

## Aloe vera 투여가 Cobalt-60 감마선 조사를 받은 마우스의 생존율과 조혈간세포에 미치는 영향

최 민 철 · 성 재 기

서울대학교 수의과대학

### 서 론

방사선 조사에 의해 동물의 조직들은 여러가지 반응을 보이는데 이와같은 반응의 차이는 조직을 구성하고 있는 세포의 감수성 차이, 정상적인 세포의 turnover 시간, 한 조직내 여러형의 세포들간의 상호작용과 조직의 제한능력에 따라 다를 수 있다. 이밖에도 연령, 유전성, 품종, 성, 건강상태, 음식 성분 및 내분비 상태에 따라서도 달라질 수 있다.<sup>12)</sup> 특히 체내의 장기에 있어서 방사선에 대한 감수성은 골수가 제일 예민하고 이어서 위장관, 심장혈관계 그리고 중추신경계이다.<sup>14)</sup>

외부방사선 조사가 조혈기관인 골수세포에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 되어왔다.<sup>31, 42, 43, 48)</sup> 이들 연구의 일반적인 결과는 분열이 왕성한 조혈세포인 탐식구, 망상세포와 그리고 비교적 방사선에 내성이 있는 것으로 알려진 지방세포 등의 사멸로 인하여 세포의 조밀도가 낮아지는 것이다. 또한 이들 세포의 감소는 sinus의 확장파 아울러 지방, 섬유소나 젤라틴형의 골수로 점차 변화되어간다.

Sams<sup>75)</sup>는 방사선 조사에 대한 마우스 경골의 골수변화를 관찰하기 위하여 2,000R의 X-선을 조사하였던바 조사직후 골수세포가 급격히 감소되었으며 그후 6~9주까지는 점점 회복되기 시작하였고 이후의 회복은 일정하게 이루어지지 않았고 몇몇 마우스에서 2차적인 골수의 변성을 나타냈다고 하였다. El-Naggar 등<sup>23)</sup>은 마우스 대퇴골에 1,000~10,000rads의 X-선을 단회조사 또는 총조사선량이 1,000~6,000rads되게 분할 조사하였던바 모든 골수

세포가 조사직후 감소하였다가 점차 회복되었으며 그 회복속도는 조사선량이 많을수록 늦어진다고 하였고 특히 5,000rads 이상 조사한 군에서는 megakaryocyte의 재생성과 재충전이 전혀 이루어지지 않았다고 보고하였다.

Till과 McCulloch<sup>86)</sup>는 특히 분열도가 높은 것으로 알려진 골수세포를 통하여 방사선 조사에 대한 골수세포의 조혈기능 평가방법을 보고하였다. 이 방법은 방사선 조사시 골수의 조혈기능을 측정하는 중요한 평가방법이기 때문에 방사선 조사에 대한 방어물질의 효과를 알 수 있는 방법으로 많이 이용되어 왔다.

방사선 조사에 대한 생체의 방어제로 여러가지 약물 또는 화학물질이 있다. 이중에서 thiol group에 속하는 것으로는 cystein<sup>63, 81)</sup>과 cysteamine,<sup>2, 85, 107)</sup> cysteinamine,<sup>73)</sup> AET(aminoethyl-isothiourae dihydrobromide)<sup>8, 17, 53)</sup> 및 MEG(2-Mercaptoethylguanidine)<sup>88, 89)</sup>가 있으며 최근에는 WR-2721(S-2(3-amino-propylamino)ethyl-phosphorothioic acid hydrate)<sup>15, 22, 38, 64, 80, 97)</sup>이 개발되어 가장 효과적인 보호물질로 인정되고 있다. 또 황을 포함한 화합물로서는 thiourae, thiouracil, dithiocarbamates, dithiooxamides, thiazolines, sulfoxides와 sulfones가 있다.<sup>47, 65)</sup>

그리고 약제로서는 마취제, 진통제 및 진정제 등이 있으며 이외 catecholamine인 epinephrine<sup>32)</sup>과 dopamine 등<sup>67~69)</sup>도 방사선 조사를 받은 마우스의 생존율을 높이는 것으로 알려졌다. 그 이외에도 serotonin,<sup>33)</sup> 핵산유도체,<sup>21)</sup> cyanide,<sup>3)</sup> prostaglandin-E,<sup>36, 37, 66)</sup> 인삼추출물,<sup>83, 84, 96)</sup> 비타민 P,<sup>79)</sup> 비타

민 C,<sup>6,34,60</sup> 비타민 E<sup>9</sup> 및 비장추출물 등<sup>27,101</sup>) 이 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다.

특히 방사선 방어제는 방사선 조사전에 투여하는 것이 더욱 효과적이었다고 하였다.<sup>65</sup>) 이들 방사선 방어물질은 처음에 핵사고나 핵전쟁시에 당할 수 있는 피해로부터 보호하자는 목적으로 연구가 시작되었으나 근래에는 악성종양 등의 방사선 치료시 방사선 방어제로 그 치료효과를 높이는 방향으로 연구가 되고 있다.<sup>108</sup>)

이들 방사선 방어제들의 방어기전은 정확히 밝혀져 있지는 않지만 방사선 조사시 생기는 free radicals를 불활화시키거나 조직의 저산소증 상태의 유도, 혼합된 disulfide bond의 형성, DNA 합성을 가역적으로 지연시키거나 cell protein과 같은 방사선에 감수성이 있는 구성물질에 방어물질이 직접작용한다고 설명되어지고 있으나 어느 단일 기전만으로는 방어기전을 설명할 수 없는 것 같다.<sup>10,16,49,61,78</sup>)

특히 최근에는 이들 방어제들을 혼용하는 경우 단일 방어제를 사용할 때보다 독성도 줄어들고 방어제로서의 우수성이 있기 때문에 혼용하는 경우가 많이 보고되고 있다. 즉, Benova와 Putev<sup>7)</sup>는 AET, serotonin과 ATP의 3가지 약제를 가지고 방사선 방어효과를 관찰한 바 AET+serotonin이 가장 좋은 혼용효과가 있다는 것을 밝혔고, Langendorff 등<sup>45)</sup>은 마우스에서 serotonin 단독투여시 보다 serotonin과 adenosine triphosphate, adenosine monophosphate를 혼용하는 것이 serotonin 단독사용보다 더 좋은 방사선 방어효과가 있었다고 하였다. Floersheim과 Floersheim<sup>26)</sup>은 cysteamine과 zinc aspartate를 혼용시 방사선을 조사받은 마우스의 LD<sub>50</sub>는 8 Gy에서 13.25 Gy로 증가된다고 보고하였고 또한 Wang과 Hasegawa<sup>91)</sup>는 MEA, AET, serotonin의 합제는 800R, 1,100R, 1,400R 조사된 마우스에서 유의성 있는 보호작용이 있음을 발견하였으나 이들 합제는 X-선을 연속 조사받았을 때는 마우스체내의 방사선량이 축적됨에 따라 화학독성이 더욱 심하게 나타나므로 혼용 사용에 제한이 있다고 하였다.

이와같이 화학적 방사선 방어물질은 그 종류도 많고 방사선 치료시 정상세포에 대한 방어효과를 높이고 방어기전을 알고자 지금까지 수많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 대부분이 정상세포를 선택적으로 보호해야 한다는 점에는 문제가 있으며

또 실험동물에서의 우수한 효과를 동물이나 사람에게 적용시에는 이들 화학물질의 독성이 강하게 나타나 는 문제점도 있다.<sup>65)</sup>

한편 aloe는 약초의 하나로 서양을 비롯한 세계 여러지역에서 민간약초, 혹은 구급약으로 사용되어 왔다. 서양에서 그 처음 기록은 BC 1,500년전 에베로스 파피루스에서 찾아볼 수 있으며 그뒤 기원전 4세기에 이르면 그리이스에서 사용이 보편화되어 Hippocrates가 aloe를 임상치료제로 사용하였고, 「그리이스 본초」의 저자인 Dioscorides도 aloe에 대한 효능으로서 창상치료, 불면증, 위장병, 통증, 변비, 가려움증, 두통 등에 효과가 있음을 기록하였다. 이외에도 중국 송나라의 「개보본초」와 우리나라의 「동의보감」에도 aloe에 대한 기록이 있고 대한약전에 도 수록되어 있다.<sup>104)</sup>

Aloe는 방사선 피부염 및 피부궤양<sup>50,94)</sup>에 치료효과가 있음이 밝혀진바 있으며 그외에 항위궤양 효과,<sup>99)</sup> 항암효과,<sup>39)</sup> 항당뇨병 효과,<sup>29,106)</sup> 항염증 효과,<sup>74,98)</sup> bradykinin을 불활화 시키는 작용,<sup>95)</sup> 기관지 천식에 대한 효과 등<sup>76)</sup>이 알려져 있다. 한편 添田 등<sup>100)</sup>은 cobalt-60 감마선 조사를 받은 토끼에 aloe 추출물인 aloectin과 aloe B를 투여함으로써 방사선 조사로 감소된 백혈구 수를 신속히 회복시킨다고 하였다. 그러나 아직 aloe가 방사선 방어제로서의 역할이 있는가에 대하여서는 아직 보고된 바가 없다.

이에 저자는 방사선 조사에 대한 aloe의 방어제로서의 효과를 알고자 마우스를 이용하여 cobalt-60 감마선 조사 전후에 aloe를 투여함으로써 aloe가 마우스의 생존율에 미치는 효과와 방사선에 민감한 조혈간세포에 미치는 영향을 알아보고자 본 실험을 시행하였다.

## 재료 및 방법

**실험동물** : 본 실험에서 사용된 동물은 생후 6~8 주령, 체중 25~35g의 ICR계 숫컷 마우스였다.

사육실은 실내온도를 20℃내외로 유지하였으며 실험동물용 펠릿사료(삼양유지 사료)와 깨끗한 수도물을 자유급식 시켰다.

**Aloe vera분말** : aloe 분말은 미국산 California Food Inc. 제품으로 100% aloe의 건조분말로 구성

되었으며 이를 증류수에 용해하여 100mg/ml의 농도로 사용하였다.

**Aloe vera의 투여 :** aloe 투여는 1일 1회 500mg/kg, B.W.으로 하여 존데를 사용하여 경구투여 하였다.

**방사선 조사 :** 방사선 조사는 cobalt-60 감마선 조사기를 사용하여 전신조사 하였으며 분당 조사선량은 모든 실험에서 50rads이었다.

**생존율 실험 :** 생존율 실험을 위해서는 아래와 같이 aloe투여용량(Table 1) 및 투여시기(Table 2)를 달리하여서 마우스에 방사선 조사후 매일의 생존율을 조사하여 이를 30일까지 관찰하였다.

**Endogenous spleen colony assay :** Endogenous spleen colony assay는 Till과 McCulloch<sup>87)</sup>의 방법에 준하여 실험하였으며 실험군을 아래와 같이 나누어 시행하였다(Table 3).

방사선 조사는 600, 700 및 800rads씩 각 군의 마

우스에 전신조사하고 10일이 경과한후 마우스를 도살시켜서 비장을 적출하고 Bouin's fluid에 고정시킨 뒤 colony 수를 세었다(Fig. 1, 2).

**Exogenous spleen colony assay :** Exogenous spleen colony assay는 Till과 McCulloch<sup>86)</sup>의 방법에 준하였고 실험군을 아래와 같이 나누어 실행하였다.

그 방법은 다음과 같이 시행하였다.

Recipient 마우스는 골수이식 받기 전에 950rads를 전신조사시켰고 donor 마우스는 방사선 조사를 받지 않은 정상 마우스의 대퇴에서 골수를 채취하여 Hank's balanced salt solution에 부유시켰다. 부유시킨 골수세포를 혈구계산기를 이용하여 유헤세포수를 세고 이 수가  $5 \times 10^5$  cells가 포함된 용액(0.5ml)을 tail vein을 통하여 recipient 마우스에 정맥주사하였다. aloe는 Table 4와 같이 각 군에 조사전 1,3일간 조사후 1,4,8일간 투여하였다.

방사선 조사후 10일 지난후 각 군에서 spleen을

Table 1. Experimental Groups According to Aloe Doses for the Survival Ratio in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice(700 Rads)

Group	Aloe dose (mg/kg, B.W.)	No. of experimental animals
A-1	Control(0)	32
B-1	250	31
C-1	500	29
D-1	1,000	31
E-1	1,500	20

\* : Mice were administered with aloe P.O., once daily for 3 consecutive days before irradiation.

Table 2. Experimental Groups According to Duration of Aloe Administration for the Survival Ratio in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice(700 Rads)

Group	Duration of aloe administration(days)	No. of experimental animals
A-2	Control	19
B-2	7 Before irradiation	17
C-2	3 " "	17
D-2	1 " "	21
E-2	1 After irradiation	20
F-2	3 " "	19
G-2	7 " "	20

\* : aloe administration dose : 500mg/kg, B.W. orally, once daily.

\* : Mice in the control group(A-2) were not administered with aloe.

Table 3. Experimental Groups for Endogenous Spleen Colony Assay in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice by Aloe Administration(500mg/kg, B.W.)

Group	Duration of aloe administration(days)	No. of experimental animals		
		600rads	700rads	800rads
A-3	Control	15	15	15
B-3	3 Before irradiation	15	15	15
C-3	1 " "	15	15	15
D-3	1 After irradiation	15	15	15
E-3	4 " "	15	15	15
F-3	8 " "	15	15	15

Table 4. Experimental Groups for Exogenous Spleen Colony Assay in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice(950rads) by Aloe Administration(500mg/kg, B.W.)

Group	Duration of aloe administration(days)	No. of experimental animals
A-4	Control	18
B-4	3 Before irradiation	18
C-4	1 " "	20
D-4	1 After irradiation	20
E-4	4 " "	21
F-4	8 " "	22

적출하여 Bouin's fluid에 고정하여 colony의 수를 세었다(Fig.1, 2).

골수염색체 이형을 조사 : 600rads를 마우스에 전신조사하여 aloe를 투여시기에 따른 골수세포의 염색체 이형에 대하여 조사하였다.

실험군은 아래와 같이 나누어 실시하였다(Table 5).

방사선 조사후 각 군에서 5~6마리를 죽인후 양 대퇴부의 골수를 채취하고 얻어서 증기의 염색체 표본을 만들어 각 군당 최소 300개 세포수를 세어서 측정하였다. 염색체의 이형은 염색체 절단(chromosome break), 염색분체 절단(chromatid break), 이동원체(dicentric chromosome), 무동원체(acentric chromosome), 환(ring chromosome), 세분화(pulverization), 염색체수 이상(aneuploidy)등을 보이는 것 등으로 하였다(Fig. 3~6).

염색체 측정방법은 다음과 같이 시행하였다.

먼저 골수세포의 증기를 유도하기 위하여 colcemid sol.(10 $\mu$ g/ml)을 0.25~0.30ml씩 복강내 주사하였다. 1시간 내지 1.5시간 경과한후 마우스를 희생시켜 양 대퇴골에서 골수를 phosphate buffer solution으로 시험관내로 씻어 내어서 채취하였다. 이 채취용액을 800~1000rpm에서 5분간 원심분리후 상층액을 버린 다음 침전물에 hypotonic solution (0.075MKCl)을 넣고 부유시킨후 37 $^{\circ}$ C에서 20~40분간 저장액처리를 하였다. 처리후 다시 원심분리된 상층액을 버렸고 남은 침전물을 methyl alcohol과 acetic acid가 3:1이되게 섞인 고정액을 넣어 고정시켰다. 원심분리를 하고 이 고정과정을 2회정도 더 한후 상층액을 버리고 여액을 가지고 slide에 점적하고 실온에서 건조시켰다. 건조된 slide를 4% Giemsa solution으로 30분간 염색한후 현미경하에서

**Table 5.** Experimental Groups for Chromosomal Aberrations of Bone Marrow Cells in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice (600Rads) by Aloe Administration(500mg/kg, B.W.)

Group	Duration of aloe administration(days)	No. of experimental animals
A-5	Control	10
B-5	3 Before irradiation	10
C-5	1 " "	10
D-5	1 After irradiation	10

염색체 이상을 판별하였다.

**병리조직학적 검사 :** Endogenous 및 exogenous spleen colony assay의 각 군에서 3마리씩 임의 추출하여 양 대퇴골을 떼고 10% 포르말린에 고정, 탈회 과정을 거친후 파라핀 조직절편을 만들어 hematoxylin-eosin염색을 시행하였고 광학현미경하에서 병리조직학적 검사를 실시하였다.

**통계학적 분석 :** 통계처리는 생존율 조사결과를 카이자승( $\chi^2$ ) 검정을 실시하였고 spleen colony assay와 염색체 이형율의 실험결과는 F-test로 유의성을 확인한 뒤 turkey's studentized range test(HSD)로 각 군간의 유의성을 검토하였다.

## 결 과

방사선 조사를 받은 마우스를 이용하여 aloe를 투여하였을 때의 생존율, aloe 투여로 인한 골수간세포의 조혈기능을 spleen colony assay로 평가한 것과 골수세포의 염색체 이형 및 골수의 병리조직학적 변화에 대한 결과는 다음과 같다.

### 방사선 조사에 대한 생존율

Aloe 투여량에 따른 마우스의 생존율 : *Aloe vera* 250, 500, 1,000과 1,500mg을 3일간 마우스에 경구투여한 다음 cobalt-60 감마선 700rads를 조사하였을때 30일 후의 생존율은 각각 77.4, 79.3, 80.6, 90.0% 이었고, aloe를 투여하지 않은 대조군에서는 그 생존율이 53.1%이었다(Table 6). 이들 aloe 투여군은 aloe를 투여하지 않은 대조군에 비하여 높은 생존율을 보였다( $p < 0.05$ ).

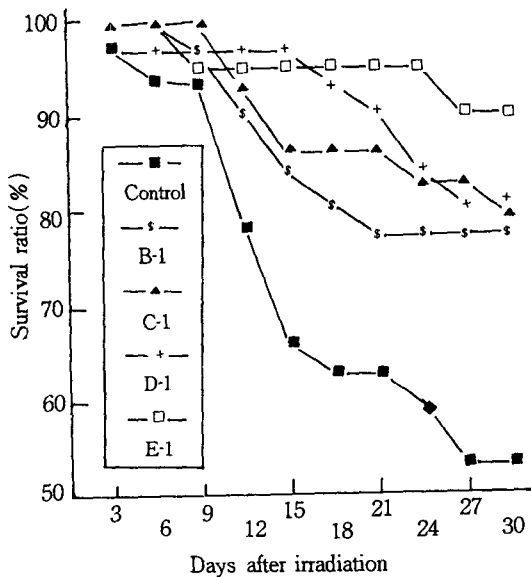
**Table 6.** Effect of Different Aloe Doses on the Survival Ratio in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice(700 Rads)

Group	Aloe dose (mg/kg, B.W.)	No. of survived/ No. of treated	Survival ratio for 30days(%)
A-1	Control	17/32	53.1 <sup>a</sup>
B-1	250	24/31	77.4 <sup>b</sup>
C-1	500	23/29	79.3 <sup>b</sup>
D-1	1,000	25/31	80.6 <sup>b</sup>
E-1	1,500	18/21	90.0 <sup>b</sup>

\* : The values with different superscripts denote significant differences( $p < 0.05$ ).

위 결과를 일자 경과별로 나타내 보면 모든 군에서 조사후 3일까지 96% 이상의 생존율을 보였고, 대조군에서는 조사후 9일까지 93.3% 생존율을 나타내다가 이후로 급격히 생존율이 줄어들기 시작했으나 전 투여군에서는 서서히 생존율이 줄어들기 시작하는 경향을 보였으며 그 생존율은 aloe 투여량이 많을수록 높았다(Text-Fig. 1).

Aloe 투여시기에 따른 생존율 : aloe 투여 용량에 따른 마우스의 생존을 실험결과 전 처리군에서 대조군과 유의치를 보였으나 본 실험에서는 aloe 투여량에 따른 마우스의 위의 부담을 고려하여 500mg 투



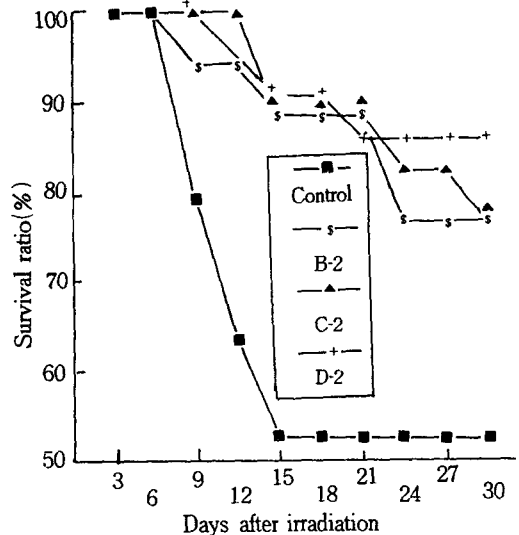
Text-Fig. 1. Changes of the survival ratio for 30 days in irradiated mice according to aloe doses.

B-1 : 250mg C-1 : 500mg  
D-1 : 1,000mg E-1 : 1,500mg

여군을 선정하였다. 방사선 조사전 1일, 3일, 7일간 투여한 D-2, C-2 및 B-2군과 조사후 1일, 3일 7일간 투여한 E-2, F-2 및 G-2군의 생존율은 Table 7과 같다.

대조군인 A-2군은 처음 19두중 30일 경과후에 10두가 생존하여 52.6%의 최저생존율을 기록하였고, D-2군에서는 85.7%, C-2, B-2는 각각 76.5%, 76.5%이고 E-2군은 70.0%, F-2는 63.2%, G-2군은 55.5%를 나타내었으며 방사선 조사전 투여군이 방사선 조사후 투여군보다는 높은 생존율을 나타냈다.

이를 또한 일자 경과별로 관찰하였을때 대조군에서는 6일 이후에 생존율이 감소하기 시작하여 15일

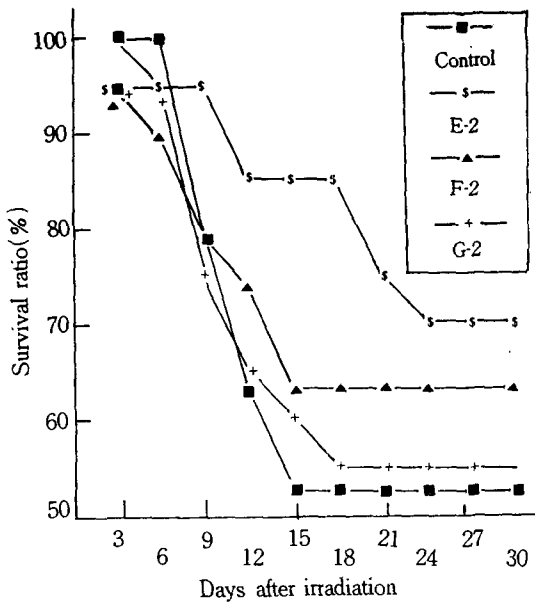


Text-Fig. 2. Changes of the survival ratio for 30 days in irradiated mice following aloe administration.

B-2 : Administered with aloe for 7 days before irradiation  
C-2 : Administered with aloe for 3 days before irradiation  
D-2 : Administered with aloe for 1 day before irradiation

Table 7. Effect of Administered Duration of Aloe(500mg/kg, B.W) on the Survival Ratio in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice(700 Rads)

Group	Duration of aloe administration(days)	No.of survived/ No. of treated	Survival ratio for 30days(%)
A-2	Control	10/19	52.6
B-2	7 Before irradiation	13/17	76.5
C-2	3 " "	13/17	76.5
D-2	1 " "	18/21	85.7
E-2	1 After irradiation	14/20	70.0
F-2	3 " "	12/19	63.2
G-2	7 " "	11/20	55.0



Text-Fig. 3. Changes of the survival ratio for 30days in aloe administered mice following irradiation.

E-2 : Administered with aloe for 1 day after irradiation

F-2 : Administered with aloe for 3 days after irradiation

G-2 : Administered with aloe for 7 days after irradiation

까지 최저치를 보였고 그 이후에는 변화가 없었다 (Text-Fig. 2). 그러나 aloe 투여군인 B-2, C-2 및 D-2 군에서는 각각 6, 12, 9일 이후에서 생존율이 감소하기 시작하여 완만한 감소를 나타내어 대조군과 차이를 나타냈다.

aloe를 방사선 조사후 투여한 군과 대조군의 일차별 경과변화(Text-Fig. 3)에서는 성적이 다소 좋았던 E-2군에서는 9일 이후부터 생존율이 감소하기 시작하여 완만한 속도로 감소하는 경향을 보인 반면, F-2, G-2군에서는 대조군과 감소하는 경향이 비슷하여 3일과 6일 이후부터 생존율이 급격히 감소하기 시작하여 조사후 15일과 18일에 최저치를 보이고 그 이후에는 변화가 없었으며 대조군과 큰 차이를 관찰할 수 없었다.

**Endogenous spleen colony assay :** aloe 투여가 골수간 세포에 미치는 영향을 알아보기 위하여 endogenous spleen colony 형성실험을 한 결과는 Table 8과 같다. 마우스를 600, 700 및 800rads를 전신조사하고 10일이 지난뒤 각군에서 spleen colony수를 측정했을 때 조사선량이 증가할수록 colony 수가 적게 생성되었으며 800rads 조사시 대조군에서는 3개 이하의

Table 8. Effect of Aloe on Endogenous Spleen Colony of Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice

Group	Duration of aloe administration (days)	Colony counts (mean ± S.D.)		
		600rads	700rads	800rads
A-3	Control	15.1 ± 6.2 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	1.7 ± 1.6
B-3	3 Before irradiation	26.0 ± 5.9 <sup>b</sup>	12.3 ± 4.9 <sup>b</sup>	3.1 ± 1.5
C-3	1 " "	25.2 ± 4.9 <sup>b</sup>	12.9 ± 3.7 <sup>b</sup>	1.3 ± 0.7
D-3	1 After irradiation	16.0 ± 6.0 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.1 <sup>a</sup>	2.9 ± 1.9
E-3	4 " "	11.7 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.3 ± 2.6 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.7
F-3	8 " "	18.3 ± 4.6 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.2 <sup>a</sup>	3.9 ± 3.5

\* : The values with different superscripts denote significant differences within column (p < 0.05)

Table 9. Effect of Aloe on Endogenous Spleen Colony of Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice(950 Rads)

Group	Duration of aloe administration (days)	No. of survived/ No. of treated	Colony counts
			(mean ± S.D.)
A-4	Control	10/18	26.1 ± 11.4 <sup>a</sup>
B-4	3 Before irradiation	14/18	38.3 ± 8.9 <sup>b</sup>
C-4	1 " "	12/20	36.8 ± 10.2 <sup>b</sup>
D-4	1 After irradiation	12/20	35.1 ± 8.4 <sup>b</sup>
E-4	4 " "	12/21	28.7 ± 8.9 <sup>b</sup>
F-4	8 " "	2/22	24.5 ± 3.5 <sup>b</sup>

\* : The values with different superscripts denote significant differences (p < 0.05).

**Table 10.** Frequency of Chromosomal Aberrations of Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice(600Rads) with Aloe Administration(500mg/kg, B.W.)

Time after irradiation	Group	Duration of aloe administration(days)	Percentage of aberrant cell(mean±S.D.)
1 day	A-5	Control	50.8±10.5
	B-5	3 Before irradiation	38.4±7.5
	C-5	1 " "	39.5±8.9
	D-5	1 After "	45.3±9.6
10 days	A-5	Control	21.9±5.3
	B-5	3 Before irradiation	23.9±5.3
	C-5	1 " "	21.6±6.2
	D-5	1 After "	15.6±3.3

colony수를 나타내었다. 600rads조사시 각군에서 spleen colony 수가 B-3과 C-3군이 각각 26.0±5.9, 25.2±4.9개로 높은 치를 나타냈고, A-3, D-3, E-3 및 F-3군은 각각 15.1±6.2, 16.0±6.0, 11.7±4.2 및 18.3±4.3개를 나타냈다( $p<0.05$ ). 700rads 조사시 B-3, C-3군은 12.3±4.9, 12.9±3.7로, A-3, D-3, E-3 및 F-3군의 7.8±2.4, 7.9±3.1, 7.3±2.6 및 7.9±3.2보다 유의성 있게 많았다( $p<0.05$ ). 800rads 조사시 각군간에 유의차가 나타나지는 않았다.

**Exogenous spleen colony assay:** aloe투여군과 대조군에서 방사선 950rads조사 10일후 spleen colony수는 Table 9와 같다. 이중 B-4, C-4 및 D-4군에서는 38.3±8.9, 36.8±10.2 및 35.1±8.4로 A-4, E-4 및 F-4군의 26.1±11.4, 28.7±8.9 및 24.5±3.5개보다 유의성 있게 많았다( $p<0.05$ ).

**염색체변형에 미치는 영향:** 마우스에 600rads의 방사선 전신조사 1일후와 10일후에 대퇴골 골수세포의 염색체변화를 관찰한 결과는 Table 10과 같다. 방사선 조사로 인한 골수세포의 염색체 변이는 염색체 절단, 염색분체 절단, 환상 염색체, 무동원 염색체, 염색체의 세분화 및 수적 이상 등을 나타냈다(Fig. 3~6).

방사선 조사후의 골수세포 염색체 이형은 조사후 1일에서 대조군이 50.8±10.5%로 최고치를 나타냈고, aloe투여군인 B-5, C-5 및 D-5군에서는 각각 38.4±7.5, 39.5±8.9 및 45.3±9.6%로서 각군간에 유의차는 인정되지 않았으나 aloe투여군이 대조군보다 이형율이 적게 나타나는 경향을 보였다. 조사후 10일에서는 대조군이 21.9±5.3%, aloe 투여군인 B-5, C-5 및 D-5군에서는 각각 23.9±5.3, 21.6±6.2 및

15.6±3.3%로서 D-5군이 최저치를 보였으나 유의차는 인정되지 않았다.

**골수의 병리조직학적 소견:** Endogenous 및 exogenous spleen colony assay의 각군에서 채취한 대퇴골수의 병리조직학적 소견은 방사선 조사로 인하여 골수세포의 괴사와 공포변성 등이 관찰되었으며 골수세포의 밀도는 소성하였다. 심한 손상을 입은 골수조직의 골수강 내에는 지방세포가 대부분을 차지하였고 이와같은 양상은 대조군이 aloe투여군보다 다소 심한 형태를 보였으며 피폭선량을 많이 받은 조직에서 더욱 심한 병변상태를 나타내었다(Fig. 7~10).

## 고 찰

**방사선 조사에 대한 생존율:** Patt 등<sup>63)</sup>은 800rads 전신조사를 받은 숫쥐에서 cystein을 X-선 조사전 5분에 875mg/kg 용량을 투여하였을때 4주후 대조군에서는 7%, 투여군에서는 80%의 생존율을 관찰하였다. 또한 cystein의 투여시기에 따라서 생존율이 다르며 조사전 1시간, 5분, 조사후 5분때 투여시 각각의 생존율은 80, 87 및 13%로서 조사전 5분전의 효과가 가장 좋았다고 하였다.

Limperos와 Mosher<sup>47)</sup>는 650rads 전신조사를 받은 마우스에서 thiourea(1,280mg/kg)를 X-선 조사전 복강에 주입한 결과 4주후에 대조군은 68%, 투여군에서는 86%의 생존율을 보였다고 하였다.

김과 김<sup>103)</sup>은 ICR 마우스에서 MEA(5mg/25g B.W.)와 AET(8mg/250g B.W.)를 950rads(100rads/min.) 조사전 15분에 투여한 결과 30일 생

존율은 90%, 80%를 보였으나 AET와 WR-638(8mg/250 g B.W.) 혼용시에 30일 생존율은 100%였다고 하였다.

Prasad<sup>67)</sup>는 700rads(121rads/min.) 조사를 받은 male albino mice에서 dopamine 10mg을 방사선 조사전에 복강내 주입한 결과 30일 생존율은 대조군은 0%에 비하여 투여군에서는 80%의 높은 치를 나타냈다고 보고하였다. Takeda 등<sup>84)</sup>은 720 rads(50rads/min.)를 전신조사 받은 JCL-ICR 마우스에서 인삼추출물(5.8mg)을 복강에 투여하여 30일 생존율을 관찰한 결과 처치군에서는 75.7% 생존율을 보였고 대조군에서는 12.5%의 생존율을 나타냈다. 또한 인삼추출물량을 0, 1.8, 3.4 및 6.8mg 주입한후 생존율은 각각 5, 45, 75 및 82.5%를 보여 양이 많을수록 방어 효과가 우수함을 보였고 또 투여시기를 조사전 24시간, 2.5시간, 조사후 즉시 2.5시간, 24시간에 있어서 30일 생존율은 각각 58.6, 40.0, 26.7, 30.0, 16.7%로서 대조군의 2.5%보다 높은 치를 보였고 특히 조사전 투여시 높은 생존율을 나타냈다고 밝혔다.

본 실험에서도 ICR 마우스에 cobalt-60 감마선 700 rads(50rads/min.) 전신조사 3일전 aloe 용량을 달리하여 투여한후 30일 생존율을 관찰한바 250, 500, 1,000 및 1,500mg/kg B.W. 투여한 군의 생존율은 각각 77.4, 79.3, 80.6 및 90.0%이고 대조군에서는 53.1%로서 생존율은 aloe 투여량이 증가할수록 높았다. 또한 aloe 500mg/kg B.W.을 조사전 7, 3, 1일간 투여한 군의 생존율은 각각 76.5, 76.5 및 85.7%이었고, 조사후 1, 3, 7일간 투여군의 생존율은 각각 70.0, 63.2 및 55.0%이었으나 대조군에서는 52.6%로서 방사선 조사전 aloe투여군의 생존율이 조사후 투여군의 생존율보다 높았음을 알 수 있었다. 본 실험결과를 타 연구자들이 밝힌 여러가지 방사선 방어제와 그 효과가 일치된 경향을 나타냈다.

방사선 조사로 인한 사망원인은 조혈계의 손상 즉, 범혈구감소증, 출혈, 빈혈, 골수세포의 파괴,<sup>1, 12, 40)</sup> 장의 손상과 장점막 파괴, 변성 및 출혈, 장을 통한 세균침입, 독혈증 등<sup>30, 54, 62)</sup>이라고 보고되고 있다.

Puro와 Clark<sup>70)</sup>에 의하면 방사선 노출비율과 생존율과의 관계에서 이온방사선의 노출비가 약해질수록 생물학적으로 미치는 효과가 적어져서 분당 105R 조사시에는 LD<sub>50(30)</sub>가 656R인데 비하여 분당

2.86R로 노출비를 낮추면 LD<sub>50(30)</sub>가 869R가 된다고 하였고 또한 30일 생존율 관찰기간을 3단계로 나누어서 ① 조사후 0~4일까지는 장(intestine)의 손상으로 인한 사망, ② 5~8일의 기간은 세균독혈증이나 혼합된 증후군으로 인한 사망, ③ 9~30일까지의 사망은 조혈장기 손상으로 인한 사망으로 나누고 있다. 또한 Quastler 등<sup>71)</sup>은 마우스에 방사선 조사를 하였을 때 조사량을 달리하여도 조사후 생존기간이 3½일은 안정되게 유지되는데 이는 마우스의 품종이나 체중과는 관계없다고 하였으며 이는 마우스내의 어떤 내적 인자의 발현 때문이라고 하였으나 간혹 3½일내에 죽는 경우에는 방사선 조사로 인한 급성 장 폐사 때문이라고 하였다.

본 실험에서 700rads의 cobalt-60 감마선 조사로 인한 생존율을 관찰할때 aloe 투여량 차이에 대한 결과에서는 모든 군에서 조사후 3일까지는 96% 이상의 생존율을 그리고 조사후 9일까지 93.3% 이상을 유지하다가 그후부터 대조군은 9일을 기점으로 생존율이 급속히 떨어져서 30일째는 53.1%를 나타냈으나 aloe 대량 투여군인 E-1군에서 90.0%를 나타낸 것은 방사선 조사시 방사선 방어제로서 aloe가 매우 효과적이었음을 알 수 있었으며 동시에 대조군의 사망원인은 주로 골수기능저하로 기인되었다고 사료된다.

이상과 같이 지금까지 알려진 방사선 방어제는 방사선 조사전에 투여하였을 때 방어효과가 나타났으며 조사후 투여시에는 그 효과가 거의 없었다고 하였는데 이는 본 실험에서도 방사선 조사전 aloe를 투여한 군의 사망율이 줄어들어서 선인들의 방사선 방어제 투여실험과 거의 일치되는 경향을 나타냈다.

Cyanide와 cystein의 방어제가 조사후 투여하였을 때 작용하지 못하는 것은 생체(*in vivo*)내의 생화학적 병변이 실험실(*in vitro*)내에서 -SH enzyme의 불활화 같이 쉽게 가역적이 되지 못하기 때문이라고 하였다.<sup>4, 5)</sup>

각종 방사선 방어제의 방어효과를 상대적으로 평가할 수 있는 방법으로 방사선 감량요소(Dose reduction factor : D.R.F)가 사용되며 대부분 -SH화합물의 DRF는 1.7~1.8로 알려져 있고, AET같은 화합물은 보다 높은 2.0으로 알려져 있다.<sup>108)</sup>

여러 방사선 방어제들이 방어역활을 하는 기전에 대하여서는 ① -SH화합물들은 free radical의 accep-



tor로서 작용함으로써,<sup>65)</sup> ② 방사선 방어제가 방사선 감수성 부분인 세포 단백질에 직접작용함으로써,<sup>78)</sup> ③ 또한 histone으로 cover되지 않은 DNA의 helix의 부분들을 묶거나 안정시키므로써 1차 및 2차 손상을 경감시키고 DNA의 복제가 지연되어서 변성이 복제되기전에 회복과정이 이루어질 수 있다고 하는 가정 등이 있다.<sup>10)</sup> 그 외에 glutathione reductase가 방사선 조사를 입은 세포의 인산화 및 세포내의 -SH기의 산화과정을 방지한다고 한다.<sup>18,61)</sup> Epinephrine의 방어작용은 조직의 산소농도를 감소함으로써 방어작용을 하는 것으로 알려져있다.<sup>16,32)</sup>

본 실험의 결과 aloe는 방사선 방어효과가 있음이 밝혀졌으나 그 기전에 대해서는 앞으로 더욱 추구되어야 할 것으로 사료된다.

**Spleen colony assay** : 치사량에 해당되는 방사선량을 조사한후에 방사선 보호제에 의한 생존은 주로 이들 방어제의 조혈기 세포에 대한 보호때문이라고 생각되어진다. 이들 조혈기능에 방사선 및 방사선 보호제가 미치는 영향에 대한 평가로 대퇴부의 골수조직에서 total cellularity, megakaryocyte, immature cell과 lymphoid cell의 평가,<sup>23,48)</sup> 임파기관에 미치는 영향,<sup>85,105)</sup> 말초혈액에서 과립세포와 임파구 수의 변화<sup>1,41,72,89)</sup> 그리고 골수조혈간세포의 colony 생성 단위를 측정하는 방법 등<sup>86,87)</sup>이 보고되었다.

골수기능 평가에서는 계속적인 혈구세포의 증식능력이 있는 progenitor cell의 존재로 평가되며 이런 점에서 조혈조직은 분화세포와 새로운 stem cell이 되는 progenitor cell로 구성된 stem cell 부분과 또 하나는 충분히 분화만 되는 세포로 구성된 분화된 세포 부분으로 이루어졌다는 가정에서 이루어진다.<sup>77)</sup>

골수간세포의 조혈능력 평가에는 이들 세포의 자체소생(self-renewal)과 광범위한 증식능력 평가가 이루어져야 하는데 colony 생성 단위 방법이 이를 충족시킨다. 이 방법은 마우스의 비장은 방사선 조사를 받았을때 육안적인 세포의 집단인 colony가 형성되는 현상을 관찰함으로써 이루어지며 개발되고 있는 여러 방사선 방어제들의 조혈기능 방어평가에 이용되고 있다. 또한 이 방법은 정상 및 방사선 조사후의 조혈세포의 증생과 골수간세포의 역학(stem cell kinetics)과 빈혈 변이(anemic mutants)<sup>55)</sup> 연구에도 사용된다.

Till과 McCulloch<sup>87)</sup>는 C57B1/Ha 마우스를 사용하여 600, 650, 700, 750 rads의 cobalt-60 감마선을 조사할때 spleen colony수는 암놈에서 약 15-4개, 숫놈에서 약 8-1개였다고 하였고, Till과 McCulloch<sup>86)</sup>는 950rads 조사받은 recipient 마우스에 정상 마우스의 골수세포를 이식하여 exogenous spleen colony수를 측정하였던바 골수세포가 많이 이식될수록 recipient 마우스의 비장에 colony수가 많아지며 골수세포 10<sup>5</sup>개 당 colony 수는 C57B1, C3H 및 AKN 마우스에서 7.5~12개까지 나타났다고 보고하였다.

Mon<sup>57)</sup>는 X-선을 DDD 마우스에 조사하였을때 carbon particle이 조혈간세포의 회복에 미치는 영향을 조사하였던바 600, 675R 조사의 endogenous spleen colony assay에서 대조군은 0.2~2.2개인데 반해 carbon particle(10mg/head)을 조사전 1~24시간 투여한 군에서는 20.3~25.3개로서 차이가 있음을 밝혔고, exogenous spleen colony assay에서 960R 조사한 recipient 마우스에 3×10<sup>4</sup>개의 골수세포를 이식하였을때 대조군은 19.6, 투여군은 19.7개로 차이가 없었다고 하였다.

Vacek 등<sup>90)</sup>은 H 마우스를 사용하여 5-hydroxytryptamine(5-HT)의 조혈간세포에 대한 방사선 방어효과를 알아보았다. 500R의 X-선 조사전 5-HT(50mg)를 마우스 복강에 주사하여 알아본 endogenous spleen colony assay에서 대조군은 0.9, 투여군은 약 6~13개로 유의성 있는 차이를 보였고, exogenous spleen colony assay 실험에서 5-HT투여군이 대조군보다 높은치를 나타내어 5-HT의 조혈간세포에 대한 방사선 방어효과를 보고하였다. Yonezawa 등<sup>96)</sup>은 ICR 마우스를 사용하여 인삼추출물의 조혈간세포에 대한 방사선 방어효과를 exogenous spleen colony assay로서 측정하였을때 인삼추출물 투여군의 colony생성 단위수가 대조군의 수(약 40개)보다 10배 이상 높은치를 나타내어 인삼이 방사선 방어효과가 있음을 밝혔다.

본 실험에서 600, 700, 800rads 조사한 endogenous spleen colony assay의 대조군 치는 15.1~1.7개로 C57B1/Ha 마우스의 암놈 성적과 유사하였고, exogenous spleen colony assay실험에서 5×10<sup>5</sup>의 골수세포를 이식할때 대조군의 치는 26.1인데 이를 10<sup>5</sup> 골수세포에 대한 치료 환산치 5.2로서, Till과 McCulloch<sup>86)</sup>의 성적보다 약간 낮은치를 보였다. 이는 골수세포를 제조할때 희석용액, 저장온도와 저장시

간에 따라 골수세포의 활력도 달라질 수 있다고 하였는데<sup>11)</sup> 본 실험에서도 골수세포의 투여시간이 다소 지연된 때문인 것 같다.

본 실험에서 방사선 조사전 aloe투여를 3일, 1일간 투여한 군에서 조사후 10일째 비장 colony 생성단위의 회복이 증진되었는데 이는 타 연구자들이 밝힌 carbon particle, 5-HT, 인삼추출물 등의 조절간세포의 방사선 방어효과와 마찬가지로 aloe의 방사선 효과도 주로 조절간세포의 보호때문이 아닌가 사료된다. Suzuki 등<sup>82)</sup>은 aloe에서 추출한 한 glycoprotein인 aloctin A가 실험실에서 임파구의 증식을 유도하는 작용이 있음을 밝혔는데 이와같은 aloctin A의 효과가 백혈구의 증식을 높이며 spleen 생성단위의 회복을 증식시킨 것이라 생각되어진다. 이와같은 혈액을 형성하는 조절간세포의 회복은 방사선 보호라는 점에서 필수적이며 이와같은 결과가 방사선 조사전의 aloe투여군들에서의 생존율을 높인 것이라 생각된다.

Werts 등<sup>92)</sup>은 방사선 조사량에 따라서 조절세포와 기질세포의 회복과 재생이 달라진다고 하였고, Puro와 Clark<sup>70)</sup>는 분당 노출선량을 2.86rads에서 105rads로 달리하여 마우스의 30일 생존율을 관찰하여 노출선량이 적어질수록 LD<sub>50(30)</sub>가 늘어나며 더욱 노출선량비가 적을때 변화가 심하다고 하였다. 또한 노출선량에 따라 endogenous colony 생성단위의 감수성은 exogenous colony 생성단위와 같다고 하였다. 따라서 aloe도 방어효과로 총조사선량과 분당 노출선량비를 달리하였을때 연구가 더욱 이루어져야 하겠다.

본 실험에서 50rads/min.의 노출선량비로 조사하였을때 방사선 조사전의 3일 및 1일간 aloe투여군의 endogenous colony 생성단위와 exogenous colony 생성단위는 대조군에 비하여 유의치 있는 결과를 나타냈다.

**골수염색체 이형율** : 방사선 조사는 세포내를 불안정상태로 만들고 원자와 분자사이에 상호작용을 높이는 경향이 있는 자유기를 생산하는 화학적결합을 절단시키며 이 과정에서 DNA는 쉽게 물리적인 절단과 DNA분자의 변성을 쉽게 일으킬 수 있다. 따라서 DNA의 파괴는 염색체의 절단과 변화를 일으킨다. 그러나 염색체의 변화는 세포의 cell cycle의 대부분에서 농축되지 않고 길게 될때에는 관찰이 잘 안되고 최대 염색체의 농축이 있는 즉,

유사분열(mitosis) 일때만 볼 수 있다고 하였다.<sup>28)</sup>

염색체 이형율은 방사선 선량이 증가할수록 비례한다는 사실은 이미 여러 연구자들에 의해 밝혀져 있다.<sup>24,51)</sup>

김과 김은<sup>102)</sup>은 40, 150 및 300일령된 마우스에 200rads(26.5rads/min.)의 cobalt-60 감마선을 조사하였을때 1, 2, 4, 8, 10, 16, 30 및 90일에 있어서 골수세포 염색체의 이형율은 53.0, 21.5, 8.4, 8.4, 12.0, 8.0, 7.0 및 5.0%를 보고하였고, Nowell과 Cole<sup>59)</sup>은 2~3개월령의 마우스에 500rads(30rads/min.) X-선을 전신조사하여 골수세포의 염색체 이형율을 조사하였을때 조사후 12~72주에 이형율이 14~72%이었고, 935rads(1.45rads/hr.) 조사하였을때 조사후 1~5주에 이형율이 0~8%로서 방사선 조사시간에 대한 노출선량이 클수록 오랜시간 염색체의 이형이 나타났음을 밝혔다.

한편 Devik과 Lothe<sup>19)</sup>는 50~80일령된 마우스에 200rads(37rads/min.)의 X-선을 조사하기전 cysteamine(3mg), cystamine(5mg)을 투여하여 조사 18시간 후 골수세포의 염색체 이형율을 조사하였던바 대조군 60%, cysteamine투여군 41%, cystamine투여군 55%였다고 하였고 이들 방어제와 함께 마우스에 hypoxia 상태를 유도하였을때 염색체 이형이 적게 나타났음을 밝혔다.

Chaudhuri와 Langendorff<sup>13)</sup>은 7주령의 쥐에다 640R(145R/min.)의 X-선을 조사하기전 AET를 120, 240 및 272mg/kg 주사하여 골수세포의 염색체 이형율을 조사하였는데 조사후 18시간에 AET 240mg/kg 투여군에서 DRF가 1.23~1.36로서 방사선 방어효과가 가장 좋았다고 하였다.

Gupta와 Devi<sup>35)</sup>는 6~8주령의 마우스에 50, 100, 150, 300, 450 및 600rads(72rads/min.)의 cobalt-60 감마선을 조사하기전 WR-2721(400mg/kg)과 MPG(20mg/kg)를 투여하여 이들의 골수세포 염색체에 대한 방사선 방어효과를 보고하였는데 특히 600rads 조사후 1일에 대조군은 62.67%, WR-2721투여군은 24.17%, MPG투여군에서는 47.17% 그리고 조사후 10일에 대조군은 2.67%, WR-2721투여군은 1.17%, MPG투여군에서는 1.33%의 이형율이 있었음을 보고하였다.

본 실험에서 600rads(50rads/min.) 조사후 1일에 aloe투여군인 B-5, C-5 및 D-5군은 각각 38.4±7.5, 39.5±8.9 및 45.3±9.6%이고 대조군은 50.8±10.

5%였으며, 조사후 10일에 B-5, C-5 및 D-5군은 각각 23.9±5.3, 21.6±6.2 및 15.6±3.3%였고, 대조군은 21.9±5.3%로 나타났다. 이 중 대조군의 성적이 타 연구자들의 성적과 약간 다른 성적을 보였는데 이는 조사량, 노출선량 및 실험동물의 연령 등의 차이로 인한 것이라고 생각되어지며 aloe투여군이 대조군보다 염색체의 이형이 적게 나타나는 경향을 보였는데 이는 cysteamine과 cystamine의 성적과는 비슷하며 AET투여군, WR-2721투여군이나 MPG투여군 등의 성적보다는 떨어지는 것 같다.

Yagi 등<sup>95)</sup>은 aloe에서 추출한 glycoprotein이 baby hamster kidney(BHK) 세포의 DNA의 합성을 촉진시켰음을 밝혔다. Cyclic AMP의 농도가 DNA를 향한 RNA polymerase II 작용과 관련된 mRNA와 유사분열에 세포구조의 조합과 안정을 위한 DNA의 합성의 시작에 중요역할을 하며<sup>44, 58, 93)</sup> 또 이미 cyclic AMP의 농도가 방사선 조사전에 높을 때는 방사선 방어역할이 있음이 알려져 있다.<sup>20, 46)</sup> 따라서 aloe투여가 cyclic AMP의 활성화를 촉진시킨다면 방사선 조사에 대한 방어효과에 기여하리라 생각되나 이 점은 더 깊이 추구해야할 과제라고 생각된다.

**골수의 병리조직학적 변화 :** 방사선 전신조사로 인한 골수의 병리조직학적 조건에 관하여 El-Naggar 등<sup>23)</sup>은 마우스 대퇴에 1,000rads에서 10,000rad의 X-선을 단회 국소조사 하였을 때 골수의 충실성(cellularity)이 즉시 떨어지며 이와같은 처음의 변화의 정도는 일반적으로 선량에 비례한다고 하였다. 또 회복은 7~14일에 뚜렷하였고 낮은 선량에서는 회복이 약 4주만에 최대에 달하였으며 megakaryocyte를 제외하고는 꾸준한 회복이 이루어졌다고 하였다. 그리고 높은 선량에서는 모든 cell line은 약 2주만에 약간 회복됨을 보이다 이후로는 감소하여 12주에서는 매우 낮은 치를 보였다고 보고하였다.

Sams<sup>75)</sup>는 마우스의 경골에 2,000R의 X-선을 조사한후 경시별로 80주까지 관찰하였는데 조사후 1주일에는 골수세포의 증식이 골간에서 시작되었고 그 이후의 변화되가는 과정은 ① 골수세포내 많은 지방세포의 존재, ② 많은 방추형 세포나 섬유아세포가 섞인 골수, ③ 세포가 거의 없는 변성의 gelatin형 골수, ④ cell debris나 세포가 거의 없는 변성형의 골수, ⑤ cell debris만 있는 완전 소생력이 없는 골수가 되었다고 하였다.

Knospe 등<sup>42)</sup>은 쥐의 대퇴와 경골에 2,000rads를 조사했을 때 조사후 1일에는 sinusoid의 약간 확대, 세포 충실성의 감소, 색소 침착된 탐식구 수의 증가 및 적혈구 일혈(extravasation)이 있고 4일에는 sinusoid의 수축이 있고 골수의 조혈 요소가 거의 없으며 10일에는 erythrocytic, granulocytic, megakaryocytic elements의 조혈기능이 더욱 뚜렷하였다고 하였고, Flidner 등<sup>25)</sup>은 쥐에다 X-선을 1,000R 전신 조사 하였을 때 1일후 골수에서 심한 세포 충실성 저하, sinusoid의 구조 파괴 및 전체적인 출혈소견을 보였고 3일후에는 이런 현상이 최대에 달하였으며 5일후에는 골수 실질은 큰 지방구로 차 있는 것으로 보였으며 5~7일에는 sinus의 회복이 있었음을 보고하였다.

한편 Maisin과 Doherty<sup>52)</sup>는 마우스에 X-선을 1,500R 전신조사 하기전 AET(8.8mg)를 복강내 주사 하였을 때 조사후 8일에 골수에서 골수세포의 존재 및 출혈소견으로 보아 회복이 있었다고 하였으나 MEA(4.8mg)로 처리하였을 때는 회복이 없었고 AET(10mg)와 serotonin(1mg)을 혼용한 경우에 골수세포의 수적인 증가가 이루어져 회복이 있었음을 보고하였다.

Urso 등<sup>89)</sup>은 마우스에 X-선을 450R, 900R 전신조사 전 MEG(9mg)를 투여함으로써 대조군보다는 골수조직의 파괴가 적었으며 일찌기 재생과 회복이 이루어졌다고 하였다.

본 실험에서 600, 700, 800 및 950rads의 cobalt-60 감마선을 조사한후 10일째 각군에서 임의로 취한 마우스의 대퇴부의 골수변화는 aloe투여군과의 사이에는 두드러진 차이는 발견할 수 없었으나 aloe투여군은 대조군에 비하여 골수조직 세포의 소실과 손상이 적어 AET나 MEG와같은 방사선 방어제와 유사한 결과를 나타냈으며 본 실험에서 방사선 조사에 따른 골수조직의 변화는 선인들의 결과인 골수세포의 손실과 재생, 공포 및 지방세포의 존재와 젤라틴 모양의 골수변화 등은 대체로 일치하였다.

## 결 론

*Aloe vera*가 방사선 방어효과가 있는지를 알고자 aloe투여 전후에 cobalt-60 감마선을 마우스에 전신 조사한후 30일간 생존율, spleen colony assay에 의한 골수간세포의 조혈기능에 미치는 영향, 골수세

포 염색체의 이형율을 조사하고 골수조직을 병리조직학적으로 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. Cobalt-60 감마선 700rads를 전신조사시킨 마우스에서 aloe를 조사전 3일간 250, 500, 1,000 및 1,500mg 투여한 군과 투여하지 않은 대조군에서 30일간 생존율은 각각 77.4, 79.3, 80.6, 90.0 및 53.1%이었다.

2. Cobalt-60 감마선 700rads를 마우스에 전신조사하기전 aloe를 1, 3, 7일간 투여한 군들과 조사후 aloe를 1, 3, 7일간 투여한 군들 및 투여하지 않은 대조군의 30일간 생존율의 순위는 조사전 aloe를 투여한 군들에서 높았고 조사후 aloe를 투여한 군들에

서는 조사전 투여군에 비하여 낮았으나 대조군에 비하여 높았다.

3. 골수의 조혈간세포 수의 회복이 방사선 조사전 aloe를 투여한 군들에서 조사후 aloe를 투여한 군들에서보다 빨랐다.

4. Aloe투여군에서 방사선 조사후 1일에는 골수세포의 이형 염색체의 발현율이 대조군보다 낮았다.

5. 방사선 조사로 유발되는 골수세포의 감소, 지방세포 침윤 등의 정도가 aloe투여군에서는 비교적 낮았다.

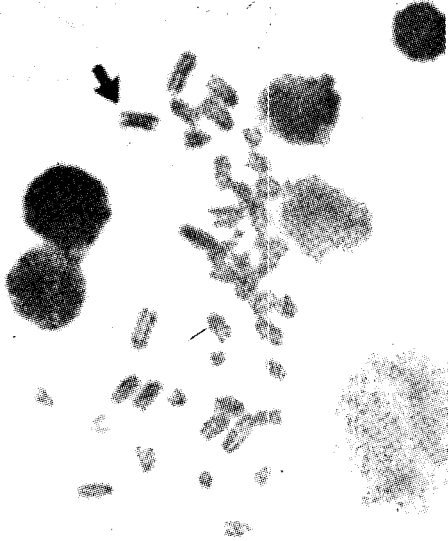
#### Legends for Figures

- Fig. 1. Colonies of blood-forming stem cells on the ventral surface(arrow) of the spleen in cobalt-60 gamma irradiated mouse. 10 days after 700rads irradiation.
- Fig. 2. Colonies of blood-forming stem cells on the dorsal surface(arrow) of the spleen in cobalt-60 gamma irradiated mouse. 10 days after 700rads irradiation.
- Fig. 3. Chromosomal aberrations of bone marrow cells in cobalt-60 gamma irradiated mouse. Acentric chromosome(arrow), 600rads. Giemsa.  $\times 1,000$
- Fig. 4. Chromosomal aberrations of bone marrow cells in cobalt-60 gamma irradiated mouse. Ring form chromosome(arrow), 600rads. Giemsa.  $\times 1,000$
- Fig. 5. Chromosomal aberrations of bone marrow cells in cobalt-60 gamma irradiated mouse. Chromosome break(arrow), 600rads. Giemsa.  $\times 1,000$
- Fig. 6. Chromosomal aberrations of bone marrow cells in cobalt-60 gamma irradiated mouse. Pulverization, 600rads. Giemsa.  $\times 1,000$
- Fig. 7. Bone marrow of cobalt-60 gamma irradiated mouse. 950rads, control group. Few myelocytes. H & E.  $\times 400$
- Fig. 8. Bone marrow of cobalt-60 gamma irradiated mouse. 950 rads, F-4 group. A few myelocytes. H & E.  $\times 400$
- Fig. 9. Bone marrow of cobalt-60 gamma irradiated mouse. 800rads, control group. Depletion of myelocytes. H & E.  $\times 400$
- Fig. 10. Bone marrow of cobalt-60 gamma irradiated mouse. 700rads, F-3 group. Regeneration of myelocytes. H & E.  $\times 400$

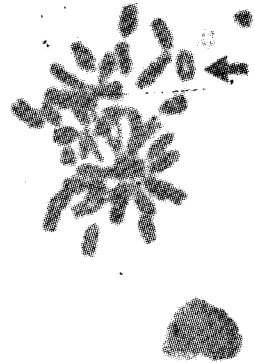
**1**

**2**

3



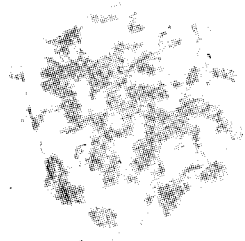
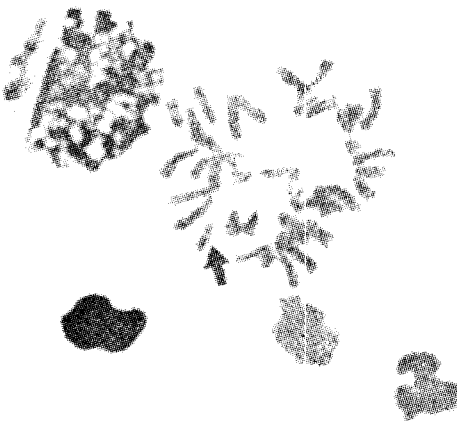
4

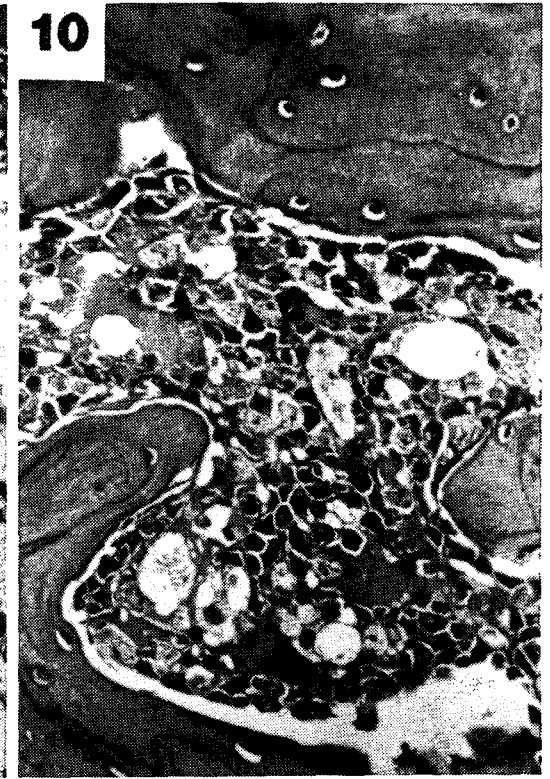
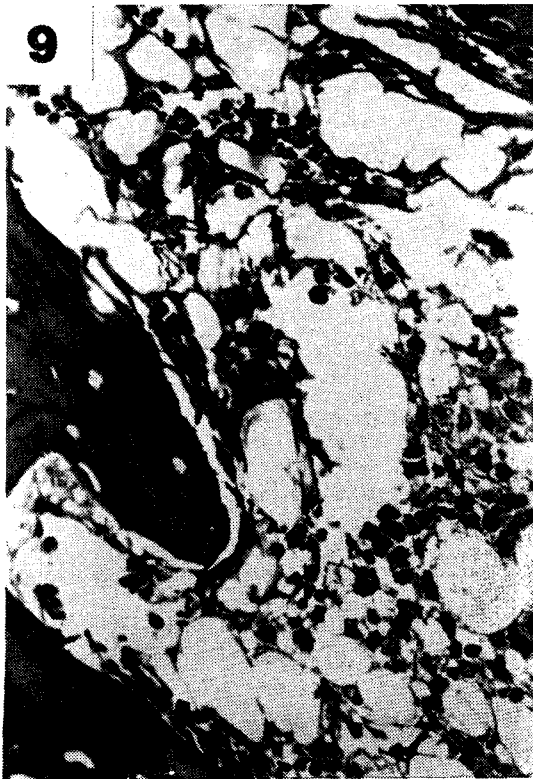
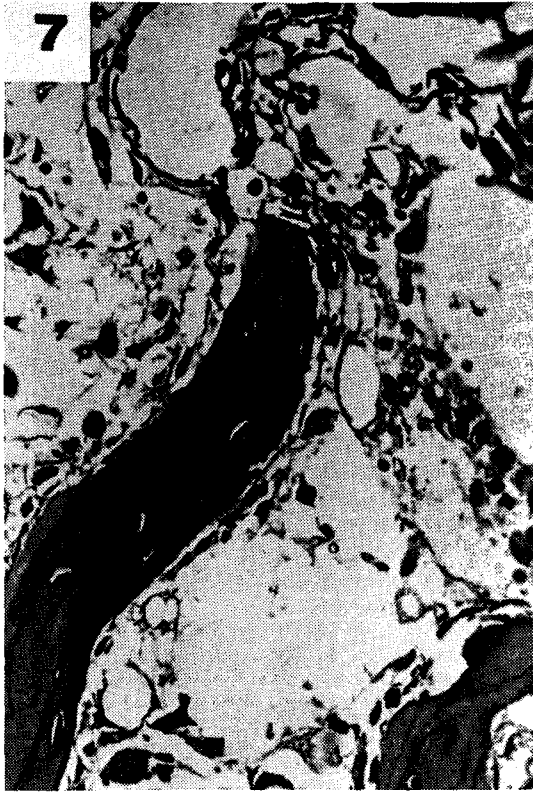


5



6





## 참 고 문 헌

- Allen, J.G., Emerson, D.M., Landy, J.J., Head, L.R. and Basinger, C.E. : The causes of death from total body irradiation. *Annals of Surgery* (1957) 146 : 322~341.
- Bacq, Z.M., Dechamp, G., Fisher, P., Herve, A., Bihan, H.L., LeComte, J., Pirote, M. and Rayet, P. : Protection against X-rays and therapy of radiation sickness with  $\beta$ -mercaptoethylamine. *Science* (1953) 117 : 633~636.
- Bacq, Z.M., Herve, A., Lecomte, J. and Fisher, P. : Cyanide protection against X-irradiation. *Science* (1950) 111 : 356.
- Barron, E.S.G. and Dickman, S. : Studies on the mechanism of action of ionizing radiations. II. Inhibition of sulfhydryl enzymes by alpha, beta, and gamma rays. *J. Gen. Physiol.* (1949) 32 : 595~605.
- Barron, E.S.G., Dickman, S., Muntz, J.A. and Singer, T.P. : Studies on the mechanism of ionizing radiations. I. Inhibition of enzymes by X-rays. *J. Gen. Physiol.* (1949) 32 : 537~552.
- Baverstock, K.F. : Radioprotection by vitamin C. *Br. J. Radiol.* (1979) 52 : 592~593.
- Bennova, D.Kh. and Putev, I.Kh. : Radioprotective effectiveness and toxicity of ATP, AET and serotonin applied individually or simultaneously to mice. *Strahlentherapie* (1979) 155 : 419~424.
- Benson, R.E., Michaelson, S.M., Downs, W.L., Maynard, E.A., Scott, J.K., Hodge, H.C. and Howland, J.W. : Toxicological and radioprotection studies on S,  $\beta$ -aminoethylsulfonium bromide(AET). *Rad. Res.* (1961) 15 : 561~572.
- Bichay, T.J.E. and Roy, R.M. : Modification of survival and hematopoiesis in mice by tocopherol injection following irradiation. *Strahlentherapie und Onkologie* (1986) 162 : 391~399.
- Brown, P.E. : Mechanism of action of aminothiols radioprotectors. *Nature* (1967) 213 : 363~364.
- Carsten, A.L. and Bond, V.P. : Viability of stored bone marrow colony forming unit. *Nature* (1968) 219 : 1082.
- Casarett, A.P. : Radiation biology, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs (1968) pp. 249~253.
- Chaudhuri, J.P. and Langendorff, H. : Chemical radioprotection of mammalian chromosomes in vivo : Radioprotection of rat bone marrow chromosomes with a single prophylactic dose of AET. *Int. J. Radiat. Biol.* (1968) 14 : 463~467.
- Cockerham, L.G. and Kelman, B.J. : Summary of symposium on acute radiation-induced injury. *Fundamental and Applied Toxicology* (1988) 11 : 571~579.
- Constine, L.S., Rubin, B. and Gregory, P. : The differential protection by WR-2721 of skin versus growing cartilage following irradiation in weaning rats. *Rad. Res.* (1987) 110 : 61~71.
- Copeland, E.S. : Mechanism of radioprotection. A review. *Photochemistry and photobiology* (1978) 28 : 839~844.
- Crouch, B.G. and Overman, R.R. : Chemical protection against X-radiation death in primates : a preliminary report. *Science* (1957) 125 : 1092.
- Deakin, J., Ord, M.G. and Stocken, L.A. : 'Glucose 6-phosphate-dehydrogenase' activity and thiol content of thymus nuclei from control and X-irradiated rats. *Biochem. J.* (1963) 89 : 296~304.
- Devik, F. and Lothe, F. : The effect of cysteamine, cystamine and hypoxia on mortality and bone marrow chromosome aberrations in mice after total roentgen irradiation. *Acta Radiologica* (1955) 44 : 243~248.
- Dubravsky, N.B., Hunter, N., Mason, K. and Withers, H.R. : Dibutyl cyclic adenosine monophosphate effect on radiosensitivity of tumors and normal tissues in mice. *Radiology* (1978) 126 : 799~802.
- Ebel, J.P., Beck, G. and Keith, G. : Study of the therapeutic effect on irradiated mice of substances contained in RAN preparations. *Int. J. Radiat. Biol.* (1969) 16 : 201~209.
- Echols, F.S. and Yuhas, J.M. : Chemoprotection against fractionated radiation exposures with WR-2721 : Skin injury. *Rad. Res.* (1976) 66 : 499~504.
- El-Naggar, A.M., Hanna, R.A., Chanana, A.D., Carsten, A.L. and Crokite, E.P. : Bone marrow changes after localized acute and fractionated X-irradiation. *Rad. Res.* (1980) 84 : 46~52.
- Evans, H.J., Buckton, K.E., Hamilton, G.E. and Carother, A. : Radiation induced chromosomal aberrations in nuclear dockyard workers. *Nature* (1979) 277 : 531~534.
- Fliedner, T.M., Bond, V.P. and Cronkite, E.P. : Structural, cytologic and autoradiographic( $H^3$ -Thymidine) changes in the bone marrow following total body irradiation. *Am. J. Pathol.* (1961) 38 : 599~623.
- Floersheim, G.L. and Floersheim, P. : Protection against ionizing radiation and synergism with thiols by zinc aspartate. *Br. J. Radiol.* (1986) 59 : 597~602.
- Ford, L.C., Donaldson, D.M. and Allen, A.L. : Protection of mice by postirradiation treatment with a cell-free component of spleen. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* (1968) 127 : 286~289.
- Gard, C.R. : Effects of radiation on chromosomes. In : Pizzarello, D.J., Radiation biology. CRC Press, Inc. Boca Raton (1982) pp. 83~109.
- Ghannam, N., Kingston, M., Al Meshaal, I.A., Tarig, M., Parman, N.A. and Woodhouse, N. : The antidiabetic activity of aloes : preliminary clinical and experimental observations. *Hormone Res.* (1986) 24 : 288~294.
- Gleiser, C.A. : The pathology of total body radiation in dogs which died following exposure to a lethal dose. *Am. J. Vet. Res.* (1954) 15 : 329~335.
- Goswitz, F.A., Andrew, G.A. and Kniseley, R.M. : Effects of local irradiation(Co-60 teletherapy) on the peripheral blood and bone marrow. *Blood* (1963) 21 : 605~619.
- Gray, J.L., Moulden, E.J., Tew, J.T. and Jensen, H. : Protective effect of pitressin and epinephrine against total body X-irradiation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* (1952) 79 : 384~387.
- Gray J.L., Tew, J.T. and Jensen, H. : Protective effect of serotonin and of para-aminopropiophenone against lethal doses of X-radiation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* (1952) 80 : 604~607.
- Gregory, N.L. : Mechanism of radioprotection by vitamin C. *Br. J. Radiol.* (1978) 51:473~474.
- Gupta, R. and Devi, U. : Protection against radiation induced chromosome injury by sulfhydryl compounds. *Acta*



- Radiologica Oncology (1985) 24 : 419~425.
36. Hanson, W.R. and Ainsworth, E.J. : 16-Dimethyl prostaglandin E<sub>2</sub> induces radioprotection in murine intestinal and hematopoietic stem cells. *Rad. Res.* (1985) 103 : 196~203.
  37. Hanson, W.R. and Thomas, C. : 6, 16-Dimethyl prostaglandin E<sub>2</sub> increases survival of murine intestinal stem cells when given before photon radiation. *Rad. Res.* (1983) 96 : 393~398.
  38. Harris, J.W. and Phillips, T.L. : Radiobiological and biochemical studies of thiophosphate radioprotective compounds related to cysteamine. *Rad. Res.* (1971) 46 : 362~379.
  39. Imanish, K., Ishiguro, T., Saito, H. and Suzuki, I. : Pharmacological studies on a plant lectin, Alocin A.I. Growth inhibition of mouse methylcholanthrene-induced fibrosarcoma (Meth A) in ascites form by Alocin A. *Experientia* (1981) 37 : 1186~1187.
  40. Jacobson, L.O. and Marks, E.K. : The hematological effects of ionizing radiations in the tolerance range. *Radiology* (1947) 49 : 286~296.
  41. Jacobson, L.O., Marks, E.K. and Lorenz, E. : The hematological effects of ionizing radiation. *Radiology* (1949) 52 : 371~395.
  42. Knospe, W.H., Blom, J. and Crosby, W.H. : Regeneration of locally irradiated bone marrow. I. Dose dependent, long-term changes in the rat with particular emphasis upon vascular and stromal reaction. *Blood* (1966) 28 : 398~415.
  43. Knospe, W.H., Blom, J. and Crosby, W.H. : Regeneration of locally irradiated bone marrow. II. Induction of regeneration in permanently aplastic medullary cavities. *Blood* (1968) 31 : 400~405.
  44. Korinek, J., Spelsberg, T.C. and Mitchell, W.M. : mRNA transcription linked to the morphological and plasma membrane changes induced by cyclic AMP in tumor cells. *Nature* (1973) 246 : 445~458.
  45. Langendorff, H., Melching, H. and Rösler, H. : Untersuchungen über einen biologischen strahlenschutz. 37. Mitteilung : Über den anteil des adenylnsäuresystems und des pyridoxal-5-phosphats am strahlen schutzeffekt des serotonins. *Strahlentherapie* (1960) 113 : 603~609.
  46. Lehnert, S. : Modification of post irradiation survival of mammalian cells by intracellular cyclic AMP. *Rad. Res.* (1975) 62 : 107~116.
  47. Limperos, G. and Mosher, W.A. : Protection of mice against X-radiation by thiourea. *Science* (1950) 112 : 86~87.
  48. Lingley, J.R., Gall, E.A. and Hilcken, J.A. : Comparative experimental studies of 200 kilovolt and 1,000 kilovolt roentgen rays. II. The biological effects on the bone marrow of the albino rat. *Am. J. Pathology* (1940) 16 : 845~854.
  49. Littman, F.E., Carr, E.M. and Clauss, J.K. : Protection of sulfhydryl groups against ionizing radiation. *Science* (1957) 125 : 737~738.
  50. Lushbaugh, C.C. and Hale, D.B. : Experimental acute radiodermatitis following beta irradiation. *Cancer* (1953) 6 : 690~698.
  51. Lloyd, D.C., Purrott, R.S. and Reeder, E.J. : The incidence of unstable chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes from unirradiated and occupationally exposed people. *Mutat. Res.* (1980) 72 : 523~532.
  52. Maisin, J.R. and Doherty, D.G. : Comparative chemical protection to the intestinal and hematopoietic systems of whole-body X-irradiated mice. *Rad. Res.* (1963) 19 : 474~484.
  53. Maisin, J.R. : Protection with 2- $\beta$ -aminoethylisothiourea, glutathione and serotonin of mice against whole-body irradiation. *Nature* (1964) 204 : 196~197.
  54. Mayhew, C.J., Kuhn, U.S.G. III., Rust, J.H., Trum, B.F. and Woodward, J.M. : Bacterial permeation of the gut wall in irradiated burros. *Am. J. Vet. Res.* (1955) 16 : 525~528.
  55. McCulloch, E.A. Siminovitch, L. and Till, J.E. : Spleen-colony formation in anemic mice of genotype WW'. *Science* (1964) 144 : 844~846.
  56. McCulloch, E.A. and Till, J.E. : The sensitivity of cells from normal mouse bone marrow to gamma radiation in vitro and in vivo. *Rad. Res.* (1962) 16 : 822~832.
  57. Mori, K.J. : Enhancement of the recovery of hemopoietic system with carbon particles in irradiated mice. *Rad. Res.* (1973) 56 : 494~506.
  58. Murray, A.W. and Froschio, M. : Cyclic adenosine 3' monophosphate and microtubule function : specific interaction of the phosphorylated protein subunits with a soluble brain component. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* (1971) 44 : 1089~1095.
  59. Nowell, P.C. and Cole, L.J. : Reduced incidence of persistent chromosome aberration in mice irradiated at low dose rates. *Science* (1963) 141 : 524~526.
  60. O'Connor, M.K., Malone, J.F., Moriarty, M. and Mulgrew, S. : A radioprotective effect of vitamin C observed in Chinese hamster ovary cell. *Br. J. Radiol.* (1977) 50 : 587~591.
  61. Ord, M.G. and Stocken, L.A. : Biochemical effects of X-irradiation and the sulphhydryl hypothesis : A re-appraisal. *Nature* (1963) 200 : 136~138.
  62. Painter, E.E., Lisco, H., Brues, A.M., Jacobson, L.D. and Swift, M.N. : The clinical sequence of physiological effects of ionizing radiation on animals. *Radiology* (1947) 49 : 299~313.
  63. Patt, H.N., Straube, R.L. and Smith, D.E. : Cysteine protection against X-irradiation. *Science* (1949) 100 : 213~214.
  64. Phillips, T.L., Kane, L. and Utley, J.F. : Radioprotection of tumor and normal tissues by thiophosphate compound. *Cancer* (1973) 32 : 528~535.
  65. Prasad, K.N. : Acute radiation syndrome. In : Pizzarello, D.J. : Radiation biology. CRC press, Boca Raton (1982) pp. 205~235.
  66. Prasad, K.N. : Radioprotective effect of prostaglandin and an inhibitor of cyclic nucleotide phosphodiesterase on mammalian cells in culture. *Int. J. Radiat. Biol.* (1972) 22 : 187~189.
  67. Prasad, K.N. and van Woert, M.H. : Dopamine protects mice against whole-body irradiation. *Science*. (1967) 155 : 470~472.
  68. Prasad, K.N. and van Woert, M.H. : Effect of dopamine on DNA X-irradiated in vitro. *Int. J. Radiat. Biol.* (1968) 14 : 79~82.
  69. Prasad, K.N. and van Woert, M.H. : Radioprotective action of dihydroxyphenylethylamine (dopamine) on whole-body

- X-irradiated rats. *Rad. Res.* (1969) 37 : 305~315.
70. Puro, E.A. and Clark, G.M. : The effect of exposure rate on animal lethality and spleen colony cell survival. *Rad. Res.* (1972) 52 : 115~129.
  71. Quastler, H., Lanzl, E.F., Keller, M.E. and Osborne, J.W. : Acute intestinal radiation death. studies on roentgen death in mice, III. *Am. J. Physiol.* (1951) 164 : 546~556.
  72. Rugh, R. and Pardo, G. : Age and hematological recovery from acute whole-body X-irradiation. *Rad. Res.* (1963) 20 : 399~422.
  73. Rugh, R. and Clugston, H. : Protection of mouse fetus against X-irradiation death. *Science* (1956) 123 : 28~29.
  74. Saito, H., Ishiguro, T., Imanish, K. and Suzuki, I. : Pharmacological studies on a plant lectin, Alectin A. II. Inhibitory effects of Alectin A on experimental models of inflammation in rats. *Japan. J. Pharmacol.* (1982) 32 : 139~142.
  75. Sams, A. : The long term effects of 2,000R of X-rays on the bone marrow of the mouse tibia. *Br. J. Radiol.* (1965) 38 : 914~919.
  76. Shida, T., Yagi, A., Nishimura, H. and Nishioka, I. : Effect of aloe extract on peripheral phagocytosis in adult bronchial asthma. *Planta Medica* (1985) June 3 : 273~275.
  77. Siminovitch, L., McCulloch, E.A. and Till, J.E. : The distribution of colony-forming cells among spleen colonies. *J. Cell Comp. Physiol.* (1963) 62 : 327~336.
  78. Smaller, B. and Avery, E.C. : Radiation protection and free radicals. *Nature* (1959) 183 : 539~540.
  79. Sokoloff, B., Redd, J.B. and Dutcher, R. : Vitamin P protection against radiation. *Science* (1950) 112 : 112~113.
  80. Steel, L.K., Jacobs, A.J., Giambaresi, L.I. and Jackson III, W.E. : Protection of mice against fission neutron irradiation by WR-2721 or WR-151327. *Rad. Res.* (1987) 109 : 469~478.
  81. Straube, R.L. and Patt, H.M. : Studies with cysteinamide and cysteine in X-irradiated animals. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* (1953) 84 : 702~704.
  82. Suzuki, I., Saito, H., Inoue, S., Migita, S. and Takahashi, T. : Purification and characterization of two lectins from *Aloe arborescens* Mill. *J. Biochem* (1979) 85 : 163~171.
  83. Takeda, A., Katoh, N. and Yonezawa, M. : Restoration of radiation injury by ginseng, III. Radioprotective effect of thermostable fraction of ginseng extract on mice, rats and guinea pigs. *J. Radiat. Res.* (1982) 23 : 150~167.
  84. Takeda, A., Yonezawa, M. and Katoh, N. : Restoration of radiation injury by ginseng. I. Responses of X-irradiated mice to ginseng extract. *J. Radiat. Res.* (1981) 22 : 323~335.
  85. Tanaka, Y. and Rixon, R.H. : Protection of lymphocytes in the thymus of X-irradiated rats by cysteamine. *Nature* (1965) 206 : 418~419.
  86. Till, J.E. and McCulloch, E.A. : A direct measurement of the radiation sensitivity of normal mouse bone marrow cells. *Rad. Res.* (1961) 14 : 213~222.
  87. Till, J.E. and McCulloch, E.A. : Early repair process in marrow cells irradiated and proliferating in vivo. *Rad. Res.* (1963) 18 : 96~105.
  88. Upton, A.C., Doherty, D.G. and Melville Jr, G.S. : Chemical protection of the mouse against leukemia induction by roentgen rays. *Acta Radiologica* (1959) 51 : 379~384.
  89. Urso, P., Congdon, C.C., Doherty, D.G. and Shapira, R. : Effect of chemical protection and bone marrow treatment on radiation injury in mice. *Blood* (1958) 13 : 665~676.
  90. Vacek, A., Rakova, A. and Rogozkin, V.D. : Protective effect of 5-hydroxytryptamine on the hematopoietic stem cells of mice. *Strahlentherapie* (1973) 146 : 104~114.
  91. Wang, R.I.H. and Hosegawa, A.T. : Value of chemical mixture in multiple supralethal X-irradiation of mice. *Rad. Res.* (1968) 36 : 254~260.
  92. Wert, E.D., Johnson, M.J. and DeGowin, R.L. : Post irradiation hemopoietic repopulation and stromal cell viability. *Rad. Res.* (1977) 71 : 214~224.
  93. Whitfield, J.F., Rixon, R.H., McManus, J.P. and Balk, S.D. : Calcium, cyclic adenosine 3'5'-monophosphate and the control of cell proliferation. A review. *In vitro* (1972) 8 : 257~278.
  94. Wright, C.S. : *Aloe vera* in the treatment of roentgen ulcers and telangiectasis. *J.A.M.A.* (1936) 106 : 1354~1363.
  95. Yagi, K., Machii, K., Nishimura, H., Shida, T. and Nishioka, I. : Effect of aloe lectin on deoxyribonucleic acid synthesis in baby hamster kidney cells. *Experientia* (1985) 41 : 669~671.
  96. Yonezawa, M., Katoh, N. and Takeda, A. : Restoration of radiation injury by ginseng. IV. Stimulation of recoveries in CFUs and megakaryocyte counts related to the prevention of occult blood appearance in X-irradiated mice. *J. Radiat. Res.* (1985) 26 : 436~442.
  97. Yuhas, J.M. : Biological reactors affecting the radioprotective efficiency of S-2-[3-aminopropylamino] ethylphosphorothioic acid (WR-2721) : LD<sub>50</sub>(7) doses. *Rad. Res.* (1971) 47 : 526~529.
  98. Zachary, L.S., Smith, D.J., Heggors, J.P., Robson, M.C., Boertman, J.A., Niu, X., Schileru, R.E. and Sacks, R.J. : The role of thromboxane in experimental inadvertent intra-arterial drug injections. *J. Hand Surg.* (1987) 12 : 240~245.
  99. 山本 いし : *Aloe ulcin*의 胃腸機能 ことに 胃潰瘍 及 ぼす 影響. 東邦醫學會誌 (1973) 20 : 342~347.
  100. 添田百枝, 藤原美恵子, 大友道子 : Cape aloe의 放射線照射 による 白血球減少症 對する 作用. 日本醫學 放射線學會 雜誌 (1964) 24 : 55~58.
  101. 고팡열 : 비장 균질액의 복강내 주입이 X-선 전신조사 마우스의 피하감염에 미치는 실험적 연구. 우석의대 잡지 (1969) 6 : 357~372.
  102. 김영진, 김충봉 : 방사선이 생쥐 골수세포의 염색체에 미치는 영향. 방사선 방어학회지 (1985) 10 : 137~143.
  103. 김유선, 김옥희 : Cysteamine, isothiuronium 유도체 및 이들과 phosphorothioate와의 혼합물의 방사선 방어효과. 방사선 방어학회지 (1982) 7 : 11~16.
  104. 김정문, 장순하 : 신비한 약초 알로에. 태광문화사. 서울 (1987) pp. 19~39.
  105. 김재선, 김영제 : X-선조사 마우스의 흉선과 비장 및 임파절의 재생과정. 카톨릭대학 의학부 논문집 (1974) 26 : 651~659.
  106. 윤재순, 김혜선 : *Aloe vera*가 alloxan 당뇨 흰쥐의 혈당량 및 insulin량에 미치는 영향에 관한 연구. 한국생활과학연구원 논총 (1983) 31 : 127~136.
  107. 이병채 : Cysteamine이 X-선 전신조사를 입은 마우스 간 및 고환조직의 glutathione reductase 및 단백질에 미치는 영향. 종합의학 (1968) 13 : 451~458.

# **Modification of Survival and Blood-forming Stem Cells in Cobalt-60 Gamma Irradiated Mice by *Aloe vera***

**Min-Cheol Choi**, D.V.M., Ph. D. and **Jai-Ki Sung**, D.V.M., Ph. D.

College of Veterinary Medicine, Seoul National University

## **Abstract**

The present study was carried out to investigate whether the aloe had a radioprotective effect in mice exposed to cobalt-60 gamma radiation or not. The survival ratio of mice for 30 days, hematopoiesis of blood-forming stem cells by spleen colony assay, chromosomal aberration frequency of bone marrow cells and histopathological findings of bone marrow were investigated.

The survival ratios of aloe administered groups with concentration of 250, 500, 1,000 and 1,500mg for 3 days before irradiation and control group in cobalt-60 gamma irradiated mice(700rads whole body irradiation, dose rate of 50rads/min.) were 77.4, 79.3, 80.6, 90.0 and 53.1%, respectively.

The survival ratios of pre-irradiation aloe administered groups were superior to those of post-irradiation aloe groups and control group.

In spleen colony assay, *Aloe vera* administration before irradiation enhanced the recoveries of numbers of blood-forming stem cells of bone marrow of irradiated mice.

There were decreased chromosomal aberrations of bone marrow cells at the first day after irradiation in aloe administered groups compared to that of control group.

Histopathological findings in the bone marrow of irradiated mice were hypocellularity due to the depletion of myelocytes, abundant of fat vacuoles and these changes were weakened in aloe administered groups compared to that of control group.