

방사선 조사 인삼이 랫드의 기형유발에 미치는 영향에 관한 연구

박귀례* · 신재호 · 김판기¹ · 이유미² · 장성재
식품의약품안전청 국립독성연구소 독성부, ¹용인대학교
²부산대학교

Embryo and Fetal Developmental Toxicity Study on Gamma-Irradiated Korean Ginseng in Rats

Kui Lea Park*, Jae-Ho Shin, Pan Gyi Kim¹, Yoo Mie Lee² and Seung Jae Jang

Department of Toxicology, National Institute of Toxicological Research, Korea FDA, Seoul 122-704, Korea

¹Yongin University, Kyunggido, 449-714, Korea

²Pusan National University, Pusan, 609-735, Korea

(Received February 7, 2001)

(Accepted March 5, 2001)

ABSTRACT : Korean ginseng products have been fumigated with ethylene oxide (EO) for sterilization and prolongation of storage periods. However, there had been controversies indicating that consumption of EO treated foods might cause harmful effects in human. In Korea, the use EO gas for food treatment was banned in 1991. Since then, irradiation technique has been developed as an alternative. This study was carried out to evaluate the safety of irradiated ginseng on embryo and fetal developmental toxicity effects in rats. Either EO gas fumigated or γ -irradiated ginseng was administered to pregnant Wistar rats by oral gavage from gestational day 7 to 17. The amount of irradiation used in this study was 5, 10 and 30 kGy, respectively. There were no treatment related changes of dams in deaths, clinical signs, food consumption and body/organ weight. No treatment related changes in implantation ratio, litter size, sex ratio and body/oragan weight of fetuses were observed. Also, no F1 fetuses with external, visceral, head and skeletal malformation were observed. The results of this study showed that γ -irradiated ginseng, up to 30 kGy, has no adverse effects on fetal development of rats.

Key Words : Teratogenic effect, Korean ginseng, γ -irradiation, Rat

I. 서 론

한국산 인삼인 고려인삼은 세계적으로 약효가 인정되어 수요가 증가하고 있으며, 인삼 및 인삼제품은 수출전략 상품의 하나로 소비자 기호가 다양화됨에 따라 제품의 종류도 많아지고, 질도 고급화하는 추세다. 따라서 제품의 고급화 및 제품이 다양화는 수요의 증가로 이어지고 보관 및 살균방법의 중요성이 강조되고 있다. Ethylene oxide(EO) 가스 훈증법은 안전성 및 보존성 문제에 논란이 있어 왔고 건조인삼 및 인삼제품을 포함한 식품에서의 사용이 금지되었다(보사부고시 91-25호). 식품에서 EO 가스 훈증법의 대체방법으로 여러 종류의 처리법이 있을 수 있으나, 방사선을 일정선량 이하로 조사하면 제품의 성분, 효능 및

안전성은 유지되고 저장수명 연장, 살균 및 살충의 효과가 좋은 것으로 알려져 방사선조사처리가 식품보존 및 가공 방법으로 농산물 특히 마늘, 양파등 향신료를 중심으로 사용되고 있다. 세계적으로도 이미 10 kGy 이하의 방사선 조사선량에서는 독성학적, 미생물학적, 영양학적으로 안전하다고 인정되어 방사선조사 식품의 안전성이 국제기관에 의하여 공인, 허가되고 있다(Ahmed, 1991; WHO, 1981). 현재 국내에서도 인삼, 홍삼을 포함한 인삼제품류, 식품의 발아억제, 살충, 살균 및 속도조절의 목적에 한하여 7kGy 이하의 범위에서 ⁶⁰Co의 감마선의 방사선조사가 허용되고 있다(식품공전, 식품의약품안전청, 2000). 특히 인삼의 경우 방사선조사가 국민의 정서, 보건, 경제적 측면의 파급 효과가 크므로, WHO의 개괄적인 안전성 확인에도 불구하고 수출 전략상품으로서 방사선조사 인삼의 안전성에 대하여 현재 설정된 조사선량을 기초로 하여 동물실험을

*To whom correspondence should be addressed

통해 재확인할 필요가 있었다. 따라서, 본 연구에서는 방사선조사 인삼에 대한 안전성에 대한 과학적 근거를 마련하기 위한 생식·발생독성평가 방법의 하나로, 방사선 조사 인삼을 랫드의 기관형성기(임신 7일~17일)에 투여하여 모체의 임신과 배자 및 태자의 사망, 태자의 발육, 기형발생 등에 미치는 영향을 ‘의약품등의 독성시험기준(국립보건안전연구원, 1988)’ 및 ‘독성시험표준작업지침서(국립보건안전연구원, 1993)’에 따라 시험, 평가하고자 하였다.

II. 실험 방법

1. 시험물질

본 실험에 사용한 인삼분말은 자연 건조한 풍기산 4년근 수삼을 건조, 분쇄하여 70~80 mesh 이하의 분말로 하였다. 인삼분말의 살균을 위한 EO 훈증처리는 국내에서 많이 이용되는 상업적 조건인 가스혼합비 EO:CO₂=3:7(w/w%), 온도 55°C, 상대습도 40~50%, 압력 0.8 kg/cm², 가스밀도 1.77 kg/m²의 조건하에서 10시간 훈증처리 한 후 탈기하였다. 시료의 방사선 조사는 한국원자력연구소에 소재하는 Co⁶⁰ 감마선원을 이용하여 포장된 시료에 대하여 실온에서 5 kGy, 10 kGy, 30 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 조사하였으며, free radical dosimeter와 ceric cerous dosimeter를 이용하여 흡수선량을 확인하였다. 대조군으로 용매대조군과 무처리 인삼투여군을 각각 두었고, 인삼 분말은 1%의 Tween 80이 함유된 증류수로 충분히 호화시켜 25% 현탁액을 만들어서 실험에 사용하였다. 시료는 투여직전에 조제하여 실험에 사용하였다.

2. 실험동물 및 사육조건

미생물이 제어되는 차폐시설 내에서 SPF(특정 병원체 부재)동물을 사용하였고, 실험동물은 생식독성시험에 널리 사용되고 있는 Wistar 랫드를 사용하였다. 국립독성연구소 실험동물자원실에서 번식, 사육하는 Wistar 5주령 랫드를 공급받아 청정 사육실에서 2주 이상 순화, 사육하였다. 순화사육 중에 실험에 부적당하다고 판단되는 동물을 제외하여 건강한 동물만을 무작위로 선발하여 실험에 사용하였다. 사육실의 사육조건은 온도 23±2°C, 상대습도 55±5%, 환기회수 15회/hr, 명암교대 약 12시간(조명 07:00~19:00)으로 하였다.

3. 교배 및 임신동물

임신동물을 얻기 위해 교배는 순화기간이 지난 후, 건강한 동물을 암수 비율 2:1로 오후 5시 이후에 교배시켜 다

음날 아침 암컷 동물의 질전(copulatory plug)이 확인되거나 질내에 정자가 확인된 동물을 실험에 이용하였으며, 교배가 확인된 날을 임신 0일로 추정하였다. 임신 랫드는 폴리카보네이트 사육상자에 3마리씩 수용하여 사육하였으며, 사료는 실험동물용 고품사료(신촌사료주식회사)를 자유롭게 섭취케 하였으며, 수돗물을 자유로이 음용토록 하였다. 교배가 확인 후 20일째 제왕절개하여 자궁 내에서 태자 또는 착상흔이 관찰된 동물을 최종적으로 임신동물로 판단하였다.

4. 시험군 설정, 용량 및 투여

교배가 확인된 동물에 대하여 체중을 측정 한 후 “군”자법에 의해 총 7군으로 분리하여 tail-marking법으로 표시하였으며, 1군당 최소 동물수를 20마리 이상으로 배정하였다. 처치군은 EO 가스 훈증처리 인삼투여군(EO 인삼군)과 5, 10, 30 kGy의 방사선을 조사한 인삼 투여군(각 5 kGy, 10 kGy, 30 kGy 인삼군)으로 나누었으며, 대조군으로 증류수만 투여한 증류수 대조군, 용매로 사용한 Tween 80 1% 용액만을 투여한 용매 대조군과 아무런 처치를 하지 않은 인삼을 투여한 인삼대조군의 3군을 두었다. 투여시작시의 동물 체중은 각 군이 모두 평균 체중 5% 이내가 되도록 하였다. 투여기간은 ‘의약품 등의 독성시험법기준’의 생식독성시험 중 최기형시험법에 따라, 임신 7일부터 17일까지 매일 오전 1회 강제 경구투여하였다. 투여량은 랫드를 이용한 아급성시험과 임신 랫드를 이용한 예비시험 결과를 기준으로 하여, 인삼의 성장 및 랫드에서의 투여가능한 최대용량 등을 고려하여 인삼 분말을 4 g/kg의 용량으로 결정하였다. 투여직전에 인삼에 용매를 조금씩 가하면서 유발과 유봉으로 균질한 상태가 되도록 현탁시킨 후, 임신 기간 중 투여일과 가장 가까운 체중측정일의 체중을 기준으로 10 ml/kg의 용량으로 투여하였다.

5. 관찰항목 및 방법

1) 모체에 미치는 영향

모든 임신 동물은 임신 0일에 구분하여 3마리씩 폴리카보네이트 사육상자에 수용하여 1일 1회 동물의 일반상태, 임상증상 및 사망 유무에 관해서 관찰하였고, 검체 투여기간 중에는 투여 전·후 1일 2회 이상 관찰하였다. 관찰한 사항은 수시로 임상증상 관찰 용지에 기록하였다. 각군 모체는 임신 0일부터 시작하여 2일 간격으로 체중을 측정하여 기록하였다. 사료는 3~4일 간격으로 급여한 후 다음 급여 직전에 잔량을 측정하여, 전회의 급여량에서 잔량을 뺀 후 1일당 사료섭취량을 산출하여 잔여사료 측정일까지의 평균 사료섭취량을 비교하였으며, 제왕절개를 실시한 동물

은 부검직전의 사료잔량을 측정하였다.

모체의 장기에 미치는 영향을 파악하기 위해 모체의 간장, 비장, 신장을 적출하고 생리식염수로 세척하여 혈액을 제거한 후 여과지로 가능한 한 물기를 제거하여 무게를 측정하였고, 모체 체중에 대한 상대 장기 중량을 계산하였다. 장기 중량 측정 후 그 일부를 절단하여 중성 포르말린에 고정한 후 조직 표본을 제작하였다. 제작된 표본을 hematoxylin과 eosin으로 염색하여 현미경으로 조직 병리학적 이상을 검사하였다. 또한 모체의 임신 자궁무게를 측정하여 모체의 순수체중 변화를 추정하였다.

임신 20일째에 임신모체를 경추탈골시킨 후 제왕절개하여 임신황체수, 착상수, 흡수태자수, 사망태자수, 생존태자수 등을 측정하고 기록하였다. 착상율 및 성비, 임신율은 아래식에 의해 구하였다.

- 착상율(implantation ratio) = 착상수/황체수×100
- 임신율(gestation ratio) = 태자수/착상수×100
- 성비(sex ratio) = 수컷 생존태자수÷암컷 생존태자수×100

2) 태자에 미친 영향 검색

임신 20일째에 제왕절개하여 적출한 생존태자의 암·수를 구분한 다음 체중을 측정하였다. 생존태자의 외형이상 유·무를 검색하기 위해 눈, 코, 귀, 입 등 두부의 이상을 관찰하고, 사지와 꼬리 등 전신에 대하여 관찰하였다(Ruddick and Khera, 1975). 외형이상 검색이 끝난 태자는 내장기형 검사를 위하여 파라핀 블록에 고정하고 안과용 미세수술가위로 실제 현미경 아래서 각 주요 장기의 기형유무를 관찰하였다(Nishimura, 1974). 태자 골격을 검사하기 위하여 박피한 후 alcian blue와 alizarin red로 2중 염색하여 실제 현미경하에서 골격이상 유·무를 검색하였다(Inouye, 1976). 태자의 뇌를 포함한 머리이상을 관찰하기 위하여 Bouin's 용액으로 고정한 태자의 두부를 실제현미경하에서 Wilson 방법으로 관찰하였다(Wilson and Warkany, 1972).

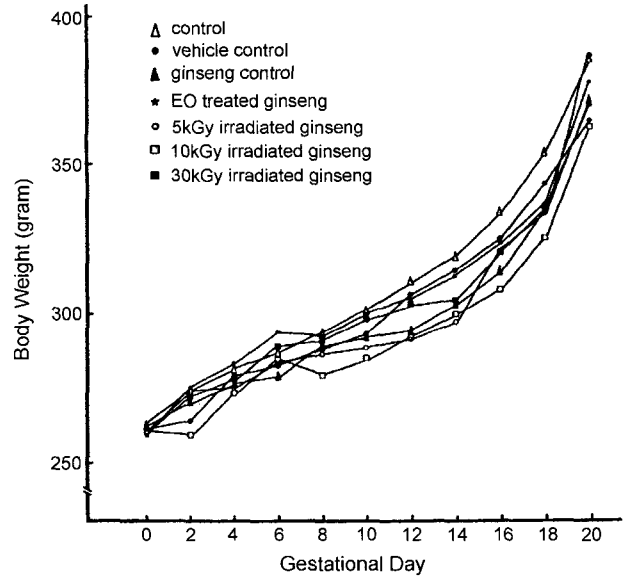


Fig. 1. The effects of γ -irradiated or EO treated ginseng to the pregnant rat body weight during gestational period.

6. 통계처리

통계처리는 각 시험자료의 특성에 따라 일원배치분산분석 및 Dunnett test, student's t test, chi-square test 및 Mann-Whitney U test를 실시하였고, 통계학적인 유의성은 유의수준 1%와 5%에서 검사하였다.

III. 실험 결과

1. 모체에 대한 영향

임신기간을 포함한 실험기간 동안 대조군을 포함한 모든 투여군에서 약물투여와 관련한 임상증상이 관찰되지

Table 1. Absolute and relative organ weight of dams (F0) administered orally with γ -irradiated or EO treated ginseng during organogenesis period

	Control	Vehicle control	Ginseng				
			Control	EO	5 kGy	10 kGy	30 kGy
Liver (g)	13.15±3.425	13.10±1.836	13.35±1.292	14.16±1.910	12.62±1.387	12.78±1.865	13.32±1.225
(%)	3.56±0.371	3.57±0.306	3.47±0.383	3.62±0.458	3.55±0.256	3.53±0.370	3.64±0.384
R. kidney (g)	0.96±0.065	0.91±0.105	0.99±0.141	0.98±0.121	0.94±0.089	0.93±0.114	0.92±0.101
(%)	0.25±0.018	0.25±0.018	0.26±0.027	0.25±0.028	0.26±0.017	0.26±0.038	0.25±0.025
L. kidney (g)	0.97±0.068	0.92±0.120	0.98±0.131	0.96±0.130	0.92±0.097	0.93±0.117	0.92±0.097
(%)	0.26±0.022	0.25±0.021	0.26±0.028	0.25±0.025	0.26±0.022	0.26±0.038	0.25±0.023
Spleen(g)	0.94±0.156	0.90±0.167	0.87±0.165	0.94±0.168	0.83±0.227	0.85±0.203	0.86±0.112
(%)	0.24±0.029	0.25±0.042	0.22±0.037	0.24±0.044	0.24±0.051	0.23±0.053	0.23±0.030
Placenta (g)	0.47±0.089	0.47±0.084	0.48±0.085	0.47±0.087	0.47±0.066	0.47±0.082	0.47±0.077
(%)	0.12±0.024	0.13±0.023	0.12±0.022	0.12±0.020	0.13±0.022	0.13±0.023	0.13±0.021

All the values are presented as mean±SD.

않았으며, 임신모체의 체중은 전 투여군에서 대조군에 대하여 유의차가 관찰되지 않았다(Fig. 1). 또한, 임신기간 중의 체중증가량과 체중증가량에서 태자의 체중증가분을 제외한 순수체중증가량을 비교한 결과, 각군의 체중증가량과 순수체중증가량에는 방사선조사에 따른 영향이 관찰되지 않았다. 임신기간동안의 사료섭취량을 조사한 결과, 인삼을 투여한 모든 군은 투여기간인 임신 7~17일 사이에 사료섭취량이 전반적으로 감소하였으나, 각 군간에 통계학적인 유의성은 인정되지 않았다. 각 동물의 부검시 시험물질의 투여로 생각되는 특이소견은 관찰되지 않았으며, 부검 후 간장, 신장, 비장 및 태반의 절대 및 상대중량을 측정된 결과, 대조군에 비해 유의성있는 변화를 나타내지 않았다(Table 1).

2. 태자에 대한 영향

착상수, 산자수, 흡수수, 생존태자수, 사망태자수, 성비 및 태자의 체중에 있어서 각 투여군과 대조군간의 유의차

는 인정되지 않았으며(Table 2), 태자 주요 장기의 절대 및 상대중량을 측정된 결과, 대조군에 비해 유의성있는 변화를 나타내지 않았다(Table 3). 부검직후 관찰한 태자의 외형이상은 EO 인삼군에서 외뇌종과 안구돌출, 무미, 귀위치이상과 안면기형이 복합적으로 나타난 태자가 1수 관찰되었으며, 10 kGy 인삼군에서 무미, 후지단축, 곡미의 복합기형을 가진 태자가 1수 관찰되었다. 그 밖의 투여군의 태자에 있어서는 어떠한 이상소견도 발견되지 않았다(Table 4). 태자의 내부장기 검사결과는 Table 5와 같다. 무처치대조군, 인삼대조군, EO 인삼군에서 기형예가 관찰되지 않았으나, 용매투여군에서 5수가, 5 kGy, 10 kGy, 30 kGy 인삼투여군에서 각각 1수, 3수, 3수에서 기형이 관찰되었다. 나타난 기형의 주형태는 쇠골하동맥의 변이로 발생률은 각 군간에 유의한 차이가 인정되지 않았으며, 방사선조사 선량에 따른 기형발생 역시 상관관계가 인정되지 않아 방사선조사 인삼투여가 내장기형 발생에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었다. 내장기형 검색 후 alizarin red S와 alcian blue로 2중 염색하여 골격기형 이상을 검색한 결과

Table 2. Reproductive performance of dams (F0) administered orally with γ -irradiated or EO treated ginseng during organogenesis period

	Control	Vehicle control	Ginseng				
			Control	EO	5 kGy	10 kGy	30 kGy
No. of dams	17	21	27	27	31	32	34
No. of corpus luteum (mean \pm SD)	14.3 \pm 1.22	13.4 \pm 3.78	14.5 \pm 3.05	15.3 \pm 1.82	15.5 \pm 2.08	15.1 \pm 2.49	14.1 \pm 3.41
No. of implants (mean \pm SD)	14.0 \pm 1.88	12.4 \pm 3.41	12.7 \pm 3.27	14.2 \pm 2.00	14.1 \pm 2.02	13.7 \pm 1.85	13.4 \pm 2.64
Implantation ratio (%)	97.9	92.5	87.6	92.8	90.9	90.7	95.0
No. of fetus (mean \pm SD)	13.4 \pm 1.94	12.0 \pm 3.54	12.1 \pm 3.52	13.4 \pm 2.11	13.3 \pm 1.97	12.8 \pm 2.23	12.4 \pm 2.90
No. of resorption							
Early	10	9	13	14	24	26	28
Late	0	0	2	5	2	2	5
No. of dead fetus	0	0	0	0	0	0	0
Gestation ratio (%)	95.7	96.8	95.3	94.4	94.3	93.4	92.5
Sex ratio (M/F)	1.25 (127/101)	0.94 (122/129)	0.94 (158/168)	0.95 (177/185)	0.88 (193/219)	0.91 (196/215)	0.99 (211/212)
Fetus Body Weight (g, mean \pm SD)	3.89 \pm 0.36	3.84 \pm 0.40	3.87 \pm 0.45	3.88 \pm 0.36	3.78 \pm 0.33	3.83 \pm 0.44	3.87 \pm 0.40
Male (g, mean \pm SD)	3.99 \pm 0.37	4.01 \pm 0.33	3.96 \pm 0.45	3.97 \pm 0.38	3.88 \pm 0.33	3.93 \pm 0.43	3.93 \pm 0.48
Female (g, mean \pm SD)	3.77 \pm 0.31	3.68 \pm 0.40	3.79 \pm 0.44	3.79 \pm 0.32	3.71 \pm 0.32	3.71 \pm 0.44	3.72 \pm 0.39

Table 3. Absolute and relative organ weight of fetus (F1) obtained from dams administered orally with γ -irradiated or EO treated ginseng during organogenesis period

	Control	Vehicle control	Ginseng				
			Control	EO	5 kGy	10 kGy	30 kGy
Liver(g)	0.3249 \pm 0.0517	0.3024 \pm 0.0498	0.3150 \pm 0.0593	0.3099 \pm 0.0551	0.2949 \pm 0.0475	0.3022 \pm 0.0367	0.3028 \pm 0.0431
(%)	8.2655 \pm 1.1053	7.8620 \pm 1.1008	8.1727 \pm 1.3166	8.000 \pm 1.1700	7.7971 \pm 1.7100	7.8300 \pm 1.3600	7.8340 \pm 0.9778
Spleen(g)	0.0060 \pm 0.0021	0.0054 \pm 0.0022	0.0064 \pm 0.0024	0.0064 \pm 0.0030	0.0058 \pm 0.0025	0.0057 \pm 0.0020	0.0059 \pm 0.0018
(%)	0.1533 \pm 0.0525	0.1422 \pm 0.0497	0.1634 \pm 0.0573	0.1677 \pm 0.0823	0.1505 \pm 0.0503	0.1487 \pm 0.0499	0.1515 \pm 0.0445
R. Kidney(g)	0.0160 \pm 0.0026	0.0147 \pm 0.0037	0.0158 \pm 0.0036	0.0156 \pm 0.0036	0.0152 \pm 0.0024	0.0151 \pm 0.0031	0.0153 \pm 0.0027
(%)	0.4100 \pm 0.0657	0.3313 \pm 0.0813	0.4144 \pm 0.0810	0.4069 \pm 0.0754	0.4018 \pm 0.0578	0.4060 \pm 0.0341	0.3957 \pm 0.0599
L. Kidney(g)	0.0157 \pm 0.0026	0.0149 \pm 0.0040	0.0156 \pm 0.0049	0.0157 \pm 0.0042	0.0149 \pm 0.0024	0.0151 \pm 0.0032	0.0152 \pm 0.0026
(%)	0.4060 \pm 0.0670	0.4008 \pm 0.8310	0.4060 \pm 0.0922	0.4100 \pm 0.0831	0.3945 \pm 0.0563	0.3932 \pm 0.0682	0.3911 \pm 0.0601

All the values are presented as mean \pm SD.

Table 4. External abnormality of fetus (F1) obtained from dams administered orally with γ -irradiated or EO treated ginseng during organogenesis period

	Control	Vehicle control	Ginseng				
			Control	EO	5 kGy	10 kGy	30 kGy
No. of dams	17	21	21	27	31	32	34
No. of examined fetuses	228	251	251	326	412	411	423
No. of abnormal fetuses	0	0	0	1	0	1	0
Fused placenta	0	3	1	1	0	0	1
Hematoma	0	1	2	2	1	1	0
Hemorrhage in yolk-sac	0	0	0	0	0	0	0
Exencephaly	0	0	0	1	0	0	0
Exophthalmia	0	0	0	1	0	1	0
Aneurysm	0	0	0	1	0	0	0
Dislocation of ear	0	0	0	1	0	0	0
Abnormal face	0	0	0	0	0	0	0
Hind limb abnormality	0	0	0	0	0	1	0
Kinky tail	0	0	0	0	0	1	0

Table 5. Visceral abnormality of fetus (F1) obtained from dams administered orally with γ -irradiated or EO treated ginseng during organogenesis period

	Control	Vehiclecontrol	Ginseng				
			Control	EO	5 kGy	10 kGy	30 kGy
No. of dams	17	21	27	27	31	32	34
No. of examined fetuses	228	251	326	362	412	411	423
No. of abnormal fetuses	0	0	5	0	1	3	3
Aberrant right subclavian artery	0	0	4	0	1	3	3
Esophagus tracheal constriction	0	0	1	0	0	0	0

각 군에서 골격 기형이 발견되지 않았다.

IV. 고 찰

방사선조사 인삼을 Wistar계 랫드 임신모체에 임신 7일 부터 17일까지 방사선조사량별(5 kGy, 10 kGy, 30 kGy) 강제 경구 투여하여 방사선조사 인삼투여가 모체의 임신 과 배자 및 태자의 사망, 태자의 발육, 기형발생 등에 미치는 영향을 조사하였다.

모체의 일반증상, 체중, 사료섭취량, 부검소견, 절대 및 상대 장기중량에 있어서 시험물질 투여로 인한 것으로 사료되는 변화는 관찰되지 않았다. 다만, 인삼을 투여한 모든 군은 투여기간인 임신 7~17일 사이에 사료섭취량이 전반적으로 감소하였으나, 각 군간에 통계학적인 유의성은 인정되지 않았고, 투약후에 사료섭취량이 회복되어 이는 인삼 시료 투여에 의한 일시적인 감소로 추측되었다. 모체의 제왕절개시 관찰된 황체수, 착상수, 흡수수, 사망태자수, 생존태자수, 성비 등의 제왕절개 성적에 있어서 시험물질의 투여에 의한 것으로 사료되는 어떠한 변화도 관찰되지 않았다. 태자의 외형 검사에서 대조군과 처치군에서 기형이 관찰되었으나, 그 발현율이 낮고 용량상관성이 관찰되지 않아 시험물질 투여에 따른 영향이 아니라, 자연발생적

인 기형발현으로 생각되었다. 태자의 내부장기 검사에서 용매대조군을 포함한 일부 처치군에서 쇄골하정맥의 변이가 관찰되었으나 이는 자연발생적인 범위수준의 소견들로서 시험물질의 투여와는 무관한 것으로 사료되었다. 골격 검사시 시험물질 투여에 기인한 것으로 판단되는 기형 또는 변이가 관찰되지 않아 방사선 조사 인삼이 임신모체 기관형성기 동안 투여되었을 때 태자의 발생에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었다. 이상의 결과로, 방사선 조사 인삼(5 kGy, 10 kGy, 30 kGy)을 4 g/kg/day의 용량으로 기관형성기 동안 투여하였을 때, 방사선 조사인삼투여에 의한 영향으로 사료되는 외형이상, 내장기형 및 골격기형 등이 관찰되지 않아 본시험에서 이용한 조사량 범위내에서 방사선을 조사한 인삼은 최기형을 유발하지 않는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술처에서 시행한 특정연구개발사업의 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

Ahmed, M. (1991): Food irradiation. "Up-to-date status".

- Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, IAEA 666F, Vienna.
- Inouye, M. (1976): Differential staining of cartilage and bone in fetal mouse skeleton by alcian blue and alizarin res S. *Cong. Anom.*, **16**, 171-173.
- Nihimura, K. (1974): A microdissection method for detecting thoracic visceral malformation in mouse and rat fetuses. *Cong. Anom.*, **14**, 23-40.
- Ruddick, J.A. and Khera, K.S. (1975): Pattern of anomalies following single oral doses of ethylenethiourea to pregnant rats. *Teratology*, **12**, 277-282.
- WHO (1981): Wholesomeness of irradiated food. A report of joint FAO/IAEA/WHO expert committee, Technical Report Series-659, 7.
- Wilson, J.G. and Warkany, J. (1972): *Teratology, Principles and Techniques*, The University of Chicago Press, New York, pp. 1-277.
- 국립보건안전연구원 (1988): 의약품등의 독성시험기준.
- 국립보건안전연구원 (1993): 독성시험표준작업지침서.
- 식품의약품안전청 (2000): 식품공전.