

Cobalt-60 gamma 線 外部全身照射가 어린 토끼의 血液像과 成長率에 미치는 影響

成 在 基

서울大學校 農科大學 獸醫學科

緒 論

動物體에 대한 放射線의 外部照射나 放射性物質에 의한 內部照射에 대한 生體反應은 매우 복잡하다. 여러 學者들의 研究報告에 따르면 生體組織中에서도 分裂이 왕성한 組織細胞는 放射線照射에 대해서 感受性이 높으며 또한 같은 종류의 動物에서도 完全히 成熟한 때보다는 發育期에 있는 動物이 放射能에 더욱 敏感하다고 알려져 있다^(9, 22, 32, 37, 38).

Tribukait⁽³⁶⁾는 쥐에 410 R의 X-線을 照射한 결과 照射 후 hemoglobin 値와 赤血球量이 계속적으로 감소하여 11 일째에는 정상치의 75%로 감소하였으나 6 주 후에는 정상치로 회복하였다고 報告하였으며 Carsten 및 Noonan⁽⁶⁾은 흰쥐를 써서 X-線의 局部 또는 全身照射가 血液像에 미치는 影響을 관찰한 결과 照射後 5~11 일부터 hemoglobin 値와 總白血球數가 감소하기 시작하였고 淋巴球數는 照射 翌日에 심한 감소를 보였다가 그 후 서서히 회복하였으나 정상치에 이르지 못하였다고 報告하였다.

Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾는 생쥐에 300 R의 X-線을 照射하고 12 주간 관찰한 결과 늙은 생쥐(月齡 14)에서는 赤血球數의 회복이 잘 안되어 貧血을 나타내었고, 總白血球數는 月齡에 관계없이 감소되었으나 照射後 12 주에도 정상으로 회복되지 않았을 뿐만 아니라 hemoglobin 値, 血小板數 및 好中球數도 月齡에 관계없이 영구적인 감소를 보였으며, 늙은 생쥐의 경우 淋巴球數는 정상치의 49%로 감소하였다고 報告하였다.

Faleeva⁽¹³⁾는 생쥐에 400~5,000 R의 X-線을 照射한 결과 照射後 1~4 시간부터 白血球數가 감소하기 시작하여 3~4 일에 最少値를 보였다가 서서히 회복하여 12 일째엔 정상치로 회복하는 경향을 보였다고 報告하였다.

Hulse⁽¹⁸⁾는 쥐에 X-線을 全身照射하고 照射後 24 시간에 總白血球數 및 감별계수를 측정한 결과 總白血球

數는 물론 好酸球數, 淋巴球數 및 單核球數도 감소하였는데 照射量이 많을수록 감소율도 컸으나 好中球數는 照射量이 많아질수록 증가하는 경향이 뚜렷하였다고 報告하였고, Helde등⁽¹⁷⁾도 토끼에 gamma 線을 照射하면 照射量이 증가할수록 白血球의 감소율도 커진다고 報告하였다.

Lowrey 및 Bell⁽²¹⁾은 돼지에 400 R의 gamma 線을 全身照射하여 白血球數의 변동을 관찰하고 照射 직후부터 照射後 4 일까지는 감소하였으나 그 후 서서히 회복하여 56 일 후에는 정상치의 75% 水準으로 회복하였다고 報告하였으며 Cronkite 등⁽¹⁰⁾은 송아지를 써서 體外照射法으로 循環血液에 계속적으로 X-線을 照射하고 循環血液中的 淋巴球數가 照射 직후부터 감소하기 시작했다고 報告하였다.

Sipe 등⁽³¹⁾은 송아지에, Hayashi 및 Miyao⁽¹⁶⁾는 염소에 Eder⁽¹²⁾는 쥐에, Harris⁽¹⁵⁾는 guinea pig에 gamma 線을, Schmid 등⁽³⁰⁾은 쥐에, Millard⁽²³⁾는 사람(남자, 29~38 歲)에, Berke 등⁽²⁾은 쥐에 X-線을 外部照射한 후 小兒에서 심한 淋巴球數의 감소를 보였으며 감소율은 照射量이 많을수록 컸다고 報告하였으며, Barnes⁽¹⁾는 개의 右心房에 beta-emitter (⁹⁰Sr-⁹⁰Y)를 삽입하여 血液을 照射하였더니 淋巴球數의 감소가 있었다고 하였다.

Mirimova⁽²⁴⁾는 생후 6 주 미만의 쥐에 X-線을 全身照射한 결과 照射後 4~6 일부터 血小板數가 감소하기 시작하였다고 報告하였다.

Pontifex 및 Lamerton⁽²⁷⁾은 쥐에 1 일 1 회 15~200 Rads의 X-線을 6 일간 照射하였더니 hemoglobin 値 및 血小板數가 照射量이 증가할수록 비례적으로 크게 감소하였다고 報告하였으며, Blackett 등⁽³⁾은 쥐에 200 R의 X-線을 照射하여 赤血球生成機能이 照射 직후에는 34%로, 4 시간 후에는 8%로 감퇴하였다가 그 후 서서히 회복하여 15~20 일 후에는 정상치로 되돌아 왔다고 報告하였다.

Lambrev 및 Zlatarev⁽²⁰⁾는 생쥐에 500 R의 X-線을 照射하였더니 照射後 수일부터 심한 체중 감소를 나타

였다고 報告하였고, Hayashi 및 Miyao⁽¹⁶⁾는 염소에 gamma 線을 全身照射한 실험에서 照射量이 많을 때에는 심한 체중의 감소가 있었다고 報告하였다.

이 밖에도 Brown 등⁽⁶⁾과 Chambers 등⁽⁷⁾은 돼지에 gamma 線을, Clapp⁽⁸⁾는 병아리에, Moos 등⁽²⁵⁾, Nash 및 Gowen⁽²⁶⁾, Spalding 등⁽³³⁾, Storer⁽³⁵⁾ 그리고 Krebs 및 Brauer⁽¹⁹⁾는 생쥐에 X-線을 照射하면 체중이 감소하며 照射量이 증가할수록 체중의 감소도 컸다고 報告하였다.

한편 만약의 경우 가축이 放射線에 폭로되었다라도 적절히 처리하면 농가의 손해를 줄일 수 있고 人體에 해로운 肉類나 乳製品으로부터 국민을 보호할 수 있다. 이때 임상조건이 대단히 중요한 위치를 차지하게 되며 血液像의 變動도 放射線에 의한 장애를 진단하는데 빼놓을 수 없는 因子이므로 이 실험에서는 發育중인 토끼에 cobalt-60 gamma 線을 全身照射하되 照射量을 變動시켰을 경우 血液像과 成長率에 미치는 영향을 구명하고자 이 실험에 착수하여 얻은 성적을 報告하는 바이다.

材料 및 方法

생후 50 일 前後인 Himalayan 種 토끼를 大林農場(京畿道, 平澤)에서 구입하여 실험 전에 15 일간 일정한 환경조건하에서 사육한 다음 되도록 실험오차를 줄이기 위해서 임상적으로 건강하고 糞檢査에 의해서 腸內 寄生蟲이 증명되지 않은 체중 450 g 안팎의 토끼 96 마리를(♂ 48, ♀ 48)를 사용하였다. 8 個群으로 나누어 各群마다 12 마리씩(♂ 6, ♀ 6) 배치하였다. 室溫에서 사육하였으며 양계용 배합사료(Cargill 社製品)를 아침과 저녁에 급여하였고 靑草도 1 日 2 回 급여하였다. Coccidiosis를 예방하기 위하여 실험기간중 隔週로 amprol-plus(미국 Merck 社 製品)를 사료에 섞어서 (0.3 g/kg) 투여하였다.

對照群(1 個群)을 제외한 다른 7 個群에는 cobalt-60 gamma 線을 單回 外部全身照射하였는데 照射量은 第 I 群이 100 R, 第 II 群 200 R, 第 III 群 300 R, 第 IV 群 400 R, 第 V 群 500 R, 第 VI 群 600 R, 第 VII 群 700 R 이었으며 照射率은 15 R/min 이었다.

照射量에 따르는 血液像의 變動를 관찰하기 위하여 8 時부터 10 時 사이에(採血後에 아침 사료를 급여하였음) 採血하였다. 첫번째 採血은 照射後 24 時間에 실시하였고 다음부터는 照射後 1 週부터 6 週까지 1 週간격으로 6 회(총 7 회) 실시하였다. 採血한 血液은 he-

parin 으로 응고를 방지하고 乾熱滅菌한 有栓瓶에 옮겨 냉장고에 보관하면서 血液學值를 측정하였다.

血球計算은 Spencer 血球計算器를 썼으며 hemoglobin 測定은 Photovolt Coporation 社製인 photoelectric hemoglobin and glucose meter, model 15 를 사용했고, hematocrit 値는 International micro-capillary centrifuge, model MB 를 써서 측정하였다. 鑑別計數는 血液塗抹 標本에서 白血球 300 個를 計上하여 百分率로 표시하였다.

照射量에 따르는 發育曲線의 樣相을 관찰하기 위하여 gamma 線 照射 直前과 照射後 1 週 간격으로 9 週까지(총 10 회) 아침 空腹時에 體重을 측정하였다.

各群間의 成績을 比較檢討하기 위하여 分散分析의 結果가 有意性을 나타내었을 경우에는 Duncan's new multiple range test⁽³⁴⁾를 실시하였다.

結 果

成長期에 放射線 照射를 받았을 경우 血液像과 成長率에 미치는 영향을 알아보기 위하여 생후 65 일된 토끼에 cobalt-60 gamma 線을 單回 照射하되 照射量을 100 R 부터 700 R 까지 100 R 씩 變動시키면서 外部全身照射하고 照射後 24 시간에 관찰한 成績과 照射後 1 週부터 1 週 간격으로 6 週까지 관찰한 成績은 다음과 같다.

1) 赤血球數에 미치는 영향

照射後 24 시간에 측정된 全身照射群의 성적은 對照群의 성적보다 조금 낮았으나 各群間에 有意差는 인정할 수 없었다. 照射後 1 週에 측정된 성적은 對照群이 $5.43 \pm 0.22 \times 10^6 / \text{mm}^3$ 로 가장 높았고 가장 많은 照射를 받은 VII 群이 $3.43 \pm 0.19 \times 10^6 / \text{mm}^3$ 로 최저치를 나타내었으며 各群間에는 高度의 有意差를 볼 수 있었고 또한 각 照射群의 赤血球數는 照射量이 증가함에 따라 감소율도 크게 나타났다. 照射後 2 週에는 對照群의 성적은 變動이 없었으나 各照射群의 赤血球數는 더욱 심한 감소를 나타내어 VII 群이 $2.28 \pm 0.16 \times 10^6 / \text{mm}^3$ 로서 역시 최저치를 나타내었고 各群間에는 高度의 有意差를 보였다. 照射後 3 週 및 4 週에 있어서의 各群間 비교에서도 2 週에서와 같은 경향을 나타내어 거의 비슷한 성적을 볼 수 있었고 여기서도 各群間에는 모두 高度의 有意差를 나타내었다. 照射後 5 週에서의 各群間 赤血球數의 비교에서는 對照群이 $5.28 \pm 0.19 \times 10^6 / \text{mm}^3$ 로 여전히 最高值였고 VII 群이 $3.09 \pm 0.29 \times 10^6 / \text{mm}^3$ 로

Table 1. Results of Erythrocyte Counts ($10^6/\text{mm}^3$) in γ -Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group									f-Value
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII		
24 hrs.	5.40±0.14	5.07±0.24	5.27±0.16	5.23±0.18	5.29±0.24	5.17±0.26	4.82±0.17	5.02±0.19		1.390
1 week	5.43±0.22	4.83±0.20	4.90±0.21	4.59±0.20	4.54±0.14	4.29±0.16	3.89±0.12	3.43±0.19		11.366**
			<u>3.43</u>	<u>3.89</u>	<u>4.29</u>	<u>4.54</u>	<u>4.59</u>	<u>4.83</u>	<u>4.90</u>	<u>5.43</u>
2 weeks	5.34±0.16	4.95±0.17	5.03±0.18	4.66±0.22	3.99±0.12	3.59±0.22	2.71±0.19	2.28±0.16		33.022**
			<u>2.28</u>	<u>2.71</u>	<u>3.59</u>	<u>3.99</u>	<u>4.66</u>	<u>4.95</u>	<u>5.03</u>	<u>5.34</u>
3 weeks	5.31±0.12	4.89±0.19	4.93±0.26	4.65±0.21	4.36±0.14	3.32±0.15	2.60±0.17	2.25±0.18		44.986**
			<u>2.25</u>	<u>2.60</u>	<u>3.32</u>	<u>4.36</u>	<u>4.65</u>	<u>4.89</u>	<u>4.93</u>	<u>5.31</u>
4 weeks	5.36±0.26	5.00±0.25	4.80±0.21	4.40±0.21	4.58±0.14	3.38±0.16	2.33±0.26	2.52±0.21		23.945**
			<u>2.33</u>	<u>2.52</u>	<u>3.38</u>	<u>4.40</u>	<u>4.58</u>	<u>4.80</u>	<u>5.00</u>	<u>5.36</u>
5 weeks	5.28±0.19	4.96±0.16	4.58±0.16	4.59±0.19	4.92±0.11	4.29±0.11	3.77±0.23	3.09±0.29		3.978**
			<u>3.09</u>	<u>3.77</u>	<u>4.29</u>	<u>4.58</u>	<u>4.59</u>	<u>4.92</u>	<u>4.96</u>	<u>5.28</u>
6 weeks	5.36±0.19	4.89±0.24	4.58±0.12	4.59±0.20	4.90±0.26	4.60±0.15	4.14±0.29	3.80±0.20		2.245*
			<u>3.80</u>	<u>4.14</u>	<u>4.58</u>	<u>4.59</u>	<u>4.60</u>	<u>4.89</u>	<u>4.90</u>	<u>5.36</u>

*: $P < 0.05$

** : $P < 0.01$

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

가장 낮아 各群間에는 높은 有意差를 나타냈으나 照射後 2週, 3週, 4週에서와는 달리 차차 회복되기 시작하는 경향을 볼 수 있었다. 照射後 6週에서의 赤血球數는 현저히 회복현상을 나타내었다. 즉 對照群이 $5.36 \pm 0.19 \times 10^6/\text{mm}^3$, I群이 $4.89 \pm 0.24 \times 10^6/\text{mm}^3$, II群이 $4.90 \pm 0.26 \times 10^6/\text{mm}^3$, III群이 $4.60 \pm 0.15 \times 10^6/\text{mm}^3$ 로 各群間에는 有意성을 인정할 수 없었으나 다만 VII群이 $3.80 \pm 0.20 \times 10^6/\text{mm}^3$ 로 가장 낮았고 對照群과 有意差($P < 0.05$)를 나타냈을 뿐이다. 이상과 같이 照射後 7회에 걸쳐서 측정된 各群의 성적을 종합해 보면 照射後 24시간에서는 큰 變動이 없었으나 그 후부터

對照群을 제외한 各照射群의 성적이 감소하기 시작하여 1~4週에 가장 낮은 數値를 보였다가 그 후부터 회복되기 시작하여 6週에서는 뚜렷한 회복현상을 나타내었다. 또한 各照射群에서 照射量과 赤血球數와의 관계는 照射量이 증가함에 따라 예외없이 赤血球數의 감소율도 비례적으로 크게 나타났으며 회복은 반대로 늦어지는 경향이 뚜렷하였다.

2) Hemoglobin 値에 미치는 영향

照射後 24시간에 측정된 全照射群의 성적은 赤血球의 경우와 같이 對照群의 성적보다 조금 낮았으나 各

群間에 有意差는 인정할 수 없었다. 그러나 照射後 1週에 측정된 성적은 對照群을 제외한 各照射群에서 照射量의 차이에 따른 감소현상이 나타나기 시작하였고 특히 많은 照射를 받은 V群 VI群 및 VII群에서는 뚜렷한 감소치를 나타내었다. 즉 對照群이 11.93 ± 0.16 g/100 ml로 最高值였고 最低值는 VII群의 8.98 ± 0.20 g/100 ml로 各群間에 高度의 有意差를 보였다. 照射後 2週의 성적은 對照群이 여전히 12.05 ± 0.15 g/100 ml 인데 비해서 VII群은 5.95 ± 0.25 g/100 ml로 各群間에 높은 有意差를 나타내었으나 제 2표에서 보는바와 같이 100~400 R 照射群에서는 조금 감소하였고 500~700 R 照射群에서는 심한 감소현상을 나타내었다. 照射後 3週, 4週 및

5週에 측정된 성적도 照射後 2週에 측정된 성적과 비슷한 경향을 나타내어 各群間에는 높은 有意差를 볼수 있었다. 照射後 6週에 측정된 성적은 照射群에서 많이 회복된 경향을 보이고 있어서 VI群과 VII群을 제외한 모든 照射群의 성적이 거의 正常值로 회복되었다. 이상과 같이 照射後 7회에 걸쳐 측정된 各群別 성적을 종합해보면 照射後 24 시간에는 아무런 變動이 없었으나 照射後 1週부터 各照射群은 점차 감소하기 시작하여 2週, 3週, 4週까지 계속 낮아졌다가 5週부터 회복하기 시작하였다. 照射量과 hemoglobin 值와의 관계는 赤血球數의 경우와 같은 경향으로써 照射量이 증가할수록 감소율도 비례적으로 크게 나타났으며 회복은

Table 2. Results of Hemoglobin Determination (g/100 ml) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value	
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII		
24 hrs.	12.03 ± 0.18	11.95 ± 0.16	11.88 ± 0.22	11.82 ± 0.17	11.83 ± 0.27	11.53 ± 0.31	11.58 ± 0.21	11.73 ± 0.21	0.805	
1 week	11.93 ± 0.16	11.75 ± 0.20 VII 8.98	11.53 ± 0.20 VI 9.21	10.95 ± 0.23 V 9.85	10.83 ± 0.25 IV 10.83	9.21 ± 0.88 III 10.95	9.85 ± 0.18 II 11.53	8.98 ± 0.20 I 11.75	11.93 C 11.93	8.811**
2 weeks	12.05 ± 0.15	11.30 ± 0.28 VII 5.95	11.38 ± 0.21 VI 6.70	10.88 ± 0.23 V 8.89	10.00 ± 0.25 IV 10.00	8.89 ± 0.34 III 10.88	6.70 ± 0.31 II 11.30	5.95 ± 0.25 I 11.38	12.05 C 12.05	42.006**
3 weeks	11.93 ± 0.21	11.35 ± 0.29 VII 5.53	11.13 ± 0.28 VI 6.25	10.93 ± 0.32 V 7.83	9.73 ± 0.25 IV 9.73	7.83 ± 0.22 III 10.93	6.25 ± 0.24 II 11.13	5.53 ± 0.30 I 11.35	11.93 C 11.93	94.419**
4 weeks	11.98 ± 0.21	11.40 ± 0.32 VII 6.23	10.74 ± 0.32 VI 6.40	9.98 ± 0.35 V 7.58	10.25 ± 0.22 IV 9.98	7.58 ± 0.29 III 10.25	6.40 ± 0.17 II 10.74	6.23 ± 0.34 I 11.40	11.98 C 11.98	89.705**
5 weeks	11.95 ± 0.19	11.31 ± 0.25 VII 6.70	10.98 ± 0.21 VI 8.48	9.66 ± 0.30 V 9.66	11.18 ± 0.17 IV 9.73	9.73 ± 0.28 III 10.98	8.48 ± 0.34 II 11.18	6.70 ± 0.31 I 11.31	11.95 C 11.95	29.472**
6 weeks	11.90 ± 0.19	11.58 ± 0.29 VII 7.70	11.28 ± 0.20 VI 9.70	11.08 ± 0.20 V 10.73	11.14 ± 0.31 IV 11.08	10.74 ± 0.28 III 11.14	9.70 ± 0.35 II 11.28	7.70 ± 0.48 I 11.58	11.90 C 11.90	23.173**

** : $P < 0.01$

Values are mean \pm SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

반대로 늦어지는 경향이 뚜렷하였다.

3) Hematocrit 値에 미치는 영향

照射後 24시간에 측정된 hematocrit 値는 前述한 赤血球數 및 hemoglobin 値의 경우와 같이 對照群의 成績보다 조금 낮았으나 各群間에 有意差는 인정할 수 없었다. 照射後 1週에 측정된 hematocrit 値는 照射量이 증가함에 따라 크게 감소하였으며 多量照射群들과 對照群間에 높은 有意差를 나타내었다. 照射後 2週에 측정된 hematocrit 値는 對照群이 $38.5 \pm 0.65 \text{ ml}/100 \text{ ml}$ 인데 비해서 VII群은 $21.7 \pm 1.02 \text{ ml}/100 \text{ ml}$ 로서 매우 낮은 數値를 보였으며 高度의 有意差를 나타내었다.

또한 제 3표에서 보는바와 같이 照射群에서는 照射後 1週의 성적보다 심한 감소를 나타내었다. 照射後 3週 4週 및 5週에 측정된 성적도 照射後 2週에 측정된 성적과 거의 같은 水準을 나타내었으며 各群間에는 高度의 有意差를 보였다. 또한 照射後 6週에 측정된 성적은 照射群에서 많이 회복된 상태를 나타내었으나 照射量이 比較的 적었던 I群과 II群을 제외하고는 對照群에 비해 의의있는 감소를 보였으며 감소율도 照射量에 비례적으로 컸다.

이상과 같이 7회에 걸쳐서 측정된 各群別 hematocrit 値를 종합해보면 照射後 24시간의 hematocrit 値는 거의 變動이 없었으나 照射後 1週부터 4週까지 照射群

Table 3. Results of Hematocrit Values (ml/100 ml) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value	
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII		
24 hrs.	38.6 ± 0.60	38.8 ± 0.68	36.8 ± 0.58	37.8 ± 0.76	36.7 ± 0.63	35.8 ± 0.75	35.4 ± 0.79	33.0 ± 0.68	1.798	
1 week	38.6 ± 0.54	38.1 ± 0.65	35.8 ± 0.54 VII 27.4	35.0 ± 0.54 VI 29.1	33.5 ± 0.71 V 30.9	30.9 ± 0.31 IV 33.5	29.1 ± 0.63 III 35.0	27.4 ± 0.21 II 35.8	38.6 I 38.1	30.134**
2 weeks	38.5 ± 0.65	36.2 ± 0.61	35.3 ± 0.70 VII 21.7	34.5 ± 0.86 VI 23.6	32.1 ± 1.14 V 29.2	29.2 ± 0.81 IV 32.1	23.6 ± 1.24 III 34.5	21.7 ± 1.02 II 35.3	38.5 I 36.2	39.028**
3 weeks	38.4 ± 0.48	35.1 ± 0.97	34.8 ± 0.86 VII 21.9	33.6 ± 0.78 VI 22.3	30.3 ± 0.92 V 26.8	26.8 ± 1.14 IV 30.3	22.3 ± 1.26 III 33.6	21.9 ± 1.03 II 34.3	38.4 I 35.1	43.009**
4 weeks	38.2 ± 0.69	34.8 ± 0.89	32.8 ± 0.70 VII 21.8	32.6 ± 0.67 VI 23.6	30.8 ± 1.08 V 25.8	25.8 ± 1.14 IV 30.8	23.6 ± 0.88 III 32.6	21.8 ± 0.98 II 32.8	38.2 I 34.8	42.113**
5 weeks	38.6 ± 0.72	35.9 ± 0.68	33.9 ± 0.73 VII 23.6	33.3 ± 0.78 VI 24.2	31.2 ± 1.04 V 29.1	29.1 ± 1.14 IV 31.2	24.2 ± 1.27 III 33.3	23.6 ± 0.89 II 33.9	38.6 I 35.9	26.327**
6 weeks	38.6 ± 0.56	37.4 ± 0.65	35.6 ± 0.85 VII 26.2	34.0 ± 0.89 VI 27.3	31.8 ± 0.94 V 31.5	31.5 ± 0.74 IV 31.8	27.3 ± 1.78 III 34.0	26.2 ± 1.37 II 35.6	38.5 I 37.4	18.984**

** : $P < 0.01$

Values are mean \pm SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

Table 4. Results of Mean Corpuscular Volume (μm^3) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group							
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII
24 hrs.	71.8±1.15	73.2±2.30	72.5±2.22	73.1±2.01	69.0±2.29	70.4±2.88	73.3±2.95	69.2±2.15
1 week	72.3±3.01	74.4±2.42	72.6±2.65	74.3±2.67	71.4±1.77	71.3±2.83	74.1±2.32	70.4±2.83
2 weeks	72.5±1.87	73.4±2.25	70.3±1.90	73.8±2.66	73.5±2.23	73.4±3.09	72.1±1.24 (11)	74.4±2.56 (11)
3 weeks	72.5±1.57	72.6±2.93	70.8±1.67	73.0±2.00	70.5±2.52	74.0±2.35	73.6±2.47 (10)	72.8±2.09 (9)
4 weeks	71.2±1.59	71.6±2.42	71.8±3.05	72.7±2.90	70.1±3.02	74.1±2.82	72.9±3.05 (9)	74.4±2.87 (8)
5 weeks	73.3±2.01	73.6±2.47	74.7±2.67	72.0±2.91	70.2±2.63	72.3±1.91	70.6±2.47 (8)	72.9±2.48 (7)
6 weeks	71.9±1.49	72.2±2.61	74.5±6.13	72.2±2.23	72.9±2.98	73.7±2.72	72.0±2.04 (8)	73.7±2.30 (7)

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

Table 5. Results of Mean Corpuscular Hemoglobin (pg) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group							
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII
24 hrs.	22.4±0.48	23.4±0.82	22.5±0.34	22.8±0.54	22.5±0.54	22.5±0.54	22.9±0.69	22.6±0.53
1 week	22.5±0.80	24.1±0.56	23.3±0.53	23.7±0.57	23.6±0.53	23.2±0.70	23.9±0.47	24.0±0.75
2 weeks	22.6±0.40	24.1±0.94	23.1±0.45	23.6±0.58	24.4±0.58	23.9±0.65	24.0±0.74 (11)	24.2±0.72 (11)
3 weeks	22.4±0.23	23.3±0.81	22.5±0.61	23.5±0.44	22.1±0.44	23.5±0.44	24.8±0.70 (10)	24.3±1.02 (9)
4 weeks	22.9±0.84	22.6±0.70	22.9±0.83	22.7±0.80	22.7±0.35	22.6±0.55	21.7±0.86 (9)	23.8±0.88 (8)
5 weeks	23.0±0.84	22.9±0.53	24.0±0.46	23.5±0.43	22.8±0.31	22.5±0.41	23.9±0.69 (8)	22.5±0.88 (7)
6 weeks	22.4±0.64	23.8±0.72	24.6±0.42	24.4±0.77	23.2±1.09	23.4±0.41	24.7±0.84 (8)	22.5±0.82 (7)

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

Table 6. Results of Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (g/100 ml) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group							
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII
24 hrs.	31.2±0.38	30.9±0.41	31.5±0.64	31.4±0.59	32.3±0.94	32.4±0.91	32.8±0.82	32.3±0.55
1 week	30.9±0.55	31.0±0.82	32.4±0.95	31.5±0.77	32.4±0.91	32.2±0.66	33.6±0.95	33.0±0.89
2 weeks	31.4±0.64	31.2±0.68	32.2±0.54	31.6±0.46	31.3±0.82	30.9±0.97	30.5±0.88 (11)	30.7±0.74 (11)
3 weeks	31.3±0.57	32.4±0.40	33.3±0.58	32.6±0.52	32.4±0.99	30.2±0.86	33.9±0.80 (10)	33.8±0.74 (9)
4 weeks	31.5±0.45	32.6±0.88	33.1±0.84	31.3±0.88	33.4±0.86	31.5±0.97	31.5±0.91 (9)	31.4±0.73 (8)
5 weeks	31.0±0.65	31.6±0.95	32.5±0.67	31.9±0.96	33.4±0.57	34.0±0.65	33.0±0.92 (8)	32.8±0.64 (7)
6 weeks	31.0±0.30	31.1±1.03	31.9±1.04	32.8±1.06	34.0±0.67	32.6±0.98	34.6±0.83 (8)	31.7±0.74 (7)

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

의 성적이 계속 낮아졌다가 5週부터 차츰 회복되기 시작하였다. 照射量과 hematocrit 值와의 관계는 赤血球數 및 hemoglobin 值의 경우처럼 照射量이 많을수록 감소율도 비례적으로 컸으며 회복은 반대로 늦어지는 경향이 뚜렷하였다.

4) 平均血球容積(MCV), 平均血球血色素(MCH), 및 平均血球血色素濃度(MCHC)에 미치는 영향

放射線의 照射를 받은 후 赤血球數, hemoglobin 值 및 hematocrit 值가 감소하여 貧血症狀을 나타내었으므로 平均血球容積, 平均血球血色素 및 平均血球血色素濃度를 계산하였던바 照射後 24시간부터 6週까지 全群에서 有意差를 찾아볼 수 없었다.

5) 白血球數에 미치는 영향

照射後 24시간에 측정한 白血球數는 對照群이 $7.7 \pm 0.58 \times 10^3/\text{mm}^3$ 인데 비해서 各照射群은 급격한 감소를 나타내었다. 照射量이 가장 낮은 I群은 $4.86 \pm 0.38 \times 10^3/\text{mm}^3$ 이고 照射量이 가장 많은 VII群에서는 $1.11 \pm 0.29 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로서 各群間에 高度의 有意差를 나타내었으며 특히 各照射群의 白血球數의 감소는 照射量의 차이에 敏感한 反應을 나타내어 照射量이 증가함에 따라 예외없이 減少率도 크게 나타났다. 照射後 1週에 측정한 白血球數는 24시간에 측정한 성적보다 더욱 감소되어 I群이 $4.45 \pm 0.37 \times 10^3/\text{mm}^3$, VII群이 $0.79 \pm 0.25 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 各群間에 高度의 有意差를 보였고 照

Table 7. Results of Leukocytes Counts ($10^3/\text{mm}^3$) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value	
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII		
24 hrs.	7.70±0.58	4.86±0.38	3.48±0.23 VII 1.11	3.85±0.48 VI 1.47	3.25±0.43 V 2.05	2.05±0.24 IV 3.25	2.05±0.24 III 3.48	1.47±0.48 II 3.85	1.11±0.29 I 4.86	34.393**
1 week	8.17±0.66	4.45±0.37	3.61±0.37 VII 0.79	3.09±0.25 VI 1.06	2.27±0.27 V 1.65	2.27±0.27 IV 2.27	1.65±1.49 III 3.09	1.06±0.11 II 3.61	0.79±0.25 I 4.45	49.902**
2 weeks	7.65±0.62	3.43±0.24	2.79±0.20 VII 0.68	2.08±0.21 VI 0.85	1.63±0.17 V 1.24	1.63±0.17 IV 1.63	1.24±0.19 III 2.08	0.85±0.24 II 2.79	0.68±0.19 I 3.43	53.995**
3 weeks	7.47±0.76	4.10±0.41	3.51±0.24 VI 1.51	3.98±0.21 VII 1.65	3.13±0.26 V 2.64	3.13±0.26 IV 3.13	2.64±0.36 III 3.51	1.51±0.21 II 3.98	1.65±0.19 I 4.10	71.319**
4 weeks	7.70±0.61	6.01±0.41	5.10±0.38 VII 2.23	4.53±0.29 VI 2.40	4.08±0.25 V 3.63	4.08±0.25 IV 4.08	3.63±0.23 III 4.53	2.40±0.28 II 5.10	2.23±0.26 I 6.01	35.359**
5 weeks	7.43±0.57	6.15±0.39	5.90±0.47 VII 3.06	5.43±0.29 VI 3.63	4.51±0.32 V 4.18	4.51±0.32 IV 4.51	4.18±0.30 III 5.43	3.63±0.36 II 5.90	3.06±0.32 I 6.15	24.634**
6 weeks	7.71±0.57	7.21±0.48	6.52±0.41 VII 3.27	5.47±0.42 VI 3.94	4.95±0.28 V 4.55	4.95±0.28 IV 4.95	4.55±0.35 III 5.47	3.94±0.35 II 6.52	3.27±0.21 I 7.21	28.024**

** : P<0.01

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

照射 2 週에는 제 7 표에서 보는바와 같이 가장 심한 감소를 나타내었다. 즉 對照群이 $7.65 \pm 0.62 \times 10^3/\text{mm}^3$ 이었으나 I 群은 $3.43 \pm 0.24 \times 10^3/\text{mm}^3$, VII 群이 $0.68 \pm 0.19 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 對照群과 VII 群間에는 무려 10 餘倍 이상의 차이를 나타내었고 各群間에 高度의 有意差를 볼 수 있었다. 照射後 3 週부터 白血球數는 조금씩 회복되기 시작하여 I 群이 $4.10 \pm 0.41 \times 10^3/\text{mm}^3$, VII 群이 1.65 ± 0.19 였고 4 週에서는 I 群이 $6.01 \pm 0.41 \times 10^3/\text{mm}^3$, VII 群이 $2.23 \pm 0.26 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 照射後 2 週에 측정된 성적 보다는 상당히 회복되었으나 역시 各群間에 高度의 有意差를 나타내었다. 照射後 5 週 및 6 週의 白血球數는 더욱 뚜렷한 회복현상이 나타났다. 즉

照射後 5 週에 측정된 성적이 I 群은 $6.15 \pm 0.39 \times 10^3/\text{mm}^3$, VII 群은 $3.06 \pm 0.32 \times 10^3/\text{mm}^3$ 였고 6 週에는 I 群이 $7.21 \pm 0.48 \times 10^3/\text{mm}^3$, VII 群이 $3.27 \pm 0.21 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 여기서도 各群間에 높은 有意差가 있었다.

이상과 같이 照射後 7 회에 걸쳐서 측정된 各群의 白血球數를 종합해보면 照射後 24 시간부터 심한 감소를 나타내었으며 照射後 2 週에 가장 심한 감소치를 보였다가 3 週부터는 서서히 회복되기 시작하여 6 週에는 뚜렷한 회복을 나타내었다. 또한 各照射群의 白血球數 減少率은 예의 없이 照射量이 많을수록 크게 나타났으며 회복은 반대로 늦어지는 경향이 뚜렷하였다.

Table 8. Results of Differential Counts of Neutrophil (%) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value	
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII		
24 hrs.	45.8±1.25	55.4±1.15	57.1±1.47 C	62.9±1.49 I	84.9±1.49 II	90.9±0.61 III	97.0±0.46 IV	95.7±0.88 V		10.576**
			45.8	55.4	57.1	62.9	84.9	90.9	97.0	
1 week	46.7±1.44	56.7±2.00	65.3±2.06 C	66.8±1.42 I	83.3±1.65 II	81.3±1.02 III	95.5±0.34 IV	94.4±0.77 V		17.002**
			46.7	56.7	65.3	66.8	81.3	83.3	94.4	
2 weeks	46.8±1.52	57.5±1.84	55.4±1.54 C	64.2±1.51 II	62.8±1.96 I	76.3±1.83 III	82.3±0.92 IV	86.4±1.29 V		8.001**
			46.8	55.4	57.5	62.8	64.2	76.3	82.3	86.4
3 weeks	46.3±1.31	51.4±0.98	54.4±1.52 C	58.8±1.92 I	59.9±0.74 II	73.7±2.17 III	81.3±1.47 IV	82.0±1.58 V		8.896**
			46.3	51.4	54.4	58.8	59.9	73.7	81.3	82.0
4 weeks	46.5±1.69	54.4±1.64	57.2±2.57 C	56.8±1.05 I	58.6±1.13 II	67.4±1.84 III	70.2±1.93 IV	81.5±1.32 V		4.116**
			46.5	54.4	56.8	57.2	58.6	67.4	70.2	81.5
5 weeks	45.8±1.34	50.9±0.33	53.1±1.71 C	56.3±1.77 I	53.3±1.67 II	61.9±1.47 III	66.0±1.59 IV	74.3±1.62 V		3.692**
			46.8	50.9	53.1	53.3	56.3	61.9	66.0	74.3
6 weeks	46.7±1.83	47.8±0.80	48.1±0.51 C	48.3±0.89 I	50.5±0.96 II	50.8±1.17 III	50.0±0.88 IV	51.8±0.93 V		2.932*
			46.7	47.8	48.1	48.3	50.0	50.5	50.8	51.8

*: $P < 0.05$

** : $P < 0.01$

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

6) 白血球鑑別計數에 미치는 영향

好中球値에 미치는 영향: 照射後 24 시간에 측정한 好中球値는 對照群이 45.8±1.25%인데 비해 照射群에서는 照射量이 많을수록 증가하여 VII群이 95.7±0.88%로 各群間에는 高度의 有意差를 보였다. 제 8표에서 보는바와 같이 照射量이 증가함에 따라 극심한 증가를 나타내었다. 照射後 1週에 측정한 성적도 24 시간에 측정한 성적과 거의 비슷한 경향을 나타내었으나 照射後 2週부터 好中球値는 조금씩 감소하기 시작하여 照射後 6週에는 對照群이 46.7±1.83%인데 비해서 照射量이 비교적 낮은 I群, II群 및 III群에서는 48% 안팎으로 對照群의 성적과 비슷하였지만 照射量이 비

교적 많았던 IV群, V群, VI群 및 VII群에서는 안팎으로 對照群과는 有意差를 나타내었다. 이상과 같이 照射後 7회에 걸쳐서 측정한 好中球의 鑑別計數를 종합해 보면 照射後 24 시간부터 급격한 증가를 보였으나 照射後 2週부터 서서히 회복하기 시작하여 照射後 6週에는 뚜렷한 회복현상을 보였다. 한편 各照射群의 성적은 照射量이 많을수록 증가율도 크게 나타났으며 회복은 반대로 늦어지는 경향이 뚜렷하였다.

淋巴球値에 미치는 영향: 照射後 24 시간에 측정한 淋巴球値는 對照群이 44.0±1.33%인데 비하여 照射群에서는 照射量이 많아질수록 감소율도 크게 나타났다. 照射量이 비교적 적었던 I群, II群 및 III群의 성적보다 照射量이 많았던 IV群, V群, VI群 및 VII群의 성적

Table 9. Results of Differential Counts of Lymphocyte (%) in gamma-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII	
24 hrs.	44.0±1.33	32.9±1.46	34.8±1.35 VI 1.4	28.8±1.14 VII 2.6	9.6±1.31 V 4.1	4.1±0.70 IV 9.6	1.4±0.45 III 28.8	2.6±0.63 II 32.9	56.765**
1 week	43.2±1.30	36.3±1.47	26.1±2.11 VI 2.9	26.5±1.41 VII 3.3	11.8±1.48 V 11.8	12.0±0.65 IV 12.0	2.9±0.31 III 26.5	3.3±0.45 II 36.3	13.683**
2 weeks	42.3±1.26	34.3±2.09	37.8±1.53 VII 9.6	29.8±1.77 VI 14.5	30.8±1.66 V 17.7	17.7±1.65 IV 29.8	14.5±1.85 III 30.8	9.6±1.32 II 34.3	58.133**
3 weeks	43.2±1.18	39.4±1.46	38.8±1.65 VII 12.8	32.0±2.07 VI 13.9	29.9±2.11 V 19.3	19.3±1.84 IV 29.9	13.9±1.27 III 32.0	12.8±1.52 II 38.8	52.658**
4 weeks	42.7±1.14	39.3±1.62	34.9±2.43 VII 1.35	34.8±1.49 VI 21.8	33.6±1.39 V 24.5	24.5±1.54 IV 33.6	±1.92 III 34.8	13.5±1.46 II 34.9	36.072**
5 weeks	42.8±1.03	41.3±0.94	38.5±1.16 VII 19.8	35.2±1.63 VI 24.9	35.9±2.01 V 29.5	29.5±1.65 IV 35.2	24.9±1.88 III 35.9	19.8±1.62 II 38.5	20.749**
6 weeks	42.8±1.43	43.6±1.15	42.4±0.96 VII (8)	42.0±1.16 VI (7)	41.6±1.55 V (8)	40.4±1.02 IV (7)	42.1±1.35 III (8)	40.4±1.60 II (7)	0.755

** : P < 0.01

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

이 대단히 낮았다(제 9 표). 이와같은 감소현상은 照射後 1 週까지 계속되었으나 2 週부터는 점차 회복되기 시작하여 6 週에는 完全に 회복되어 各群間에 有意差를 인정할 수 없었다. 이상과 같이 照射後 7 회에 걸쳐서 계속한 淋巴球의 鑑別計數를 종합해보면 照射後 24 시간에 급격히 감소하였다가 照射後 2 週부터 서서히 회복하기 시작하여 照射後 6 週에는 完全に 회복되었다. 한편 各照射群의 성적은 照射後 5 週까지 照射量이 많을수록 감소율도 비례적으로 크게 나타났다.

單核球值에 미치는 영향 : 照射後 24 시간에 계속한 單核球值는 對照群이 $8.1 \pm 0.54\%$ 였으나 照射群에서는 照射量이 많을수록 감소하여 照射量이 많았던 Ⅳ群($1.2 \pm 0.24\%$)과 Ⅶ群($1.2 \pm 0.39\%$)이 가장 낮은 성적을

보였으며 各群間에는 高度의 有意差를 나타내었다. 이와같은 감소현상은 照射後 1 週까지 계속되었으나 2 週부터 점차 회복되기 시작하여 6 週에는 현저히 회복되어 各群間에 有意差를 인정할 수 없었다. 이상과 같이 照射後 7 회에 걸쳐서 계속한 單核球의 鑑別計數를 종합해보면 照射後 24 시간에 급격히 감소하였다가 照射後 2 週부터 서서히 회복하기 시작하여 照射後 6 週에는 대체로 회복되었으나 照射後 5 週까지의 성적은 照射量이 많을수록 비례적으로 크게 나타났다.

好鹽基球值에 미치는 영향 : 照射後 24 시간에 계속한 好鹽基球值는 照射量이 많을수록 감소율도 크게 나타났고 이러한 경향은 照射後 6 週까지 계속 되었으나 照射後 3 週부터는 各群間에 有意差를 인정할 수 없었다.

Table 10. Results of Differential Counts of Monocyte (%) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII	
24 hrs.	8.1 ± 0.54	6.1 ± 0.43	6.3 ± 0.49 Ⅶ 1.2 Ⅵ 1.2	5.9 ± 0.23 Ⅴ 3.8 Ⅳ 4.3	4.3 ± 0.90 Ⅲ 5.9 Ⅱ 5.9	3.8 ± 0.58 Ⅰ 6.1 Ⅱ 6.3	1.2 ± 0.24 Ⅰ C 8.1	1.2 ± 0.39	25.503**
1 week	7.8 ± 0.36	6.5 ± 0.38	5.8 ± 0.48 Ⅶ 1.3 Ⅵ 1.5	5.5 ± 0.29 Ⅳ 3.6 Ⅴ 4.9	3.6 ± 0.31 Ⅲ 5.5 Ⅱ 5.8	4.9 ± 0.38 Ⅱ 6.5 Ⅰ 7.8	1.3 ± 0.22 Ⅰ C 7.8	1.5 ± 0.34	24.499**
2 weeks	8.2 ± 0.39	5.3 ± 0.57	5.8 ± 0.44 Ⅳ 2.3 Ⅴ 2.9	6.8 ± 0.71 Ⅵ 3.3 Ⅴ 4.7	2.3 ± 0.77 Ⅰ 5.3 Ⅱ 5.8	4.7 ± 0.26 Ⅱ 6.8 Ⅲ 8.2	2.9 ± 0.42 (11) Ⅰ C 8.2	3.3 ± 0.59 (11)	13.075**
3 weeks	7.9 ± 0.56	6.3 ± 0.45	5.9 ± 0.50 Ⅶ 3.8 Ⅵ 3.8	6.8 ± 0.37 Ⅴ 5.2 Ⅳ 5.9	6.7 ± 0.57 Ⅱ 5.9 Ⅰ 6.3	5.2 ± 0.44 Ⅳ 6.7 Ⅲ 6.8	3.8 ± 0.47 (10) Ⅰ C 7.9	3.8 ± 0.45 (9)	10.689**
4 weeks	8.3 ± 0.33	5.1 ± 0.59	6.3 ± 0.54 Ⅶ 4.3 Ⅰ 5.1	6.4 ± 0.50 Ⅵ 5.3 Ⅱ 6.3	6.4 ± 0.70 Ⅲ 6.4 Ⅳ 6.4	6.5 ± 0.73 Ⅴ 6.5 Ⅳ 6.5	5.3 ± 0.86 (9) Ⅰ C 8.3	4.3 ± 0.79 (8)	3.613**
5 weeks	8.2 ± 0.42	6.3 ± 0.40	6.8 ± 0.52 Ⅶ 4.4 Ⅵ 5.4	6.8 ± 0.41 Ⅰ 6.3 Ⅳ 6.6	6.6 ± 0.41 Ⅴ 6.8 Ⅲ 6.8	6.8 ± 0.42 Ⅲ 6.8 Ⅱ 6.8	5.4 ± 0.59 (8) Ⅰ C 8.2	4.4 ± 0.67 (7)	5.314**
6 weeks	8.3 ± 0.37	6.8 ± 0.33	7.3 ± 0.34	7.3 ± 0.37	6.4 ± 0.53	7.0 ± 0.63	6.0 ± 0.67 (8)	6.0 ± 0.68 (7)	2.190

** : $P < 0.01$

Values are mean \pm SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

Table 11. Results of Differential Counts of Basophil (%) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII	
24 hrs.	2.00±0.35	1.42±0.31	1.33±0.33	1.41±0.36	1.50±0.44	1.42±0.34	0.33±0.14	0.17±0.11	3.917**
			<u>VI</u> 0.17	<u>V</u> 0.33	<u>II</u> 1.33	<u>III</u> 1.41	<u>V</u> 1.42	<u>I</u> 1.42	
1 week	1.83±0.34	1.33±0.19	1.42±0.26	1.42±0.39	1.33±0.42	1.50±0.38	0.33±0.45	0.50±0.19	3.147**
			<u>VI</u> 0.33	<u>VII</u> 0.50	<u>I</u> 1.33	<u>IV</u> 1.33	<u>II</u> 1.42	<u>III</u> 1.42	
2 weeks	1.75±0.33	1.67±0.42	1.08±0.22	1.33±0.22	1.25±0.29	1.33±0.38	0.42±0.26	0.42±0.28	3.622**
			<u>VI</u> 0.42	<u>V</u> 0.42	<u>II</u> 1.08	<u>IV</u> 1.25	<u>III</u> 1.33	<u>V</u> 1.33	
3 weeks	1.42±0.21	1.50±0.24	1.25±0.35	1.50±0.34	1.25±0.26	1.25±0.31	1.50±0.32	0.83±0.48	0.948
							(10)	(9)	
4 weeks	1.83±0.39	1.50±0.38	1.17±0.30	1.50±0.23	1.25±0.33	1.33±0.24	1.17±0.30	1.17±0.41	0.559
							(9)	(8)	
5 weeks	1.67±0.23	1.67±0.42	1.25±0.31	1.42±0.56	1.25±0.23	1.33±0.56	1.08±0.38	1.00±0.19	0.520
							(8)	(7)	
6 weeks	1.67±0.42	1.50±0.38	1.50±0.43	1.50±0.41	1.17±0.33	1.17±0.46	1.08±0.38	1.33±0.47	1.487
							(8)	(7)	

** : P < 0.01

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

好酸球値에 미치는 영향 : 照射後 24 시간부터 3 週까지는 照射群이 對照群보다 조금 낮은 성적을 보였으나 各群間에 有意差를 인정할 수 없었다. 照射後 4 週에는 完全히 회복되어 照射群의 성적과 對照群의 성적이 같아졌으며 이러한 현상은 6 週까지 계속되었다.

7) 成長率에 미치는 영향

放射線 照射가 成長率에 미치는 영향을 알아보기 위하여 照射直前과 照射後 1 週 간격으로 體重을 달아서 작성한 發育曲線은 第 1 圖에서 보는바와 같이 100 R 의 照射를 받은 I 群만 對照群과 같은 成長率을 보였고 其他 照射群은 모두 發育이 抑制되었으며 照射量이 많아질수록 많이 抑制되었다. 특히 600 R 의 照射를 받은 VI 群과 700 R 의 照射를 받은 VII 群은 실험기간동안 發育이 完全히 抑制되었다.

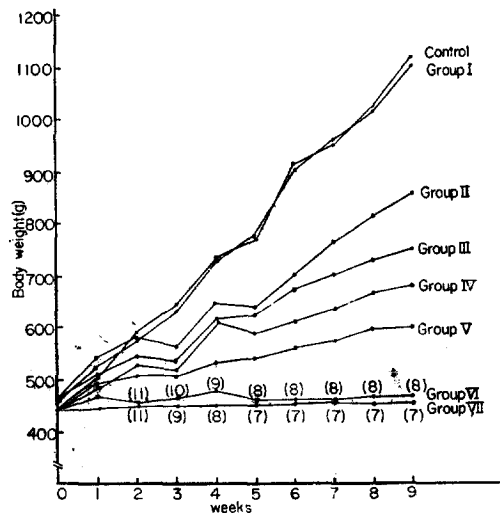


Fig. 1. Growth curves of control and *gamma*-irradiated rabbits.

Table 12. Results of Differential Counts of Eosinophil (%) in *gamma*-Irradiated Rabbits

Times after Irradiation	Group								f-Value
	Control	I	II	III	IV	V	VI	VII	
24 hrs.	0.67±0.19	0.50±0.15	0.58±0.14	0.58±0.19	0.58±0.19	0.58±0.18	0.42±0.19	0.42±0.19	0.239
1 week	0.67±0.18	0.50±0.14	0.67±0.23	0.50±0.17	0.58±0.18	0.58±0.23	0.58±0.22	0.50±0.19	0.120
2 weeks	0.67±0.20	0.50±0.21	0.58±0.19	0.58±0.19	0.67±0.18	0.50±0.19	0.58±0.19 (11)	0.58±0.21 (11)	0.112
3 weeks	0.67±0.19	0.58±0.19	0.58±0.17	0.58±0.18	0.58±0.19	0.50±0.15	0.67±0.24 (10)	0.67±0.22 (9)	1.222
4 weeks	0.58±0.18	0.58±0.20	0.67±0.23	0.75±0.20	0.58±0.26	0.58±0.22	0.58±0.21 (9)	0.58±0.20 (8)	0.905
5 weeks	0.58±0.23	0.58±0.15	0.58±0.27	0.58±0.24	0.42±0.15	0.67±0.26	0.58±0.23 (8)	0.58±0.25 (7)	1.115
6 weeks	0.58±0.19	0.58±0.22	0.58±0.23	0.67±0.19	0.50±0.18	0.58±0.23	0.67±0.21 (8)	0.67±0.25 (7)	0.764

Values are mean±SE. Figures in parentheses represent the number of rabbits, the other values for 12 rabbits.

8) 生存率에 미치는 영향

放射線의 照射量이 比較的 적은 照射群에서는 全例가 照射後 6週까지 生存하였으나 照射量이 많았던 VI群(600 R)과 VII群(700 R)에서는 照射後 2週가 경과한 다음부터 폐사하는 예가 있었다. 즉 VI群에서는 照射後 13일, 19일, 25일 및 33일에 각각 1마리씩 4마리가 폐사하였고 VII群에서는 照射後 11일, 16일, 21일, 27일 및 30일에 각각 1마리씩 5마리가 폐사하였다.

考 察

動物에 放射線을 照射하면 赤血球數, hemoglobin 值, hematocrit 值, 白血球數 및 血小板數가 감소한다는 사실은 여러 學者들에 의해서 지적되었을뿐만 아니라 白血球中에서도 특히 淋巴球數의 감소는 더욱 뚜렷하다는 사실도 이미 밝혀졌다.

放射線照射後 赤血球數, hemoglobin 值 또는 hematocrit 值에 미치는 영향을 관찰한 他研究者들의 報告를 살펴보면 다음과 같다. Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾는 생후 6週, 4個月 및 12個月 된 3個群의 생쥐에 300 R의 X-線을 全身照射한 결과 赤血球數는 照射後 48시간부터 2週까지 점차 감소하였다가 그후 서서히 회복하기 시작하였으나 照射後 14週만에 생후 6週群은 正常値로 회

복되었지만 생후 4個月群과 생후 12個月群은 각각 正常値의 85% 및 70%까지 회복되었다고 보고하였다. Carsten 및 Noonan⁽⁶⁾은 생후 3~4個月된 흰쥐에 750 R의 X-線을 全身照射한 결과 hemoglobin 值는 照射後 3일부터 감소하기 시작하여 8일에 최저치를 보였다가 그 후 서서히 회복되었으나 照射後 27일째에도 완전히 회복되지 않았다고 보고하였다. Brown⁽⁴⁾은 소에 cobalt-60 gamma 線을 照射하고 赤血球數, hemoglobin 值 및 hematocrit 值를 관찰한 결과 照射後 점차 감소하였으며 生存群은 照射後 5週에 최저치를 보였다가 그후 회복하기 시작하였으나 照射後 12週에도 正常値로 회복하지는 못하였음을 보고하였다. Pontifex 및 Lamerton⁽²⁷⁾은 體重이 110~120 g인 쥐에 照射量을 달리하면서 1일 1회씩 6일간 X-線을 全身照射한 결과 매일 60 Rads 이상의 照射를 받은 쥐에서는 hemoglobin 值와 血小板數가 감소하여 照射量이 많을수록 감소율도 크게 나타났다고 보고하였다. Tribukait⁽³⁶⁾는 쥐에 410 R의 X-線을 照射하였더니 hemoglobin 值가 점차 감소하여 照射後 11일에 正常値의 75%로 가장 낮은 성적을 보였다가 그 후 점차 회복하여 照射後 6週에는 正常値로 회복하였다고 보고하였다. 이상 여러 學者들의 보고는 本實驗成績과 대체로 一致된다고 하겠다.

한편 Lowrey 및 Bell⁽²¹⁾은 생후 12週된 돼지에 450 R의 gamma 線을 全身照射한 결과 血小板數가 照射後 11~15일까지 점차 감소하였다가 그후 회복하기 시작

하여 照射後 32 일에는 正常으로 되돌아갔다고 보고하였고 Dealy 및 Tubiana⁽¹¹⁾도 250 R의 X-線 全身照射을 받은 患者에서 照射後 血小板數가 감소하였음을 보고하였으며 Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾는 생쥐에 300 R의 X-線을 全身照射한 결과 血小板數가 감소하였다고 보고하였고 Brown⁽⁴⁾도 소에 cobalt-60 gamma 線을 照射하면 血小板數가 점차 감소하여 照射後 2~3 週에 극심한 감소를 보였다가 生存群에서는 다시 회복하기 시작하였다고 보고하면서 斃死群의 病理學的所見으로 心臟, 腸, 脾臟, 肺臟等 重要臟器에 廣範性出血(disseminated hemorrhages)이 있었고 小腸과 大腸에 뚜렷한 大量出血이 있었으며 胃腸粘膜과 喉頭의 粘膜에 潰瘍이 있었음을 보고하였다. 또한 骨髓細胞는 200~300 R의 gamma 線 照射을 받으면 일반적으로 30분 이내에 核分裂이 정지되고 造血細胞에 變化를 일으켜서 照射後 3~11時間에 극심한 파괴가 나타나므로 赤血球가 循環血液內로 排出되는 기능이 저하되거나 때로는 완전히 정지된다는 사실도 알려진바 있다^(32, 38).

이상 여러 學者들의 보고와 本實驗成績을 종합해서 고찰하면 放射線을 全身照射했을 때 赤血球數가 감소되는 사실은 造血細胞가 파괴되거나 變化를 입게되므로 수명을 다하고 파괴되는 赤血球數만큼 新生赤血球를 供給할 수 없는데 基因함을 충분히 예상할 수 있고 또 放射線照射로 말미암은 血小板의 감소도 毛細血管에 生理的으로 매일 無數히 생기는 작은 구멍을 통해서 赤血球가 流出되는 것을 막지 못하는 데도 原因이 있는 것으로 思料된다. 그리고 放射線照射後 平均血球容積, 平均血球色素 및 平均血球色素濃度에 아무런 變動이 없었던 점으로 미루어보아 照射後 hemoglobin 値와 hematocrit 値가 감소한 이유는 赤血球數가 감소되었기 때문이라고 단정할 수 있다.

한편 放射線照射量이 많을수록 赤血球數의 감소율이 커지는 이유는 照射量이 많을수록 骨髓細胞가 많이 損傷되므로 赤血球生成機能도 비례적으로 낮아질뿐 아니라 血小板數도 비례적으로 낮아져서 毛細血管에서의 赤血球流出의 증가 그리고 放射線照射에 基因하는 毛細血管의 損傷이 赤血球 流出을 더욱 증가시키거나 大量出血을 일으키기 때문이고 회복이 늦어지는 이유는 損傷을 입은 骨髓組織이나 毛細血管의 회복이 늦어지기 때문이라고 思料된다.

本實驗에서 照射量이 비교적 적었던 100~300 R 照射群의 赤血球數, hemoglobin 値 및 hematocrit 値는 통계학적으로 有意性은 인정되지 않았으나 對照群보다는 감소된 경향이 뚜렷하였으므로 역시 放射線의 영향을

받은 것으로 생각된다.

放射線照射後 白血球數 및 鑑別計數에 미치는 영향을 관찰한 他研究者들의 보고를 살펴보면 다음과 같다 Hulse⁽¹⁸⁾는 쥐에 25~10,000 R의 X-線을 照射하고 24 시간만에 總白血球數를 측정된 결과 照射量이 많을수록 감소율도 크게 나타났으나 好中球數는 照射量이 많아질수록 증가하는 경향이 뚜렷하였고 好酸球數, 淋巴球數 및 單核球數는 照射量이 증가할수록 현저한 감소를 나타내었다고 보고하였다. Dealy 및 Tubiana⁽¹¹⁾는 250 R의 X-線 全身照射을 받은 患者에서 總白血球數는 照射後 1일부터 7일까지 계속 감소하였음을 보고하였다. Carsten 및 Noonan⁽⁶⁾은 생후 3~4 個月된 쥐에 750 R의 X-線을 照射한 결과 顆粒白血球數는 照射後 1일에 조금 증가하는 경향을 보였다가 그 후 급격히 감소하여 照射後 3일에는 末梢血液에서 찾아보기 힘들 정도로 감소하였다가 그 후 조금 회복되었으나 照射後 10일까지 2,000/mm³을 넘지 못하였고 다음부터 회복되어 照射後 27일에 원상으로 회복되었으며 淋巴球數는 照射後 1일에 급격히 감소하여 照射後 10일까지 2,000/mm³을 넘지 못하였고 다음부터 회복되어 照射後 27일에는 照射前 淋巴球數의 70% 水準까지 회복되었다고 보고하였다. Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾는 생쥐에 300 R의 X-線을 全身照射한 결과 總白血球數는 照射後 48시간에 급격히 감소하였다가 照射後 2 週부터 회복하기 시작하였으며 鑑別計數의 百分率은 好中球의 경우 照射後 48시간에는 의의있는 증가를 보였다가 그 후 서서히 감소하여 正常値로 되돌아가려는 경향을 보였고 好酸球 및 單核球의 경우는 照射後 24시간에 의의있는 감소를 보였다가 서서히 회복되는 경향을 보였다고 보고하였다. Lowrey 및 Bell⁽²¹⁾은 생후 12 週된 돼지에 450 R의 gamma 線을 全身照射한 결과 總白血球數가 照射後 급격히 감소하여 4 일째에 최저치를 보였다가 그 후 서서히 증가하여 照射後 56 일엔 對照値의 75% 水準으로 회복되었다고 보고하였다. Faleeva⁽¹³⁾는 생쥐에 400~700 R의 X-線을 照射한 결과 照射後 1~4 시간부터 總白血球數가 감소하기 시작하여 3~4 일에 최저치를 나타내었고 그 후 서서히 회복하여 照射後 12 週에는 正常値로 회복되었다고 보고하였다. Sipe 등⁽³¹⁾은 소에서 體外照射法으로 循環血液에 X-線을 照射한 결과 末梢血液의 淋巴球數가 급격히 감소하였다고 보고하였다. Brown⁽⁴⁾은 소에 450~700 R의 cobalt-60 gamma 線을 全身照射하면 照射後 2일까지 總白血球數는 급격한 감소를 보였다가 照射後 31일까지 항정상 태를 유지했으며 그 후부터 서서히 회복하기 시작하였

다고 보고하면서 照射後 1일에는 顆粒白血球數(특히 好中球數)는 증가하였지만 淋巴球數의 급격한 감소로 總白血球數에는 영향을 미치지 않았다고 附言하였다.

本實驗에서도 放射線 照射後 24시간에 측정한 總白血球數는 全照射群에서 급격한 감소를 보였고 그후 계속 감소를 보였다가 다시 회복하는 樣相을 나타내어 앞에 기술한 여러 學者들의 보고와 一致되었으나 최저치에 도달한 시기는 서로 달랐다. 즉 Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾는 생쥐의 경우 照射後 48시간에, Lowrey 및 Bell⁽²¹⁾은 돼지의 경우 照射後 4일에, Faleeva⁽¹³⁾는 생쥐의 경우 照射後 3~4일에 최저치에 도달하였다고 보고했으며, Brown⁽⁴⁾은 소의 경우 照射後 2일까지 급속히 감소하여 그후 31일까지 항정상태를 유지하였다가 다음부터 서서히 회복하기 시작하였다고 보고하였으나 本實驗에선 全照射群에서 照射後 2週에 최저치를 나타내었다. 이와같은 사실로 미루어보아 放射線 照射後 總白血球數가 급격히 감소하였다가 다시 회복되는 樣相은 動物의 種類에 따라서 차가 있는 것으로 생각된다. 한편 本實驗에서는 放射線의 照射量이 많을수록 總白血球數의 감소율도 크게 나타났는데 이러한 성격은 Hulse⁽¹⁸⁾가 생쥐를 써서 실험한 성격과 一致하였다.

本實驗에서 鑑別計數를 百分率로 살펴보면 好中球值는 照射後 24시간에 급격히 증가하였다가 서서히 회복되었다. 더욱이 照射量이 많을수록 好中球值의 증가율과 淋巴球值 및 單核球值의 감소율이 크게 나타났다. 그러나 放射線照射後 總白血球數가 照射量이 많을수록 비례적으로 감소되었다가 照射後 2週부터 회복하기 시작한 점을 감안한다면 好中球數, 淋巴球數 및 單核球數의 절대수도 總白血球數의 경우와 같이 照射後 24시간에 급격히 감소하여 1~2週까지 계속 감소하였다가 그 후 서서히 회복되고 있음을 짐작할 수 있었다.

好鹽基球의 百分率는 放射線 照射後 的의있는 감소를 보였다가 照射後 2週부터 서서히 회복되었고 好酸球의 百分率도 的의성은 인정되지 않았지만 放射線 照射後 조금 감소하였다가 1~2週부터 서서히 회복하는 경향을 보였으므로 放射線 照射後 總白血球數가 감소하였다가 照射後 2週부터 회복하기 시작한 점을 고려한다면 好鹽基球數와 好酸球數의 절대수도 總白血球數의 경우처럼 照射後 감소하였다가 그후 서서히 회복되었음을 알 수 있었다. 그리고 放射線 照射後 相對的好中球增多症이 나타난 이유는 好中球數의 감소율보다 다른 白血球 특히 淋巴球數의 감소율이 더 컸기 때문이었다.

이상과 같이 放射線 照射後 淋巴球數가 급격히 감소

하였음은 Dealy 및 Tubiana⁽²²⁾, Carsten 및 Noonan⁽⁶⁾ Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾, Sipe 등⁽³¹⁾ 그리고 Brown⁽⁴⁾의 보고와 一致하였고 放射線 照射量이 많을수록 淋巴球數, 好酸球數 및 單核球數의 감소율도 크게 나타난 점은 Hulse⁽¹⁸⁾의 보고와 一致되는 성격이었다. 그러나 Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾는 생쥐의 경우 好酸球 및 單核球의 百分率이 X-線 照射後 점차 증가되었다가 그 후 감소하는 경향을 보였다고 本實驗成績과 반대되는 보고를 하였으며 Hulse⁽¹⁸⁾는 쥐의 경우 放射線 照射後 24시간에 측정한 好中球數는 放射線 照射量이 많을수록 증가하는 경향이 뚜렷하다고하였고, Carsten 및 Noonan⁽⁶⁾과 Brown⁽⁴⁾도 放射線 照射後 24시간에 好中球數가 조금 증가하였다가 그 후 급격히 감소하였다고 보고하여 本實驗成績과 많은 差異點을 보이고 있으나 이 실험만으로는 이유를 설명할 수 없었다. 한편 Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾는 생쥐에 300 R의 X-線을 照射한 결과 好中球의 百分率이 조금 증가하였다가 그 후 서서히 감소하여 正常值에 도달하였다고 보고하였다. 本實驗에서도 照射量이 300 R 이하인 경우에는 위에 기술한 Rugh 및 Pardo⁽²⁸⁾의 성격과 一致되었다. 그리고 照射量이 400 R 이상일 경우엔 好中球의 百分率이 85~95%로써 대단히 높은 수치를 보였는데 그 이유는 照射量이 많을수록 淋巴球數의 감소율이 극심하여 淋巴球의 百分率이 9.6~2.6%로 격감한 때문에 好中球의 百分率이 相對적으로 증가한 때문이었다.

이상 여러 學者들의 보고와 本實驗成績을 종합해서 고찰하면 放射線 照射後 總白血球數는 급격히 감소하였다가 一定한 시간이 경과되면 다시 회복하기 시작하며 照射量이 많을수록 감소율은 비례적으로 크게 나타났지만 회복은 반대로 늦어지는 경향이 뚜렷하였다. 好中球數의 감소율이 다른 白血球數 특히 淋巴球數의 감소율보다 적었으므로 全照射群에서 相對的好中球增多症이 있었으며 照射量이 많을수록 뚜렷하였다.

이와 같이 放射線 照射後 各種 白血球數가 감소하는 이유는 放射線의 全身照射를 받으면 骨髓細胞에 變化가 일어나고^(32,33), 淋巴樣組織과 骨髓에 위축^(14,15)이 일어나기 때문이며 특히 淋巴球數의 격심한 감소는 體外 照射法으로 循環血液을 照射하거나^(10,31) 심장안에 放射能物質을 삼입해서 循環血液을 照射했을때⁽¹⁾ 淋巴球數가 감소하였다는 보고를 고려한다면 放射線照射에 의해서 淋巴球가 직접 손상을 입거나 말초血液에서 제거되기 때문이라고 思料된다.

Lambrev 및 Zlatarev⁽²³⁾는 생쥐에 500 R의 X-線을 照射하고 수일 후부터 體重이 감소하였음을 관찰하였

다고 보고하였고 Hayashi 및 Miyao⁽¹⁶⁾는 염소에 100~1,000 R의 gamma線を照射한 결과 多量照射群에서는 體重이 감소되었다고 보고하였으며 Brown⁽⁴⁾도 소에 450~700 R의 X-線を照射하고 體重의 감소가 있었다고 보고하였다. 本實驗에서도 照射量이 100 R이었던 1群을 제외하고는 다른 照射群에서 發育이 억제되었으며 照射量이 많을수록 抑制効果도 비례적으로 컸다. 특히 600 R照射群과 700 R照射群에서는 실험기간중 發育이 완전히 중단되었다. 이와같이 放射線照射量이 많을수록 發育抑制效果가 비례적으로 커져서 多量照射群에서는 發育이 완전히 抑制된 이유는 放射線照射에 基因하는 貧血 때문이라고 생각된다.

Brown⁽⁴⁾은 소에 대한 X-線の LD_{50/30}이 543 R이라고 보고하였고 Hayashi 및 Miyao⁽¹⁶⁾는 염소에 700~1,000 R의 cobalt-60 gamma線を照射한 결과 生存日數는 5~12일이었고, 200 R 이하 照射群에서는 30일 이상 생존하였다고 보고하였다. Krebs 및 Brauer⁽¹⁸⁾은 생쥐에 대한 X-線の LD₅₀은 650 R이라고 하였고 Storer⁽³⁵⁾는 생쥐에 대한 X-線の LD_{50/30}은 생후 120일된 생쥐에서는 762 R이었는데 생후 150일부터 730일된 생쥐에서는 800~850 R으로 증가하였다가 나이가 많아질수록 급격히 낮아져서 생후 960일된 생쥐에서는 566 R이었다고 보고하였다. Spalding 등⁽³³⁾도 생쥐에 대한 X-線の LD_{50/30}이 생후 3.6週된 생쥐에서는 593 R이었으나 생후 12.8週까지는 週수가 증가할수록 점차 증가하여 733 R로 最高値를 보였다가 그 다음부터는 週수가 증가할수록 낮아지고 있음을 보고한 바 있다. Comar⁽⁹⁾에 의하면 성숙한 토끼에 대한 gamma線の LD₅₀이 790 R이며 動物의 種類에 따라서 差가 심하였다. Rust 등⁽²⁹⁾도 성숙한 젊은 토끼에 대한 X-線の LD_{50/30}은 1,094 R이고 800 R照射時엔 照射後 30일 동안 全例가 생존하였으나 1,500 R照射時엔 全例가 폐사하였다고 보고하였다. 本實驗에서는 照射後 42일 동안에 600 R照射群에서는 4마리, 700 R照射群에서는 5마리가 폐사하였으나 500 R 이하 照射群에서는 全例가 生存하였다.

이와같이 여러 學者들의 보고와 本實驗成績에 差가 생긴 이유는 放射線에 대한 내성이 動物의 種類에 따라서 다를뿐만 아니라 動物의 種類가 같을 경우에도 어린 動物에서는 성숙한 動物보다 내성이 약하기 때문이라고 생각된다.

結 論

成長期에 放射線 照射를 받았을 경우 血液像과 成長

率에 미치는 영향을 알아보기 위하여 生後 65일된 토끼에 cobalt-60 gamma線を 單回 照射하여 照射量을 100 R부터 700 R까지 100 R씩 變動시키면서 外部全身照射하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 放射線 照射後 赤血球數는 점차 감소하여 照射後 1~4週 사이에 最低値를 보였다가 그 후부터 서서히 회복하였으나 照射量이 많을수록 감소율이 컸으며 회복은 늦어지는 경향을 보였다.

2. 放射線 照射後 hemoglobin 値와 hematocrit 値도 점차 감소하였다가 다시 회복하기 시작하였으나 그 樣相은 赤血球의 경우와 같았다.

3. 平均血球容積, 平均血球血色素 및 平均血球血色素濃度는 全照射群에서 아무런 變動도 없었다.

4. 放射線 照射後 總白血球數는 급격히 감소하여 照射後 2週에 最低値를 보였다가 다시 회복하기 시작하였으나 照射量이 많을수록 감소율이 컸으며 회복은 늦어지는 경향을 보였다.

5. 白血球의 鑑別計數도 放射線 照射後 급격히 감소하였다가 다시 회복하기 시작하였으나 그 樣相은 總白血球數의 경우와 비슷하였다.

6. 放射線 照射後 淋巴球數의 감소율이 다른 白血球의 감소율보다 훨씬 컸으며 全照射群에서 相對的好中球 增多症을 보였는데 이러한 경향은 放射線 照射量이 많을수록 뚜렷하였다.

7. 100 R照射群은 對照群과 같은 成長率을 보였으나 200~500 R照射群에서는 照射量이 많을수록 成長率이 낮았고 600~700 R照射群에서는 실험기간동안 完全히 抑制되었다.

8. 500 R 이하 照射群에서는 실험기간동안 모두 生存하였으나 600 R照射群에서는 4마리가 700 R照射群에서는 5마리가 斃死하였다.

이와같은 사실로 미루어보아 放射線에 폭로된 動物의 血液像과 成長率의 變動을 時間的으로 관찰하면 動物이 받은 放射線量을 어느정도 짐작할 수 있다고 思料된다.

謝辭: 本研究를 始終 指導鞭達하여 주신 李榮詔 教授와 鄭昌國 教授께 감사드리오며 많은 協助를 하여 준 李昌雨 助敎에게 謝意를表하는 바이다.

參 考 文 獻

1. Barnes, B. A., Brownell, C. L. and Flax, M. H.: Irradiation of the blood: Method for reducing lymphocytes in blood and spleen. Science, 1964.

- 145 : 1188.
2. Berke, H.L., Wilson, G.H. and Berke, E.S.: Size distribution changes in peripheral lymphocytes of the rat after X-irradiation. *Radiat. Res.*, 1969. 37 : 181.
 3. Blackett, N.M., Roylance, P.J. and Adams, K.: Studies of the capacity of bone-marrow cell to restore erythropoiesis in heavily irradiated rats. *Brit. J. Hamatol.*, 1964. 10 : 453.
 4. Brown, D.G.: Clinical observation on cattle exposed to lethal doses of ionizing radiation. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1962. 140 : 1051.
 5. 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.
 6. Carsten, A.L. and Noonan, T.R.: Hematological effects of partial-body and whole-body X-irradiation in the rat. *Radiat. Res.*, 1964. 22 : 136.
 7. Chambers, F.W., Biles, C.R., Bondelos, L.J. and Dowling, J.H.: Mortality and clinical signs in swine exposed to total-body cobalt-60 *gamma*-irradiation. *Radiat. Res.*, 1964. 22 : 316.
 8. Clapp, N.K.: LD₅₀ (24 hours) observations in the chick embryo after exposure to X-ray. *Radiat. Res.*, 1964. 22 : 457.
 9. Comar, C.A.: Radioisotopes in biology and agriculture. McGraw-hill Book Co., New York., 1955. p. 89.
 10. Cronkite, E.P., Jansen, C.R., Mather, G.C., Nielsen, N.O., Usenik, E.A., Adamik, E.R. and Sipe, C.R.: Studies on lymphocytes. I. Lymphopenia produced by prolonged extracorporeal irradiation of circulating blood. *Blood J. Hematol.*, 1962. 20 : 203.
 11. Dealy, J.B. and Tubiana, M.: Hematological responses to inhomogeneous and homogeneous whole-body irradiation. *Annals of the New York Academy of Sci.*, 1964. 114 : 268.
 12. Eder, H.: Hematological changes in acute radiation syndrome: Quantitative and qualitative effects of total body irradiation on lymphocytes in the intestinal lymph of the rat. *Zentralbl. Vet. Reihe, B* 1965. 12 : 575.
 13. Faleeva, Z.N.: The effect of X-rays on the peripheral blood of white mice. *Zhur. Biol.*, 1959. 24 : 74.
 14. Guyton, A.C.: Textbook of medical physiology. ed. 4. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 1971. p. 136.
 15. Harris, P.F.: Changes in thymus and lymph node activity, and alterations in bone marrow lymphocyte levels during recovery of the guinea pig from whole body *gamma*-irradiation. *Brit. J. Exp. Pathol.*, 1958. 39 : 557.
 16. Hayashi, M. and Miyao, N.: Studies on the effect of Co-60 *gamma*-irradiation on the goat. II. Lethal effect of Co-60 *gamma*-irradiation of the goat. *Nation. Inst. Anim. Health Quart.*, 1963. 3 : 156.
 17. Helde, M., Wahlberg, T., Forssberg, A., Swedin, B., Clemenson, C.J. and Nelson, A.: Radiation dose measurements and leucocyte count in rabbits. *Acta radiol.*, 1958. 50 : 477.
 18. Hulse, E.V.: The total white cell count of the blood as an indicator of acute radiation damage and its value during the first few hours after exposure. *J. Clin. Pathol.*, 1960. 13 : 37.
 19. Krebs, J.S. and Brauer, R.W.: Accumulation of lethal irradiation doses by fractionated exposure to X-rays. *Radiat. Res.*, 1965. 25 : 480.
 20. Lambrev, Z. and Zlatarev, Z.: Observations on mice exposed to lethal doses of X-rays. *Med. Radiol.*, 1958. 3 : 30.
 21. Lowrey, R.S. and Bell, M.C.: Whole-body irradiation in the young pig: Growth, hematology, and metabolism of calcium-45 and strontium-89. *Radiat. Res.*, 1964. 23 : 580.
 22. Meschan, I.: Roentgen signs in clinical diagnosis. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 1956. p. 36.
 23. Millard, R.E.: Effect of previous irradiation on the transformation of blood lymphocytes. *J. Clin. Pathol.*, 1965. 18 : 783.
 24. Mirimova, T.D.: Hemorrhage in growing animals following total X-irradiation. *Med. Radiol.*, 1956. 1 : 56.
 25. Moos, W.S., Yusken, J.W., Baratz, R., Fuller, J.B., Plagge, J.C. and Harvey, R.A.: Irradiation

- of mice with fractionated dosages of X-rays. Effects on longevity and total body weight. *Atompraxis*, 1962. 10 : 398.
26. Nash, D.J. and Gowen, J.W.: Effects of irradiation upon postnatal growth in the mouse. *Biol. Bull.*, 1962. 122 : 115.
 27. Pontifex, A.H. and Lamerton, L.F.: Effects of protected irradiation on the blood-forming organs of the rat. *Brit. J. Radiol.*, 1960. 33 : 736.
 28. Rugh, R. and Pardo, G.: Age and hematological recovery from acute whole-body X-irradiation. *Radiat. Res.*, 1963. 20 : 399.
 29. Rust, J.H., Folmar, G.D., Lane, J.J. and Trum, B.F.: The lethal does of total body cobalt-60 *gamma*-radiation for the rabbit. *Am. J. Roentgen.*, 1955. 74 : 135.
 30. Schmid, A., Zipf, K. and Gutschow, K.: Behaviour of the total leucocyte count after whole-body irradiation. *Zentralbl. Vet. Reihe. B* 1965. 12 : 563.
 31. Sipe, C.R., Chanana, A.D., Cronkite, E.P., Jeol, D.D., Schnappauf, H.: The influence of varying does and short sessions of extracorporeal irradiation of the blood on the production of lymphopenia. *Radiat. Res.* 1965. 25 : 684.
 32. Sodeman, W.A.: *Pathological physiology*. ed. 3. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 1961. p. 309.
 33. Spalding, J.F., Johnson, O.S. and Archuleta, R.F.: Acute radiosensitivity as a function of age in mice. *Nature*, 1965. 208 : 905.
 34. Steel, G.D. and Torrie, J.H.: *Principles and procedures of statistics*. McGraw-hill Book Co., New York. 1960. p. 107.
 35. Storer, J.B.: Radiation resistance with age in normal and irradiated populations of mice. *Radiat. Res.*, 1965. 25 : 435.
 36. Tribukait, B.: Total hemoglobin and blood volume of the rat after sublethal whole-body radiation with roentgen rays. *Acta Radiol. Ther. Physiol. Biol.*, 1965. 3 : 1.
 37. Young, M.E.J.: *Radiological physics*. H.K. Lewis & Co. London. 1957. p. 222.
 38. 朱東雲：臨床 X-線診斷學。一潮閣，1962. p. 49.

Effects of External Whole-Body *gamma*-Irradiation on Blood Picture and Growth in Young Rabbits

Jai Ki Sung

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

Abstract

In the event a population of animals is exposed to ionizing radiation, proper disposition of animals will minimize loss to the farmer and protect the public from unwholesome meat and dairy products. Clinical response is an important factor in considering salvage of animals for food following exposure to ionizing radiation whether the dose is lethal or not. It is the purpose of this report to present the discussions of blood picture and growth of young growing rabbits exposed to cobalt-60 *gamma*-irradiation.

The experimental animals were Himalayan rabbits of 65 days old. The body weight for all animals of the time of irradiation was approximately 450g. The 96 rabbits used in the experiment were allotted to groups of eight. Rabbits in one group served as controls and the others were exposed to single doses of 100, 200, 300, 400, 500, 600 and 700 Roentgens (R). The exposure dose rate averaged 15 R per minute.

Central blood was obtained by heart puncture. Erythrocyte and leukocyte enumerations and, determinations of hemoglobin in blood and hematocrit value were made in the usual manner.

Erythrocyte counts, concentrations of hemoglobin in blood, and hematocrit readings dropped to the lowest value between 1 and 4 weeks postirradiation, returning towards the control values. But recovery was not complete at the time of the last determination on 6 weeks postirradiation. There was a progressive decrease with increasing radiation doses in the above values. Mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration were not affected by the irradiation.

After irradiation of each dose the numbers of total leukocyte and the absolute numbers of various types of white cell began to decrease rapidly, and reached a minimum after 2 weeks, returning towards normal levels. But recovery was not complete at the time of the last determination on 6 weeks postirradiation. The reductions in total leukocyte and differential counts as the radiation dose increases were apparent. Relative neutrophilia was observed in each irradiated group because of more expense of lymphocytes after irradiation.

Growth rate of the rabbits was not affected by 100 R of whole-body irradiation, while rabbits irradiated with 200, 300, 400 and 500 R showed marked depression of growth rate. As the radiation dose increases, a depression of growth rate was apparent. The rabbits exposed to 600 and 700 R ceased from growing and recovery was not recognized during the experimental period.