

る。術后12日に於て術前値に恢復するのは第二次手術が最も早く第一次、第三次手術が之についでいる。

表 2. ルゴール反応

番号	術前	第一次手術			第二次手術			第三次手術		
		4日	8日	12日	4日	8日	12日	4日	8日	12日
1	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
2	—	—	—	—	+	+	—	+	+	+
3	—	+	+	+	+	—	—	+	+	+
4	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
5	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+

考 按

胸廓成形術の分割について宮本氏^⑤は手術量の過大を防止し、しかも空洞の完全閉鎖を望む場合は多次的の手術を行わねばならぬとし、肺病巣の位置と拡がり、他側肺の状態、呼吸停止時間、肺外合併症、体重を慎重に考慮せねばならぬとしている。Sweet氏^⑥は第三次手術は広汎な虚脱を必要とする場合及び患者の状態が脆弱である場合に行っているが、大多数は病巣の拡がりによつて行っている。

斯様にして手術を分割した場合、人体にどの程度の手術侵襲の影響があるかについて、諸家の報告によると第二次手術は一般に、肝機能障害の程度は少く、かつその恢復は第一次手術より早いとされているが、対馬氏^⑦は第二次手術後の方が程度が強くと報告している。

私達の得た成績では、尿中ウロビリノーゲン排泄試験は第一次、第二次、第三次手術共々平行して肝機能障害が現われ、第三次手術のみ、恢復がやゝ遅れて

いる。ブロームサルファレン試験では、第二次手術で2週以内に術前値に恢復したものでは、第三次手術に於ても大きな障害が見られないのに反し、第二次手術で恢復の遅れたものは第三次手術では更に障害の程度が強くなり且つその恢復も遅れている。グロス氏反応では第二次、第三次手術は第一次手術より強い障害を示し、ルゴール反応では第三次手術による障害が大ききその恢復もおくれている。

すなわち、各検査法共、大体手術の回数を重ねるにつれて障害の程度は増し、回復も遅れている。但し第二次手術に於て恢復の早かつたものでは、第三次手術で受ける障害の程度は弱い様である。

む す び

私達は当療養所に於て分割(3回)胸廓成形術を行ったものの中から6例について、手術による侵襲の程度を肝機能検査法のうち、尿中ウロビリノーゲン排泄試験、ブロームサルファレン試験、グロス氏反応、ルゴール反応を用いて第一次、第二次、第三次手術について比較し次の結果を得た。

- 1) 各検査法とも、ほとんどの術后3～5日目に肝機能障害が強く現われ、12日目には大体術前値に復した。
- 2) 手術の回数を重ねるにつれて肝機能障害の程度は増し、その恢復も遅れる傾向にある。然し第二次手術に於て2週以内にほとんどの術前値に恢復したものでは第三次手術で受ける障害の程度は少い。

文 献

- ①金井・杉田：臨牀検査法提要，昭24（第7版）
 ②三沢・沖中・美甘・田坂監修：臨牀検査の実際，1953年
 ③山本：胸部外科，3，2，67（昭25） ④難波：日本臨牀結核，XII，7，1953. ⑤宮本：胸廓成形術，98頁，昭27. ⑥Sweet：Thoracic Surgery (2nd Ed.) p. 20. 1954 ⑦対馬：弘前医学，4，2.（昭28）

極微量レ線の長期照射による生体の反應に就いて

昭和29年6月28日 受付

信州大学医学部放射線医学教室（主任 金田教授）

近 藤 廉 治

On the Reaction of the Living Organism Against the Prolonged Irradiation of Very Minute Amount of X-Ray.

Renji KONDO

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Shinshu University

(Director: Prof. H. Kanada)

O. 1 γ of X-ray was given to each hybrid mice once a day for 200 days (Irradiation time 1 minute). From their blood picture and autopsy findings following conclusions were obtained. 1) There was no tumor in any organs; 2) Blood picture showed mild leucopenia, relative neutropenia, and relative lymphocytosis; 3) In the testis spermatocytes showed partial degeneration and proliferation; 4) The invasion of ovarium by the prolonged irradiation of very minute amount of X-ray was most remarkable. Ovarium was generally atrophic, and most of the follicles and yellow bodies were almost completely destroyed; 5) Only slight changes were observed in the spleen; infiltration of lymphocytes and lymphoblasts, disorders of the construction of lymph follicles, and the proliferation of giant cells were observed.

1. 緒 論

放射線の利用が一般化されると共に、放射線による障害も多数発生した。殊に原子力の利用並びに其の研究が盛んになるにつれ、それに従事する者に対する障害及び防禦の問題が、研究の対称となり、許容量と相俟つて、極微量連続照射の生物学的体用は、意義ある研究課題として取り上げられてきた。

許容量は1926年 Mutscheller が1ヶ月に1/100 HEDと定めて以来、幾多の検討が加へられ、1937年には1日200mrとなり、1949年には米国放射線防禦委員会は1日50.mr (空气中)を許容量とすべしと勧告し、現在我国をも含めて各国ではこれに従っているが、放射線エネルギーが極めて大きくなつた今日、更に減少する傾向がないではない。従つてこれに關聯して各国に於いて大規模な研究が行われている。その一つに、Lorenz, Heston, Eschenbrenner, 等^①(1947, 1950)のがある。Lorenz 等は多数の純系マウス、モルモット、家兎を用い、0.11, 1.1, 2.2, 4.4, 8.8rのガンマ線を1日8時間照射しつゝ、約2ケ年に亘つて其の生体の反応を観察した。実験の結果、血液及び睾丸の変化は、1.1r以上に於て初めて現れることが明らかになり、生存曲線、体重、生殖器の変化、及び、肺、卵巢、乳房の各臓器に於ける腫瘍の発生に就いても検討が加へられ、0.1にては卵巢の腫瘍が対照に比して高率に現れ、生存期間を幾分短くすることが実証され注目されるに至つた。

我国に於ける此の方面の研究は僅に散見する程度であるが、我々が日常実験に用いている雑系マウスに於いて、レ線の長期微量照射により腫瘍の発生があるか否かと云ふことは、非常に興味ある問題である。そこで我々は1日0.1rの微量レ線を全身に連続照射し、対照群と較べて果して腫瘍の発生率が高いか、又其の様なレ線量が生体に如何なる反応を起すか、と云

うことに就いて追求したので茲に報告する。

2. 実験方法

レ線照射条件は管電圧120KV, 管電流2.5mA。濾過板Cu1.0mm+Al1.0mm, 距離150cm, 毎分空中線量0.1r, 照射時間1分, 1回照射線量0.1r, 照射間隔1日, 照射回数200回, レ線総量は20rである。

試獣として雑系のマウスを使用した。実験開始時に於けるマウスの数は、対照群、照射群共に各々70匹であつたが、照射終了時には各々17匹となつた。飼育に注意の足りない点もあつたが、当地に於ける盛夏期には、照射、対照の両群共に多くの死亡を出した上、昭和28年3月の当病院の火災による事故死もこれに加つて、生存マウスの減少を來した。従つて死亡率に対しては、レ線照射との關係に於ての意味づけは放棄した。然し、其の間の死亡例に就いては、剖検して腫瘍発生の有無は一応検討した。照射終了時には採血し、血液有形成分を検査した。採血は空腹時に尾部より行い、赤血球数、白血球数、血色素量及び、白血球百分率を検索した。照射終了後3日目には總てのマウスをたおし、此等の睾丸、卵巢、肺臓、脾臓骨端軟骨の各臓器を組織学的に検索すると共に、腫瘍発生の有無についても検べた。組織標本作成に當つては、Paraffin包埋、Haematoxylin-Eosin染色を施行した。

3. 実験結果

腫瘍の発生：照射期間中の死亡例及び照射終了したものに就き剖検精査したが、対照群、照射群の何れにも、肺臓、卵巢、乳房等の内臓に腫瘍の発生はみられず、白血病の症状も認められなかつた。唯卵巢に於いて、Lorenzの実験により、彼が卵巢腫瘍の前段階であらうと記載したところの、卵胞及び、黄体の破壊像に類似と思われる所見を認めるに過ぎなかつた。

血液像：血球数及び血色素量に就いての両群の比較は第一表に示した。此の場合、対照群及び照射群の血

球数及び色素量に有意義の差があるか否かは、推計学的に検定する必要がある。若し標本中に偶然による過誤を含んだ標本が存在する場合、これをそのまま実験結果に入れると、その意義が誤つて認識されるおそれがある。以下 Thompson の棄却検定法により、血液中に当然棄つべき標本が存在するか否かを検定する。

先づ照射群血液像、その1の白血球数中の14800を吟味してみると、

$$\text{自由度 } n = 17 - 2 = n_2$$

$$\bar{x} = 8941$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 / N - \bar{x}^2 = 6417319$$

$$V_0^2 = (\sum_{i=1}^n x_i - \bar{x})^2 / S^2 = 5.394$$

$$F_0 = \frac{n V_0^2}{n+1 - V_0^2} = 7.633$$

自由度 $n_1 = 1$
 $n_2 = 15$ } は表により 4.54

故に $\text{Pr} \{ F < F_0 \} < 0.05$

従つて 14800 は棄却した。

この様に各項につき棄却検定を行つた結果、他の白血球数の中には、棄却すべきものは存在しない。推計学的計算の結果、赤血球数及び、色素量には照射により影響を認めることは出来なかつたが、白血球数は対照群に比して照射群は有意義な減少を示していることが判つた。両群の白血球百分率を調べた結果は、第2 第3表、に示す如くである。それによると、照射群の好中球は減少して居り、殊に N, V, 核と分裂の進むにつれて減少の度が甚しい様に思われる。淋巴球は増加しているが、単球は両群に差を認めない。

舉丸：摘出した舉丸に就いて肉眼的に比較してみると、一般に照射群の方が対照群に比して萎縮し、長径は目測にて約 3/4 位である。組織所見では、照射群の精細管の面積は狭くなつて居るけれども、形は正常と同様楕円型をなし、著しい変化は認められない。精粗細胞には数の減少及び、細胞自体の変性はなく、所謂レ線舉丸の如き病的所見はない。精母細胞は、部分的に増殖している所もあり、その中には、核が膨化し、染色性の低下した数ケの変性像も散見される。精娘細胞及び、精子細胞は、両群とも或部分では増加し、或部分では減少している如き所見が認められるが、殊にレ線による生体反応と断定すべきものは見当らない。精子には特に異常はない (第1図、第2図)。

第 1 表

対照群血液像

照射群血液像

マ番号	色素%	対照群血液像		色素%	照射群血液像	
		赤血球	白血球		赤血球	白血球
1	86	1269×10 ⁴	12.600	76	1098×10 ⁴	10.600
2	73	1220×10 ⁴	9.800	81	862×10 ⁴	12.800
3	78	1020×10 ⁴	10.600	65	1210×10 ⁴	9.000
4	74	1075×10 ⁴	7.800	78	860×10 ⁴	11.200
5	79	1491×10 ⁴	7.200	86	822×10 ⁴	7.800
6	82	1256×10 ⁴	9.000	67	1147×10 ⁴	8.800
7	74	1285×10 ⁴	12.600	76	1015×10 ⁴	14.800
8	80	1187×10 ⁴	7.200	83	1261×10 ⁴	10.200
9	83	1236×10 ⁴	9.800	80	1133×10 ⁴	8.600
10	80	1278×10 ⁴	10.600	65	710×10 ⁴	7.800
11	86	1028×10 ⁴	8.000	76	1013×10 ⁴	9.200
12	91	1320×10 ⁴	7.600	80	980×10 ⁴	9.800
13	69	1275×10 ⁴	13.600	86	1282×10 ⁴	4.800
14	80	1370×10 ⁴	11.600	80	1224×10 ⁴	8.800
15	82	1200×10 ⁴	9.200	76	1050×10 ⁴	7.200
16	71	950×10 ⁴	12.000	82	1153×10 ⁴	5.400
17	80	1160×10 ⁴	6.600	67	1432×10 ⁴	5.200

第 2 表

対照群血液像

マ番号	好酸球	好 中 球					計	淋 巴 球			単球
		I	II	III	IV	V		G	K	計	
1	—	7.0	16.0	14.0	7.0	—	44.0	44.0	9.0	53.0	2.0
2	—	5.0	18.0	17.0	8.0	—	48.0	39.0	14.0	53.0	4.0
3	—	4.5	14.0	11.0	2.0	1.0	28.0	22.0	22.0	44.0	3.5
4	2.0	6.0	16.0	19.5	—	—	41.5	28.5	26.5	54.5	2.0
5	1.0	4.0	15.0	21.0	7.5	0.5	48.0	30.0	18.0	48.0	3.0
6	1.0	4.0	20.5	18.0	5.5	—	48.0	26.5	22.0	48.5	2.5
7	0.5	1.0	21.0	17.5	8.5	1.0	49.0	19.5	30.0	49.5	1.0
8	1.0	2.0	16.0	15.5	5.0	—	38.5	18.0	37.0	55.0	1.0
9	1.0	3.0	15.0	13.0	—	—	31.0	29.5	38.0	67.5	2.5
10	1.0	3.0	18.0	21.5	12.5	1.0	58.0	10.5	29.5	44.0	1.0
11	1.0	5.0	18.0	13.0	5.0	1.0	42.0	22.5	33.0	55.0	2.0
12	1.0	3.0	11.0	11.0	6.0	4.0	35.0	20.0	44.0	64.0	—
13	—	4.0	17.0	11.0	2.0	—	34.0	25.0	38.0	63.0	3.0
14	1.0	1.5	15.0	10.0	2.0	—	28.5	20.0	47.0	67.0	3.5
15	1.0	6.0	11.0	16.0	10.0	3.0	46.0	17.0	35.0	52.0	1.0
16	2.0	5.5	15.0	10.5	2.0	2.0	35.5	14.5	45.0	59.5	3.5
17	—	6.0	18.0	12.0	1.0	—	37.0	9.0	53.0	62.0	1.0

第3表 照射群血液像

マ番号	好酸球	好中球					計	淋巴球			単球
		I	II	III	IV	V		G	K	計	
1	—	3.0	15.5	11.0	1.0	—	30.5	17.5	61.0	68.5	1.0
2	—	4.0	14.0	7.0	4.0	—	29.0	11.0	59.0	70.0	1.0
3	—	1.0	15.0	11.0	—	—	27.0	6.0	65.0	71.0	2.0
4	—	2.0	17.0	4.5	1.5	—	25.0	5.0	68.5	73.5	1.5
5	—	2.5	16.0	10.0	3.0	—	31.5	28.5	38.0	66.5	2.0
6	—	—	17.0	17.0	—	—	34.0	24.0	40.0	64.0	2.0
7	—	2.0	18.0	9.0	1.0	—	30.0	27.0	42.0	69.0	1.0
8	—	2.0	15.0	1.0	—	—	19.0	42.0	38.0	80.0	2.0
9	—	—	10.0	7.0	1.0	—	18.0	49.0	30.0	79.0	3.0
10	—	5.0	9.5	11.0	1.5	—	27.0	37.5	35.0	72.5	0.5
11	—	3.0	11.0	10.5	—	—	24.5	49.0	20.0	69.0	6.5
12	—	1.5	8.0	5.5	3.0	—	18.0	27.0	55.0	82.0	—
13	—	3.0	20.0	10.0	2.5	—	35.5	42.0	22.0	64.0	0.5
14	—	2.0	5.0	1.0	2.0	—	10.0	23.0	65.0	88.0	2.0
15	—	—	11.0	19.0	—	—	30.0	36.0	32.5	68.5	1.5
16	1.0	3.0	14.0	12.0	1.0	—	29.0	42.0	25.0	67.5	2.0
17	—	13.0	3.0	5.0	—	—	21.0	13.0	62.0	75.0	4.0

卵巣：摘出された照射群の卵巣は、肉眼的には対照群に較べて萎縮性であり、長径は目測にて約1/4に過ぎない。組織学的に所見を追つてみると、対照群の卵巣では、数々のグラフ氏細胞がある他、正常細胞の成熟過程と共に比較的広範囲にわたつて、稍々円型の黄体が数々認められ、周囲との境界は極めて明瞭である(第3図)。ところが照射群に於ては、組織学的にも全体が萎縮性であり、黄体は破壊されて正常な楕円型を示さず、黄体細胞は所々に雑然と小集団を形成している(第4図)。卵胞は殆ど破壊されて、その成熟過程は全くみられない。レ線に対して抵抗の強い卵胞周囲の顆粒膜細胞は寧ろ肥大して、至る所に小集団を形成している(第5図)。一見卵巣全体が荒廢したと云ふ感じである。卵管には、特記すべき所見がみとめられなかつた。

脾臓：摘出した脾臓は肉眼的に、色、形、大きさの点で、両群に差を認めない。対照群の組織所見では、正常な淋巴濾胞が認められ、所々に巨大核細胞が散在している。照射群にありては全体として淋巴芽球、幼弱淋巴球及び、淋巴球等の細胞成分に富んでいる為、淋巴濾胞の構造は判然しない。又、脾洞に当る部分には、淋巴球様或は細胞様細胞がしばしば腺様構造を示して、一見 Fildroadenie の所見を示している。尙破壊顆粒は存在しないが、巨大核細胞は対照群に較べて軽度に増加している(第6図)。

骨端軟骨：非常に個体差があり、その所見は照射群

と対照群とにかゝりわず千差万別である。骨端の柱状軟骨は或は空胞化し、或は消失して一定した状態を示しておらず、骨端線は全般に不規則である。骨梁は一般に狭くなつてゐる。此の様な所見が両群に認められ、照射群のみに特異と認むべき病的所見は把握できなかつた。

4. 総括及び考按

Loreez 等は 0.11r では、肺、乳房に於ける腫瘍の發生に全く影響はないが、卵巣には2年後に70%の高率をもつて發生したことを報告している。我々の実験に於てはその生存期間が200日であり、彼等の成績と較ぶべくもないが、此の期間内には、内臓にレ線による腫瘍の發生を認めなかつた。然し卵巣には、後述する様に、Lorenz 等が、腫瘍發生の前段階であらうかと記載した所見に類似の変性像が観察された。

血液像では、血色素量及び赤血球数に差はないが、白血球は0.5%の誤差率をもつて僅に減少している。白血球百分率に於ては、照射群に淋巴球は増加し、好中球が減少しているのを認めた。

レ線睾丸に関する報告は極めて多く、精祖細胞の減少は諸家の一致したところである。この精祖細胞減少の原因に就いては、或は、セルトリ氏細胞からの發生が障碍されると云い、或は、分裂の盛んな精祖細胞自身の破壊に依ると云い、此の点に関しては、必ずしも意見の一致をみていない。我々の使用した 0.1r と云う極微量レ線を全身に連続照射した場合、各精系細胞の分化の比率は少々異つてゐる。全体的にみて、精祖細胞の減少は殆んど見当らず、寧ろ部分的に精母細胞の増殖と変化が認められた。正常の睾丸でも、曲精細管に於ける精系細胞の分化の状態は、各部位によつて全く異なるものであり、或場所では精母細胞の分化が盛んであるのに、或部分では全く静止状態にあり、その数が極めて少い場合もある。従つてレ線に依る障碍も、分化の盛んな部分では著しく、静止状態にある部分ではその影響を受け難く、一断面に於て極めて異つた像を示すのは当然であると思われる。此の様同一条件の場合でも、一断面では異つた様相を示すことが、レ線障碍の有無を觀察する上に、大きな障壁になると思う。精系細胞の或段階だけが増殖し、一部に変性像が認められると云う特異な所見は注目すべきものと考へる。Trautmann^④は精系細胞に長期レ線照射を行つた時、細胞が抵抗性を生ずるのではないかと云うことを彼の實驗結果から推測しているが、我々の得た所見のみにては、彼等の説を支持する根拠は得られない。

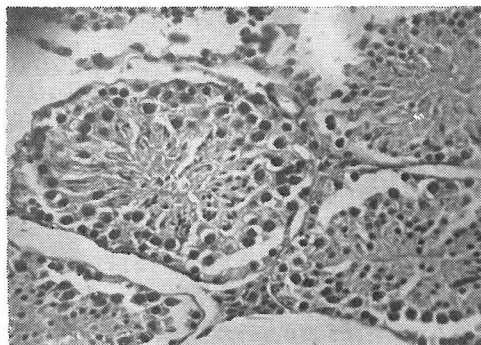
卵巣は各臓器の中でも最も障碍が強く、正常に比し著しく萎縮している。これが単なる老人性の萎縮であ

第 1 図



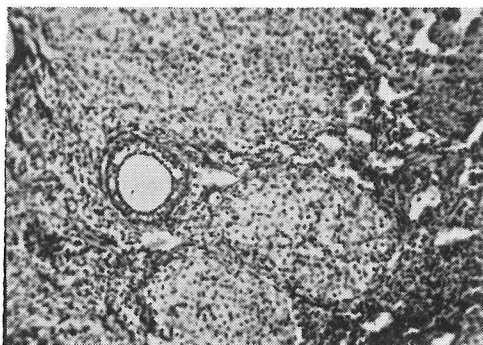
対照例の辜丸 (200倍)

第 2 図



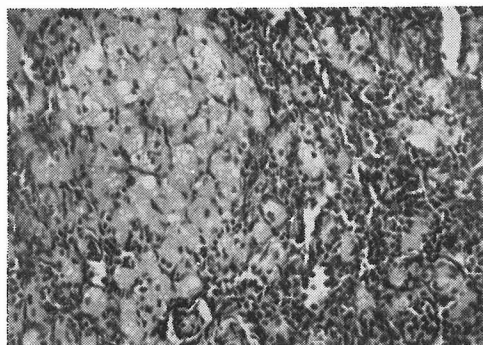
照射例の辜丸 (200倍)
精母細胞の増殖と変性

第 3 図



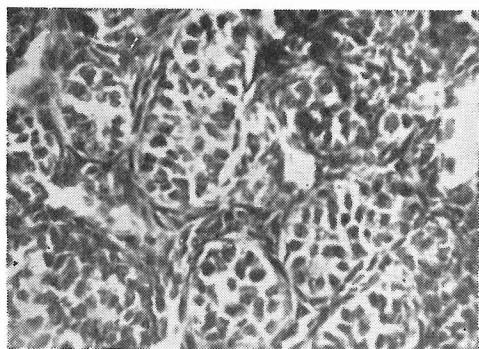
対照例の卵巣 (100倍)

第 4 図



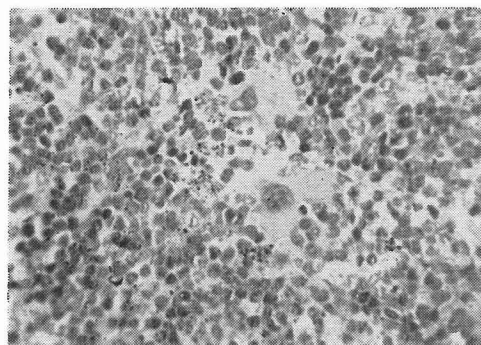
照射例の卵巣 (200倍)
破壊された黄体

第 5 図



照射例の卵巣 (400倍)
顆粒細胞の小集団

第 6 図



照射例の脾臓 (400倍)
細胞浸潤と巨大核細胞

る場合は、卵胞の成熟過程があり、膠原線維の増殖が認められるはづである。Lorenz 等は卵巣腫瘍の前段階として卵胞の消失があることを記載しているが、我々の例に於いても卵胞が消失し、抵抗の強い顆粒膜細胞の集団として僅に痕跡を止めるに過ぎず、又、黄体は破壊され、黄体細胞の無構造な集団を認めた。睾丸の変化が前述の如く極めて僅少なのに較べて、卵巣にこの様な変化が認められたことは極めて興味あることであつて、婦人の許容量を現在の一日 50mr より更に低下せしめ 20mr とすべしとの勧告の妥当性を我々も認めざるを得ない。而し此の所見を以つて、直に卵巣腫瘍の前段階と認定するにはあまりにも早計の感がある。脾臓は、レ線感受性の高い臓器として、おびただしい実験がなされているが、一部には持田、肥沼、笹尾等^④の様に、脾臓内淋巴球は従来説えられた程レ線に敏感でないだろうとの報告も認められる。我々の実験に於ける組織所見では、軽度の種々な変化がみられ、矢張りレ線に対する感受性の高いことを示している。即ち、脾臓が鬱血に陥つた時しばしばみられる Fibroadenie 様の所見や、淋巴芽球、幼弱淋巴球、淋巴球の浸潤、不規則な淋巴濾胞、巨大核細胞の増加がそれである。人体と異り、動物の脾臓には巨大核細胞の存在するのが正常である。巨大核細胞の増加は、レ線による脾臓自身の変化によるものか、或は流血による移動に原因するものかをしらべる為、肺臓の巨大核細胞の存在をたしかめたが、肺臓にはこれの存在が認められなかつたので、此の巨大核細胞の増加は脾臓自体のレ線による生物学的反応の一つと考へたい。

骨端軟骨の変化をマウスによつて検査することは不適當であらうと思われる。何故ならば、マウスは非常にビタミンの影響を受けやすく、飼育方法によつて、クル病様の变化を容易に示すので、飼育施設が不完全な我が国に於ては、此の種の実験は不適當と云うべきであろう。我々の鏡検による所見にては照射群と対照群との間に特に差異を認めなかつた。

5. 結 論

我々は雑系マウスの全身に一日 0.1r を連続照射して、照射回数 200回、レ線總量 20r を与へ、血液所見の検索と共に剖検を行つた結果、下記の如き興味ある知見を得た。

1. 腫瘍の発生は何れの臓器にも認められなかつた。
2. 血液像では、白血球数に僅かの減少を認めた。百分率に於ては、好中球は減少し、淋巴球は増加している。
3. 睾丸に於ては、精母細胞の増殖と変性が、部分的に軽度に認められた。
4. 卵巣は全体に萎縮性で、卵胞及び黄体は殆んど

破壊され長期微量照射による障病が最も著明であつた。

5. レ線感受性の非常に高いとされている脾臓には、軽度ではあるが、淋巴芽球、幼弱淋巴球、淋巴球等の浸潤があり、淋巴濾胞の構造は不規則に乱れ、巨大核細胞が増加しているのを認めた。

擲筆するに當り、終始御指導を賜つた病理学教室の石井教授、矢川助教授に深甚の謝意を表します。

(本論文の要旨は1953年8月松本市中信医学会に於て報告した)

6. 参 考 文 献

- ①Lorenz, Heston, Eschenbrenner: Biological Studies in the Tolerance Range, Radiology, 49; 294, 1947
- ②Lorenz, Heston: Some Biologic Effect of long continue Irradiation, Radiology, 54; 176, 1950
- ③Trautman: Experimentelle Untersuchung über die Wirkung Kleinsten Röntgendosen auf des Keimepithel des Rattenhoden, Strahlentherapie, 91, 4; 602 1953
- ④持田、肥沼、笹尾: 長時間連続照射中に於ける脾臓の組織学的変化, 日レ誌, 14, 5; 471, 昭13
- ⑤Levy: The Effect of Total Body Roentgen Irradiation on the Long Bone of Hamsters, Am. J. Roent., 67, 6; 974, 1952
- ⑥Thomson: Studies on the Effect of Continuous Exposure of Animals to Gamma Radiation from Cobalt 60 Plane Sources, Am. J. Roent., 69, 5; 830, 1953
- ⑦Eschenbrenner: Effect of Roentgen Rays on the Testes, Arch. of Patho.; 736
- ⑧Ellinger: Influence of dose Fractionation on the Lethal X-Ray Effect Produced by Totalbody Irradiation in Mice, Radiology, 49; 238, 1947
- ⑨中原: 反覆極微量散乱X線浴による生体の変調について; 日本医放会誌, 12, 11; 23, 昭28
- ⑩朝山: レントゲン睾丸(1報); 日本医放会誌, 10, 7; 28, 昭25
- ⑪朝山: レントゲン睾丸(2報) 日本医放会誌, 12, 5; 1, 昭27
- ⑫朝山: レントゲン睾丸(3報); 日本医放会誌, 12, 6; 1, 昭27