

# Cobalt-60 *gamma* 線 外部全身照射가 생쥐의 胎兒에 미치는 影響

成 在 基

서울大學校 農科大學 獸醫學科

## 緒 論

動物中에서도 哺乳動物에 대한 各種放射線 또는 放射物質의 全身外部照射나 內部照射는 여러가지 복잡한 生體反應과 影響을 미친다는 것은 잘 알려져 있다. 같은 哺乳動物이라 할지라도 發育이 왕성한 시기 또는 生체조직 중에서도 分葉이 왕성한 조직세포는 방사선照射에 대해서 感受性이 높기 때문에 매우 敏感한 反應을 나타낸다. 5, 10, 16, 20) 實驗動物에 대한 X線 또는 *gamma* 線의 外部全身照射에 관해서는 Phillips 및 Kimeldorf<sup>14)</sup>는 X線照射가 쥐의 骨發育에 미치는 影響에 관해 보고하였고 Moos 등<sup>11)</sup>은 생쥐에 X線을 全身照射하여 體重의 變化와 成長率에 미치는 影響을 보고한 바 있으며 成<sup>21)</sup>은 어린 토끼에다 cobalt-60 *gamma* 線을 全身照射하여 仔兎의 成長에 미치는 影響을 관찰한 바 있고 이밖에도 X線 또는 *gamma* 線을 全身照射하여 各種動物의 成長率, 致死率, 生殖細胞 및 生殖器系에 대한 影響 또는 其他 生體의 各種反應 등에 관한 보고는 Brown 등<sup>2)</sup> Hands 등<sup>6)</sup>, Niatoh 등<sup>12)</sup>, Clapp<sup>4)</sup>, Nash 및 Gowen<sup>13)</sup>, Chambers 등<sup>3)</sup>, Freund 및 Borrelli<sup>5)</sup>, Storer<sup>18)</sup>, Krebs 및 Brauer<sup>8)</sup>에 의하여 報告되었다.

著者は 本實驗에서 방사선照射에 대해서 가장 感受性이 높다고 인정된 胎兒에 방사선을 조사하기 위하여 임신 2週된 생쥐를 각 實驗群에 따라 照射量에 차이를 두어 cobalt-60 *gamma* 線을 全身外部照射하여 照射量에 따른 임신 생쥐의 出生率과 出生後의 成長率과 日當增體率 등에 대한 各實驗群間 比較 등을 관찰하여 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

가축의생연구소로부터 분양받은 白色 생쥐를 40일간 雌雄 분리하여 일정한 환경조건하에서 사육한 다음 완

전히 성숙된 때를 기다려 암수 2대 1의 비율로 飼育箱에 넣어 자연교미시켜 완전히 임신이 되었다고 확인된 생쥐 60마리를 6個群으로 나누어 各群마다 10마리씩 배치하였다. 飼育은 실내에서 각 群別로 배치 분리 사육하였으며 사료는 생쥐 사육용 팻렛 飼料(第一飼料會社製品)를 충분히 공급하여 물과 함께 自由採食케 하였다. 對照群을 제외한 다른 5個 實驗群에는 임신후 2週內外된 때에 cobalt-60 *gamma* 線을 單回 外部全身照射하였는데 照射量은 第1群이 100 Rads, 第2群 200 Rads, 第3群 400 Rads, 第4群 600 Rads, 第5群 800 Rads였으며 照射方法은 실험동물이 들어가서 움직일 수 없는 플라스틱 箱子 속에 넣어 群別로 각각照射하였고 cobalt-60 *gamma* 線源은 原子力研究所의 *gamma*-field를 사용하였다. 照射率(dose rate)은 33 Rads/min으로 하였다. 各實驗群은 照射 직후부터 유산의 유무를 관찰하였고 또 出生 후의 各群別 成長率을 비교하기 위하여 出生 1週 후부터 매주 1회씩 10週間에 걸쳐 아침 空腹時에 體重을 計測하였고 各個體別 日當增體率은 최종 計測值에서 처음 計測值를 뺀 나머지 수치를 計測實驗日數로 나누어서 산출하였다. 各群間의 性격을 비교검토하기 위하여 分散分析의 결과 有意性을 나타내었을 경우에는 Duncan's new multiple range test<sup>19)</sup>를 실시하였다.

## 結 果

임신중인 생쥐가 放射線照射를 받았을 경우 그 胎兒에 미치는 影響과 出生後의 成長率에 미치는 影響을 알아보기 위하여 임신 2주 내외의 생쥐에 cobalt-60 *gamma* 線을 單回照射하되 照射量을 100 Rads, 200 Rads, 400 Rads, 600 Rads, 800 Rads씩 各群別로 外部全身照射한 다음 各實驗群에서 관찰한 成績은 다음과 같다. cobalt-60 *gamma* 線 다량 照射群인 III群(400 Rads), IV群(600 Rads), V群(800 Rads)에서는

例外없이 3個群 全個體에서 유산 또는 사산이 있었다. 즉 III群에서는 8마리가 *gamma*線 照射 7日 後에 2마리는 照射 9日 後에 유산이 있었다. IV群에서도 7마리가 照射 6일 후에 그리고 3마리가 照射 8일 후에 각각 유산하였고, V群에서는 照射 4일 후에 6마리가 照射 7일 후 3마리가 그리고 照射 8일 후 1마리가 각각 유산하였다. 以上과 같이 III, IV, V群에서는 *gamma*線 照射 後에 약간의 시간적 차이는 있었으나 例外없이 유산된 결과를 나타냈고 또한 유산된 새끼들은 모두 죽어 버렸으며 母體는 全群에서 實驗期間 동안 모두 生存하였다. II群에서는 단 한마리가 照射 9일 후에 유산하였을 뿐 나머지 9마리는 照射 8~10일 후에 모두 正常分娩하였다. I群에서는 모두 照射 8일 내지 10일 후에 正常分娩하였다. 따라서 III, IV, V群은 모두 유산 후 새끼가 폐사하였기 때문에 이 3個群은 日當增體率 및 週當增體率의 比較에서 제외하였다.

**日當增體率의 比較:** 對照群과 I群 및 II群間的 日當增體率의 比較는 제 1표에서와 같이 對照群이 0.459 ± 0.058 g 로서 가장 높았고 다음이 I群의 0.316 ± 0.067 g 및 II群의 0.289 ± 0.048 g 의 순으로 낮았다. 以上과 같이 日當增體率은 對照群에 비해 照射量이 增加함에 따라 낮은 數值를 나타냈으며 各群間에는 高度의 有意差(p<0.01)로 나타났으나 I群과 II群間에는 有意性이 없었고 다만 對照群에 對해서는 I群 및 II群이 모

**Table 1.** Group Comparison of Postnatal Body Gains of Mice after Prenatal *gamma*-Irradiation

Group	Control	I (100 Rads)	II (200 Rads)
Mean ± SE(g)	0.459 ± 0.058	0.316 ± 0.067	0.289 ± 0.048
f-value	7.245**	II 0.289	I 0.316 C 0.459

\*\* p<0.01

두 高度의 有意性을 나타냈다.

**週當增體率의 比較:** 對照群과 I群 및 II群의 週當增體率間의 比較는 제 2표에서와 같다. 各群에서 出生 1週 후의 새끼 생쥐의 體重量間 比較에서는 各群間에는 아무런 差異를 나타내지 않았으나 分娩後 2週值에서 有意差(p<0.05)를 나타내기 시작하여 分娩後 3週부터 10週까지의 體重量은 例外없이 各群間 比較에서 高度의 有意差(p<0.01)를 나타냈다. 體重量은 對照群이 계속 가장 높은 數值였고 다음이 I群, II群의 순으로 나타났다. Duncan's new multiple range test 결과 對照群과는 3週值에서부터 10週까지 I群, II群 다 같이 高度의 有意差(p<0.01)를 나타냈으나 I群과 II群 間에는 有意性은 볼 수 없었다. 그러나 I群이 II群의 體重量보다는 약간 높은 數值였다.

**Table 2.** Comparison of Growth Rate of Mice after Prenatal *gamma*-Irradiation

Age Week(s)	Group			f-Value	Duncan's Multiple Range Test		
	Control	I (100 Rads)	II (200 Rads)				
1	3.55 ± 0.32 g	3.17 ± 0.41 g	2.94 ± 0.29 g	1.492			
2	6.49 ± 0.71	5.40 ± 0.64	5.10 ± 0.38	2.864*	II 5.10	I 5.40	C 6.49
3	11.00 ± 0.59	7.49 ± 0.47	7.40 ± 0.84	6.572**	II 7.40	I 7.49	C 11.00
4	16.20 ± 0.69	11.13 ± 0.78	11.50 ± 1.12	8.282**	I 11.13	II 11.50	C 16.20
5	16.90 ± 1.27	14.50 ± 1.52	13.64 ± 1.24	6.926**	II 13.64	I 14.50	C 16.90
6	22.40 ± 1.48	16.66 ± 1.92	15.20 ± 1.87	8.407**	II 15.20	I 16.66	C 22.40
7	23.80 ± 1.98	17.50 ± 1.59	17.10 ± 1.78	8.472**	II 17.10	I 17.50	C 23.80
8	26.50 ± 2.48	18.33 ± 1.97	17.92 ± 1.88	9.279**	II 17.92	I 18.33	C 26.50
9	26.80 ± 2.52	19.05 ± 2.78	18.06 ± 2.47	7.485**	II 18.06	I 19.05	C 26.80
10	26.96 ± 2.95	19.26 ± 2.50	18.83 ± 3.12	6.874**	II 18.83	I 19.26	C 26.96

\* p<0.05 \*\* p<0.01, Values are Mean ± SE

## 考 察

動物體가 방사선의 全身照射 또는 放射性物質의 内部照射을 받았을 때 혈액상의 변화 및 成長率 등에 영향을 미친다는 것은 여러 學者들에 의해서 보고된 바 있다. 방사선 조사 후 동물의 폐사율 및 기타 영향을 관찰한 他研究者들의 보고를 살펴보면 다음과 같다. Krebs 및 Brauer<sup>8)</sup>는 생쥐에 대한 X線의 LD<sub>50</sub>은 單回照射時는 650R 이었고 분할 조사에서의 LD<sub>50</sub>은 照射日數에 따라 171 R/day 5일간, 85 R/day 10일간, 65.5 R/day 15일간 등으로 單回 多量照射가 훨씬 위험한 효과를 나타냈다고 보고하였고, Storer<sup>18)</sup>는 생쥐에 대한 X線의 LD<sub>50</sub>은 출산후 120일 된 생쥐에서는 762R 이었으나 출산후 150일부터 730일 된 생쥐에서는 800~850R로 증가하였다가 나이가 많아질수록 급격히 낮아져서 출산후 960일 된 생쥐에서는 566R 이었다고 보고하였다. Brown<sup>1)</sup>은 소에 대한 X線의 LD<sub>50</sub>이 543R 이라고 보고하였고 Hayashi 및 Miyao<sup>7)</sup>는 염소에 700~1,000R의 cobalt-60 gamma線을 조사한 결과 생존일수는 5~12일 이었고 200R 이하 조사군에서는 30일 이상 생존하였다고 보고하였다. Spalding 등<sup>17)</sup>도 생쥐에 대한 X線의 LD<sub>50</sub>이 3.6주 된 생쥐에서는 593R 이었으나 12.8週까지는 週수가 증가할수록 점차 증가하여 733R로 최고치를 보였다가 그 다음부터는 週수가 증가할수록 낮아지고 있음을 보고한 바 있다. Comma에 의하면 X線 또는 gamma線 조사에서 성숙한 토끼의 LD<sub>50</sub>은 790R, 성숙한 쥐의 LD<sub>50</sub>은 590R, 성숙한 생쥐의 LD<sub>50</sub>은 650R 등으로 동물의 종류에 따라 차이가 심하였다. Rust 등<sup>15)</sup>도 성숙한 토끼에 대한 X線의 LD<sub>50</sub>은 1,094R 이고 800R 조사시엔 조사 후 30일 동안 全例가 생존하였으나 1,500R 조사시엔 全例가 폐사되었다고 보고하였다. 本實驗에서 III群(400 Rads), IV群(600 Rads), V群(800 Rads)에서 gamma線 조사 후 日數에는 약간의 差異는 있으나 大體로 조사 후 4~9日 사이에 全例에서 유산을 나타낸 成績은 여러 學者들의 보고와 대체로 비슷한 경향임을 알수 있었고 本實驗에서 gamma線 400 Rads 이상 照射群에서 全例가 유산된 成績을 볼 때 細胞分裂度가 一生 동안에 가장 왕성하다고 보는 胎兒期이기 때문에 방사선에 극히 敏感한 反應을 나타낸 結果라고 확신한다.

방사선 조사 후 動物의 성장율에 미치는 영향을 관찰한 他研究者들의 보고를 살펴보면 다음과 같다. Storer<sup>18)</sup>는 임신한 생쥐에 X線을 照射한 다음 그 母體

에서 분만된 새끼 생쥐의 體重 변화를 관찰하였더니 조사량이 많아질수록 體重値는 낮아졌다고 보고했으며 成<sup>21)</sup>은 출산후 50일 전후인 仔兎 8個群에다 100~700 Rads의 cobalt-60 gamma線을 單回全身外部照射한 다음 增體重率을 조사한바 조사량이 증가할수록 增體重率은 낮아졌다고 보고했다. Lambrev 및 Zlatarev<sup>9)</sup>는 생쥐에 500R의 X線을 조사하였던바 수일 후부터 體重이 감소하였다고 보고했고 Brown<sup>1)</sup>도 소에 450~700 R의 X線을 조사하여 體重이 감소되었다고 보고했으며 또한 Hayashi 및 Miyao<sup>7)</sup>는 염소에 100~1,000R의 gamma線을 조사한 결과 다량 조사군에서는 體重의 감소를 볼 수 있었다고 보고했다. 本實驗成績을 살펴 볼 때 出產後 새끼 생쥐에서 100 Rads 조사한 I群과 200 Rads 조사한 II群에서 모두 對照群에 比하여 日當 增體重率이 낮은 數値를 나타냈고 또한 適當 體重値의 成績比較에서도 生後 1週에서는 各實驗群間에 差異가 없었으나 2週後의 體重値부터 차이가 나타나기 시작하여 3週後부터 10週後에 이르기까지 對照群에 대하여 I群, II群 보다 高度의 有意差(p<0.01)를 나타냈으며 또한 照射量이 증가할 수록 體重値가 감소된 成績을 나타낸 것은 以上 여러 學者들의 報告와 一致된 結果라고 본다.

## 結 論

妊娠中인 생쥐에 cobalt-60 gamma線을 單回外部全身照射한 다음 出產後 새끼 생쥐의 成長率을 照射量의 差異에 따른 各實驗群間의 比較와 照射로 인한 기타 영향을 관찰하였던바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 400 Rads, 600 Rads 및 800 Rads의 3個 照射群에서는 gamma線 照射後 4~9일만에 全個體가 例外 없이 유산하였다.
2. 出產後 새끼 생쥐의 日當增體重率의 比較는 對照群에 대해서 100 Rads 및 200 Rads 照射群은 모두 高度의 有意差(p<0.01)를 나타냈다.
3. Gamma線 照射量과 出產後 새끼 생쥐의 成長率과의 관계는 照射量이 많아질수록 成長率은 낮아지는 경향을 나타냈다.

## 參 考 文 獻

1. Brown, D.G.: Clinical observation on cattle exposed to lethal doses of ionizing radiation. J. Am. Vet. Med. Ass. (1962) 140 : 1051.

2. Brown, D.G., Gramly, W.A. and Cross, H.: Response of 3 breeds of swine exposed to whole body cobalt-60 *gamma* radiation in daily doses of 100 Roentgens. Am. J. Vet. Res. (1964) 25 : 1347.
3. Chambers, F.W., Biles, C.R., Bodenlos, L.J. and Dowling, J.H.: Mortality and clinical signs in swines exposed to total-body cobalt-60 *gamma* irradiation. Radiat. Res. (1964) 22 : 316.
4. Clapp, N.K.: LD<sub>50</sub> (24 hours) observation in the chick embryo after exposure to X-ray. Radiat. Res. (1964) 22 : 475.
5. Freunt, M. and Borrelli, F.: The effects of X-irradiation on male fertility in the guinea pig. Effect of 75, 150, and 300 Roentgens of whole-body X-irradiation of semen production. Radiat. Res. (1964) 22 : 404.
6. Hands, G.D., Page, N.P., Ainsworth, E.J., Leong, C.F., Menks, C.K. and Alpen, E.L.: Acute mortality and recovery studies in sheep irradiated with cobalt-60 *gamma*-ray of 1 Mvp X-rays. Radiat. Res. (1966) 27 : 397.
7. Hayashi, M. and Miyao, N.: Studies on the effect of cobalt-60 *gamma*-irradiation of goat. Natl. Inst. Animal Health Quart. (1963) 3 : 156.
8. Krebs, J.S. and Brauer, R.W.: Accumulation of lethal irradiation doses by fractionated exposure to X-rays. Radiat. Res. (1965) 25 : 480.
9. Lambrev, Z. and Zlatarav, Z.: Observation on mice exposed to lethal doses of X-rays. Med. Radiol. (1958) 3 : 30.
10. Maschen, I.: Roentgen signs in clinical diagnosis. W.B. Saunders Co., Philadelphia (1956) p. 36.
11. Moos, W.S., Yusken, J.W., Baritz, R., Fuller, J.B., Plagge, J.C. and Harvey, R.A.: Irradiation of mice with fractionated dosage of X-rays. Effects on longevity and total body weight. Atompraxis (1962) 10 : 398.
12. Naitoh, P., Engel, R.E. and Spurrell, F.A.: Early changes in autonomic responses after cranial *gamma* irradiation in the burro. Radiat. Res. (1965) 25 : 626.
13. Nash, D.J. and Cowen, J.W.: Effects of X-irradiation upon postnatal growth in the mouse. Biol. Bull. (1962) 122 : 115.
14. Phillips, R.D. and Kimeldorf, D.J.: Acute and long-term effects of X-irradiation on skeletal growth in the rat. Am. J. Physiol. (1964) 207 : 1447.
15. Rust, J.H., Folmar, G.D., Lane, J.J. and Trum, B.F.: The lethal doses of total body cobalt-60 *gamma*-radiation for the rabbit. Am. J. Roentgen (1955) 74 : 135.
16. Sodeman, W.A.: Pathological physiology. 3 ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia (1961) p. 309.
17. Spalding, J.F., Johnson, O.S. and Archuleta, R.F.: Acute radiosensitivity as a function of age in mice. Nature (1965) 208 : 905.
18. Storer, J.B.: Radiation resistance with age in normal and irradiated population of mice. Radiat. Res. (1965) 25 : 435.
19. Steel, G.D. and Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. McGraw-hill Book Co. New York (1960) p. 107.
20. Young, M.E.J.: Radiological physics. H.K. Lewis & Co., London (1957) p. 222.
21. 成在基 : Cobalt-60 *gamma* 線照射가 家兎의 成長에 미치는 影響 大韓獸醫學會誌 (1972) 12 : 1.

## Effects of External Whole-Body *gamma*-Irradiation on Embryos in Mice

Jai Ki Sung, D.V.M., M.S., Ph.D.

*Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture  
Seoul National University*

### Abstract

In order to investigate the effects of cobalt-60 *gamma* irradiation on the postnatal body gains and the other influence of the pregnant mice were subjected to single whole-body *gamma* irradiation externally.

The results obtained were as follows:

1. The all mice of 400, 600, and 800 Rads *gamma*-irradiated groups showed abortion after prenatal *gamma* irradiation within 4 to 9 days.
2. There were significant differences of the postnatal body gains of mice between the control and treated groups (100 Rads and 200 Rads *gamma* irradiation).
3. The relation between *gamma*-irradiated doses and the postnatal growth rates of mice were inversely proportional.