

Title	放射線の臓器組織呼吸に及ぼす影響について 第1-4報
Author(s)	横田, 五郎
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1960, 19(12), p. 2567-2605
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18959">https://hdl.handle.net/11094/18959</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 放射線の臓器組織呼吸に及ぼす影響について

## 第1報 X線全身照射の白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響

京都大学医学部放射線医学教室（主任 福田正教授）

横 田 五 郎

（昭和34年11月30日受付）

## 第1章 緒 言

元来組織の細胞は組織呼吸によつて酸素を消費し、これによつて糖、脂肪及び蛋白質の酸化を行い、最終的に $\text{CO}_2$ と $\text{H}_2\text{O}$ とにして、この際遊離されるエネルギーを利用して物理的内至化学的仕事を遂行している。この変化は生物の物質代謝過程として最も基本的なもので、これに数多くの生化学的变化が関与して、細胞原形質内の多数の酵素群及び酸化還元系によつて、これが円滑に穩かに進行している。従つて生物に対するX線照射の影響は先ず第1に組織呼吸に於て発現する筈であり、放射線による臓器機能障害は、他のあらゆる臓器機能障害の発現する以前に、又他の臓器機能障害を惹起せしめる放射線量より更に小線量に於て、先ず組織呼吸障害を見出し得るものと考えられる。従来放射線と臓器組織呼吸との関係については、Heeren u Pansdorf<sup>1)</sup>、Barron<sup>2)</sup>、Fränkel u Neumann<sup>3)</sup>、Fleischmann u Laszlo<sup>4)</sup>、島崎<sup>5)</sup>、鈴木<sup>6)</sup>等の研究が認められるがその研究成果は各研究者によつて全く相反しているものもあり、一定の傾向を結論し難い状態である。

私は放射線と臓器機能に関する研究の一端として、臓器組織呼吸に及ぼす影響について検索せんとして本実験に着手した。

## 第2章 健常雄性白鼠の臓器（肝臓、脾臓、腎臓、大脳皮質）組織呼吸について

健常雄性白鼠の臓器組織呼吸については、Warburg氏検圧法の紹介以来多くの研究者によつて検索せられ報告されているが、その実験結果は実験条件の相違と共に區々であり、一定の値を決定

し難い。又従来肝臓については多くの報告を見出し得るが、脾臓、腎臓、大脳皮質について研究せられた報告は比較的少い。

そこで私はX線照射による白鼠の臓器組織呼吸への影響を検索せんとして、先ず対照実験として健常雄性白鼠の臓器（肝臓、脾臓、腎臓、大脳皮質）組織呼吸についてWarburg氏検圧法（直接法）<sup>7)8)9)</sup>による測定を行った。

## 第1節 実験材料及び方法

1) 実験動物は体重150g～200gの健常雌性成熟白鼠を用いた。之を1週間固形飼料（オリエンタル固形飼料）及び青菜にて飼養し、食餌及び居所に馴致せしめた後実験に供した。

2) 検圧装置の呼吸槽は約16ccのものを用い、組織片浮游用Ringer液は1cc、20%苛性カリ液は0.2ccを用いた。

浮游液は0.90% NaCl溶液、1.10% KCl 1.30% CaCl及び1.32%  $\text{NaHCO}_3$ の各溶液を予め作製し、使用に臨んでNaCl溶液100ccにKCl、CaCl各溶液2cc及び $\text{NaHCO}_3$ 溶液20cc宛を混合してWarburg氏組織呼吸用Ringer液とした。尙本Ringer液のpHは7.4である。

Warburg氏検圧計は5本立てのものを使用し、Manometer及び容器は水銀法によつて容器恒数を決定した。

## 3) 組織切片の採り方及び実験操作

白鼠を断頭によつて致死放血せしめ、直ちに可及的無菌的に大脳、肝臓、脾臓、腎臓を摘出して、これ等を等張KOH溶液を入れたピーカーの中に蓄へ、氷で低温に保ち、各臓器（大脳は大脳

表1 白鼠肝臓組織呼吸

研究者名	Q <sub>O<sub>2</sub></sub>
Warburg Posener Neselein (14)	-12
Murphy Hankins (15)	- 9.2
Rosenthal Lasuitzki (16)	-10.5~12.5
Anselmins Elcher Schlossmann (17)	-11.8
Euller Erderlein (18)	-11.1
Walthard (19)	-10.6
皆見 (20)	-10.2
木下, 中村, 須賀井 (21)	- 7.5
海老名 (15/XI~15/XII) (22)	- 9.46
〃 (13/II~9/V) (22)	- 9.65
寺尾 (23)	- 9.72
角本 (24)	- 6.02
服部 (25)	- 7.93
井尻 (26)	- 8.58
相沢 (27)	- 9.5
角田 (2/X~10/X) (28)	-12.2
〃 (31/XI~3/XII) (28)	-12.1
大沢 (29)	- 11.73
須磨 (1年間) (30)	-10.3
宗 (26/II~28/V) (31)	- 12.89
〃 (2/X~2/XII) (31)	- 12.10
〃 (15/I~7/II) (31)	- 12.24
水谷 (4/3~31/5) (32)	- 8.10
〃 (27/X~23/XI) (32)	- 8.18

皮質のみを使用す)を鋭利な剃刀を以て約 0.2~0.4mmの厚さに切り, その数片を予め呼吸槽主室浮游液中に浮游させて Manometer に連絡した後, その空間内容を酸素にて飽和状態に置換し, 次いで37.5度Cの恒温槽中に静置し, 呼吸槽中の内圧が外気圧と平衡するを待つて外気との交通を遮断し, 続いて毎分 100回転の速度を以て左右に振盪し, Manometer 及び呼吸槽内の気圧及び温度の平衡するを待つて (此の間約10分), 30分及び60分の2回に亘り呼吸槽及び容器中の酸素減少量を Manometer の分圧差に依つて測定した。尙測定は臓器摘出後30分前後に開始する様にした。この際組織片が酸素を消費して発生した炭酸ガスは, 呼吸槽副室中の20% KOH溶液によつて完全に吸収される。

又恒に実験条件を同一にする為, 対照実験及び

本実験を通じて大脳皮質は左半球のものを, 肝は右葉を, 脾は被膜を除いて上極に近い部分及び中央部を併用し, 腎は左側腎を選び被膜を除いて皮質を用いた。

4) 計算

呼吸槽中の消費酸素量は Manometer に表れた酸素分圧の差異に依つて次式に基いて計算した。即ち

$$X_{O_2} = h \times \left( \frac{Vg \frac{273}{T} + Vt\alpha}{1000} \right)$$

X<sub>O<sub>2</sub></sub> = 酸素消費量

Vg = 標点に至るまでの瓦斯容積

α = Bunsen 氏瓦斯吸収係数

h = 酸素分圧差

Vt = 液体量

括弧内の式を容器恒数と云い Kを以つて示すと, Kはαの異なるに従い即ち瓦斯体の種類によつて異なるから酸素の場合には K<sub>O<sub>2</sub></sub> を以て表すと, X<sub>O<sub>2</sub></sub> = h K<sub>O<sub>2</sub></sub> となる。

次いで呼吸係数は次式によつて示される。

呼吸係数 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> = X<sub>O<sub>2</sub></sub> μl/mg (乾燥組織重量)/h

組織乾燥重量は実験後組織切片を取出して水洗し, 140°にて2時間乾燥し重量一定となるを待つて秤量した。

5) 尙 Manometer 別に依る Q<sub>O<sub>2</sub></sub> の実験誤差を除くため同一臓器組織は必ず同一 Manometer について実験を終始した。

第2節 実験成績

表2 健常肝臓組織呼吸 (白鼠)

No.	月 日	体重(g)	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 30'	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 60'	1/2 (Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 30' + Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 60')
1	5.25	210	- 10.07	- 9.75	- 9.91
2	5.29	160	- 10.36	- 13.46	- 11.91
3	6.1	150	- 11.46	- 9.07	- 10.28
4	6.21	180	- 9.16	- 9.16	- 9.16
5	6.26	230	- 10.25	- 10.96	- 10.61
6	10.31	200	- 9.84	- 9.07	- 9.46
7	11.11	190	- 12.10	- 11.55	- 11.82
8	11.11	210	- 10.76	- 9.39	- 10.08
平 均					- 10.40

表3 健常脾臓組織呼吸(白鼠)

No.	月 日	体重(g)	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 30'	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 60'	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$
1	5.25	210	- 10.48	- 11.32	- 10.90
2	5.29	160	- 13.73	- 14.42	- 14.07
3	6.1	150	- 12.43	- 10.27	- 11.35
4	6.21	180	- 14.22	- 14.22	- 14.22
5	6.26	230	- 12.56	- 11.22	- 11.89
6	10.31	200	- 10.30	- 10.01	- 10.16
7	11.11	190	- 11.38	13.01	- 12.19
8	11.11	210	- 12.44	- 17.72	- 12.08
平 均					- 11.94

表4 健常腎臓組織呼吸(白鼠)

No.	月 日	体重(g)	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 30'	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 60'	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$
1	5.25	210	- 20.46	- 19.79	- 20.13
2	5.29	160	- 21.86	- 19.13	- 20.50
3	6.1	150	- 22.38	- 20.34	- 21.36
4	6.21	180	- 21.36	- 21.36	- 21.36
5	6.26	230	- 20.96	- 20.23	- 20.60
6	11.11	190	- 20.31	- 20.61	- 20.46
7	11.11	210	- 22.77	- 20.43	- 21.60
平 均					- 20.86

表5 健常大脳皮質組織呼吸(白鼠)

No.	月 日	体重(g)	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 30'	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 60'	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$
1	5.25	210	- 9.14	-7.54	- 8.34
2	5.29	160	- 12.00	-9.85	- 10.93
3	6.1	150	- 11.12	-7.62	- 9.37
4	6.21	180	- 8.17	-8.17	- 8.17
5	11.11	190	- 10.60	-9.67	- 10.14
6	11.11	210	- 10.63	-8.57	- 9.60
平 均					- 9.42

私の実験に於ては健常雄性白鼠8例の各臓器組織の Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は表2~5の通りであつた。即ち、肝臓の Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は最少-9.16, 最大- 11.91で、平均 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は- 10.40であつた。(第2表)

脾臓は Q<sub>O<sub>2</sub></sub> の最少-10.155, 最大- 14.22で、平均 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は 11.94であつた。(第3表)

腎臓では Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は最少- 20.13最大- 21.60で、

平均 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は- 20.86であつた。(第4表)

大脳皮質は最少-8.17最大- 10.93で、平均 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は-9.42であつた。(第5表)

### 第3節 総括及び考按

健常雄性白鼠の肝臓、脾臓、腎臓、大脳皮質について Warburg 氏検正法によつて酸素消費量を測定した結果、私の実験に於ては、平均 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は肝臓では-10.40, 脾臓では-11.94, 腎臓では- 20.86, 大脳皮質では-9.42であつた。従来の文献を見るに、白鼠肝臓については表1の如く既に多数研究者によつて研究せられている<sup>14)~32)</sup>。又季節的の変化は何れも認めていない。

白鼠脾臓についての報告は少なく、Fujita は、Q<sub>O<sub>2</sub></sub> -13.0, 根岸・板垣<sup>33)</sup>は、10例平均- 9.6と報告<sup>10)</sup>しているのみである。

腎臓については浜中<sup>11)</sup>は、各種のpHの浮游液に於て比較した結果、pH 7.4に於て組織酸素消費量は最も旺盛にして、その Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は- 22.66と云い、Krebs. H.A 及び Dixon M<sup>12)</sup> は-21.0と報告し、山本及び黒河内<sup>13)</sup>は-10.3と報告している。

又白鼠大脳皮質についても報告は少く、山本及び黒河内<sup>13)</sup> は- 9.0と報告し、Krebs. H.A 及び Dixon. M<sup>12)</sup> が-10.7と記載し、浜中<sup>11)</sup> は浮游液のpH 7.4に於て最も酸素消費量旺盛にして- 6.63と報告しているのを見るのみである。

上述諸氏の報告と私の実験成績を比較して見るに、各臓器組織の Q<sub>O<sub>2</sub></sub> 何れも諸氏の成績と近似している。唯腎臓組織 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> に於て山本及び黒河内氏の成績と隔段の相違が見られるのは、浮游液の成分の相違によるものではないかと考えられる。又5月25日より11月11日に亘つた私の実験に於ても、各臓器組織とも季節的変化は認められなかつた。

### 第3章 X線全身一時照射の白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響

#### 第1節 実験方法

1) 実験方法及び材料については第1章第1節に於て前述した。

#### 2) X線照射条件及び方法

KXC-17型深部治療用X線発生装置、管球電

表6 予備実験

測定時期	No.	肝	脾	腎	大脳皮質
直 後	(1)	10.23	10.85	21.35	9.97
	(2)	8.64	11.20	20.40	10.23
	(3)	9.78	8.35	18.24	11.05
	(4)	11.35	10.92	19.05	8.87
	(5)	12.40	10.02	23.08	9.24
	(6)	7.05	7.39		
24時間後	(7)	8.85	5.62	20.17	10.26
	(8)	8.68	10.77	17.48	9.03
	(9)	10.69	9.38	19.13	8.26
	(11)	9.27	6.62	20.07	7.93
48時間後	(12)	10.99	9.93	19.93	11.19
	(13)	8.90	7.08	18.98	8.93
	(15)	9.20	8.25	19.25	10.25
	(16)	10.82	9.54	21.32	9.07
72時間後	(18)	7.43	8.92	20.20	8.55
	(19)	7.88	7.27	18.64	10.08
	(20)	5.87	7.23	18.41	10.78
	(22)	8.17	7.04	14.83	8.75
5日後	(24)	5.41	7.87	15.11	8.54
	(26)	8.96	7.53	19.52	7.56
	(27)	10.03	8.94	14.35	11.35
	(29)	11.20	6.52	16.21	9.40
7日後	(31)	5.99	4.34	12.45	8.25
	(33)	11.12	9.58	18.35	8.24
	(35)	9.52	5.21	11.02	9.45
	(37)	14.56	11.46	19.35	5.32
10日後	(40)	10.50	7.75	18.52	9.34
	(41)	8.47	11.39	13.27	6.29

(600r 全身一時照射白鼠臓器  $Q_{O_2}$ )

圧 160KV, 管球電流 3mA 濾過板 0.5mm Cu + 0.4mm Al 皮膚焦点間距離30cm

白鼠を木製の箱に入れ、重ならぬ様注意して、1回に3~4匹宛同時に背部より全身一時照射した。

### 3) 組織呼吸測定時期について

適当な呼吸測定時期を決定する為には先ず次の様な予備実験を行った。即ち

白鼠に半致死量たる 600r を全身一時照射し、照射直後、24時間、48時間、72時間、5日目、7日目、10日目について組織呼吸を測定した結果は表6の通りで、72時間目迄は概ね一定の傾向が認められるが、それ以後の時期に測定したもので

は、X線照射以外の諸因子による影響が加味される為か、実験結果の数値差が過大であり、照射後の経過日数及びX線量の増加と共に生き残り実験動物数も少くなつて来て実験実施が困難となつて来る事、本来組織呼吸の障害は機能障害の早期に発現する障害である事、又明瞭な病理組織学的変化を伴う様な大線量照射について組織呼吸の変化を検索する事は、さして有意義とも考えられない事、及び照射直後は照射前の実験動物取扱い操作による影響が多分に加味されると思われる事、等の理由によつて爾後の本実験は 200r, 400r, 600r, 800r の4線量について照射後24時間目及び72時間目の2回に呼吸測定を実施する事とした。

### 4) 成績の判定方針について

X線照射白鼠群と非X線照射対照群とを比較する際は、各種組織に於て個体差による  $Q_{O_2}$  の動揺範囲のある事を考慮に入れて、 $Q_{O_2}$  の最小、最大、平均値の三者に就て比較検討した。即ち  $Q_{O_2}$  の最小及び最大値が対照に比して夫々大(小)で、而も平均値も亦対照に比して10%以上増加(減少)した場合を呼吸亢進(抑制)と見做し、同様の要約の下に平均値が、5%以上増加(減少)せる場合を、呼吸稍亢進(抑制)される傾向があるとした。

反之  $Q_{O_2}$  の最小及び最大値が、仮令対照に比して夫々大(小)であつても、平均値の増加(減少)が対照に比して5%に満たない場合は著変なしと見做した。又仮に平均値が5%以上増加(減少)しても、最小及び最大値が対照のそれに比して並行的に大(小)でない時は、該実験群の他臓器組織呼吸の消長を参照して判定の資とした。

### 第2節 実験成績

X線照射白鼠4~5例に於ける実験結果は表7~14の通りであつた。

肝では、照射24時間後に於て、(第7表) 200r 照射群は対照に比して14.9%の呼吸亢進が認められ、600r 及び 800r 照射群に於ては、夫々対照に比して 6.8%及び 8.7%の呼吸抑制の傾向が認められた。400r 照射群では対照に比して著変

表7 全身X線照射(2時間後)と肝組織呼吸

X線量	No.	月 日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	9	10.14	210	- 11.27	- 11.97	+14.9%
	10	10.15	220	- 12.51		
	11	10.16	215	- 10.63		
	12	10.18	205	- 13.47		
400r	13	9.5	185	- 8.45	- 9.93	- 3.8%
	14	9.15	205	- 10.78		
	15	10.15	190	- 9.16		
	16	9.30	170	- 11.51		
	17	9.29	180	- 9.99		
600r	(7)	9.2	185	- 8.85	- 9.70	- 6.8%
	(8)	10.8	160	- 8.68		
	(9)	9.7	170	- 10.69		
	(10)	9.4	160	- 9.27		
	(12)	9.19	190	- 10.99		
800r	26	9.10	190	- 9.02	- 9.46	- 8.7%
	29	9.10	160	- 9.62		
	30	9.6	170	- 8.60		
	31	9.16	160	- 10.61		

表11 全身X線照射(72時間)と肝組織呼吸

X線量	No.	月 日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	32	10.1	210	- 10.15	-9.06	-13.0%
	33	10.1	190	- 8.96		
	34	9.25	200	- 5.55		
	35	9.25	240	- 8.56		
400r	36	9.7	170	- 7.07	-8.42	-19.1%
	37	9.29	180	- 8.75		
	38	9.29	170	- 9.94		
	40	9.31	185	- 7.94		
600r	19	9.19	230	- 7.88	-6.82	-34.5%
	20	9.19	220	- 5.87		
	22	9.11	190	- 8.17		
	24	9.11	190	- 5.41		
800r	50	9.30	170	- 5.73	-6.07	-41.6%
	53	9.24	180	- 5.05		
	56	10.20	180	- 6.04		
	57	10.20	190	- 7.47		

を認めなかつた。

照射72時間後に於いては、各線量群共呼吸抑制が認められ、呼吸抑制の程度は概ねX線量の増加に比例して強くなつて居り、800r照射群では実に41.6%の呼吸抑制が観察せられた。(第11表)

又肝  $Q_{O_2}$  は、照射72時間後に於ては、24時間後に比べて何れも呼吸抑制が強かつた。

脾では200r照射24時間後に於て呼吸抑制の傾向を認めた他は、各線量、各時期に於て、何れも呼吸抑制が認められ、その抑制の程度は肝と同様

表8 全身X線照射(24時間後)と脾組織呼吸

X線量	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	9	10.14	210	- 9.48	- 10.82	- 9.4%
	10	10.15	220	- 11.51		
	11	10.16	215	- 9.77		
	12	10.18	205	- 12.52		
400r	13	9.5	185	- 10.94	- 9.28	-22.3%
	14	9.15	205	- 8.33		
	15	10.15	190	- 7.98		
	16	9.30	170	- 9.98		
600r	(7)	9.2	185	- 5.62	- 8.34	-30.2%
	(8)	10.8	160	- 10.77		
	(9)	9.7	170	- 6.62		
	(10)	9.4	160	- 9.38		
	(12)	9.19	190	- 9.32		
800r	26	9.10	190	- 7.83	- 7.06	-40.9%
	29	9.10	160	- 5.53		
	30	9.6	170	- 7.38		
	31	9.16	160	- 7.51		

表12 全身X線照射(72時間後)と脾組織呼吸

X線量	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	32	10. 1	210	- 14.82	- 10.49	-12.1%
	33	10. 1	190	- 10.92		
	34	9. 25	200	- 8.44		
	35	9. 25	240	- 7.79		
400r	36	9. 7	170	- 5.70	- 6.72	-43.7%
	37	9. 29	180	- 7.18		
	38	9. 29	170	- 7.55		
	40	9. 31	185	- 6.45		
600r	19	9. 19	230	- 7.27	- 7.36	-39.3%
	20	9. 19	220	- 7.28		
	22	9. 11	190	- 7.04		
	24	9. 11	180	- 7.87		
800r	50	9. 30	170	- 6.63	- 5.97	-50.0%
	53	9. 24	180	- 5.73		
	56	10. 20	180	- 4.78		
	57	10. 20	190	- 6.72		

X線量の増加に比例していた。(第8表)

脾  $Q_{O_2}$  も亦72時間後のものは24時間後に比べて呼吸抑制が強かった。(第12表)

尙72時間後に於て 400r 照射群は 600r 照射群より呼吸抑制が強かったが、その差は4%で個体

差及び実験誤差による矛盾と考えられる。

腎では、24時間後に於て 600r 及び 800r 照射群(第9表)に於て呼吸抑制の傾向が認められた他、200r 及び 400r 照射群には著変を認めなかった。

表9 全身X線照射(24時間後)と腎組織呼吸

X線量	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	9	10. 14	210	- 22.16	- 21.77	+ 4.4%
	10	10. 15	220	- 21.28		
	11	10. 16	215	- 21.07		
	12	10. 18	205	- 22.56		
400r	13	9. 5	185	- 19.79	- 20.35	- 2.4%
	14	9. 15	205	- 19.80		
	15	10. 15	190	- 22.38		
	16	9. 30	170	- 19.32		
	17	9. 29	180	- 20.44		
600r	(7)	9. 2	185	- 20.17	- 19.35	- 7.2%
	(8)	10. 8	160	- 17.48		
	(9)	9. 7	170	- 19.13		
	(10)	9. 4	160	- 20.07		
	(12)	9. 19	190	- 19.93		
800r	26	9. 10	190	- 21.32	- 19.37	- 7.1%
	29	9. 10	160	- 18.27		
	30	9. 6	170	- 17.65		
	31	9. 16	160	- 20.26		

表13 全身X線照射(72時間後)と腎組織呼吸

X線量	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	32	10. 1	210	- 18.05	- 19.56	- 6.7%
	33	10. 1	190	- 20.45		
	34	9. 25	200	- 20.60		
	35	9. 25	240	- 19.16		
400r	36	9. 7	170	- 15.22	- 17.09	-18.1%
	37	9. 29	180	- 16.82		
	38	9. 29	170	- 18.25		
	40	9. 31	185	- 18.07		
600r	19	9. 19	230	- 18.64	- 16.75	-19.7%
	20	9. 19	220	- 18.41		
	22	9. 11	190	- 14.83		
	24	9. 11	180	- 15.11		
800r	50	9. 30	170	- 15.08	- 15.75	-24.5%
	53	9. 24	180	- 17.27		
	56	10. 20	180	- 15.07		
	57	10. 20	190	- 16.58		

72時間後(第13表)に於ては400r以上に於て概ねX線量に比例した呼吸抑制が認められ、200r照射群に於ては呼吸抑制の傾向が認められた。

大脳皮質では24時間後に於て200r照射群は呼吸亢進が認められ、それ以上の線量に於ては著変

を認めなかつた。(第10表)

72時間後では200r照射群(第14表)に於て呼吸亢進の傾向が認められ、それ以上の線量に於ては著変を認めなかつた。

第3節 小括



表10 全身X線照射(24時間後)と大脳皮質組織呼吸

X線量	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	9	10. 14	210	- 10.79	- 10.82	+14.7%
	10	10. 15	220	- 11.15		
	11	10. 16	215	- 11.70		
	12	10. 18	205	- 9.62		
400r	13	9. 5	185	- 10.03	- 9.63	+ 2.2%
	14	9. 15	205	- 10.38		
	15	10. 15	190	- 9.37		
	16	9. 30	170	- 9.46		
	17	9. 29	180	- 8.93		
600r	(7)	9. 2	185	- 10.26	- 9.33	- 1.0%
	(8)	10. 8	160	- 9.03		
	(9)	9. 7	170	- 8.26		
	(10)	9. 4	160	- 7.93		
	(12)	9. 19	190	- 11.19		
800r	26	9. 10	190	- 9.32	- 9.50	+ 0.2%
	29	9. 10	160	- 9.45		
	30	9. 16	160	- 9.72		

表14 全身X線照射(72時間後)と大脳皮質組織呼吸

X線量	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
200r	32	10. 1	210	- 9.51	- 10.21	+ 8.2%
	33	10. 1	190	- 10.15		
	34	9. 25	200	- 10.33		
	35	9. 25	240	- 10.83		
400r	36	9. 7	170	- 8.75	- 9.01	- 4.4%
	37	9. 29	180	- 9.06		
	38	9. 29	170	- 9.22		
	40					
600r	19	9. 19	230	- 10.08	- 9.54	+ 1.2%
	20	9. 19	220	- 10.78		
	22	9. 11	190	- 8.75		
	24	9. 11	180	- 8.54		
800r	50	9. 30	170	- 9.24	- 9.15	- 2.5%
	53	9. 24	180	- 9.56		
	56	10. 20	180	- 9.49		
	57	10. 20	190	- 8.47		

肝では 200r 照射24時間後に於て呼吸亢進を認めた以外は概ね各線量, 照射後の経過時間に比例して漸増する呼吸抑制乃至抑制の傾向を認めた。(第16表)

脾は24時間後に於て既に 200r で呼吸抑制の傾

向をそれ以上の線量では著明な呼吸抑制を認めた。72時間後に於ては何れも著明な呼吸抑制を認めたが, 400r 以上では急激に呼吸抑制も強くなり, 各線量とも概ね同程度の呼吸抑制を認めた。

腎は24時間後に於て 600r 及び 800r で呼吸抑

表16 X線の白鼠肝組織呼吸に及ぼす影響

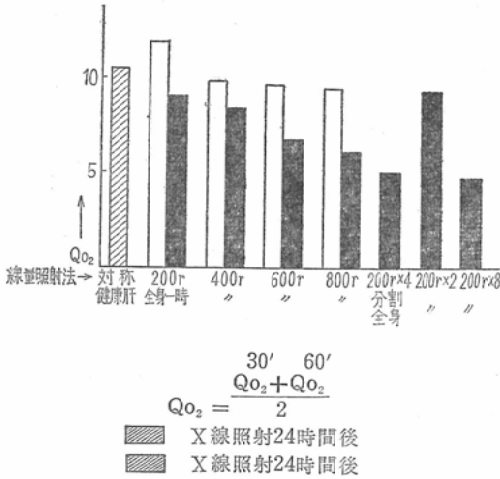
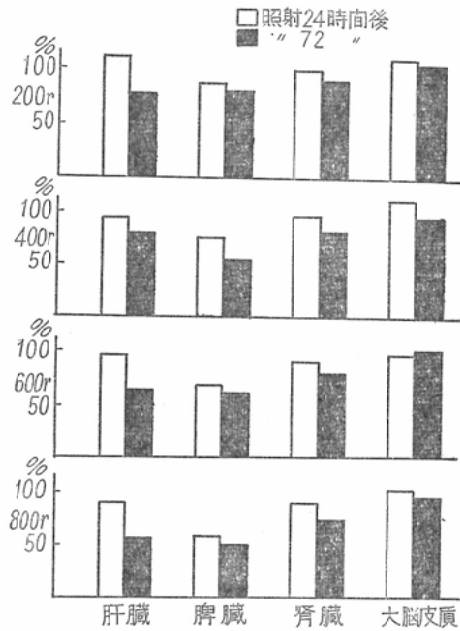


表17 X線照射の白鼠肝臓, 脾臓, 腎臓, 大脳皮質組織呼吸に及ぼす影響 (%)



制を認めた以外は著変を認めず, 72時間後ではかなりの呼吸抑制を認めたが, 肝, 脾, に比して呼吸抑制は軽度であった。

大脳皮質では概ね著変を認めなかったが, 200 r 24時間後及び72時間後に夫々呼吸亢進及び呼吸

表15 全身X線照射の白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響 (数値)

線量	検査時期	肝臓	脾臓	腎臓	大脳皮質
200r	24H後	— 11.97	— 10.82	— 21.77	— 10.82
	72H後	— 9.06	— 10.49	— 19.56	— 10.21
400r	24H後	— 9.98	— 9.28	— 20.35	— 9.63
	72H後	— 8.42	— 6.72	— 17.07	— 9.01
600r	24H後	— 9.70	— 8.34	— 19.35	— 9.33
	72H後	— 6.82	— 7.36	— 16.75	— 9.54
800r	24H後	— 9.46	— 7.06	— 19.37	— 9.50
	72H後	— 6.07	— 5.97	— 15.75	— 9.15

亢進の傾向を認めた。各臓器間の呼吸抑制の比率は24時間後及び, 72時間後共に脾に於て最も強く, 肝, 腎の順で呼吸抑制が少くなり, 大脳皮質では呼吸抑制は認められず一部に於て呼吸亢進を認めた。(第15, 16, 17表)

第4章 X線全身分割照射の白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響

第1節 実験方法

実験方法及び材料については第1章第1節に述べた通りで, 白鼠4匹宛同時に背部より1日1回

200r 宛 (X線照射条件及び方法は第2章第1節と同じ) 連日2~8日間連続全身照射し, 照射終了後24時間目に断頭放血致死せしめて摘出せる臓器について組織呼吸の測定を行った。

第2節 実験成績

1) 肝臓では表18, 19, 20に示す如く, 200r x 2の場合は呼吸抑制の傾向を認めたが, 200r x 4及び200r x 8では共に50%に及ぶ呼吸障害が認められ, 急激に呼吸障害が強くなっている。

2) 脾臓では200r x 2に於ても既に33%に及

表18 全身X線分割照射白鼠臓器組織呼吸 (200r×2)

臓器名	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臓	58	9. 1	190	- 9.70	- 9.65	- 8.3%
	59	9. 2	180	- 8.13		
	60	9. 1	200	- 10.57		
	61	10. 26	200	- 10.21		
脾臓	58	9. 1	190	- 7.63	- 7.90	-33.9
	59	9. 2	180	- 7.14		
	60	9. 1	200	- 8.01		
	61	10. 26	200	- 8.80		
腎臓	58	9. 1	190	- 20.37	- 19.12	- 8.1
	59	9. 2	180	- 19.83		
	60	9. 1	200	- 19.20		
	61	10. 26	200	- 17.06		
大脳皮質	58	9. 1	190	- 9.87	- 10.98	+16.5
	59	9. 2	180	- 10.35		
	60	9. 1	200	- 10.97		
	61	10. 26	200	- 12.74		

表19 全身X線分割照射白鼠臓器組織呼吸 (200r×4)

臓器名	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臓	62	1. 29	200	5.91	- 6.08	-41.6%
	63	1. 29	180	6.08		
	65	1. 29	190	5.35		
	67	1. 28	210	6.97		
脾臓	62	1. 29	200	6.97	- 8.72	-52.1%
	63	1. 29	180	5.22		
	65	1. 29	190	4.94		
	67	2. 28	210	5.74		
腎臓	62	1. 29	200	20.87	- 19.02	- 8.6%
	63	1. 29	180	19.35		
	65	1. 29	190	18.66		
	67	2. 28	210	17.22		
大脳皮質	62	1. 29	200	10.12	+ 10.47	+11.1%
	63	1. 29	180	11.47		
	65	1. 29	190	9.32		
	67	2. 28	210	10.97		

呼吸抑制が認められ、200r×4、200r×8とX線総量に比例して漸増する呼吸抑制が認められた。

3) 腎臓では200r×2及び200r×4の場合に呼吸抑制の傾向を認め、200r×8ではかなりの呼吸抑制を認めた。但し200r×2と200r×4の場合に有意の差は認められなかった。

4) 大脳皮質では200r×2及び200r×4に於て呼吸亢進を認め、200r×8では著変を認めなかった。即ち大脳皮質に於てはX線総量の増加と逆比例する組織呼吸の亢進が認められた。

### 第3節 小括

全身分割照射に於ても全身一時照射の場合と同様、各臓器共X線総量の増加とほぼ比例して組

表20 全身X線分割照射白鼠臟組織呼吸 (200r×8)

臟器名	No.	月日	体重(g)	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臟	68	9. 9	170	4.84	— 5.03	—51.7%
	69	9. 9	160	5.58		
	71	9. 10	180	5.29		
	74	9. 10	170	4.39		
脾臟	68	9. 9	170	6.64	— 5.06	—57.7%
	69	9. 9	160	5.10		
	71	9. 10	180	4.35		
	74	9. 10	170	4.13		
腎臟	68	9. 9	170	18.24	— 17.51	—16.1%
	69	9. 9	160	17.62		
	71	9. 10	180	17.23		
	74	9. 10	170	16.93		
大腦皮質	68	9. 9	170	9.13	— 9.58	+ 1.7%
	69	9. 9	160	10.69		
	71	9. 10	180	10.11		
	74	9. 10	170	9.40		

表21 全身X線照射(分割及一時)白鼠臟器組織呼吸

	X線量	肝臟	脾臟	腎臟	大腦皮質
Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	200r×2	— 9.65	— 7.90	—19.12	—10.98
	400r	— 9.98	— 9.28	—20.35	— 9.63
	200r×4	— 6.08	— 5.72	—19.02	—10.47
	800r	— 9.46	— 7.06	—19.37	— 9.50
	200r×8	— 5.03	— 5.06	—17.51	— 9.58
増減率 (%)	200r×2	— 8.3%	—33.9	— 8.1	+16.5
	400r	— 3.8	—22.3	— 2.4	+ 2.2
	200r×4	—41.6	—52.1	— 8.6	+11.1
	800r	— 8.7	—40.9	— 7.1	+ 0.2
	200r×8	—51.7	—57.7	—16.1	+ 1.7

表22 全身X線照射の白鼠臟組織呼吸に及ぼす影響(増減率%)

X線量	検査時期	肝臟	脾臟	腎臟	大腦皮質
200r	24H後	+14.9%	— 9.4	+ 4.4	+14.7
	72H後	—13.0	—12.1	— 6.7	+ 8.2
400r	24H後	— 3.8	—22.3	— 2.4	+ 2.2
	72H後	—19.1	—43.7	—18.1	— 4.4
600r	24H後	— 6.8	—30.2	— 7.2	— 1.0
	72H後	—34.5	—39.3	—19.7	+ 1.2
800r	24H後	— 8.7	—40.9	— 7.1	+ 0.2
	72H後	—41.6	—50.0	—25.5	— 2.5

白鼠全身一時照射と分割照射の比較

X線照射法	肝 臓	脾 臓	腎 臓	大脳皮質
400r×1	- 3.8%	-22.3%	- 2.4%	+ 2.2%
200r×2	- 8.3%	-33.9%	- 9.9%	+16.5%
800r×1	- 8.7%	-40.9%	- 7.1%	+ 0.2%
200r×4	-41.6%	-52.1%	- 8.8%	+11.1%
200r×8	-51.7%	-51.7%	-16.1%	+ 1.7%

織呼吸の抑制乃至抑制の傾向が認められたが、唯大脳皮質だけはX線総線量に逆比例する呼吸亢進を認めた。

X線分割照射の際に於ける各臓器間の呼吸抑制の比率を見ると、全身一時照射の場合と同様脾に於て最も強く、肝臓之に次ぎ腎臓が最も影響が少かつた。(第21表)

次に同X線量を一時照射した場合と分割全身照射した場合とを比較すると、表22に示す如く肝、脾、腎では共に分割照射は一時的照射の場合に比べて呼吸抑制が強かつたが、大脳皮質では一時照射の場合より分割照射の場合の方が呼吸亢進が著明であつた。

### 第5章 X線全身微量照射の白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響

近年放射線及び放射性物質の人体許容量が問題とせられ、その決定が強く要望されている。そこで本章に於ては微量X線照射の組織呼吸に及ぼす影響を検し、本問題検討の参考に資せんとした。

#### 第1節 実験方法

第1章第1節の1に於けると同様、白鼠を木製箱に入れて背部よりX線を1日1r宛連続3日間計3rを全身照射し、X線照射直後(本章実験に際しては線量が少いので照射直後の変化をも重視し、特に動物の取扱いに注意して直後の測定をも行つた)、24時間後、72時間後、7日後について肝臓、脾臓、腎臓、大脳皮質の組織呼吸を測定した。

#### 第2節 実験成績

白鼠6匹を使用した実験結果は表32の通りで、各臓器各時期共大きな変化は認められなかつた。即ち

肝臓は、直後及び7日後に於て呼吸抑制の傾向が認められ、24時間、72時間に於ては著変を認め

なかつた。

脾臓は、直後に於て呼吸抑制を認め、7日後に於て呼吸抑制の傾向を認めた。24時間及び72時間に於ては著変を認めなかつた。

腎臓は、各測定時期に於て呼吸に著変を認めなかつた。

大脳皮質は、7日後に於て呼吸亢進の傾向を認めたが、その他の測定時期に於て著変を認めなかつた。

#### 第3節 小括

脾臓でX線照射直後に於て呼吸抑制が、7日後に抑制の傾向が認められ、肝臓では直後、72時間、大脳皮質では7日後に於て呼吸抑制の傾向が認められたが、全般的に微量X線照射による組織呼吸の変化は僅少であり、脾臓に於ける変化以外はX線照射の影響によるものかどうか断定出来ない。

### 第6章 白鼠摘出臓器X線照射の臓器組織呼吸に及ぼす影響

摘出した臓器は、既に生体内に於ける臓器とは全ゆる点で異つた状態にあり、更にこの摘出臓器にX線を照射しても、生体をX線照射した場合とは比較にならぬとも考えられるが、本章の実験もX線照射による生体臓器組織呼吸の変化を究明する上の或る程度の示標となり得ると思われたので、本実験を企図した。尙従来本章実験に類する研究は全く認められない。

#### 第1節 実験材料及び方法

白鼠を断頭致死せしめて可及的放血せしめた後、素早く肝臓、脾臓、腎臓、大脳皮質を摘出し、予め氷にて低温に保つたリンゲル液中に浮遊せしめて、直ちにX線を照射し、照射直後について組織呼吸を測定した。

表32 全身X線微量照射白鼠臓器  $Q_{0_2}$ 

臓器名	検査時期	No.	月 日	体重 (g)	$\frac{1}{2}(Q_{0_2} 30' + Q_{0_2} 60')$	平均	増減率
肝	直 後	149	8. 30	200	10.85	— 9.74	— 6.4%
		150	8. 30	190	8.46		
		151	5. 19	190	9.90		
	24H後 (時間)	152	8. 31	205	10.16	— 10.09	— 3.0
		153	8. 31	200	10.26		
		154	5. 20	190	9.85		
	72H後	155	9. 2	195	10.35	— 10.62	+ 2.1
		156	9. 2	200	10.68		
		157	5. 22	160	10.83		
	7日後	158	9. 6	200	11.87	— 10.59	+ 1.8
		159	9. 6	210	10.39		
		160	5. 26	190	9.50		
脾	直 後	149	8. 30	200	11.26	— 10.47	—12.3
		150	8. 30	190	9.54		
		151	5. 19	190	10.62		
	24H後	152	8. 31	205	10.99	— 12.15	+ 1.8
		153	8. 31	200	13.45		
		154	5. 20	190	12.00		
	72H後	155	9. 2	195	11.20	— 11.68	— 2.2
		156	9. 2	200	12.18		
		157	5. 22	180	11.65		
	7日後	158	9. 6	200	11.64	— 11.08	— 7.2
		159	9. 6	210	10.26		
		160	5. 26	190	11.35		
腎	直 後	149	8. 30	200	20.70	— 20.25	— 2.9
		150	8. 30	190	20.17		
		151	5. 19	190	19.89		
	24H後	152	8. 31	205	21.28	— 20.90	+ 0.2
		153	8. 31	200	20.57		
		154	5. 20	190	20.85		
	72H後	155	9. 2	195	22.66	— 21.62	+ 3.6
		156	9. 2	200	20.50		
		157	5. 22	180	21.70		
	7日後	158	9. 6	200	22.03	— 21.33	+ 2.3
		159	9. 6	210	20.75		
		160	5. 26	190	21.20		
大脳皮質	直 後	149	8. 30	200	10.23	— 9.73	+ 3.3
		150	8. 30	190	9.21		
		151	5. 19	190	9.70		
	24H後	152	8. 31	205	10.54	— 10.04	+ 6.6
		153	8. 31	200	9.47		
		154	5. 20	190	10.10		
	72H後	155	9. 2	195	10.17	— 9.82	+ 4.3
		156	9. 2	200	9.43		
		157	5. 22	180	9.85		
	7日後	158	9. 6	200	10.29	— 9.92	+ 5.3
		159	9. 6	210	9.97		
		160	5. 26	190	9.50		

臓器を浮遊せしめるリンゲル液は、ビーカーを用いて1匹の白鼠の4臓器は同一ビーカー中に同時に浮遊せしめ、互に重ならぬ様注意した。リンゲル液高は2cmとし、X線は焦点ビーカー底間距離は30cmで照射した。

尙X線照射中もビーカー周囲及び底は氷水にて一定温度に保つ様にした。又対照としては臓器を浮遊させないリンゲル液に600rを照射し、このリンゲル液に摘出臓器を30分間浮遊せしめたものを用いた。

表33 白鼠摘出臓器 X線照射と各臓器  $Q_{O_2}$ 

	日/月	No.	肝 $Q_{O_2}$		脾 $Q_{O_2}$		腎 $Q_{O_2}$		大脳皮質 $Q_{O_2}$	
対照	23/10	172	-4.47	-4.47	-6.64	7.63	-11.85	11.71	-11.05	10.33
	25/10	173	-3.55		-8.37		-10.61		-9.41	
	5/3	174	-5.52		-7.87		-12.68		-10.53	
200r	20/10	175	-6.35	-7.25	-10.55	9.04	-14.22	13.34	-12.79	11.81
	18/10	161	-7.31		-7.66		-13.55		-10.57	
	7/3	162	-8.07		-8.90		-12.25		-12.08	
400r	21/10	163	-4.04	-4.46	-6.25	6.79	-7.87	8.56	-9.25	9.23
	19/9	164	-3.47		-6.46		-8.91		-8.24	
	9/3	165	-5.86		-7.67		-8.89		-10.21	
600r	1/12	166	-6.53	-6.93	-12.15	10.69	-16.84	16.86	-10.54	9.65
	26/9	167	-8.37		-9.57		-16.50		-9.16	
	10/3	168	-5.89		-10.35		-17.25		-9.26	
800r	29/10	169	-6.44	-6.67	-6.39	7.34	-12.88	12.74	-8.59	8.03
	27/10	170	-6.32		-7.53		-11.79		-7.36	
	12/3	171	-7.25		-8.04		-13.56		-8.15	

## 増減率 (比対照)

	肝	脾	腎	大脳皮質
200r	+62.2%	+18.5%	+22.5%	+14.3%
400r	-22.0	-11.0	-26.9	-10.7
600r	+55.0	+40.1	+44.0	-6.8
800r	+49.2	-3.7	-8.8	-22.3

## 第2節 実験成績

各線量につき3例宛行つた実験結果は表33の通りで、肝臓では対照に比較して200r照射群に於て最も強い呼吸亢進を認め、次いで600rに於て著明な呼吸亢進を、800rに於てもかなり強い呼吸亢進を認めた。

400rに於ては、反対に対照に比較して呼吸抑制が認められた。

脾臓では600rに於て最も強い呼吸亢進を認め、200r照射で之に次ぐ呼吸亢進を認めた。400r照射例では逆に呼吸抑制が見られ、800r照射例では著変を認めなかつた。

腎臓では、脾と同様600r照射例に於て最も強く、次いで200r照射例に於て呼吸亢進を認め、800r照射例では呼吸亢進の傾向を認めたが、400r照射例では呼吸抑制を認めた。

大脳皮質では、200r照射例に於て呼吸亢進を認めた以外は、400r、600r、800rに於て何れ

も呼吸抑制が認められ、800r照射例に於て最も強く、600r照射例では抑制の傾向を認めた。

尙、本章に於ける対照例では大脳皮質以外は何れも著明な呼吸抑制が認められ、肝が最も強く抑制せられ腎及び脾が之に次いだ。大脳皮質では呼吸亢進の傾向を認めた。

## 第3節 小括

摘出臓器X線照射に際しては、各線量に於て各臓器共、対照に比して概ね組織呼吸の著明な亢進を認めたが、唯400r照射例に於ては各臓器共呼吸の抑制が観察せられた。但し600r照射例中大脳皮質は呼吸抑制の傾向を認め、800r照射例で脾臓は組織呼吸に著変を認めなかつた。

又生体X線照射に際しては脾臓が最も強い呼吸変化を認めたのに反して、本章実験では肝臓に於て最も強い組織呼吸の変化を認め、腎臓次いで脾臓に変化を認め、大脳皮質に於て最も影響が少なかつた。(第34表)

表34 摘出臓器 X線照射と生体照射の比較

	肝	脾	腎	大脳皮質	X線量
対照/健	-57.0%	-36.1%	-43.9%	+ 9.7%	
X⊕摘出臓器 / X⊕生体	-39.4%	-16.4%	-38.7%	+ 9.2%	200r
	-55.3%	-26.8%	-57.9%	- 4.2%	400r
	-28.6%	+28.2%	-12.9%	+ 3.4%	600r
	-29.5%	+ 4.0%	-34.2%	-15.5%	800r

尙X線量と組織呼吸増減量との間には、一定の傾向及び関係は認められなかつた。

### 第7章 総括及び考按

白鼠を用いてX線全身照射して、肝、脾、腎、大脳皮質の組織呼吸の変化を検索した結果

1) X線全身一時照射に際して、肝、脾、腎では、一部小線量(200r)早期(24時間)に於て呼吸亢進を認めた以外は、概ねX線量及び照射回数、照射後の経過時間に比例して漸増する呼吸抑制を認めたが、一般に脾の呼吸抑制が最も強く、肝もかなり鋭敏に障害せられ、腎が最も障害が少なかつた。大脳皮質では概ね呼吸亢進を認め、一部に於ては影響を認めなかつた。

X線全身照射と臓器組織呼吸に関する先人の業績を見るに、

Heeren 及び Pansdorf<sup>5)</sup> (1931) は、廿日鼠及び白鼠を背位に固定して腹側から 550r を全身照射し、照射直後、腎臓及び肝臓組織の酸素消費量を測定して、共に  $Q_{O_2}$  の著明な増加を認め、私の実験成績とは相反するが、私の実験とは呼吸測定時期が異なるので比較にならないが私の予備実験に於ても、600r 照射直後に一部肝及び腎組織呼吸の亢進を認めたものもあつた事は氏の研究成績と一致する。

Barron<sup>2)</sup> は、白鼠に 100r~900r のX線全身照射後、その肝、脾、腎、甲状腺、辜丸、顎下腺及び小腸について経時間的に組織呼吸を検索して、大部分の臓器に於て  $Q_{O_2}$  の減少を認め、唯副腎のみは照射後3日間は  $Q_{O_2}$  の増加を認めている。又私の実験成績と同様脾に於て最も  $Q_{O_2}$  の減少が強く、肝次いで腎の順で  $Q_{O_2}$  の減少も少ないとの結果を得ている。

鈴木<sup>6)</sup> は、廿日鼠に 50~1000r を全身照射し、

その肝、脾、腎、大脳の組織呼吸を測定し、脾は小線量にても著明に呼吸減少し、大脳では軽度の呼吸障害を認めている。

これ等諸氏及び私の成績から考察するに、白鼠のX線全身一時照射に際しては、肝、脾、腎は小線量照射後早期に一部に於て、一時軽度に組織呼吸の亢進するものもあり、照射後の時間経過と共に呼吸抑制を惹起し、時間の経過と共にその抑制も増強されるが、400r 以上では多田<sup>34)</sup> が白鼠を用いて肝の形態学的変化を検索した実験に於て、全身1回照射に際して 400r より 450r の間のX線生物効果の差は相当大なるものがあると云える如く、各臓器共、急に呼吸抑制が強くなり、600r 以上の線量ではX線照射直後から概ね呼吸亢進なしに抑制だけが起り、唯大脳皮質では呼吸亢進を起し、400r 以上では影響を受けないものと思われる。

又X線照射によつて脾は最も鋭敏で、小線量にても著明に呼吸減少し、次いで肝、腎の順で呼吸障害は少くなるものと考えられる。

2) X線全身分割照射に際しては概ね一時照射の場合と同様の呼吸障害を認めたが、呼吸障害の程度は同線量一時照射の場合に比して 200r×2、200r×4 の場合は何れも強度であり、200r×4 と 200r×8 とを比較して見ると、照射回数及びX線量の増加の割に呼吸障害に著差を見出し難く、殊に脾ではこの事が明瞭であつた。

大脳皮質では分割照射に際して、一般に一時照射の場合より著明な呼吸亢進が認められたが、一時照射の場合同様、呼吸亢進はX線量及び照射回数に逆比例していた。

この事は一般に放射線が反覆照射された場合、組織細胞が放射線の習慣を得て、放射線感受性が



低下するとも云われている事によく一致し、組織呼吸障害も分割照射に際して、照射回数増加と共に習慣性を得て感受性<sup>35)</sup>が低下し、或る照射回数以上では呼吸障害も比較的少くなるものと考えられる。

3) 全身照射の最大許容量については1925年 Mutscheller が始めて之を注意して以来、此の方面の研究が盛んに行われた。即ち

樋口<sup>36)</sup>等(1938年)の家兎を用いて血液の変動、血清、尿の諸性状及び病理組織学的検索を行った実験、山田<sup>37)</sup>(1940)の家兎白血球に対する影響殊にエオジン嗜好細胞機能の変動を主体とした一連の実験、大町<sup>38)</sup>の家兎を用いて血液及び諸臓器の病理組織学的検索を行った実験、Rudolf Pape<sup>39)</sup>の白鼠について脾、肝の組織学的所見並びに血液所見について観察した実験等があるが、X線微量照射の臓器組織呼吸に及ぼす影響についての研究は見当らない。又これ等の研究は何れもX線を長期反覆照射し、長期に亘って観察したものであり、私の組織呼吸を主体とした実験結果とは比較にならないが、私の実験結果からは少なくとも全身微量照射に際しては、1r宛連日3回照射によつても、既に脾に於て照射直後に呼吸抑制を認め得るものと考えられる。

4) X線照射の細胞呼吸に及ぼす影響に関する研究は諸氏<sup>40)</sup>によつて研究せられ、何れも細胞呼吸は小X線量に於ては影響を受け難く、過大線量によつて始めて呼吸抑制を認めているが、摘出臓器に直接X線照射して、その呼吸変化について検索した研究は見当らない。

摘出臓器に直接X線照射した私の実験に於ては、肝、脾、腎は概ねX線照射は摘出臓器に対して呼吸亢進的に作用し、大脳皮質では呼吸抑制的に作用するが如き結果を得た。

摘出臓器は血流が杜絶し、酸素の供給もないものと考えられるが、かゝる乏酸素状態に於ては、X線照射によつて生ずる  $H_2O_2$ ,  $OH$ ,  $O_2H$ , 等のSH基酸化基の発生も少く、従つて呼吸酵素系の障害も起り難いことは充分考えられる。

私の実験に於ける呼吸亢進は対照(X線照射リ

ンゲル液に一定時間臓器を浮遊させた場合)と比較したものであり、組織の臓器摘出及びその後の時間経過による呼吸減弱を考慮すると、X線そのもの、影響による呼吸亢進であるかどうか断定は困難であるが、少なくとも摘出臓器を直接X線照射した場合、肝、脾、腎、についてはその組織呼吸は亢進はしても、抑制される事はないものと考えられる。

## 第8章 結 論

1) X線照射は概ね肝、脾、腎の臓器組織呼吸に対しては抑制的に、大脳皮質には亢進的に作用した。

2) 白鼠全身X線照射に際しては小線量(200r)照射早期(24時間後)に於て組織呼吸の亢進を認めたが、その他の場合は概ね呼吸抑制を認め、その抑制も脾に於て最も強く、肝之に次ぎ、腎は最も少く、大脳皮質は400r以下に於て呼吸亢進を認めた以外は概ね影響を認めなかつた。

3) 白鼠全身微量X線照射(1r×3)に際しては、脾に於て照射直後に呼吸抑制を認めた以外は概ね著変を認めなかつた。

4) 白鼠摘出臓器X線照射に際しては、概ね対照に比して組織呼吸の亢進を認めた。

## 文 献

- 1) J. Heeren and J. Pansdorf Strahlentherapie 42, 307~327, 1931. — 1) E.S. Guzman Barron: Radiation Biology U.S.A.E.C. Report 11, 304, 1946. — 3) S.R. Fränkel and J.M. Neumann Strahlentherapie 57, 195~202, 1936. — 4) D. Laszlo and W. Fleischmann, Wien: Strahlentherapie 62, 151~154. — 5) 島崎敏雄: 日本レントゲン学会雑誌, 7巻5号, 430, 458. — 6) 鈴木慎二: 日本医学放射線学会誌, 15巻5号 378. — 7) ワールフールグ検圧計: 化学の領域, 増刊13, 1954. ; 20, 1955. — 8) 藤田秋治: 検圧計とその応用. — 9) 江上不二夫: 標準生化学実験, 363~383. — 10) 根岸明, 板垣仙次郎: 北関東医学, 3巻1号, 24. — 11) 浜中信二: 京都府立医大誌, 18巻1号, 1. — 12) Krebs. H.A. Dixon M: Macleods Physiology in Modern medicine 711, 1941. — 13) 山本巖, 黒河内寛: 日本薬理学会誌, 47巻2号, 50. — 14) Warburg, Posener and Negelein: Biochem Z 152, 309, 1924. — 15) James B. Murphy and James A. Haukins: 角田重信: 東京医学会雑誌, 49巻6号, 863, S. 10.

— 16) O. Rosenthal and A. Lasnitzki: *Biochem Z* 196, 340, 1928. — 17) K.J. Anselms. O. Eicher and H. Schlossman: *Biochem Z* 205, 481, 1929. — 18) Haus v. Euler and Ragner Erderlein: *Biochem Z* 261, 226, 1933. — 19) B. Walthard: *Zeitschrift für die gesamte Experimentelle Medizin* 94, 45, 1934. — 20) Seigo, Minami: *Biochem Z* 142, 334, 1923. — 21) 木下, 中村, 須賀井: 日本病理学会雑誌, 20, 335, S. 10. — 22) 海老名敏明: *The Tohoku J. of exp Med* 19, 139, S7. — 23) 寺尾幸司: 日本内分泌誌, 9巻7号, 919, S10. — 24) 角田永一: 京都府立医大誌, 7巻3号, 966, S8. — 25) 服部秀雄: 日本内分泌誌, 12巻2号, 223, S11. — 26) 井尻養次郎: 京都府立医大誌, 27巻1号, 559, S14. — 27) 相沢三郎: 日本内分泌誌, 15巻2号, 184, S14. — 28)

角田重信: 東京医学会雑誌, 49巻6号, 863, S10. — 29) 大沢天臣: 十全医会誌, 35巻4号, 655, S5. ; 41巻4号, 1273, S11. — 30) 須磨月水: 慶応医学, 22巻4号, 421, S17. — 31) 宗寛治: 日本内分泌誌, 9巻10号, 1209, S9; 11巻1号, S10; 11巻2号, 151, — 32) 水谷健三: 日本内分泌誌, 8巻7号, 703; 8巻8号, 822, S7. — 33) Fujita: *Biochem Z* 197, 175, 1928. — 34) 多田勝彦: 日本医学放射線学会誌, 17巻6号, 682. — 35) 武田俊光: レントゲン治療学, 21, S28. — 36) 樋口助弘他5名: 日本レントゲン学会雑誌, 16巻4号, 467, S13. — 37) 山田正彦: 十全医会誌, 45巻2号, 435, S15. — 38) 大町正道: 日本医学放射線学会誌, 15巻4号, 421, S30. — 39) Rudolf R.: *Strahlentherapie* 84, 245, 1950. — 40) E.S. Guzman Barron: *Radiation biology* 11, 300.

## 第2報 肝臓部X線照射の肝臓組織呼吸に及ぼす影響

### 第1章 緒言

肝臓部X線照射の肝機能に及ぼす影響については、先人の詳細な研究<sup>1)2)3)4)</sup>があるが、肝臓組織呼吸に及ぼす影響について研究せられた報告は全く見られない。

そこで私は第1報で報告したX線全身照射に続いて肝臓部X線照射を行い、肝臓組織呼吸の変化を検索しようとしたが、白鼠を用いて肝臓部X線照射は実施すれば可能ではあるが、照射に際しての白鼠の固定保持その他の点で困難と思われたので、本報の実験は家兎を使用し、開腹肝部分切除によつて得た肝臓片について組織呼吸を測定してみた。

本実験に先立ち健常家兎の肝臓について対照実験を行った。

### 第2章 健常家兎肝臓組織呼吸について

#### 1) 実験方法

体重1500g前後の雄性健常家兎を用い、之を約1週間一定の飼料(主として「おから」及び青菜)にて飼養して、食餌及び居所に馴致させた後、実験に供した。

#### 肝臓切片採取法

空腹時無麻酔にて剃毛せる上腹部で開腹し、可

及的他臓器に侵襲を加える事なき様注意して、素早く肝の右葉の一部を切除して得た臓器片(1~2g)を用いた。この肝臓片は第1報第2章第1節の3と同様の操作によつて薄片を作成し実験に用いた。

以後の測定操作については第1報第2章に於て詳述した。

又実験動物の個体差を少くする為、出来れば同一家兎について或る間隔を置いて再度の開腹術を行わんと思ひ、同一家兎を第1回開腹後2週間に第2回の開腹術を行い、夫々肝臓について測定し、第1回目開腹のものとのを比較して見た。

#### 2) 実験成績

家兎4例に於ける実験結果は表1の通りで、健常家兎肝臓の組織呼吸はかなりの個体差が見られるが、第1回開腹手術例では肝臓  $Q_{O_2}$  は最大-1.077, 最小-7.36, 平均  $Q_{O_2}$  = -8.97であつた。又第2回開腹手術例では肝臓  $Q_{O_2}$  は最大-9.34, 最小-7.09, 平均  $Q_{O_2}$  = -8.88であつた。

第1回開腹による肝  $Q_{O_2}$  と第2回開腹による  $Q_{O_2}$  を比較して見ると、第2回開腹手術に於て僅かの増減が認められたが、この両者の差は実験誤差の範囲内にあると思われる。即ち第2回開腹に

表1 健康家兎肝臓組織呼吸

	No.	月 日	体重 (g)	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 30'	Q <sub>O<sub>2</sub></sub> 60'	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均
第1回開腹例	(1)	9. 1	1850	- 10.92	- 10.62	- 10.77	-8.97
	(2)	9. 4	1960	- 10.25	- 9.23	- 9.74	
	(3)	9. 10	2050	- 8.15	- 7.86	- 8.00	
	(4)	9. 16	1780	- 7.89	- 6.82	- 7.36	
第2回開腹例	(1)	9. 15	1900	- 9.40	- 8.77	- 7.09	-8.88
	(2)	9. 18	2020	- 9.34	- 9.34	- 9.34	
	(3)	9. 24	2130	- 8.98	- 8.98	- 8.98	
	(4)	9. 30	1900	- 8.19	- 8.02	- 8.11	
			総	平	均		-8.92

よる肝臓組織呼吸は、2週間前の第1回目の開腹手術によつて殆んど無影響であると考えられる。よつて爾後の実験は同一家兎について2週間の間隔で開腹手術を行い、その肝臓について組織呼吸の測定を行う事とした。

### 第3章 家兎大腿部X線照射(一時及び分割)の肝臓組織呼吸に及ぼす影響

次章の実験を行うに当り、非X線照射群との比較を行うのみならず、更に肝臓と無関係と思われる大腿部にX線照射を行い、肝臓組織呼吸に如何なる影響を及ぼすかを調べて見た。

#### 1) 実験方法

第2章の1)及び第4章の1)及び2)と全く同じ条件、方法により、唯X線を右大腿内側部に照射し他の部は鉛で遮蔽した。

#### 2) 実験成績

一時照射に際して肝 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> の変化は表2の通りであつた。即ち 200r では対照と比較して肝 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> は著変を認め得なかつたが、600r 以上では肝 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> に変化を認め、600r 及び1000r では24時間後で、共に呼吸亢進及び吸吸亢進の傾向を認め、1, 2週間後には呼吸抑制を認めた。2000r ではX線照射後全時期を通じて呼吸抑制を認めた。

又1000r 以上で2週間迄の間でも時日の経過と共に呼吸抑制も漸増するのを認めた。

分割照射に際しては表3の通りで、300r × 8迄では肝 Q<sub>O<sub>2</sub></sub> に変化を認めなかつたが、300r × 15以上では呼吸抑制を認めた。又 300r × 15から 300r × 18になると急激に呼吸抑制も強くなる事

が認められた。

### 第4章 家兎肝臓部X線一時及び分割照射の肝臓組織呼吸に及ぼす影響

1) 実験方法及び材料については第2章の1)に於いて述べた。

#### 2) X線照射条件及び方法

KX C-17型深部治療用X線発生装置 管球電圧 160KV 管球電流 3MA 濾過板 0.5mm Cu × 0.4mm Al 皮膚焦点距離23cm

家兎を背位に固定し、その肝臓部即ち右季肋部から左季肋部にかけて6cm × 8cmの照射野として他の部位は鉛ゴムで遮蔽して、丁度剣状突起と恥骨縫合の中央を中心として照射した。

上記の方法によつて肝臓部一時X線照射に際しては、家兎肝臓部に 200r, 600r, 1000r, 2000r を一時照射したが、一定線量については次の如く4匹の家兎を用いて各家兎共2週間の間隔で2回(X線照射後24時間及び2週間後の測定をしたものでは、X線照射2週間前に更に1回開腹し計3回の開腹を行つた)開腹し肝部分切除によつて得た肝臓片について組織呼吸の測定を行つた(表4)

肝臓部分割照射に際しては、300r 宛毎日連続照射し、所定線量(300r × 4, 300r × 8, 300r × 15, 300r × 18)照射終了24時間後に開腹肝部分切片を採取して組織呼吸の測定を実施した。

#### 3) 実験成績

肝臓部X線一時照射については表5の通りであつた。

表2 家兔大腿部X線照射と肝臓  $Q_{O_2}$ 

X線量	検査時期	No.	月 日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平 均	増 減 率 (対. 健)
対 照		26	4. 16	— 9.15	— 8.80	
		27	4. 16	— 8.95		
		28	4. 1	— 8.68		
		29	4. 1	— 8.42		
200r	24時間後	28	4. 13	— 8.40	— 8.55	+ 4.0%
		29	4. 13	— 8.69		
	1週間後	26	4. 30	— 8.29	— 8.77	— 1.4%
		27	4. 30	— 9.25		
		28	4. 27	— 8.93		
		29	4. 27	— 9.03		
対 照		30	4. 16	— 9.42	— 9.01	
		31	4. 16	— 9.54		
		32	4. 10	— 8.77		
		33	4. 10	— 8.31		
600r	24時間後	32	4. 24	— 9.76	— 9.59	+ 6.4%
		33	4. 24	— 9.42		
	1週間後	30	4. 30	— 8.46	— 8.20	— 9.1%
		31	4. 30	— 7.93		
		32	5. 7	— 7.98		
		33	5. 7	— 8.24		
対 照		34	4. 27	— 8.52	— 8.99	
		35	4. 27	— 9.43		
		36	4. 17	— 7.90		
		37	4. 17	— 10.10		
1000r	24時間後	36	5. 1	— 10.25	— 10.31	+14.6%
		37	5. 1	— 9.36		
	1週間後	34	5. 7	— 8.35	— 8.13	— 9.8%
		35	5. 7	— 7.90		
		36	5. 14	— 6.86		
		37	5. 14	— 7.96		
対 照		38	5. 1	— 8.56	— 8.91	
		39	5. 1	— 9.29		
		40	4. 23	— 8.20		
		41	4. 23	— 9.59		
2000r	24時間後	40	5. 7	— 8.32	— 8.19	— 8.1%
		41	5. 7	— 8.05		
	1週間後	38	5. 14	— 7.54	— 7.80	—12.5%
		39	5. 14	— 8.05		
		40	5. 21	— 6.53		
		41	5. 21	— 7.04		

1. 開腹前無処置対照群と比較した場合  
X線照射24時間後に於ては200rと600rでは  
肝  $Q_{O_2}$  に著変を認めず、1000r及び2000rで急  
に強い呼吸抑制が認められた。

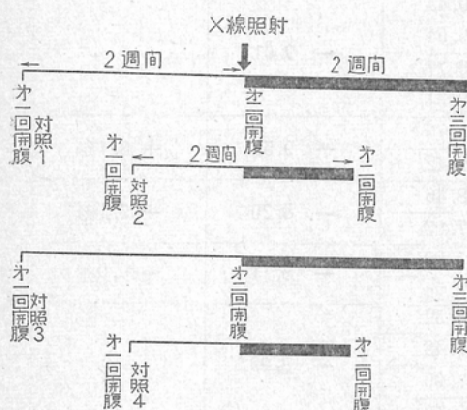
又照射1週間後に於て200r及び600rでは一  
時的呼吸亢進を認めたが1000r以上ではかゝる呼  
吸亢進は全く認められなかつた。

200r照射群では照射24時間後には呼吸に著変

表3 家兎大腿部X線分割照射と肝臓  $Q_{O_2}$ 

臓器名	分割照射法	No.	月日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率 (対無処置)
肝臓	300r×4	42	9.29	-9.25	-9.41	+5.5%
		43	4.2	-9.56		
	300r×8	45	10.19	-9.34	-9.27	+3.9%
		46	10.19	-9.05		
	300r×15	47	10.25	-8.04	-7.95	-10.9%
		49	10.25	-7.86		
	300r×18	50	10.14	-7.24	-6.70	-24.9%
		52	10.13	-6.15		

表4 家兎開腹実験法



を認めず、1週間後に強い一時的呼吸亢進を認め、2週間後には呼吸抑制を認めた。

600r 照射群では 200r 照射群と同様であつたが、1週間後の呼吸亢進は 200r 照射群ほど著明でなく、2週間後の呼吸抑制は 200r の場合より強度であつた。

1000r 照射群では照射24時間後に於て既に強い呼吸抑制を認め、1週間後、2週間後と次第に呼吸抑制も漸増し、1週間後の呼吸亢進は認められなかつた。

2000r 照射群に於ても同様の呼吸抑制を認めたが、24時間後、1週間後では1000r の場合より更に強い呼吸抑制を認めた。但し2週間後には僅か乍ら呼吸抑制の恢復が認められた。

## 2. 大腿部X線照射群と比較した場合

X線照射24時間後に於ては 200r では著変を認めず、600r 以上では概ね線量と比例して漸増す

る呼吸抑制を認めたが、唯 600r 照射群と1000r 照射群では呼吸抑制の程度に著差を認めず、2000r から急激に呼吸抑制が強くなる事が認められた。

又 200r 及び 600r ではやはり照射1週間後に一時的な呼吸亢進を認めたが、1000r 以上ではかかる傾向は全く認められなかつた。

200r 照射群では24時間後には呼吸に著変を認めず、1週間後には呼吸亢進を、2週間後には呼吸抑制を認めた。

600r 照射群では24時間後に既に呼吸抑制を認め、1週間後には概ね 200r の場合と同様な呼吸亢進を認めたが、2週間後では却つて 200r の場合より弱い呼吸抑制を認めた。

1000r 照射群では24時間後に呼吸抑制を認めたが、600r の場合に比較して著差を認めなかつた。然し1週間後には一時的な呼吸亢進も認められず呼吸抑制だけが認められ、2週間後には抑制も急に強度であつた。

2000r 照射群では24時間後に既に強度の呼吸抑制を認め1週間後、2週間後と時日の経過と共に呼吸抑制の恢復が認められた。

肝臓部X線分割照射については表6の通りであつた。即ち

開腹前無処置対照群との比較及び大腿部X線照射群との比較に於て共に概ねX線照射回数に比例して漸増する呼吸抑制を認め、その抑制も一般に強度であつたが、各照射群間に於ける抑制差は僅微であつた。

## 4) 総括及び考按

表5 家兎肝部X線一時照射と肝臓  $Q_{O_2}$ 

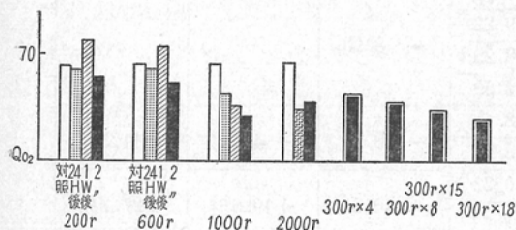
X線量	検査時期	No.	月 日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平 均	増 減 率	
						対 健	対大腿X
対 照		3	8. 17	— 9.31	— 8.84		
		4	8. 18	— 9.02			
		1	8. 25	— 8.35			
		2	8. 22	— 8.69			
200r	24時間後	3	8. 31	— 8.06	— 8.40	— 4.9%	—1.79%
		4	9. 1	— 8.71			
	1週間後	1	9. 8	— 10.97	— 11.20	+24.7%	+25.6%
		2	9. 5	— 11.07			
	2 "	3	9. 14	— 8.16	— 7.91	—10.5%	—29.7%
		4	9. 15	— 7.65			
対 照		7	9. 11	— 8.53	— 8.90		
		8	9. 12	— 9.22			
		5	9. 18	— 8.25			
		6	9. 21	— 9.60			
600r	24時間後	7	9. 25	— 8.48	— 8.49	— 4.6%	—11.5%
		8	9. 26	— 8.50			
	1週間後	5	10. 2	— 10.22	— 10.64	+19.6%	+27.3%
		6	10. 5	— 11.96			
	2 "	7	10. 9	— 7.27	— 7.38	—17.1%	— 9.0%
		8	10. 16	— 7.49			
対 照		11	10. 18	— 8.41	— 8.96		
		12	10. 20	— 9.52			
		9	10. 25	— 7.86			
		10	10. 26	— 10.04			
1000r	24時間後	11	11. 1	— 5.69	— 6.26	—30.1%	—13.1%
		12	11. 3	— 6.83			
	1週間後	9	11. 8	— 4.63	— 5.16	—42.4%	—36.5%
		10	11. 9	— 5.69			
	2 "	11	11. 15	— 4.06	— 4.16	—53.6%	—45.2%
		12	11. 17	— 4.25			
対 照		15	11. 11	— 9.25	— 9.28		
		16	11. 12	— 7.99			
		13	11. 26	— 8.86			
		14	11. 27	— 11.00			
2000r	24時間後	15	11. 25	— 4.94	— 3.90	—42.0%	—52.4%
		16	11. 26	— 4.78			
	1週間後	13	11. 25	— 4.94	— 4.86	—47.7%	—37.7%
		14	11. 26	— 4.78			
	2 "	15	12. 10	— 5.23	— 5.45	—41.3%	—18.3%
		16	12. 11	— 5.66			

肝臓部X線一時照射に際しては、開腹前無処置対照群との比較及び大腿部X線照射群との比較に於て共に 200r 及び 600r 照射で、24時間後には

肝組織呼吸には著変を認めないか又は軽度の呼吸抑制を認め、1週間後には一時的な呼吸亢進を認め、2週間後には再び呼吸抑制を認めた。

表6 家兎肝部X線分割照射と肝臓  $Q_{O_2}$ 

臓器名	分割照射法	No.	月 日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30'$ $+Q_{O_2} 60')$	平均	増 減 率	
						対無処置	対大腿 X
肝臓	300r × 4	17	9. 29	-5.88	-6.16	-31.0%	-34.5%
		18	4. 2	-6.44			
	300r × 8	19	10. 2	-5.94	-5.31	-40.5%	-42.7%
		20	4. 5	-4.67			
	300r × 15	21	10. 9	-5.17	-4.69	-47.4%	-41.0%
		22	4. 11	-4.21			
	300r × 18	23	10. 13	-3.18	-3.75	-58.0%	-44.0%
		25	4. 13	-4.31			

表7 家兎肝部X線照射と肝臓  $Q_{O_2}$ 

1000r 及び2000r 照射では24時間後からかなり強度の呼吸抑制を認めた。1週間後にも1時的な呼吸亢進なしに呼吸抑制だけを、2週間後にも呼吸抑制を認めた。然し乍ら呼吸抑制は1000r では時日の経過と共に漸増する傾向が、又2000r では時日の経過と共に漸減する傾向が認められた。(表7)

肝臓部X線分割照射に際しては、対照との比較及び大腿部照射群との比較に於て共に、概ね同程度の強い呼吸抑制を認めた。

従来 Fränkel u Neumann<sup>5)</sup> (1936) は家兎の脾臓部に 600r~1800r を一時に又、150r 宛毎日12日間連続照射し、48時間後に肝、脾、腎の酸素消費量を測定して、脾では呼吸抑制を肝及び腎では呼吸亢進を認めているが、私の実験とはX線照射部位及び呼吸測定時期が異なっている。

私の実験結果から考察するに肝臓部X線照射に際して、肝組織呼吸の変化の経過は概ね一定の波状を呈し、照射条件の変化と共にその振幅を異にするものと考えられるが、組織呼吸測定時期の相

違によつて、全く相反する実験結果を得る事も充分考えられる。

又X線照射部位についても上腹部は肝、腎、脾共に近接しているの、肝臓部X線照射に際しては概ね腎、脾も同程度に照射を受けるものと考えられる。

私の実験に於ては遺憾乍ら腎、脾については組織呼吸の測定を実施しなかつたが、肝臓については私の実験成績は前記 Fränkel u Neumann の実験成績とよく一致しているものと思われる。

要するに肝臓部X線小線量照射に際しては、肝臓は直接作用によつて強い呼吸抑制を受け、時日の経過と共に発現する刺激的な間接作用によつて、概ね1週間目に見られる一時的な呼吸亢進が認められ、間接作用の増強と共に呼吸抑制も強くなるものと思われるが、大線量照射及び分割照射に際しての組織呼吸に於ける影響機転は稍複雑であり説明困難である。

## 第5章 結 論

1. 肝臓部X線一時照射に際しては、肝組織呼吸は開腹前無処置群及び大腿部X線照射群との比較に於て、共に 200r 及び 600r 照射では24時間後に肝  $Q_{O_2}$  は著変を認めないか又は軽度の呼吸抑制を認め、1週間後には一時的な呼吸亢進を、2週間後には再び呼吸抑制を認めた。

1000r 及び2000r 照射では24時間後から強度の呼吸抑制を認め、2週間迄の間では呼吸亢進は全く認められなかつた。

2. 肝臓部X線分割照射に際して肝組織呼吸

は、概ね同程度の強い呼吸抑制を認めた。

- 1) Smith F.S. and G.H. Whipple: Journal of Biological Chemistry 59, 637~646, 1924. —
- 2) Strauss O und J. Rother: Strahlentherapie 18, 37~63, 1924. — 3) Tsukamoto R.: Stra-

- hlentherapie 18, 320~368, 1924. — 4) 福田正: 第12回日本医学放射線学会宿題報告, 1953. — 5) S.R. Fränkel und I.M. Neumann: Strahlentherapie 57, 195~202, 1936.

### 第3報 肝臓部X線照射の肝臓部被覆皮膚組織呼吸に及ぼす影響

#### 第1章 言 緒

放射線は大多数の場合皮膚を透して照射せられるものであり、放射線と皮膚との関係については従来幾多の研究があり、一般に皮膚は放射線感受性の高いものと考えられている。従来放射線と皮膚とに関する研究は専ら肉眼的内至病理組織学的研究が大部であり、皮膚組織呼吸に関する研究は甚だ少く、Gessler(1921年)<sup>1)</sup>, Gans (1923年)<sup>2)</sup>, 真鍋 (S23年)<sup>3)</sup>, 石田 (S27年)<sup>4)</sup> の研究業績があるのみである。

私はたまたま第2報に於て述べた如く、家兎肝臓部にX線を照射して、肝組織呼吸の変化を検索したが、その際同時にX線照射部皮膚組織呼吸の変化についても興味ある実験結果を得たので報告する。

#### 第2章 健常家兎肝臓部皮膚組織呼吸について

##### 1) 実験方法

実験動物については第2報第2章に於けると同様で、皮膚は開腹創の直近の皮膚を一部切除し(0.5×1.0cm<sup>2</sup>)、この皮膚片に附着せる脂肪組織を可及的除去した残りの表皮及び真皮を鋭利な鉗

刃にて皮膚薄片に細切し、これを等張KOH溶液を入れたビーカー中に蓄え、氷にて低温に保ち、測定直前に呼吸槽主室の Ringer 液中に移した。

以後の測定操作については第1報第2章に於て詳述した。又第2報に於ては肝臓片採取にあつて実験動物の個体差を少くする為、出来れば同一家兎について或る間隔を置いて再度の開腹術を行わんとし、同一家兎を第1回開腹後2週間後に第2回の開腹術を行つたが、その際夫々皮膚についても組織呼吸を測定し、第1回開腹の際採取せるものと第2回開腹の際採取せるものとを比較して見た。尙第2回目の皮膚片採取に際しては前回の皮膚採取部の対側で、それより2cm以上距つた部から皮膚片を採取した。

##### 2) 実験成績

家兎4例に於ける実験結果は表1の通りで、健常家兎肝臓部皮膚の組織呼吸は可なりの個体差が見られるが、第1回開腹手術例では皮膚 Q<sub>O2</sub> は最大-1.63, 最小-1.23, 平均 Q<sub>O2</sub> = -1.39であつた。又第2回開腹手術例では皮膚 Q<sub>O2</sub> は最大-1.75, 最小-1.15, 平均 Q<sub>O2</sub> = -1.37であつ

表1 健常家兎皮膚組織呼吸

	No.	月 日	体 重 (g)	Q <sub>O2</sub> 30'	Q <sub>O2</sub> 60'	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平 均
第1回開腹例	(1)	9. 1	1850	-1.40	-1.40	-1.40	-1.39
	(2)	9. 4	1960	-1.62	-1.62	-1.62	
	(3)	9. 10	2050	-1.43	-1.19	-1.31	
	(4)	9. 16	1780	-1.28	-1.19	-1.23	
第2回開腹例	(1)	9. 15	1900	-1.25	-1.48	-1.37	-1.37
	(2)	9. 18	2020	-1.75	-1.75	-1.75	
	(2)	9. 24	2130	-1.27	-1.27	-1.27	
	(4)	9. 30	1900	-1.15	-1.15	-1.15	
総 平 均							-1.38



表2 家兎大腿部X線照射と皮膚(肝臓覆)  $Q_{O_2}$ 

X線量	検査時期	No.	月 日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
対 照		26	4. 16	-1.20	-1.23	
		27	4. 16	-1.28		
		28	4. 1	-1.30		
		29	4. 1	-1.12		
200r	24時間後	28	4. 13	-1.18	-1.31	+6.5%
		29	4. 13	-1.43		
	1週間後	26	4. 30	-1.92	-1.78	+44.7%
		27	4. 30	-1.64		
	2 "	28	4. 27	-1.34	-1.42	+15.4%
		29	4. 27	-1.50		
対 照		30	4. 16	-1.25	-1.36	
		31	4. 16	-1.30		
		32	4. 10	-1.50		
		33	4. 10	-1.40		
600r	24時間後	32	4. 24	-1.38	-1.24	-8.8%
		33	4. 24	-1.10		
	1週間後	30	4. 30	-1.99	-2.07	+52.2%
		31	4. 30	-2.15		
	2 "	32	5. 7	-1.25	-1.15	-15.5%
		33	5. 7	-1.04		
対 照		34	4. 27	-1.20	-1.24	
		35	4. 27	-1.10		
		36	4. 17	-1.25		
		37	4. 17	-1.42		
1000r	24時間後	36	5. 1	-1.29	-1.32	+6.5%
		37	5. 1	-1.35		
	1週間後	34	5. 7	-2.54	-2.41	+94.4%
		35	5. 7	-2.28		
	2 "	36	5. 14	-1.03	-0.94	-24.2%
		37	5. 14	-0.85		
対 照		38	5. 1	-1.25	-1.32	
		39	5. 1	-1.52		
		40	4. 23	-1.30		
		41	4. 23	-1.19		
2000r	24時間後	40	5. 7	-1.38	-1.42	+7.6%
		41	5. 7	-1.48		
	1週間後	38	5. 14	-2.23	-2.06	+48.5%
		39	5. 14	-1.89		
	2 "	40	5. 21	-0.74	-0.72	-44.6%
		41	5. 21	-0.69		

た。第1回開腹の際の皮膚  $Q_{O_2}$  と第2回開腹の際の  $Q_{O_2}$  を比較して見ると、第2回開腹手術例に於いて僅かの増減が認められたが、この両者の差は実験誤差の範囲内にあると思われる。即ち第

2回開腹に際して採取せる皮膚組織呼吸は、2週間前の第1回目の開腹手術(兼肝部分切除)及び皮膚片採取によつて殆んど無影響であると考えられる。

表3 家兎大腿部X線照射と肝部皮膚  $Q_{O_2}$  (分割)

臓器名	分割照射法	No.	月 日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
皮膚 (肝被覆)	300r×4	42	9. 29	-2.65	-2.40	+73.2%
		43	4. 2	-2.14		
	300r×8	45	10. 19	-2.70	-2.62	+89.9
		46	10. 19	-2.54		
	300r×15	47	10. 25	-2.89	-2.62	+89.9
		49	10. 25	-2.35		
	300r×18	50	10. 14	-2.73	-2.56	+85.5
		52	10. 13	-2.39		

### 第3章 家兎大腿部 X線照射 (一時及び分割) の肝臓部被覆皮膚組織呼吸に及ぼす影響

非X線照射群との比較を行うのみならず、肝臓部と無関係と考えられる大腿部に X線照射を行い、肝臓部皮膚組織呼吸に如何なる影響を及ぼすかを調べて見た。

1) 実験方法及び材料については第2報第2章の1)に於て述べた。

2) X線照射条件及び方法についても第2報第3章の2)に於て述べた。

#### 3) 実験成績

大腿部X線一時照射に際しては、肝部皮膚は概ね各線量及び各時期に於てX線量と無関係な呼吸亢進を認めたが、一部に於て呼吸抑制乃至抑制の傾向を認めた。唯2週間後に於ける皮膚  $Q_{O_2}$  の変化は概ねX線量に比例して漸増する傾向が認められた。

200r 照射群に於ては24時間後に呼吸亢進の傾向を認め、1週間後には+44.7%に及ぶ強度の呼吸亢進を認めたが、2週間後にも尙呼吸亢進を認めた。

600r 照射群に於ては24時間後に呼吸抑制の傾向を認めたが、1週間後には+52.2%に及ぶ強度の呼吸亢進を認めた。然し乍ら2週間後には再びかなりの呼吸抑制を認めた。

1000r 照射群に於ては24時間後に呼吸亢進の傾向を認め、1週間後には実に+94.4%の呼吸亢進を認めたが、2週間後にも強度の呼吸抑制を認めた。

2000r 照射群に於ては24時間後に、呼吸亢進の

傾向を認め、1週間後にもかなり強度の呼吸亢進を認めたが、2週間後には-44.6%に及ぶ強度の呼吸抑制を認めた。(表2)

大腿部X線分割照射に際しては何れも強度の呼吸亢進を認めたが、300r×8以上300r×18迄の間では呼吸亢進の程度は概ね同程度であつた。(表3)

### 第4章 家兎肝臓部 X線一時及び分割照射の肝臓部皮膚組織呼吸に及ぼす影響

1) 実験方法及び材料については第2報第2章1)に於て述べた。

2) X線照射条件及び方法についても第2報第4章の2)に於けると同様な方法によつた。

肝臓部一時X線照射に際しては、家兎肝臓部に200r, 600r, 1000r, 2000rを一時照射したが、一定線量については次の如く4匹の家兎を用いて各家兎共2週間の間隔で2回(X線照射後24時間及び2週間後の測定をしたものでは、X線照射2週間前に更に1回開腹し計3回の開腹を行つた)開腹し、その際採取した肝臓部皮膚片について組織呼吸の測定を行つた。肝臓部分割照射に際しては、300r宛毎日連続照射し、所定線量照射終了(300r×4, ×8, ×15, ×18)24時間後に皮膚片を採取し組織呼吸の測定を行つた。

#### 3) 実験成績

肝臓部X線一時照射群については表4の通りで、

##### 1. 非X線照射群と比較した場合

200r 照射群で24時間後に於て強度の呼吸抑制を認め、1週間後に於てかなり呼吸抑制の回復が

表4 家兎肝部X線一時照射と皮膚(肝被覆)  $Q_{O_2}$ 

X線量	検査時期	No.	月 日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30'$ $+Q_{O_2} 60')$	平 均	増 減 率		
						対 健	対大腿X	
対 照		3	8. 17	-1.18	-1.24			
		4	8. 18	-1.26				
		1	8. 25	-1.20				
		2	8. 22	-1.32				
200r	24時間後	3	8. 31	-0.66	-0.57	-54.0%	-56.5%	
		4	9. 1	-0.47				
	1週間後	1	9. 8	-0.73	-0.84	-32.3	-52.2	
		2	9. 5	-0.94				
	2週間後	3	9. 14	-0.54	-0.55	-55.6	-61.3	
		4	9. 15	-0.55				
	対 照		7	9. 11	-1.25	-1.35		
			8	9. 12	-1.38			
5			9. 18	-1.44				
6			9. 21	-1.33				
600r	24時間後	7	9. 25	-0.53	-0.51	-62.2	-58.9	
		8	9. 26	-0.49				
	1週間後	5	10. 2	-0.83	-0.92	-31.9	-55.6	
		6	10. 5	-1.01				
	2週間後	7	10. 9	-0.46	-0.44	-67.4	-61.7	
		8	10. 16	-0.42				
	対 照		11	10. 18	-1.16	-1.23		
			12	10. 20	-1.08			
9			10. 25	-1.29				
10			10. 26	-1.40				
1000r	24時間後	11	11. 1	-0.71	-0.71	-42.3	-46.2	
		12	11. 3	-0.71				
	1週間後	9	11. 8	-0.75	-0.69	-43.9	-71.4	
		10	11. 9	-0.62				
	2週間後	11	11. 15	-0.55	-0.57	-53.7	-39.4	
		12	11. 17	-0.58				
対 照		15	11. 11	-1.08	-1.27			
		16	11. 12	-1.39				
		13	11. 26	-1.29				
		14	11. 27	-1.31				
2000r	24時間後	15	11. 25	-0.56	-0.53	-58.3	-62.7	
		16	11. 26	-0.50				
	1週間後	13	11. 25	-0.61	-0.60	-45.7	-66.5	
		14	11. 26	-0.71				
	2週間後	15	12. 10	-0.82	-0.68	-46.5	- 5.6	
		16	12. 11	-0.54				

認められ、2週間後では再び強い呼吸抑制が認められた。

600r 照射群では、200r 照射群と同様な経過

の呼吸抑制を認めたが、その呼吸抑制は200rの場合より更に強度であった。

1000r 照射群では、各時期とも200r及び600r

表5 家兎肝部X線照射と肝部皮膚(分割)  $Q_{O_2}$ 

臓器名	分割照射法	No.	月日	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率	
						対健	対大腿X
皮膚 (肝被覆)	300r × 4	17	9. 29	-0.54	-0.59	-57.5	-75.4%
		18	4. 2	-0.63			
	300r × 8	19	10. 2	-0.51	-0.58	-57.8	-77.9
		20	4. 5	-0.66			
	300r × 15	21	10. 9	-0.39	-0.46	-66.9	-82.5
		22	4. 11	-0.53			
	300r × 18	23	10. 14	-0.49	-0.53	-61.3	-79.3
		25	4. 13	-0.58			

照射群に比較して線量の割に呼吸抑制が少なかったが、呼吸抑制は時日の経過と共に増強された。

2000r 照射群では、1週間後に於て強い呼吸抑制を認めたが、前者よりも弱く、2週間後に於ては1週間後に於けると同様な呼吸抑制を認めた。

肝部一時照射に際しては概ね強い呼吸抑制を認めたが、その抑制の程度はX線量と無関係で200r ~ 2000rの間では呼吸抑制差が少く、照射24時間後では600rで最も呼吸抑制が強かった。然し乍ら照射1週間後に於ては概ねX線量に比例した呼吸抑制が認められた。又200r及び600r照射群に於ては照射1週間後に一時的な呼吸抑制の回復が認められたが、1000r及び2000r照射群ではかゝる一時的な回復の傾向は全く認められなかつた。(表4)

肝部分割照射に際しては各X線量に於て、概ね同程度の呼吸抑制を認めたが、300r × 15の場合には幾分呼吸抑制が強く、続いて300r × 4, 300r × 8の場合が同程度で之に次ぎ、線量の最も多い300r × 18に於ては比較的呼吸抑制が少なかった。(表5)

## 2. 大腿部X線照射群と比較した場合

一般に強度の皮膚組織呼吸の抑制を認めたが、抑制の程度はX線量と無関係であつた。

200r 照射群では24時間後に強度の呼吸抑制を認めたが、1週間後には概ね同程度の呼吸抑制を認め、2週間後には更に強い呼吸抑制を認めた。

600r 照射群では24時間後に200rの場合より強度の呼吸抑制を認め、その後各時期概ね同程

度の呼吸抑制を認めた。

1000r 照射群では24時間後では前者より稍々弱い呼吸抑制を認めたが、1週間後には-71.4%に及ぶ強い呼吸抑制を認め、2週間後には幾分回復が認められた。

2000r 照射群では24時間後に前三者より更に強い呼吸抑制を認め、1週間後には幾分呼吸抑制も強くなつたが、2週間後に於ては著名な回復が認められた。(表4)

肝臓部X線分割照射に際しては各照射回数及び各線量に於てやはり概ね同程度の呼吸抑制を認めた。(表5)

## 第5章 総括及び考按

1) 健常家兎肝部皮膚組織呼吸について第1回開腹手術の際採取せる皮膚  $Q_{O_2}$  と、2週間後の第2回開腹手術の際に第1回開腹手術創の対側より採取せる皮膚  $Q_{O_2}$  とを比較した結果夫々の  $Q_{O_2}$  値に有意差を認めなかつた。

この事は Gessler (1921)<sup>9)</sup> が最初に皮膚の組織呼吸を測定し、近接部内至対照的な部位を選ぶ時は、その差異は10%を越えない事を知り、次いで人体皮膚及び蛙皮膚に於ても同様の事実の存する事を証明している実験結果とよく一致する。又家兎の腹部皮膚組織呼吸について石田<sup>10)</sup> は、その表皮の酸素消費量は  $Q_{O_2} = -2$ , 14 ~ -2.76で平均-2.51であつたと云い、氏の肝臓部皮膚についての実験に於ては平均  $Q_{O_2} = -1.38$ で、石田の  $Q_{O_2}$  値より低い値を得たが、氏の実験は表皮のみの酸素消費量を測定している為の差異ではないか

と思われる。

従来皮膚の組織呼吸に関する研究は比較的少く、前記 Gessler の他に Gans (1923)<sup>2)</sup> は正常成人々体皮膚は  $Q_{O_2} = -0.20 \sim -1.77$ , 小児背部皮膚は  $Q_{O_2} = -2.59$  なる甚だ動揺せる値を得、この理由について各体部皮膚の特殊な構成及び機能によつて物質代謝に差異があり、従つて酸素消費量に変化を来すものと考え、臓器組織片の酸素消費量と X 線感受性との間には一定の關係の存する事實を認め、例えば睾丸組織や胎児皮膚は最も高い組織呼吸値を示すと云い、真鍋<sup>3)</sup> は新生子兎の背部皮膚を用いて *in vitro* に於て皮膚切片に可視光線を照射し、皮膚の組織呼吸の変動を検索しているのを認めるのみで、X 線照射皮膚に関する研究は殆ど見当らない。

2) 家兎大腿部 X 線照射に際して肝臓部被覆皮膚組織呼吸は概ね各線量及び各時期に於て X 線量と無關係な呼吸亢進を認めたが、600r 照射 24 時間後及び 1 週間後、1000r 照射 2 週間後、2000r 照射 2 週間後に於ては呼吸抑制乃至呼吸抑制の傾向を認めた。

又分割照射に際しても概ね同程度の強い呼吸亢進を認めた。この実験結果は

石田<sup>4)</sup> がモルモットの腹部皮膚に人工太陽燈を照射加温して、適度刺激は全身皮膚の  $Q_{O_2}$  を増加せしめ、過度刺激は全身皮膚の  $Q_{O_2}$  を減少せしめると云つて居るが、私の X 線大腿部照射実験では、その照射部位から考へて氏の云う適度刺激となり全身皮膚の  $Q_{O_2}$  を増加せしめた結果と考へられる。

3) 家兎肝部 X 線照射に際しては肝臓部皮膚組

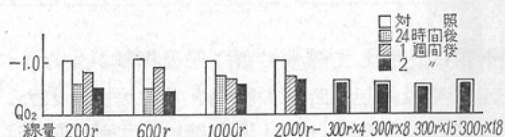
織呼吸は開腹前無処置群及び大腿部 X 線照射群との比較に於て共に各線量、各時期に強度の呼吸抑制を認めた。又

肝臓部 X 線分割照射に際しても概ね同程度の強い呼吸抑制を認めた。この事は

肝臓部 X 線照射は石田の所謂過度刺激となつて肝臓部皮膚  $Q_{O_2}$  を減少せしめたものと思われる。又

肝部 X 線分割照射皮膚組織呼吸が X 線照射回数

表 6 家兎肝部 X 線照射と肝部皮膚  $Q_{O_2}$



に關係なく概ね一定の強い呼吸抑制を認めた事は放射線治療上皮膚に関しては分割照射の有利な事を示しているものと考えられる。

## 第 6 章 結 論

1) 健常家兎肝臓部皮膚 (表皮及び真皮)  $Q_{O_2}$  は平均  $-1.38$  であつた。

2) 家兎大腿部 X 線照射によつて肝臓部皮膚組織呼吸は一部を除いて概ね呼吸亢進を認めた。

3) 家兎肝臓部 X 線照射によつて肝臓部皮膚組織呼吸は何れも強度の呼吸抑制を認めた。

## 文 献

- 1) Gessler, H.: Arch f exper Patin 91, 266, 1921; 92, 273, 1922. — 2) Gans, O.: Dtsch med Wschr 1, 16, 1923. — 3) 真鍋真: 産婦紀要, 29巻8, 9号, 1, S 23. — 4) 石田秀生: 日本内分秘誌, 30巻1号, 599.

## 第 4 報 X 線全身照射白鼠臓器組織呼吸に及ぼす各種薬剤投与の影響

### 第 1 章 緒 言

第 123 報に述べた如く X 線全身照射、少量線照射例の一部に於て組織呼吸の亢進を認める他、一般に呼吸抑制的影響を及ぼす事が明かとなつた。此処に於て、肝臓を庇護し、その機能を亢進させ

うると考へられる諸種薬剤及び呼吸酵素に關係ありと考へられる薬剤の一部 (ビタミン B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, メチオニン, グルクロン酸, シスチン, マスチゲン B<sub>12</sub>, グルタチオン, AET, MEA, コーチゾン) を投与した場合、如何なる効果を発現する

表1 薬物投与後全身線照射白鼠臓器  $Q_{O_2}$ 

薬物名	No.	月日	体重 g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30'$ $+Q_{O_2} 60')$	平均	増減率	
						健康との比	M/X
グルタチオン	99	3. 15	180	-6.30	-7.66	-26.3%	+12.3%
	100	3. 10	190	-8.43			
	101	3. 10	200	-8.24			
チステイン	102	3. 29	170	-7.65	-7.96	-23.5%	+16.7%
	103	3. 25	180	-7.35			
	105	3. 25	190	-8.47			
	104	3. 21	190	-7.44			
コーチゾン	106	3. 21	200	-8.91	-4.45	-57.2%	-34.8%
	107	3. 1	200	-6.34			
	108	3. 1	190	-3.71			
	109	3. 2	210	-5.12			
シスチン (強力パニールチン)	110	3. 2	220	-2.62	-7.44	-28.5%	+9.0%
	111	2. 15	200	-8.25			
	112	2. 15	190	-6.69			
	113	2. 16	180	-6.17			
メチオニン (ネストン- $\ell$ )	114	2. 16	170	-8.66	-8.48	-18.5%	+24.2%
	115	2. 20	200	-8.91			
	116	2. 21	210	-9.81			
	117	2. 21	170	-8.65			
グロンサン (グルクロン酸)	118	2. 18	180	-6.56	-6.99	-32.8%	+2.5%
	119	2. 18	180	-8.03			
	121	2. 18	190	-6.13			
	123	2. 18	190	-6.82			
マスチゲン $B_{12}$	124	2. 19	210	-6.97	-8.54	-17.9%	+25.2%
	125	2. 19	200	-9.61			
	126	2. 20	210	-8.79			
	127	2. 20	190	-8.13			
ビタミン C	128	11. 29	200	-7.62	-5.41	-48.0%	-20.7%
	129	11. 29	170	-5.03			
	131	12. 1	200	-6.16			
	133	12. 1	190	-4.36			
ビタミン $B_1$	135	12. 4	170	-6.16	-6.68	-35.8%	-2.1%
	136	12. 4	180	-6.61			
	138	12. 5	170	-5.05			
	140	12. 5	180	-8.58			
ビタミン $B_2$	142	12. 5	190	-6.48	-7.12	-31.5%	+4.4%
	143	12. 7	180	-7.94			
	145	12. 7	180	-6.31			
	147	12. 8	170	-6.20			
	148	12. 8	180	-7.98			

かを検索する為、予め各種薬剤を非経口的に投与した後、明かに呼吸抑制的影響を及ぼすX線量たる 600r を全身一時照射して、一定時間後組織呼

吸を測定して薬物の効果を判定した。

## 第2章 実験方法

ビタミン  $B_1$  はメタボリン注射液 (10mg) を、

VB<sub>2</sub> はタカフラビン注射液 (10mg) を, VC はアスコルチン注射液 (100mg) を, メチオニンはネストン I 注射液 (メチオニン 100mg 含有) を, グルクロン酸はグロンサン (100mg) 注射液を, シスチンは強力パニールチン注射液 (100mg) を使用し, その他コーチゾン (メルグ製) 及びマスチゲン B<sub>12</sub> 注射液 (中外), グルタチオン注射液 (200mg 含有自家製) 及びチステイン注射液 (200mg 含有自家製), AET, MEA (共に自家製) を投与した。

薬物投与方法, X線照射直前 (厳密には約1時間前) 腹壁皮下に前記薬物を1回に全量注射した。

組織呼吸測定時期, 全身X線照射による抑制的影響の比較的著明に発現した72時間後を選んで組織呼吸を測定して薬物の効果を判定した。尚組織呼吸測定の対照臓器としては肝臓を用いた。

### 第3章 実験成績

1) X線全身照射 (600r 一時照射72時間後) 白鼠肝臓組織呼吸に及ぼす各種薬剤投与の影響

(グルタチオン, チステイン, ビタミン剤, メチオニン, グロンサン, マスチゲン B<sub>12</sub>, パニールチン, コーチゾン)

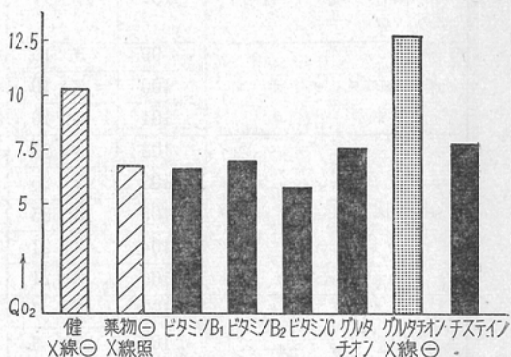
各薬剤について夫々3~4例宛を一群として実験を行った結果は表1~3の通りで, 各薬剤投与群とも健常非X線照射白鼠肝臓よりも Q<sub>O2</sub> 値の著明に少ない事が認められた。即ちこれ等の薬物は何れも肝臓組織呼吸のX線障害を完全に防禦する事は出来なかつた。然し乍ら薬剤投与群を非薬剤投与X線照射群と比較して見ると, 上記大部分の薬剤に於て肝臓組織呼吸抑制の軽減作用が認められた。即ち

薬剤投与後X線照射群の肝 Q<sub>O2</sub> の非薬剤投与X線照射群の肝 Q<sub>O2</sub> に対する増減率を M/X と略記するとグルタチオン投与群に於ては, M/X は+12.3%で明かにX線照射の肝組織呼吸抑制に対して効果を認めた。

チステイン投与群に於ては, M/X は+16.7%で有効であつた。

コーチゾン投与群に於ては, M/X は-34.8%で, 却つてX線照射の肝組織呼吸抑制を促進する

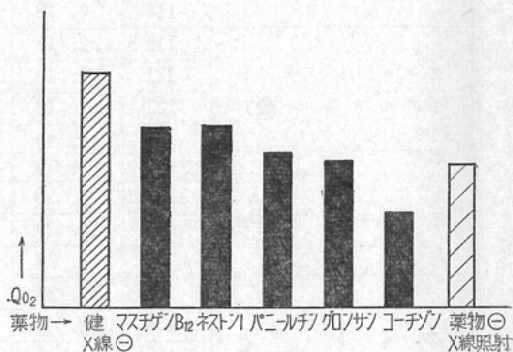
表2 X線照射 (600r一時全身照射) 白鼠肝臓組織呼吸に及ぼすビタミンB<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, グルタチオン, チステインの影響



薬物投与方法 X線照射直前1回全量腹壁皮下注射  
検査時間 X線照射72時間薬物の量

- 1 ビタミンB<sub>1</sub> (メタボリン) 10mg
- 2 ビタミンB<sub>2</sub> 10mg
- 3 ビタミンC 200mg
- 4 グルタチオン 200mg
- 5 チステイン 200mg薬物

表3 X線照射 (600r一時全身照射) 白鼠肝臓組織呼吸に及ぼす各種肝庇護薬物の影響



薬物投与方法 X線照射直前1回全量腹壁皮下注射  
検査時期 X線照射後72時間薬物の量

- 1 マスチゲンB<sub>12</sub>, ビタミンB<sub>1</sub>15mg, ビタミンB<sub>2</sub> 0.5mg, ビタミンB<sub>12</sub>10mg, マスチゲン2cc
- 2 ネストンIメチオニン 100mg
- 3 強力パニールチン (1号) シスチン 200mg
- 4 グロンサン 100mg
- 5 コーチゾン25mg

傾向が認められた。

パニールチン投与群に於ては, M/X は+9.1%で稍と効果を認めた。

メチオニン投与群に於ては, M/X は+24.2%

表4 グルタチオン投与X線全身照射白鼠臓器組織呼吸(200r 72H後)

臓器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臓	91	9.18	200	- 10.31	- 12.49	+37.9%
	92	9.18	210	- 14.67		
脾臓	91	9.18	200	- 10.31	- 10.17	- 3.1%
	92	9.18	210	- 10.03		
腎臓	91	9.18	200	- 19.29	- 20.05	+ 2.5%
	92	9.18	210	- 10.82		
大脳皮質	91	9.18	200	- 10.61	- 10.94	+ 7.2%
	92	9.18	210	- 11.27		

表5 A. E. T. 投与白鼠臓器組織呼吸(24H後)

臓器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臓	75	1.19	200	- 10.29	- 10.70	+ 2.9%
	76	1.20	180	- 11.36		
	77	1.20	210	- 10.45		
脾臓	75	1.19	200	- 13.60	- 12.84	+ 7.5%
	76	1.20	180	- 12.11		
	77	1.20	210	- 12.81		
腎臓	75	1.19	200	- 21.97	- 21.40	+ 2.6%
	76	1.20	180	- 22.15		
	77	1.20	210	- 20.09		
大脳皮質	75	1.19	200	- 10.32	- 10.05	+ 5.6%
	76	1.20	180	- 9.37		
	77	1.20	210	- 10.46		

で明かな効果を認めた。

グルクロン酸投与群に於ては、M/X は+ 2.5%で効果は認められなかつた。

マスチゲン B<sub>12</sub> 投与群に於ては、M/X は+ 25.2%で明かに有効であつた。

ビタミンC投与群に於ては、M/X は-20.7%で全く効果を認めない。

ビタミンB<sub>1</sub>投与群は、M/X は- 2.1%で有効とは考えられない。

ビタミンB<sub>2</sub>投与群は、M/X は+ 4.4%で効果を認めなかつた。

2) グルタチオン(1mg/prog)投与のX線全身照射(200r)白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響  
前項に於てグルタチオン(1mg/prog)投与後600r全身一時照射した際、グルタチオンの効果は或る程度認められたが、X線量を減じて、200r

を照射した場合、その効果はどうなるかを検索する為に本項の実験を行つた。

尙本項実験に際しては、肝臓以外に脾、腎、大脳皮質についても組織呼吸を測定して見た。

#### 実験結果

表4の如く肝臓組織呼吸は、健康非X線照射白鼠肝より更に呼吸亢進せられ、M/Xも+37.9%で著明な効果が認められた。

脾に於てはM/Xは3.1%で、X線による呼吸抑制の改善は認められなかつた。

腎臓については、健康腎との比較、及びM/Xを見ても効果は認められなかつた。

大脳皮質に於ては、200r X線照射のみで既に呼吸亢進の傾向を認めたが、グルタチオン投与の際は、更に呼吸亢進が認められ、薬物投与の効果が認められた。



表6 A. E. T投与X線全身照射白鼠臓器組織呼吸(200r 24日後)

臓器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臓	85	2. 26	170	- 8.39	- 8.71	-27.2%
	86	2. 26	200	- 9.21		
	87	2. 27	190	- 8.52		
脾臓	85	2. 26	170	- 10.05	- 9.70	-10.4%
	86	2. 26	200	- 8.93		
	87	2. 27	190	- 10.13		
腎臓	85	2. 26	170	- 21.22	- 20.06	- 7.9%
	86	2. 26	200	- 20.41		
	87	2. 27	190	- 18.56		
大脳皮質	85	2. 26	170	- 8.12	- 9.93	- 8.2%
	86	2. 26	200	- 11.54		
	87	2. 27	190	- 10.14		

表7 A. E. T投与X線全身照射白鼠臓器組織呼吸(200r 72H後)

臓器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臓	88	3. 2	190	- 9.62	- 9.66	+ 6.6%
	89	3. 4	190	- 9.32		
	90	3. 5	170	- 10.03		
脾臓	88	3. 2	190	- 11.48	- 11.35	+ 8.2%
	89	3. 4	190	- 12.04		
	90	3. 5	170	- 10.55		
腎臓	88	3. 2	190	- 20.80	- 19.20	- 1.8%
	89	3. 4	190	- 19.56		
	90	3. 5	170	- 17.24		
大脳皮質	88	3. 2	190	- 11.36	- 10.18	- 0.3%
	89	3. 4	170	- 8.50		
	90	3. 5	170	- 10.70		

### 小括

グルタチオン(1mg/prog)投与後200r全身一時照射白鼠の臓器組織呼吸は、肝に於て最も亢進せられ、グルタチオン投与の効果が顕著であった。

大脳皮質に於ても、かなりの呼吸亢進が認められ、薬物投与の効果を認めたが、脾、腎については効果は認められなかった。

3) AET投与のX線全身照射白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響

#### 実験方法

AET(0.25mg/prog)をX線照射1時間前に腹壁皮下に注射して、200r及び600rを全身一

時照射し、夫々照射後24時間及び72時間に肝、脾、腎、大脳皮質について組織呼吸の測定を行い、薬物の効果を判定した。

本項実験に先立ち、AET投与が健康白鼠臓器組織呼吸に如何なる影響を及ぼすかを調べて見た。

#### 実験結果

① AET投与非X線照射白鼠臓器組織呼吸

AET投与非X線照射24時間後に於ては、表5の如く肝、腎に於ては著変を認めず、脾臓、大脳皮質に於て呼吸亢進の傾向を認めた。

② AET投与後X線全身照射(200r)白鼠臓器組織呼吸(表6)

表8 A. E. T投与X線全身照射白鼠臟器組織呼吸 (600r 24H後)

臟器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減額
肝臟	78	2. 16	220	- 5.68	- 7.21	-25.7%
	79	12. 25	200	- 9.10		
	80	12. 25	210	- 6.83		
脾臟	78	2. 16	220	- 6.87	- 6.97	-16.4%
	79	12. 25	200	- 7.82		
	80	12. 25	210	- 6.24		
腎臟	78	2. 16	220	- 17.10	- 20.18	+ 4.3%
	79	12. 25	200	- 23.80		
	80	12. 25	210	- 19.64		
大腦皮質	78	2. 16	220	- 11.17	- 10.35	+10.9%
	79	12. 25	200	- 9.56		
	80	12. 25	210	- 10.31		

表9 A. E. T投与X線全身照射白鼠臟器組織呼吸 (600r 72H後)

臟器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臟	81	1. 19	190	- 6.45	- 7.13	+ 4.6%
	82	2. 19	180	- 8.07		
	83	2. 19	210	- 6.87		
脾臟	81	1. 19	190	- 4.98	- 6.07	-17.5%
	82	2. 19	180	- 8.13		
	83	2. 19	210	- 5.09		
腎臟	81	1. 19	190	- 18.81	- 19.15	+14.3%
	82	2. 19	180	- 19.07		
	83	2. 19	210	- 19.56		
大腦皮質	81	1. 19	190	- 9.85	- 10.20	+ 6.9%
	82	2. 19	180	- 10.39		
	83	2. 19	210	- 10.35		

表10 M. E. A投与X線照射白鼠臟器組織呼吸 (200r 24H後)

臟器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臟	93	9. 29	190	- 11.04	- 10.42	-13.0%
	94	9. 30	200	- 9.99		
	95	10. 1	200	- 10.24		
脾臟	93	9. 29	190	- 10.01	- 9.96	- 8.0%
	94	9. 30	200	- 10.40		
	95	10. 1	200	- 9.47		
腎臟	93	9. 29	190	- 19.52	- 21.02	- 3.5%
	94	9. 30	200	- 19.91		
	95	10. 1	200	- 23.63		
大腦皮質	93	9. 29	190	- 12.44	- 11.38	+ 5.2%
	94	9. 30	200	- 11.23		
	95	10. 1	200	- 10.49		

表11 M. E. A投与X線照射白鼠臓器組織呼吸(200r 72H後)

臓器名	No.	月日	体重g	$\frac{1}{2}(Q_{O_2} 30' + Q_{O_2} 60')$	平均	増減率
肝臓	96	10. 1	200	- 12.74	- 11.65	+28.6%
	97	10. 2	180	- 10.67		
	98	10. 3	190	- 11.73		
脾臓	96	10. 1	200	- 8.57	- 9.17	-12.6%
	97	10. 2	180	- 9.61		
	98	10. 3	190	- 9.34		
腎臓	96	10. 1	200	- 16.46	- 20.54	- 5.7%
	97	10. 2	180	- 20.79		
	98	10. 3	190	- 24.36		
大脳皮質	96	10. 1	200	- 10.68	- 12.80	+18.3%
	97	10. 2	180	- 12.85		
	98	10. 3	190	- 14.88		

白鼠3匹についての実験結果は24時間後では表6の如く肝、に於てM/Xは夫々-27.2%及び-10.4%で呼吸抑制の促進が認められた。腎、大脳皮質ではM/Xは夫々-7.9%及び-8.2%でAET投与によつてやはり抑制の傾向が認められ、薬物の効果はなかつた。

72時間後では、表7の如く肝に於てM/Xは夫々+6.6%及び+8.2%で、AET投与による呼吸亢進の傾向が認められ、薬物の効果を認めたが、腎、大脳皮質では呼吸に著変を認めず、薬物投与の効果は明かでない。

#### ③ AET投与後X線全身照射(600r)白鼠臓器組織呼吸

24時間後に於ては、表8の通りで肝、脾に於てはM/Xは夫々-25.7%及び-16.4%で呼吸抑制が認められ、AET投与はむしろ本項実験に於て呼吸抑制的に作用した。腎に於ては著変を認めず、大脳皮質に於てのみM/Xは+10.9%で呼吸亢進的に作用した。

72時間後に於ては、表9の如く腎はM/Xは+14.3%で呼吸亢進が認められ、AETが呼吸促進的に作用し、大脳皮質に於てもM/Xは+6.9%で、AETによる呼吸亢進促進の傾向を認めた。肝に於ては著変を認めず、脾ではM/Xは-17.5%でAET投与により、むしろ呼吸は抑制せられた。

#### ④ 小括

AET投与によつて白鼠臓器の内、脾、大脳皮質に於て呼吸亢進を認め、肝腎に於ては著変を認めなかつた。200r照射群24時間では何れも薬物の効果を認めなかつたが、72時間後では肝、脾に於て僅か乍ら効果を認めた。600r照射群24時間後に於ては、大脳皮質で効果を認めた以外は、AET投与による意義を認めなかつた。72時間後では腎、大脳皮質に於て効果を認めたが、肝では著変なく、脾では効果を認めず抑制的に作用した。

#### 4) MEA投与のX線全身照射白鼠臓器組織呼吸に及ぼす影響

##### 実験方法

MEA(0.15mg/g)をX線照射1時間前に腹壁皮下に注射し、X線照射後24時間及び72時間に肝、脾、腎、大脳皮質について組織呼吸を測定し、MEAの効果を実験した。

##### 実験結果

24時間後に於ては、(第10表)肝、脾ではM/Xは夫々-13.0%及び-8.0%で、MEA投与によつて却つて呼吸抑制が認められた。腎では著変なく、大脳皮質のみはM/Xは+5.2%で、僅か乍らMEA投与により呼吸亢進の傾向が認められた。

72時間後では(第11表)肝、大脳皮質に於て、M/Xは夫々-28.6%及び-18.3%で、薬剤投与は呼吸亢進を促進し、脾、腎に於ては、M/Xは-12.6%及び-5.7%で、夫々呼吸抑制促進作用

が認められた。

#### 小括

MEA投与後 200r 全身照射した場合、24時間後、大脳皮質に於て稍々投与効果を認めた以外は、肝、腎に於ては薬物投与の効果は認められず、却つて抑制的に作用した。

72時間後では、肝及び大脳皮質に於て著効を認め、脾腎では効果なく、脾ではむしろ抑制的に作用した。

#### 第4章 総括及び考按

600r 一時全身照射72時間後の肝臓組織呼吸抑制の防禦効果について検索した結果は、マチスゲン B<sub>12</sub> が最も有効で、lメチオニンが之に次ぎ、チステイン、グルタチオンも明かに有効で、パニールチンも稍々有効であつた。VB<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, グルクロン酸は効果を認め得なかつた。

コーチゾンは却つて呼吸抑制的に作用した。

放射線障害に対する防禦薬物については多数の研究があるが、

VB<sub>12</sub> の効果について、多田<sup>1)</sup> は VB<sub>12</sub> 特にその大量投与は X線障害軽減物質として有効であり、その作用は主に核酸合成作用、SH基還元型保持作用、肝機能恢復作用であると云い、Dietrich, Hücke は X線照射白鼠に VB<sub>12</sub> を注射して、その予防的治療的效果を認め、菊池<sup>3)</sup> は X線照射家兎の骨髓総 VB<sub>12</sub> 量の著減を認めている。

Bloom<sup>4)</sup> は、VB<sub>12</sub> 投与により半致死量 X線照射の肝に形態的異常を認めないと云つているが、これ等の事実は私の VB<sub>12</sub> 投与後の組織呼吸に関する実験結果とよく一致している。

チステインの効果については、Patt とその協同研究者は、その効果を認め、その為には X線照射直前投与が必要であると述べ、

天野<sup>6)</sup> は、チステインの防禦効果を検索して最も有効であつたと述べ、

栗橋<sup>7)</sup> は、チステイン及びコバルトクロロフィリンの X線防禦作用を血清 K 及び Ca の変動の面から追求し、その効果を認めているが、私の実験に於てもチステイン投与は明かに効果を認めた。

メチオニンは、Allan 等によつて考えられた抗

脂肝性物質であるが、私の実験に於て著効を認めたのは、その抗脂肝作用と共に分子内の SH 基に基因するものと考えられる。

パニールチンは Cystin Na-thiosulphate 製剤であり、Cystin について、菊池<sup>3)</sup> は、家兎の骨髓に直接作用して末梢白血球を増加せしめると云つているが、多田<sup>1)</sup> は、X線全身照射白鼠に投与した結果、死亡率の改善及び死亡日数の延長、体重減少、脾臓重量の減少、肝、脾、骨髓、腸管の病理組織学的変化は対照群に比して何れも軽減を認め、入江、松浦は X線障害の末梢血液成分の減少に極めて有効であると云つている。

又 Na-thiosulphate について、堀江<sup>9)</sup> 等は、致死量 X線に対する生体抗致死作用を認め、P<sup>32</sup> 障害白鼠の血液障害を軽減すると云つているが、私の実験に於いてもパニールチン投与は有効である事を確認した。

X線全身一時照射に対する副腎皮質ホルモンの生体防禦の効果については、Ellinger<sup>10)</sup>, Langendorff<sup>11)</sup>, Crauer<sup>12)</sup>, Cronkite<sup>13)</sup> (1946~1950) 等の一連の学者により確かめられているが、栗冠氏は、之に反する事実をあげ、Smith<sup>14)</sup> は、コーチゾン、ACTH の投与が X線照射された動物の生存率に好影響を与えなかつた事を報じているが、私の実験では組織呼吸に関する限り全く防禦効果は認められず、却つて抑制的に影響する事を認めた。この事は、吉田、宮崎<sup>15)</sup> 等が、コーチゾン投与廿日鼠の肝、脾、腎、肺の組織呼吸を検索して、共に強度の呼吸抑制を認めている事実とよく一致する。

グルタチオン (1 mg/g) 投与は X線全身 200r 照射白鼠について有効であり、殊に肝に於て著効を認めた。

AET (0.25 mg/g) 投与は白鼠全身 200r 照射に対しては肝及び脾に於て僅かに効果を認め、600r 照射に際しては、大脳皮質については効果を認めたが、その他の臓器については効果を認め得なかつた。

MEA (0.15 mg/g) 投与は肝、腎に於て著効を認めたが、他臓器に於ては効果なく、却つて抑

制的に作用した。

かくの如く自然界に存する有機チオール化合物であるグルタチオン、チス테인等については、X線による組織呼吸抑制に対して著効を認めたが、合成有機チオール化合物のAET, MEAは、分子内にSH基を有しないがSをもち、生体内でSH基をもつに至ると考えられているが、私の実験に於ける投与量では僅かに効果を認めたのみで、その効果もグルタチオン、チス테인等の投与の場合に比して効果発現が遅れる様に思われた。

以上諸種薬剤をX線全身照射白鼠に投与した結果、多少とも防禦効果を認め得たVB<sub>12</sub>, チス테인, グルタチオン, メチオニン, パニールチン, MEA, AETは何れもSH基を有するか又はSH基に関係ある薬剤であり、呼吸酵素に関係ありと考えられるVB<sub>1</sub>(本ビタミンも体内でSH基をもつに至ると考えられるが), B<sub>2</sub>, C及び生体内解毒機能の本態と云われるグルクロン酸投与は、何れも組織呼吸に関しては防禦効果を認め得なかつた。この事実は放射線による臓器呼吸組織抑制の本態がSH基酵素の阻害である事を証明しているものと思考せられる。

### 第5章 結 論

予めグルタチオン, チスライン, MEA, AET, ビタミン B<sub>1</sub> B<sub>2</sub>, C, メチオニン, グロンサン, マスチゲン B<sub>12</sub> パニールチンを投与した白鼠

#### 1, 2, 3, 4, 報を通じての総括及び考按

第1～4報に於いて述べた実験結果を総括して見ると

1) 白鼠X線全身一時照射は肝, 脾, 腎の臓器組織呼吸に対して呼吸抑制的に影響し、大脳皮質に対しては呼吸亢進的に影響した。

全身微量照射に際しては脾に於て照射後早期に呼吸抑制を認めた以外は影響を認め得なかつた。又白鼠摘出臓器X線照射に際しては少くとも呼吸抑制的影響は認められなかつた。(肝脾腎臓について)

にX線 600r 全身一時照射し、臓器組織呼吸について薬物のX線障害防禦効果を判定した結果

1) マスチゲン B<sub>12</sub> が最も有効で、メチオニンが之に次ぎ、チス테인, グルタチオンも明かに有効で、パニールチン, MEA, AETも稍有効であつた。

2) ビタミン B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, グルクロン酸は効果を認め得なかつた。又コーチゾン投与は却つて呼吸抑制的に影響した。

### 文 献

- 1) 多田勝彦：日本医学放射線学会誌, 17巻6号, 682. — 2) Dietrich Huccke: Strahlentherapie 97, 3. — 3) 菊池武彦：綜合臨床, 5巻5号, S 31. — 4) William Bloom: Histopathology of Irradiation from external and internal Sources 多田勝彦：日本医学放射線学会誌, 17巻6号, 672, による. — 5) Patt. H.M., D.E. Smith, E. B. Tyree & Straube: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 多田勝彦, 日本医学放射線学会誌, 17巻6号, 672による — 6) 天野道夫：日本医学放射線学会誌, 15巻12号, 1956. — 7) 栗寿穂：日本医学放射線学会誌, 16巻4号, 1956. — 8) 入江松浦：日本臨床, 12巻9号. — 9) 堀江重遠：日本医学放射線学会誌, 16巻12号. — 10) Ellinger. F.: Radiology 54, 90~92, 1950. — 11) H. Langendorff. R.: Strahlentherapie 93, 37~43; 381~388, 1954. — 12) Crauer, B.N.: Am. J. Roentgenol Radium Therapy 59, 404~407. — 13) Cronkite, E.P. and W.H. Chapman: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 74: 337~340, 1950. — 14) Smith et al.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 37, 529, 1950. — 15) 吉田秀雄, 宮崎享, 橋本清, 近藤寛, 後藤典信：日本内分泌誌, 30巻5号, 267.

2) 家兔肝臓部X線照射に際して肝臓組織呼吸は一時照射, 分割照射共に概ね強い呼吸抑制を認めたが、小線量一時照射1週間後には一時的な呼吸亢進が認められた。

3) 家兔肝臓部X線照射によつて肝臓部皮膚組織呼吸は強度に抑制せられた。

4) 組織呼吸について各種薬剤投与によるX線障害防禦効果を検索した結果 VB<sub>12</sub> チス테인, グルタチオン, メチオニン, パニールチン, MEA, AET等SH基を有するか又は之に関係ある薬剤は何れも有効であつた。

かくの如く、生体X線照射は臓器組織呼吸に対して概ね呼吸抑制的に影響する事が明かになったが、放射線照射の臓器組織呼吸抑制機転については、一般にSH基酵素の阻害が重要な役割を果すものと考えられている。即ち、Scott<sup>1)</sup> (1937) は、放射線の酵素に及ぼす影響を検索して、酵素作用の阻害を生ずる為に非常に大量の放射線が必要とした為、大量放射の場合だけ酵素阻害作用を惹起すると結論したが、Dale<sup>2)</sup> (1940) は Carboxypeptidase の濃度を減ずる事によつて、比較的小量のX線照射で酵素の阻害作用を認め、放射線による酵素の阻害作用は、水の放射産物の為によるものである事を初めて仮定した。次いで Barron<sup>3)</sup> は放射線は酵素を形成する2つの構成成分である蛋白部分と活性族の両者に作用し、前者に作用する時は、SH基、OH基、アミノ基、二重結合の如き作用基を分子の側鎖に於て酸化するか、又は変質或は沈澱の産物によつて水素結合を破壊する作用をなし、後者に作用する時は酵素の生物作用を変える化学的变化を生ずると云い、蛋白、脂肪酸、炭水化物のメタボリズムによつて、又高エネルギー結合の形成によつて必須である多くの酵素は、その酵素活性の為にはSH基の存在を必要とすると云っている。

私の研究に於て諸種薬剤投与後X線照射した場合SH基物質に於て呼吸障害防禦効果を認めた事実、及び摘出臓器に対してX線を照射した場合、呼吸抑制を認め得なかつた事実はこの Barron の説によく一致するものと考えられる。

従来放射線と酵素活性の関係については多数の業績がある。即ち

堀<sup>4)</sup> は、廿日鼠(及び白鼠)に700r(1000r)、150r(200r)を全身照射して、肝及び脾のKatalase, Cytochromoxydase, Cytochrome, d-amino酸Oxydase, 酸性及びアルカリ Phosphatase, Esterase, Arginase, Amylase 等の活性度を測定し、大量照射の場合は概ねその低下が見られ、少量照射の場合は其影響度の動揺が強く一定の結果に達しないと云っている。

Carter (1949)<sup>5)</sup> は、白鼠を全身X線照射して

その脾臓について酵素活性を検索した結果、Ribonuclease は500rに於て著明な影響を受けなかつたが、24~48時間後には著明に減少し、照射12日迄は恢復しないと報告している。

大友<sup>6)</sup> は、白鼠肝 Catalase は300r、600r 全身照射後2日目に於て一般に減少し、腎 Catalase は600r 照射により殆んど影響されないと云っている。

以上諸氏の業績は概ねX線照射は酸素活性に抑制的に影響する事を示して居り、かかる酵素活性の障害は他の諸因子と共にひいては組織呼吸の抑制をもたらすものと思せられる。

X線照射と組織呼吸に関して

Fleischmann u Laszlo は赤血球を用いた実験に於て、X線照射によつて呼吸抑制を認め、島崎<sup>8)</sup> は家兎の全血を用いた実験に於て、小X線量は刺戟的に作用し、大量は始め有害に作用し、後呼吸亢進的に作用する事を認めている。

即ちX線全身照射動物の血液組織呼吸は、小線量にてのみ呼吸亢進し、大部分に於て呼吸抑制を認めるという事は一致した意見の如く考えられる。

従来X線全身照射及び肝臓部照射に際して、肝機能障害の惹起される事は周知の事実であるが、肝部X線照射に依る肝機能障害惹起の原因にはX線作用の直接作用と間接作用があり、直接作用には異論はないが、間接作用について、四戸<sup>9)</sup> は、血清学的に自家抗体産生を証明し、X線照射によつて起る肝臓の組織学的変化及び機能障害の発生機転には、X線の直接作用の他に、この自家抗体が関与すると云っている。又 Ahlström 等 (1946) は7500r~1000r 照射家兎から非照射家兎に輸血して、受血家兎の腎臓に核酸合成の一定の障害が惹起される事を認めている。

以上諸氏の研究業績及び私の実験成績から考察するに、X線と臓器機能との間には種々複雑な機転が関与して居り、特に基本的な臓器組織機能としての臓器組織呼吸に於ける変化は直接、間接の諸因子が輻湊交錯して居るものと考えられるが、生体X線照射に際しては照射方法の如何に拘らず

臓器組織呼吸は概ね呼吸抑制的影響を受けるものであり、小量X線照射に際しては確かに一部に於て呼吸亢進を認めるが、之はX線の本来の作用ではなく間接作用による刺戟的影響に外ならぬものと考えられる。

又この組織呼吸抑制は予めSH基物質を投与する事によつて或る程度迄は予防可能である。

#### 1, 2, 3, 4 報を通じての結論

1 白鼠X線全身一時照射によつて肝臓、脾臓、腎臓の組織呼吸は概ね抑制せられ、脾臓が最も鋭敏に抑制せられ、肝臓が之に次いだ。大脳皮質組織呼吸は概ね亢進せられた。

2 全身分割照射によつても肝臓、脾臓、腎臓組織呼吸は一時照射より強く抑制せられた。

3 全身微量X線照射(1r×3)によつて脾臓に組織呼吸抑制を認めた。

4 摘出臓器X線照射によつて、臓器組織呼吸は抑制せられなかつた。(肝、脾、腎)

5 家兎肝臓部X線照射によつて肝臓組織呼吸は強い抑制を受けたが、一時照射に際しては照射1週間後に一時的な呼吸亢進を認め、分割照射に際してはかゝる呼吸亢進は見られなかつた。

6 家兎肝臓部X線照射によつて肝臓部被覆皮

膚組織呼吸は強く抑制せられた。

7 X線全身照射による臓器組織呼吸抑制は予めSH基物質を投与する事によつて或る程度迄防禦出来たが、就中マステゲン B<sub>12</sub>、チステイン、グルタミン、メチオニンが最も有効であつた。

本研究に当り、終始御懇篤な御指導をいたゞき、また御校閲を賜つた恩師福田正教授に深甚の謝意を表し、併せて多大の御援助、御指導をいたゞいた本校放射線医学教室員諸氏に深謝する。

#### 文 献

- 1) Scott, C.: Radiation Biology Med. Res. Council Rept. Sp. Ser 223)1, 1, 304, 1937. —2) Dale, W.M.: Radiation Biology (Biochem. J. 34 Biochem. J. 36. 80. 85.)1, 1, 304, 1940. —3) Barron and P. Johnson: Radiation Biology(U.S.A. EC Report ANL 4625) 1. 1, 304, 1951. —4) 堀啓二: 日本医学放射線学会誌, 13巻6号, 415.; 16, 3, 309.; 16, 11, 1112. —5) Carter, C.E.: Radiation Biology (U.S.A. EC Report ORNL 316) —6) 大友信: 日本医学放射線学会誌, 16巻9号, 971. —7) D. Laszlo und W. Fleischmann. Wien: Strahlentherapie 62, 151~154. —8) 島崎敏雄: 日本レントゲン学会雑誌, 7巻5号, 430, 458. —9) 四戸隆太郎: 日本医学放射線学会誌, 1巻6号, 787. —10) Ahlstrom: Radiation Biology 1, 1, 304.

### Effect of Ionizing Radiations on Tissue Metabolism

Goro Yokota

Radiologic Institute, Kyoto University School of Medicine

1. An inhibition of tissue respiration was usually caused in the spleen, liver and kidney of rats by a single generalized x-ray radiation, the inhibition being most severe in the spleen and next severe in the liver. The tissue respiration of the cerebral cortex was mostly accelerated.

2. The tissue respiration of the liver, spleen and kidney was more hindered by the divided generalized radiations than the single radiation.

3. The generalized radiation of a very small amount of x-ray (1×3) inhibited the tissue respiration of the spleen.

4. The x-ray radiation did not inhibit the tissue respiration of extirpated organs (liver, spleen, kidney)

5. The tissue respiration of rabbit's liver was strongly inhibited by the x-ray

radiation of the hepatic region. After the single radiation, however, a transitory acceleration was observed in a week but none after the divided radiations.

6. The skin tissue respiration of the hepatic region was intensely hindered by the x-ray radiation of this region.

7. The inhibition of tissue respiration caused by the x-ray radiation was prevented to a certain extent by a previous administration of a substance with the SH radical, particularly by mastigen B 12' cysteine, gultathione and methionine.

---