

原 著

## レ線肺臓照射時の臓器組織呼吸並に赤血球呼吸

昭和30年4月26日受付

信州大学医学部放射線医学教室 (主任 金田 弘教授)

宮 崎 亨 有 賀 薫

## The Effect of X-Ray Irradiation to Lung on the Respiration of the Tissues of Several Organs and Erythrocytes in Experimental Animals

T. MIYAZAKI and K. ARIGA

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Shinshu University

(Director, Prof. H. Kaneda)

It has proved that the X-ray irradiation in small doses has the stimulating effect on tissue activities and the erythrocyte respiration correlates to the lung function. The authors' experiments were designed to research the effect of X-ray irradiation to the right lung on the tissue respiration of mice and the erythrocyte respiration of rabbits and at that time its doses were changed in several degrees.

Their respiration rates were measured by Warburg's manometric method. The results obtained were as follows:

- 1) In the experiments with mice,
  - a) the tissue respiration rates of the mice were obviously enhanced when their right lungs were irradiated in 60r or 200r of X-ray. However the rate had no change in 1000r and was suppressed in 2000r;
  - b) the respiration rates of the liver received no effect in 60r and 200r and that rates decreased in 1000r, especially 2000r;
  - c) the respiration rates of the spleen were not influenced in every doses of X-ray.
- 2) In the experiments with rabbits,
  - a) the erythrocyte respiration rates were obviously enhanced from 30 minutes to 2 hours after X-ray irradiation in 200r and restored the former state after about 4 hours;
  - b) the erythrocyte respiration rates were not influenced in 2000r throughout the experimental period.

## 第 I 章 緒 言

レ線の生物学的作用については既に多数の研究報告があり、その中細胞機能に及ぼす影響について論ぜられたものも亦枚挙に遑がない。抑々レ線は細胞に対し破壊的に作用するものではあるが、レ線の刺戟的作用を肯定せしめる様な実験結果も相当多く見出されるのである。勿論これらの中にも、之を放射線の直接作用と看做すものと、他方放射線の作用は飽く迄も破壊的であつて、もし之に刺戟乃至は機能の亢進と認む可きものがあるとするれば、それは破壊に伴う二次的現象で

あるとして、之を間接作用に依り説明するものがある。<sup>①-⑩</sup> 現在迄之等両論に対する多くの実験的事実が報告されてはいるが、レ線により生体の或機能が亢進するという事実は極めて興味ある問題である。

一方著者等の一人宮崎<sup>⑪</sup>は、赤血球の瓦斯交換の場としての肺臓機能と赤血球呼吸との間に相関々係の存在することを実験的に証明しているが、今回我々は肺臓にレ線照射を行つて、該肺組織呼吸に刺戟的現象が見られるや否や、更に又その際に於ける赤血球呼吸に如何なる影響を及ぼすかという問題を追求したので報

告する。

## 第II章 実験方法並に実験動物

### 第1節 臓器組織呼吸

15g.内外の雑系マウスを用い、これを背位に固定して、その右肺に次の条件でレ線照射を行つた。即ち管電圧160KV, 管電流10mA, 皮膚焦点間距離30cm, 濾過板0.5mmCu+0.5mmAl, 照射野0.5cm直径, 線強度60r/minであつて、一回照射線量を60r, 200r, 1000r, 2000rとし四群に分けた。全例共レ線照射後30分にこれを撲殺し、直ちにその照射せる右肺並に肝, 脾を取り出して、ワールブルグ氏旧法に従いその酸素消費量を求め、更に呼吸係数 $Q_{O_2}$ を算出した。

### 第2節 赤血球呼吸

2kg.内外の家兎を用い、これを背位に固定して、その右肺に次の条件でレ線照射を行つた。即ち管電圧160KV, 管電流10mA, 皮膚焦点間距離30cm, 濾過板0.5mmCu+0.5mmAl, 照射野6.0cm直径, 線強度60r/minであつて、一回照射線量は200r及び2000rの二群である。この様にして照射を行つてから、直後, 30分後, 1時間後, 2時間後, 4時間後(又は6時間後), に左心室より約4cc採血して(その際凝固防止の爲3.8%クエン酸ソーダ溶液を赤沈の時と同じ割合に

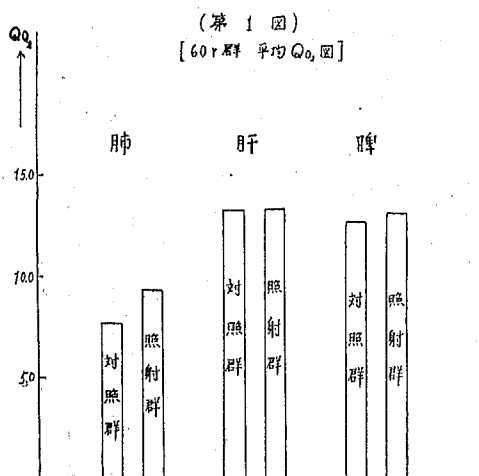
用いた。)その赤血球の酸素消費量をワールブルグ氏旧法に従い測定し、更に呼吸係数 $Q_{O_2}$ を算出した。

抑々本法による赤血球呼吸の測定に際して、従来多くは血球洗滌後、原血液量迄洗滌液にて補正し、その一定容積の酸素消費量を測定して判定しているが、赤血球の一定量を単位容積中に含有せしめることは殆んど不可能に近く、従つて単位容積の酸素消費量のみを以て比較検討する事は実験誤差を大にする。かゝる点を顧慮して吾々は、血球洗滌後25%赤血球浮游液を作成し、その2ccを実験に供し、他方別の容器に同じピベットで同量を取り、その乾燥重量を秤量し、之と酸素消費量より呼吸係数 $Q_{O_2}$ を算出した。

尙血球洗滌後遠心沈澱して、その上澄液及び血球上層の血小板, 白血球層を可及的に除去した。抑々血小板は尾中<sup>10)</sup>に依り振盪により速かに死滅すると云われ、白血球は赤血球に比し極めて少数で問題にならず、網状赤血球も遠心沈澱によりその上層に集るから、上述の様な実験方法による酸素消費は、赤血球のみの呼吸により行われるものと考えてよい。又家兎に於て左心室より約4ccの採血を行つた場合、採血後網状赤血球の増加することがあるので、これを考慮に入れて、実験前値は常に実験前1週間乃至それ以前に測定した。

(第1表) 60r照射(右肺)マウスの肺, 肝, 脾臓組織呼吸

肺				肝				脾			
症例	対照 $Q_{O_2}$	照射 $Q_{O_2}$	増減率 ±%	症例	対照 $Q_{O_2}$	照射 $Q_{O_2}$	増減率 ±%	症例	対照 $Q_{O_2}$	照射 $Q_{O_2}$	増減率 ±%
1	7.88	8.08	+2.5	1	11.95	13.44	+12.5	1	12.27	12.24	-0.2
2	7.45	12.88	+72.9	2	10.46	11.05	+5.6	2	12.11	13.84	+14.3
3	8.10	9.76	+20.5	3	15.44	15.26	-1.2	3	12.61	11.71	-7.1
4	7.00	7.37	+5.3	4				4	13.87	12.77	-7.9
5	7.89	8.47	+7.4	5				5	12.36	15.04	+21.7
平均	7.66	9.31	+21.5	平均	13.15	13.17	+1.5	平均	12.64	13.12	+3.8



## 第III章 実験成績

### 第1節 臓器組織呼吸

#### 第1項 60r照射群

第1表, 第1図に示す通り, その平均値を見ると, 肺に於ては対照に比し21.5%増加, 肝に於ては1.5%増加, 脾に於ては3.8%増加を示している。即ち肺に於ては有意の差を以て対照群に比し充進を認めるが, 肝及び脾に於ては有意の差を認めない。

#### 第2項 200r群

第2表, 第2図に示す通り, その平均値を見ると, 肺に於ては対照に比し13.5%増加, 肝に於ては5.5%増加, 脾に於ては3.2%増加を示している。即ち肺に於ては充進の傾向を認めるが, 肝, 脾に於ては有意の差を認めない。

第3項 1000r 群

第3表, 第3図に示す通り, その平均値を見ると, 肺に於ては対照に比し4.7%増加, 肝に於ては7.3%減少, 脾に於ては5.8%増加を示している。即ち肝に於ては抑制の傾向を認めるが, 肺及び脾に於ては有意の差を認めない。

第4項 2000r 群

第4表, 第4図に示す通り, その平均値を見ると, 肺に於ては対照に比し14.2%減少, 肝に於ては40.7%減少, 脾に於ては3.9%増加を示している。即ち肺及

び肝に於て抑制を示しているが, 脾に於ては著変を認めない。

第5項 本節小括

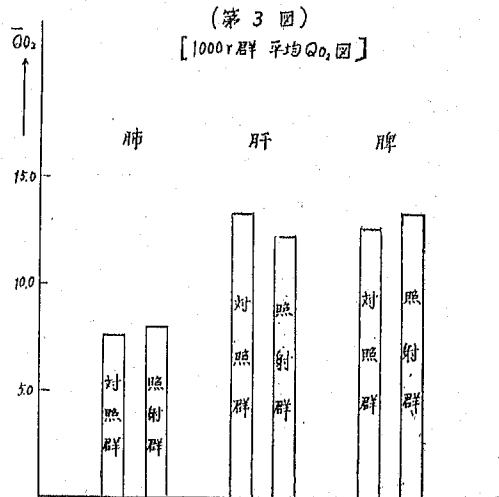
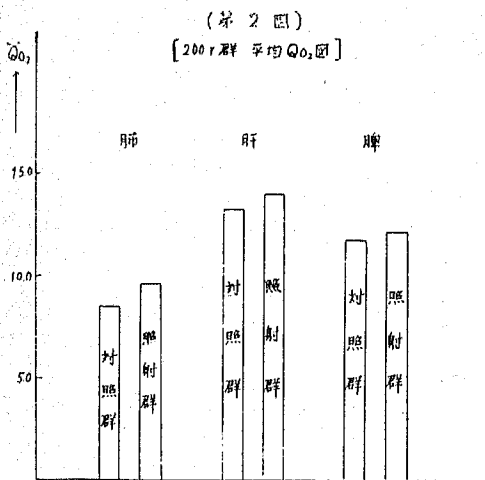
以上マウス右肺照射時の臓器組織呼吸に於ける結果を総括すると第5表の如くなり, 肺に於ては60r, 200r, 両群に於て, 組織呼吸の亢進を認め, 1000r 群では著明な変化なく, 2000r 群でその抑制を見た。又右肺照射時の肝に於ては60r, 200r 両群では著明な変化を認めないが, 1000r 群殊に2000r 群で著明な抑制を示した。更に右肺照射時の脾に於ては全例共有意の

(第2表) 200r 照射(右肺)マウスの肺, 肝, 脾臓組織呼吸

肺				肝				脾			
症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%
1	7.16	10.57	+47.6	1	11.30	11.13	- 1.5	1	10.13	11.77	+16.1
2	9.68	9.75	+ 0.7	2	15.19	14.64	- 3.6	2	10.80	11.79	+ 9.1
3	7.74	9.04	+16.7	3	14.86	13.67	- 8.0	3	13.19	11.69	-11.5
4	9.63	10.18	+ 5.7	4	11.78	15.01	+27.4	4	12.93	13.95	+ 7.8
5	6.89	7.68	+11.4	5	15.05	17.03	+13.1	5	11.23	11.30	+ 0.6
6	9.72	10.46	+ 7.6	6	11.32	12.37	+ 9.2	9	12.00	11.97	- 0.2
平均	8.47	9.61	+13.5	平均	13.25	13.98	+ 5.5	平均	11.71	12.08	+ 3.2

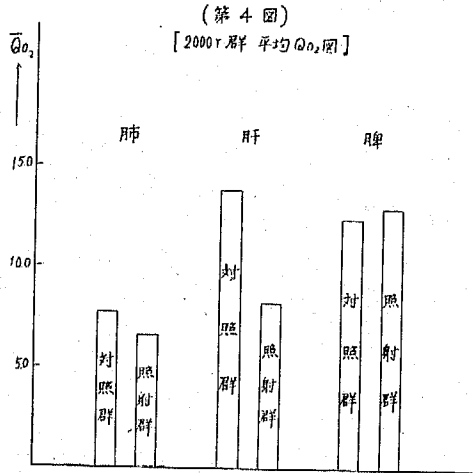
(第3表) 1000r 照射(右肺)マウスの肺, 肝, 脾臓組織呼吸

肺				肝				脾			
症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%
1	8.55	9.30	+ 8.8	1	15.44	12.98	-15.9	1	11.54	13.61	-17.9
2	6.25	8.30	+39.0	2	12.17			2	13.28	12.73	- 4.1
3	9.72	7.27	-25.2	3	14.86			3	13.19	13.66	+ 3.6
4	7.00	9.70	+38.6	4	10.46	8.40	-19.7	4	13.87	13.11	- 5.5
5	7.89	7.69	- 2.5	5	14.74	16.49	+11.9	5	12.36	13.86	+12.1
6	6.41	6.74	+ 5.1	6	11.24	10.88	- 3.2	6	11.46	13.14	+14.7
平均	7.64	8.00	+ 4.7	平均	13.15	12.19	- 7.3	平均	12.62	13.35	+ 5.8



(第4表) 2000r照射(右肺)マウスの肺, 肝, 脾臓組織呼吸

肺				肝				脾			
症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%
1	7.68	5.60	-27.1	1	14.45	8.91	-38.3	1	12.96	13.82	+ 6.6
2	7.34	7.25	- 1.2	2	14.48	10.53	-27.3	2	12.41	14.53	+17.1
3	7.31	5.38	-26.4	3	12.12	8.80	-27.4	3	11.57	12.08	+ 4.4
4	7.13	7.09	- 0.6	4	13.62	6.19	-54.6	4	11.68	12.77	+ 9.3
5	8.96	7.61	-15.1	5	14.49	5.85	-59.6	5	13.58	11.45	-15.7
平均	7.68	6.58	-14.2	平均	13.83	8.20	-40.7	平均	12.44	12.93	+ 3.9



(第5表) 臓器組織呼吸総括

	肺	肝	脾
60r 群	充進	不変	不変
200r 群	稍充進	不変	不変
1000r 群	不変	稍抑制	不変
2000r 群	抑制	抑制	不変

(第6表) 200r照射(右肺)家兎の赤血球呼吸

(直後)				(30分後)				(1時間後)			
症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%
1	0.054	0.061	+12.9	1	0.057	0.093	+63.1	1	0.066	0.077	+16.6
2	0.064	0.070	+ 9.3	2	0.075	0.111	+48.0	2	0.066	0.090	+36.3
3	0.053	0.057	+ 7.5	3	0.061	0.062	+ 1.6	3	0.055	0.067	+21.8
4	0.064	0.068	+ 6.3	4	0.051	0.056	+ 9.8	4	0.063	0.079	+25.4
5	0.054	0.054	0	5	0.054	0.069	+27.8	5	0.062	0.082	+37.0
平均	0.058	0.062	+ 6.9	平均	0.060	0.078	+30.0	平均	0.062	0.079	+27.4

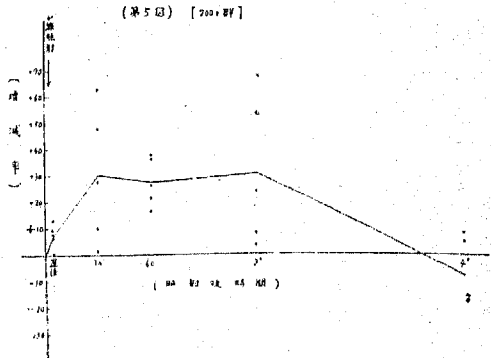
(2時間後)				(4時間後)			
症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%
1	0.060	0.101	+68.3	1	0.055	0.058	+ 5.4
2	0.061	0.094	+54.0	2	0.070	0.057	-18.5
3	0.054	0.067	+24.1	3	0.054	0.059	+ 9.3
4	0.060	0.062	+ 3.3	4	0.081	0.066	-18.5
5	0.073	0.079	+ 8.2				
平均	0.062	0.081	+31.0	平均	0.065	0.060	- 7.7

差を認めなかつた。

第2節 家兎赤血球呼吸

第1項 200r 群

第6表に示す通り, その平均値に於て, 直後では6.9%増加, 30分後では30%増加, 1時間後では27.4%増加, 2時間後では31%増加, 4時間後では7.7%減少を認めた。これらを図示すると第5図の様になり, 照射後30分より2時間迄は大体同じ様に充進を示し, 4時



間後に術前値に復しているのがわかる。

又同線量を生体外照射を行つて比較検討した。即ち家兎の左心室より約8cc採血して, これを二分し, 一方を対照とし, 他方に試験管内で200r照射を行い, これらの赤血球呼吸を比較した。その成績は第7表に示す通り, そ

の平均値に於て3.4%増加を示し、これは有意の差を認めず、従つて生体外照射の場合はその影響を認めない。

第2項 2000r群  
第8表に示す通り、その平均値は直後に於て2.9%増加、30分後では3.1%減少、2時間後には1.4%増加、6時間

後には5.1%減少を示した。これらを図示すると第6図の如くなり、全経過を通じて有意の差を認めない。

(第8表) 2000r照射(右肺)家兎の赤血球呼吸(直後) (30分後)

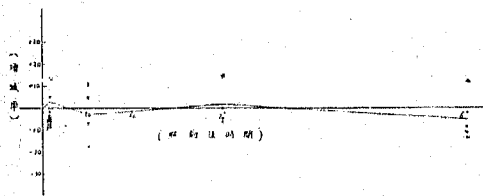
症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%
1	0.057	0.056	- 1.8	1	0.055	0.061	+10.9
2	0.051	0.058	+13.7	2	0.068	0.056	-17.6
3	0.079	0.083	+ 5.1	3	0.078	0.073	- 6.4
4	0.083	0.083	± 0	4	0.060	0.063	+ 5.0
平均	0.068	0.070	+ 2.9	平均	0.065	0.063	- 3.1

(2時間後)

(6時間後)

症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%	症例	対照 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	照射 Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	増減率 ±%
1	0.078	0.089	+14.1	1	0.081	0.070	-13.6
2	0.087	0.082	- 5.7	2	0.075	0.084	+12.0
3	0.054	0.054	± 0	3	0.078	0.072	- 7.7
4	0.061	0.058	- 4.9	4	0.081	0.072	-11.1
平均	0.070	0.071	+ 1.4	平均	0.079	0.075	- 5.1

(第6図) [2000r]



第IV章 総括並に考按

抑々レ線に刺戟作用があることを唱え出したのは、植物に対するレ線作用を研究した一派に始まる。1898年 Muldiney and Thowrenin はレ線照射により大葉菜及び田芥子の発芽及び成長が促進すると謂い、H. E. Schmidt 或いは Körnicke, Halberstadter u. Simon<sup>①</sup> 等も植物に対するレ線の発育刺戟作用を肯定している。Sierp u. Robbers<sup>②</sup> は水平顕微鏡を用いて燕麦幼芽を照射し、その長軸の発育が倍加することを認め、しかも波状に消長することを報告した。又 Altmann、

Rochlin u. Gleichgewicht<sup>③</sup> は隠元豆に就て実験し、少線量では一過性に発育促進を確認している。

又刺戟作用を肯定する動物実験では、Iazams, Barlow はラヂウム放射線の或量は細胞分裂を迅速ならしめたと言ひ、Hastings, Becton u. Wedd は蠶虫に照射して孵化時の短縮、平均重量の増加を認め、Haecker u. Lebedinsky は山椒魚の卵及び仔魚の照射を行つてその発育促進を報告している。Hoffmann<sup>④</sup> は家兎及び猫の仔の骨組織に及ぼすレ線作用を見、10~20% H. E. D. 照射すると幼弱動物の脛骨は、照射後4週間で長軸延長を見るが、3ヶ月後は対称と拮ぶ所がなく、又組織学的には軟骨発育帯の著しい増幅と、軟骨細胞の密在、骨端核の増大、骨幹部は骨梁石灰分も対称に比し増加し、こゝにレ線の刺戟的作用を認めている。井倉は未熟家兎の睪丸組織を微量照射し、精系諸細胞の著しい発育促進を認めている。

次に細胞機能の充進作用を認めているものには、先づ E. A. Schmidt<sup>⑤</sup> があり、生体染色に於て、レ線照射を受けた或種組織細胞の色素摂取能の上昇は、その組織細胞の機能充進の象徴であると看做している。又松尾、河原田は犬の腸液中の Peptonase, Dipeptidase 及び Esterase、清野は小腸液の澱粉及び蔗糖酵素に及ぼすレ線作用を見、少量照射では機能充進作用のあることを認め、又藤浪もレ線微弱照射で食菌作用や墨粒喰食価の上昇を認めている。又 Edwad Girden and Elmer Culler<sup>⑥</sup> は音に依る犬の条件反射を利用して検査する時は、頭部少量レ線照射では中枢性が末梢性かは不明であるが、長期間に亘つて聴力の増加を報告している。又山本<sup>⑦⑧</sup> は K. E. G. を利用して放射直後から脳神経細胞の機能充進を認め、更にヒロポンとの比較に於てレ線による機能充進は波状的消長をなすといふ、レ線の刺戟作用を主張している。藤浪<sup>⑨</sup> は 90r の肝臓照射により、照射局所に存在する細網内皮系細胞の機能を賦活し、その細胞内に特異性抗体並に非特異性抗体の産生を促し、局所免疫力の増加を来すと言う。間島<sup>⑩</sup> は少量のレ線を照射すると、肝細胞内のグリコーゲン含有量は一過性に増加することを認め、更にレ線生物作用の習慣性獲得を報告している。

以上の如く、レ線照射により、生体に刺戟作用と認む可き生活現象の発現を実証した報告は尠くなく、或ものは明らかに機能の充進と看做すべきものではあるが、これ等の現象がすべてレ線による直接作用であるとは一般に考えられて居らず、レ線により破壊された細胞物質の間接作用の結果であると理解されている。間接作用に関する若林<sup>⑪</sup> の詳細な研究に依れば、この間接作用物質は、レ線照射により核蛋白より遊離した RNA であるという。

譲つて我々の実験について見ると、肺臓照射によつ

て該肺の組織呼吸は 60r, 200r 群共に亢進を示し、1000r 群では著変なく、2000r ではその抑制を認めた。又その組織像を見ると、60r では何等の変化を認めず、200r では軽度の鬱血肺を示し、1000r, 2000r 群では鬱血肺と共に局部的に気管支腔内の出血を認めている。

同時に測定した肝並に脾組織呼吸に於て、脾に著変を認めず、肝に於て 1000r 殊に 2000r 群で組織呼吸の抑制を見たことは、恐らく右肺照射による散乱線の影響と見做すことが出来、これは臨床上右肺大量照射の際、肝機能検査を忽せにし得ないことを物語っている。尙組織像に於て、脾には全く変化が認められず、肝に於ては 60r, 200r, 1000r 群では著変がなかつたが、2000r 群に於て肝実質の一部にリンパ球様細胞の浸潤を認め、又星細胞が軽度に腫大していたのを確めた。

一方赤血球呼吸に関する研究の濫觴は 1875 年 Pflüger<sup>①</sup>に発する。その後 Lillie, 更に Morawitz u. Pratt<sup>②</sup>等が貧血時には血液の酸素消費の甚だしく旺盛なるを認めた。翌年 Morawitz<sup>③</sup> は之を訂正して、この酸素消費は血球によるもので、貧血々球ではその酸素消費は主として幼若赤血球によることを発表した。更に Warburg, ④伊丹<sup>⑤</sup>等が血液の酸素消費について発表して以来、此の方面の研究は漸く盛んとなり、Roessingh, ⑥Denecke, ⑦尼子, ⑧Bornstein u. Ascher 及び Barkan<sup>⑨</sup>等は Barcroft の血液瓦斯分析器を用い、又 Warburg が組織呼吸の検定測定法を案出するや、Zeile u. Euler, ⑩Deutsch u. Wagenfeld, ⑪東, ⑫Damblié<sup>⑬</sup>は該方法を用いて赤血球の酸素消費を測定した。Harrop u. Barron<sup>⑭</sup>は Methylenblau を赤血球に添加する時は、赤血球の酸素消費は対照に比し数倍に増強することを発表した。次で Michaels u. Salomon<sup>⑮</sup> が白鼠肝臓エキスを添加する時も亦同様に赤血球の酸素消費量が著しく増大することを発表して以来、Zeile u. Euler, ⑯Deutsch u. Wagenfeld, ⑰Damblié<sup>⑱</sup>は該方法を臨床的に応用して各種疾患に於ける赤血球の酸素消費量を測定した。その後幾多の研究発表を見ているが、主として貧血時に於ける赤血球呼吸に関するものが多く、肝臓エキスとの関係について論ぜられたものが大多数である。最近宮崎<sup>⑲</sup>は肺臓機能との関係に於て赤血球呼吸の消長を発表し、赤血球の瓦斯代謝交換の場としての肺臓機能と相関々係にあることを指摘している。

茲に於て我々の成績を眺めると、家兎右肺に 200r 照射せる場合、既に 30 分後より赤血球呼吸の亢進を示し、1 時間更に 2 時間後迄同様の状態を呈し、4 時間後に大体術前値に復するのを見ている。又 2000r 照射に於ては全経過を通じて著変を認めない。実験成績の項に述べた様に、赤血球の生体外照射ではその呼吸に変化なく、従つて弱照射の際に見られる赤血球呼吸の

亢進は、レ線による生体内変化と看做すことが出来、更に前述の如くマウスの少線量肺照射に於ける肺組織呼吸亢進と対比して考える時、これらが相関々係を示していることは真に興味ある所見と思われる。又 2000r ではマウスの肺組織呼吸抑制を見たのに対し、家兎にては同線量で赤血球呼吸に著変がなかつたのは、動物の種類或いは被験物の相違によるものと看做すのが妥当であろう。大石<sup>⑳</sup>は肺結核に対するレ線の作用については、レ線の有する二次的作用に主眼が向けられると述べ、レ線放射を受けた健康海狸の肺臓エキスはキルヒナー培地に於て結核菌の増殖を阻止すると言っているが、これらの所見も亦、我々の行つた少線量照射による肺組織呼吸亢進、更には赤血球呼吸亢進の事実と照合して聊か興味あるものと思考される。

## 第 V 章 結 論

I) マウスの右肺にレ線照射を行つて次の結論を得た。

- 1) 照射肺の組織呼吸は 60r, 200r 両群で亢進を示し、1000r 群では著変を認めず、2000r 群で抑制を見た。
- 2) 肝臓組織呼吸は 60r, 200r 両群で変化なく、1000r, 殊に 2000r で抑制を示した。
- 3) 脾臓組織呼吸は全例共著明な変化を認めない。

II) 家兎右肺にレ線照射を行つて、その赤血球呼吸に及ぼす影響は次の通りである。

- 1) 200r 群では 30 分後より 2 時間後迄亢進を認め、4 時間後に術前値に復する。
- 2) 2000r 群では全経過を通じて変化を認めない。

(本論文の要旨は昭和 30 年 4 月、第 14 回日本医学放射線学会総会に発表した)

## References

- ① Halberstadter u. Simon: Fortschr. a. d. g. Roentgenstr. 28 (1922)
- ② Sierp u. Robbers: Str. therap. 14 (1922)
- ③ Altmann, Rochlin u. Gleichgewicht: Fortschr. a. d. g. Roentgenstr. 31 (1923)
- ④ Hoffmann: Str. therap. 14 (1922)
- ⑤ Schmidt, E. A.: Str. therap. 12 (1921)
- ⑥ Edward Girden and Elmer Culler: Am. J. Roent. 32
- ⑦ 山本: 日医放誌 10, 5, 6, 19 (1950)
- ⑧ 山本: 日医放誌 10, 7, 46 (1950)
- ⑨ 藤浪: 日医放誌 11, 7, 62 (1951)
- ⑩ 間島: 日医放誌 14, 6, 396 (1954)
- ⑪ 若林: 日医新報 No. 1579, 7, (1954)
- ⑫ Onaka: Hoppe-Seylers Z. 70 (1911)
- ⑬ Pflüger: Pflügers Arch. 10 (1875)
- ⑭ Morawitz u. Pratt: M. med. Wsch. 55, 1817 (1908)
- ⑮ Morawitz: Arch. exp. Path. u. Pharm. 60, 298 (1908)
- ⑯ Warburg: Z. f. physiolog. Chemie 69, 4524, 456 (1910)
- ⑰ Itami:

Arch. exp. Path. u. Pharm. 62, 93, 104 (1910)  
 ⑮Roessingh: Deut. Arch. Klin. Med. 138, 367 (1922)  
 ⑯Denecke: Z. f. g. exp. Med. 36, 179 (1923) ⑳尼  
 子: 医事新聞 1142号 ㉑Barkan: Hoppe-Seylers  
 Z. 177, 205 (1927) ㉒Zeile u. Euler: Hoppe-Seylers  
 Z. 195, 347 (1930) ㉓Deutsch u. Wagenfeld:

Deut. Arch. klin. Med. 171, 73 (1931) ㉔東: 朝  
 鮮医学会誌 21, 122 (1931) ㉕Dambé: Z. f. g.  
 exp. Med. 86, 595 (1933) ㉖Harrop u. Barron:  
 J. of exp. Med. 48, 207 (1928) ㉗Michaels u.  
 Salomon: Naturwiss. 18, 566 (1930) ㉘宮崎: 京府  
 大誌掲載予定 ㉙大石: 日医放誌 10, 5, 6, 39 (1950)

## 有糸核分裂の週期的増減について

昭和30年4月28日 受付

信州大学医学部第一解剖学教室 (指導 尾持昌次教授)

井 上 智 弘

## Study on the Periodic Variation of the Number of Mitosis

Tomohiro INOUE

Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Shinshu University,  
 (Director: S. Omochi)

A certain periodic variation has already been reported in the rate of cell multiplication during a day. The present study concerns mainly the periodic variation of the number of mitosis.

The abdominal skin of frogs (*Rana temporaria*) which is stratified squamous epithelia, were kept in the Ranvier's alcohol. The preparations of the exfoliated epithelia for microscopic examination were made and then stained with haematoxylin. Five frogs were killed and the number of cells and mitosis in the whole unit area of the germinal layer were counted every 60 minutes during 24 hours.

In this study a variation was observed in the actual number of mitosis as well as in the ratio of its number to the whole cells of the germinal layer. It was, however, very difficult to find out any periodicity of cell multiplication and the factor which were responsible for the variation. Also the variation observed in this study was different from those which have been reported in the literatures.

The rate of mitosis, however, did not seem to be under complete irregularity. Further study will be required to clarify this problem. According to my opinion amitosis may be one of the important factors which are responsible to this variation.

Another result obtained in this study was that the number of cells in the unit area of the germinal layer showed almost constant in these frogs.

生物の生長は細胞の増殖によつて行われ、しかも主として細胞の有糸核分裂によると云われている。しかし生物の生長は毎時平等に行われるものでないことは古くから云われる所であつて、1880年 Strasburger は「アヲミドロ」によつてこれを証明し、その他高等植物の莖或は根の生長点について、Kellicott, Karsten, Friesuer, Stalfelt, Kojima 或は木田等の諸氏が研究されているというが、それによれば有糸核分裂は一昼夜

の間に数回の分裂数の旺盛期があるという。一方動物細胞については、1936年木田氏がオタマジヤクシ角膜上皮に於て観察し一日に3回の旺盛期があると報告している。又当教室の尾持教授は1937年トノサマガエルのオタマジヤクシ角膜上皮を用いて核分裂数は午前になく午后に増加することを述べておられる。尾持教授は更に1938年ガマのオタマジヤクシの角膜上皮に於て、同様有糸核分裂数を数えて週期的増減のあること