では72.8%、No. 13では79.0%、No. 24では64.0%、No. 25では 61.0%、No. 27では 40.8%、平均 61.72%であつて、これは正常値に比し相當率の増加である。

白血球系：偽好酸球、特に成熟細胞即ち棒狀及び分節核球の減少が著明で百分比で偽好酸球合計は No. 1 では17.8%、No. 13では12.6%、No. 24 では24.1%、No. 25では25.0%、No. 27では55.0

%、平均 26.9% と正常値に比し著明な減少である。リンパ球も平均5.76%と減少し、又形質細胞及び網狀織内皮細胞はそれぞれ平均0.76%、1.04%と正常値に比し百分比の上で増加を示した。

Ⅲ 總 括

20mc Co⁶⁰ 連続照射家兔に就いて血液像を見るに赤血球は末期に減少するもの、途中で一旦減少した後に恢復するもの、途中で一旦減少し、後に恢復の兆を示すが末期に到り再び減少するもの等があり、又死亡直前における減少率も最大 190 万、最小0、と一定しない。そこではたして赤血球生成機能がどの程度に障害を受けるかを瀉血を利用してその恢復状況を調べた所、瀉血により速に網赤血球の分利的增加を来し、貧血は恢復の傾向を示した。即ち赤血球生成機能はかなりよく保たれている様に思われる。栓球は著減は見ないが漸次減少する。白血球では先ず照射開始後一過性の増加を来し、24時間でほぼ照射前値に復し以後漸次減少の一途をたどつた。これを各種白血球に就いて見るに一過性増加の主體をなすものは偽好酸球で、之は一過性増加後数日内に前値に復し、以後減少の一途をたどつた。百分比では一過性増加時に核左方推移を示し、その後一旦もとにもどる傾向を示すが、末期になるに及んで再び著明な核左方推移を来し、なお末期には顆粒推移が著明となつた。淋巴球は照射開始後24時間後にはすでに減少し、以後減少の一途をたどつた。

次に骨髓像に就いて見るに、前述した如く正常家兔に於ても骨髓像には可成りの個體差があるが、その個體差を明らかに逸脱した變動を認めた。即ち有核細胞が著減し、白血球系では特に成熟白血球の減少が甚しく、百分比では偽好酸球百分比の減少による赤芽球の相對的な増加を来し、形質細胞、網狀織内皮細胞も百分比で數倍の増加を見た。これらの所見は前述の血液所見とよく合致している。白血球系に於て血液及び骨髓共に成熟白血球の減少が甚しい所見は顆粒白血球の成熟障害を思わせる。

Ⅳ 結 論

20mc Co⁶⁰ 棒を家兔左肋骨弓直下皮下え挿入し

連続照射して血液及び骨髓像の變動を追求した。

- (1) 照射開始後3週間で家兎は死亡する。
- (2) 赤血球には著明な變化なく末期に瀉血してもよく恢復する。即ち赤血球生成機能はよく保たれて居る。
- (3) 栓球は軽度に減少する。
- (4) 白血球系では、リンパ球は初期より減少し偽好酸球は初期に一過性増加を見、以後減少する。百分比では核左方推移と顆粒推移を認めた。好酸球、好鹽基球、單球に就いては一定の傾向をつかみ得なかつた。

(5) 骨髓像では有核細胞が著減し、成熟白血球の減少が甚しく、赤芽球の比較的増加を認めた。

稿を終るに當り常に御懇切な御指導と御校閲を賜つた恩師小宮教授並に本島教授に滿腔の謝意を表すると共に御援助を戴いた櫻木助教授に對し深甚なる謝意を表する。

尙本論文の要旨は第17回血液學會總會に於いて發表した。又本研究は文部省科學研究費の補助を受けた、厚く謝意を表する。

Effects of Continuous Irradiation with Microdosis of Radioisotope Co⁶⁰
on the Body. (I Report)
Blood and Bone Marrow Pictures

By

Goichiro Miyasaka, Tanehisa Amemiya, Tadashi Sanno,
Department of internal Medicine, Tokyo Medical College
(Director Prof. Komiya)
Department of Radiology, Tokyo Medical College
(Director Prof. Motozima)

1) The rabbits were irradiated with the tube of Co⁶⁰ (20 mc) which was set in the subcutaneous tissue of their left hypochondrium, and the changes of blood and bone marrow of the animals were studied.

2) The animals irradiated were generally died within 3 weeks.

3) Erythropoetic system was so slightly disturbed by the irradiation that the increase of reticulocytes was observed after the venesection in the blood of the animals which were even at the last stadium.

4) Thrombocytes decreased slightly.

5) The Lymphocytes decreased from the beginning, the pseudo-eosinophilic leucocytes increased temporarily at first, and then decreased gradually, and among them nuclear shift to left, and granular shift were observed in the latter.

There was no peculiar tendency in the changes of the eosinophilic, basophilic leucocytes and monocytes.

6) In the bone marrow nucleolar cells extremely decreased, and especially matured leucocytes decreased, consequently relative increase of erythroblasts was observed.