

저령(*Grifola umbellata*)의 열수 추출물이 생쥐에 미치는 방사선 방호 효과— The Radioprotective Effects of *Grifola umbellata* Hot Water Extract on Mice —

안산 1대학 방사선과

박 준 철

— 국문초록 —

본 연구에서는 방사선에 방호효과를 보이는 물질을 탐구하기 위하여 약용버섯인 저령(*Grifola umbellata*)의 균핵을 끓여 추출물을 얻어 이것이 실험용 생쥐에 미치는 영향을 조사, 연구하였다. 생쥐에 γ -선을 전신에 조사(5.0 Gy)하기 24시간 전 복강에 열수 추출물(100 mg/kg 체중)을 주사하면 조사된 생쥐의 40일째 생존율이 65.5%에서 78.6%로 증가되어 방사선 방호효과가 있음을 알 수 있었다. 방사선 조사 40일 후 방사선 처리군의 생쥐는 대조군과 열수 추출물 전처리군보다 상대적으로 체중 증가가 지연되었는데, 특히 방사선 처리군의 경우 흉선과 비장의 무게가 대조군에 비해 현저히 감소한 반면 열수 추출물을 처리한 투여군의 해당 기관은 대조군과 별다른 차이를 보이지 않았다. 고환의 경우 방사선 처리군과 열수 추출물 전처리군에서 모두 무게가 현저히 감소하였는데 후자의 경우에 전지에 비해 현저히 감소 폭이 적었다. 상기한 기관들과는 대조적으로 심장, 신장 및 간의 무게는 3개의 군에서 별다른 차이를 보이지 않았다.

혈청 내 대사물질 및 혈액세포에 미치는 영향을 조사한 결과 열수 추출물 투여군의 백혈구 수는 방사선 처리군 보다 좀더 서서히 감소되었으나 7일 이후 백혈구 수 회복은 두 개의 군 간에 유사한 것으로 나타났다. 적혈구의 감소경향은 두 개의 군 간에 유사하였으나 회복 현상은 열수 추출물 투여군에서 신속히 일어났다. 방사선 처리군의 림프구 수는 방사선 처리 후 7일간 현저히 감소되었고, 이후로 서서히 회복된 반면 열수 추출물 투여군의 림프구 수는 방사선 처리군 만큼 현저히 감소하지 않았고 그 회복 현상도 보다 신속하였다. 방사선 조사된 생쥐의 혈청 내 당 함량이 방사선 처리 1일째부터 현저히 증가하였고, 방사선 처리 후 7일 째와 14일째에는 1일째보다는 낮아졌으나 여전히 정상값(120 mg/dl)보다는 높았다. 그러나 열수 추출물 투여군의 혈당은 조사된 기간동안 별다른 변화를 보이지 않았다. 혈청 내 콜레스테롤 함량은 방사선 처리 1일째에는 세 군 간에 별다른 차이가 관찰되지 않았으나 7일째에는 방사선 처리군과 열수 추출물 투여군 모두 대조군 보다 높았다. 혈청 내 총단백질 함량은 세군 모두 연구 기간 동안 별다른 차이를 보이지 않았다. 수용성 단백질의 양상은 심장, 신장, 고환, 흉선에서는 각 군간에 별다른 차이가 없었으나, 간의 경우 방사선 처리군과 방사선 처리전 추출물 투여군에서 분자량 90, 53, 32 kDa 크기의 단백질이 감소하였고, 방사선 처리군에서는 감소하였으나 추출물 투여군에서는 감소되지 않은 단백질도 관찰되었다.

따라서 본 실험을 통해 생쥐에 방사선을 처리했을 경우 저령의 열수추출물을 투여한 생쥐 군이 투여하지 않은 군에 비해 생존율이나 내장 장기무게의 감소에 있어서 생존율은 20% 증가하였고 비장의 무게는 44.4%, 고환의 무게는 66.6%, 그리고 흉선의 무게는 66.6% 증가한 방호효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

중심 단어 : 저령, 방사선 방호 효과, 생쥐, 약용버섯

*이 논문은 2005년 10월 30일 접수되어 2005년 11월 18일 채택 됨.

책임저자 : 박준철, (426-701) 경기도 안산시 상록구 일동 752번지
안산 1대학 방사선과
TEL : 031-400-6940, FAX : 031-400-6939
E-mail : jcpark@ansan.ac.kr

I. 서 론

1895년 X선이 발견된 이래 방사선은 의학, 농업, 산업, 이공학 등 각 분야에서 활발하게 이용되어 왔다. 한편 미래의 대체 에너지로서 원자력이 각광받게 됨에 따라 원자력 발전소의 가동과 건설이 활성화되고 전력의 의존도가 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 한편, 방사선 및 방사선 동위원소의 의학적 이용증가, 원자력시설 이용증대로 인하여 핵시설 사고의 발생 가능성, 주변지역의 방사성 물질에 의한 오염가능성이 증가되고 있고, 또한 우주방사선을 비롯한 자연 방사선의 노출증가 등으로 인하여 인체의 방사선에 대한 피폭빈도가 증가하고 있다.

생물체가 전리방사선에 조사되면 여러 생물학적 장애의 발생빈도가 증가하게 되며 방사선은 생체에서 산소나 물의 대사과정에서 유리기들(free radicals)을 발생시키는 것으로 알려져 있다. 생체조직이 방사선 에너지를 흡수하면 조직의 구성분자(주로 물분자)와 여기, 전리작용에 의해 개시되는 물리화학적 단계에서 hydrogen atom($\cdot H$), hydrated electron(e^-_{aq}) 그리고 hydroxyl radical($\cdot OH$)과 같은 일차 유리기들이 형성되며⁵⁾, 일차적으로 생성된 유리기들은 용존산소나 철, 구리 등 전이 금속의 존재하에 여러 반응단계를 거쳐 2차 유리기들(superoxide radical, hydrogen peroxide, alkoxy radical, peroxyradical)을 생성하게 된다. 이러한 유리기들은 생체 내에서 단백질의 SH기나 DNA와 반응하여 화학결합의 절단이나 가교결합의 형성 등 생체구성 분자의 구조적 변화를 야기시키고, 이로 인해 효소활성의 저하와 DNA, 지질 및 단백질 등이 손상될 뿐만 아니라 세포막의 불포화 지방산과 일련의 연쇄반응을 통하여 지질과산화와 유발된다. 과산화 지질의 증가는 세포에 산화적 손상을 주어 기관의 생리적 기능을 저하시킴으로써 동맥경화, 간질환, 당뇨병, 심장병 및 암 등의 여러 가지 질병을 초래하며 노화와 유전적 질병의 원인이 되는 것으로 알려져 있다.

생체는 이와 같은 유리기들의 유해한 작용을 제거할 수 있는 방어체계를 가지고 있으며 그 방어 기작은 생체 내에 항산화 활성 물질이 존재함으로써 유리기들의 생성을 억제하거나 생성된 유리기들을 제거하는 것이라고 알려져 있다. 유리기 생성의 증가 및 황산화적 방어력의 감소로 인하여 야기되는 지질과산화 반응은 항산화 효소의 활성 및 glutathione의 항산화 작용과 관련이 있는데, 고선량의 방사선 조사³⁾, paraquat 투여⁴⁾, 구리 결핍식 등으로 인한 superoxide dismutase(SOD)의 활성 저하는 지질과산화를 촉진시키며, 저선량의 방사선 조사, 인삼성

분의 투여로 SOD 활성이 증가되어 지질과 산화가 억제되었다는 보고들이 있다. 또한 동물 조직 중 non-protein thiol의 대부분을 차지하는 환원형 glutathione(GSH)도 유리기의 scavenger로서 또한 H_2O_2 및 과산화 지질을 대사시키는 glutathion peroxidase의 기질로서 세포내 항산화제들 중에서 중요한 역할을 담당하고 있는데, 생체 내 glutathione(GSH)의 결핍은 지질과산화 반응을 촉진시키며 환원형 GSH, 산화형 GSH(GSSG) 및 GSSG/GSH 비율의 측정은 조직세포내의 redox 및 detoxification 상태의 평가에 중요하며 GSSG 형성은 활성산소종 생성의 유용한 정량적 지표가 되기 때문에 지질과산화 정도나 조직 손상의 유발과 직접적으로 관련되어 있는 것으로 생각되고 있다. 따라서 생체조직에서 고선량의 방사선 조사로 인한 유리기 생성의 증가는 생체 내 항산화 효소들의 활성 저하나 glutathione 등의 항산화제 함량 감소를 야기시켜 지질과산화 반응이 촉진되며 이때 황산화제의 첨가는 과산화 지질의 생성을 효과적으로 억제할 수 있기 때문에 전리 방사선으로 인한 장애로부터 생체 방어 능력이 향상될 것으로 사료된다.

방사선 피폭에 의한 장애는 중추신경장애, 위장관 장애, 골수장애 및 저선량 장애 등이며 각각 급성, 만성 또는 유전효과를 나타내게 된다. 따라서 방사선 피폭시 생체손상의 예방 및 경감을 위한 방사선 방호제의 개발이 방사선 생물학 및 노화학의 주요 이슈로 관심의 대상이 되고 있다. 그동안 연구된 방사선 방호제로는 thiol 복합체, interleukin-1과 같은 면역 증강제, 조혈 증강제 등이나 효과가 미비하거나 부수적인 독성으로 인하여 효용이 떨어지는 것으로 보고 되었다. 최근에는 인삼과 같은 천연물(natural product)에 의한 방사선 방호효과에 대한 연구가 진행되고 있다.

식용버섯은 저칼로리이며 많은 식물성 단백질과 iron, zinc, chitin, chitosan, fiber, vitamins 및 minerals를 함유한 건강식품이다. 또한 버섯은 중국의 전통 약재로 오랫동안 사용되어 왔다. 버섯의 건강 및 활동성 증가 효과는 최근의 연구들에 의해 입증되었다. 이들 연구는 버섯이 인체 보강 및 생리적 향상성을 유지시켜주어 질병에 저항하도록 한다고 제안하였다. 뿐만 아니라 버섯은 함유성분이 명백한 유해성 부작용 없이 항암, 면역조절 효과, 진정효과를 갖고 있는 것으로 보고되었다. 이들 성분은 면역계를 활성화 시키는 특성을 갖고 있다. 옛부터 한방약, 민간약으로 사용되어 온 버섯의 열수 추출물에는 다양한 약효성분이 있는 것으로 알려져 있다. 암에 대한 유효한 약용버섯이 있다는 것은 한국, 중국을 비롯해서,

일본, 러시아, 미국, 캐나다 등에서도 알려져 있다. 예를 들어 영지에 대해서는 중국의 “신농본초경”, “본초강목”, 일본의 “일본서기” 등에 이것의 약효에 관한 기록이 있다. 위암, 식도암, 전립선암, 폐암 등에 대해 복용효과가 인정되고 있는 버섯의 대부분은 말굽버섯과에 속하는 것이다⁹⁾. 그러나 그들의 유효성분은 거의 밝혀져 있지 않다.

1968년 이께가와 등에 의해 말굽버섯과(polyporaceae)를 비롯해서 식용균류의 자실체(버섯) 열수 추출물이 Sarcoma 180 등의 동물 이식암에 대해 현저한 항암활성이 있다는 것이 보고 되면서 일약 주목을 받게 되었다²⁾. 그 후 많은 연구에 의해 그들의 유효성분이 분리되었고 주로 산가수분해에 의해 D-glucose를 생성하는 다당류인 β -D-glucan임이 밝혀졌다^{7,11,10)}. β -D-glucan의 항암작용은 숙주의 면역기능을 증강시킴으로써 암세포의 증식을 억제내지는 배제하려는 면역요법에 속한다는 점에서 기존의 암에 대한 화학요법제와는 매우 다른 것이다. 일본에서는 버섯의 자실체, 균사체, 배지생성물 등으로부터 다당체 항암제를 개발하여 실용화하고 있다¹¹⁾.

본 연구의 목적은 그동안 민간요법과 한의학 분야에서 항암효과와 건강약제로 알려진 저령의 열수추출물이 방사선 방호약물로서의 가능성을 규명하기 위해 저령을 열수에 넣어 중탕한 후 추출물을 여과하여 생쥐에 투여한 후 이들 생쥐를 방사선에 피폭시켜 방사선 에너지에 대한 방호효과의 정도를 조사하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 저령의 열수 추출

경동 한약시장으로부터 저령을 구입하고 100 g을 blender (Changshin Co.)로 분쇄한 후 4℃에서 80% methanol에 48시간 동안 침적시키고 침전물을 회수하였다. 침전물을 95℃의 물로 6시간 동안 끓였다. 용액을 여과기 (Millipore, pore size 0.22 μ m, filter type GS)로 여과한 후 원심분리기(Hanil HM-160)를 사용하여 10,000 xg에서 10분간 원심분리 하였다. 상층액을 냉동건조기(II Sin Engineering Co.)를 사용하여 동결건조한 후 실험에 사용하였다.

2. 실험물의 사육

체중 약 28 g 정도의 ICR 계열 생쥐를 중앙실험동물사(서

울)로부터 구입하여 사육실에서 실내 온도 24℃~28℃, 습도 60~65%, 명기와 암기를 각각 12시간씩 한 조건하에서 사육하였다. 사료는 고품사료(삼양사)를 사용하였는데 그 조성은 조 단백 21%, 조 지방 3.5%, 조 셀룰로오즈 5.0%, 무기질 8.0% 등이었다. 급수는 수도물을 사용하였으며 모든 동물은 실험을 수행하는 동안 사료와 물을 충분히 공급하였다.

3. 방사선 방호실험

생쥐를 대조군 20마리, 방사선 처리군 20마리, 방사선 처리 24시간 전 저령 추출물 투여군 20마리로 나눠 다공형 종이상자(40 × 30 × 3 cm)에 넣어 방사선 처리군의 경우 ⁶⁰Co γ -ray source(Nuclear Medicine Inc.)를 이용하였으며 조사범위(field size) 45 × 45 cm로 방사선원과 종이상자의 거리를 30 cm로 하여 분당 2.5 Gy 세기로 총 5.0 Gy 되도록 조사하고 저령 처리군의 경우 방사선 조사 24시간 전에 항암실험과 같은 방법으로 100 mg/Kg body weight의 저령 열수 추출물을 0.5 ml PBS에 녹여 투여하였다.

4. 방사선 방호 효과

γ -선 조사시 투여군과 대조군 간의 치사율, 체중변화, 기관무게 변화, 혈청 내 대사산물의 변화, 조혈세포의 변화, 각 조직 내 수용성 단백질 변화 등을 조사하였다.

5. 혈액 채취 및 대사물질 및 혈액세포

혈액의 채취는 생쥐의 목을 절단하여 혈액을 받고 ethylenediaminetetra acetic acid(EDTA)를 포함하는 튜브에 받아 일부는 즉시 700 xg에서 10분간 원심 분리를 하여 혈청을 취해 대사 물질을 정량하고 일부 혈액은 자동혈구계수기(BCT-1004, Bio-tek, Inc)를 이용하여 혈액세포의 정량에 사용하였다.

6. 수용성 단백질의 준비

생쥐를 해부하여 뇌, 간, 신장, 심장, 비장, 흉선, 근육을 채취하였다. 단백질 함량 및 효소 활성도 측정을 위하여 절취한 조직을 10배 부피의 차가운 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 8.0)에 넣어 glass-teflon homogenizer를 이용하여 1분간 파쇄하였다. 파쇄된 균등액을 4℃에서 50,000 xg로 15분간 원심 분리하고 상등액을 분리하여 분석에 즉시 사용한다.

7. 단백질 함량의 정량

단백질 함량은 bovine serum albumin을 standard로 사용하여 Lowry 방법(1951)에 의하여 결정하였는데 그 과정을 서술하면 다음과 같다. 0.2 ml의 단백질 sample에 2 ml의 reagent mixture(2% Na₂CO₃ in 0.1N NaOH : 2% CuSO₄ · 5H₂O : 4% Na-K tartarate, 100 : 1 : 1 V/V)에 첨가시킨 후 10분간 실온에 방치한다. 그 다음 0.2 ml의 1N phenol reagent를 첨가한 다음 30분 후 700 nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선과 비교하여 단백질 함량을 계산했다.

8. 전기영동에 의한 수용성 단백질 양상 분석

총 수용성 단백질의 분석은 Laemmli(1970)의 불연속 SDS-PAGE를 사용하여 수행했다. 분리겔(Seperating gel)은 10% acrylamide, 0.27% bisacrylamide, 0.1% Sodium dodecyl sulfate(SDS)를 포함하며 0.025% N,N,N,N-tetramethylethylenediamine(TEMED)과 0.1% ammonium persulfate를 첨가함으로써 중합 반응을 일으켰다. 치쌍입겔(Stacking gel)은 3% acrylamide, 0.08% bisacrylamide, 0.1% SDS를 포함하며 0.075% TEMED와 0.048% ammonium persulfate를 첨가함으로써 중합 반응을 일으켰다. 다음에 수용성 단백질 상등액을 60 mM Tris, 25% glycerol, 12% SDS, 14.4 mM 2-mercaptoethanol, 0.1% bromophenol blue를 포함하는 시료전개용 완충용액과 4 : 1의 비율로 혼합하여 끓는 물에 1분간 담궈 단백질을 변성 시킨 후 각 well에 넣고 0.1 M Tris, 0.77 M glycine, 14 mM SDS를 포함하는 전기영동 용 완충용액 pH 8.3을 전기영동 장치 상하부 수조에 채우고 염색시료가 분리겔 면에 도달할 때까지 20 mA의 전류를 가하고 이후로 염색시료가 분리겔 끝면으로부터 0.5 cm 되는 거리에 도달할 때까지 50 mA의 전류를 가했다. 전기영동이 끝나면 전기영동 장치로부터 겔을 분리하여 0.125% Coomassie blue R-250, 50% methanol, 10% acetic acid를 포함한 염색액에 넣어 1~2시간 동안 염색했다. 염색이 완료되면 5% acetic acid, 10% methanol을 포함한 탈색용액에 넣어 탈색했다.

9. 통계처리 분석

본 실험에서 각 실험군 사이의 평균치의 유의성을 분석하기 위하여 Newman-Keuls 검정법에 따라 Duncan test로 처리하여 3집단의 유의성을 검증 비교했다. 그리고 각 자료의 평균치는 표준 편차 또는 표준 오차로 표시했다.

III. 결과 및 고찰

1. 방사선 방호 효과 조사

1) 방사선 조사된 생쥐의 생존율 및 체중과 각 기관의 무게에 미치는 영향

γ -선 전신 조사(5.0 Gy) 24시간 전에 복강으로 주사된 저령 열수추출물(100 mg/kg body weight)은 조사된 생쥐의 40일째 생존율을 65.5%에서 78.6%로 증가시켰다(Table 1). 이와 유사한 결과가 인삼 추출물 연구에서 보여졌는데 부분적으로 정제된 인삼 열수 추출물을 NIH-Swiss 생쥐와 JCL-ICR 생쥐에 X-선 조사전에 복강으로 단일 투여하였을 때 30일째 생존율을 현저히 증가시켰다는 보고가 있었다(Takeda *et al.*, 1981)⁶⁾.

Fig. 1은 γ -선 전신 조사 24시간 전에 복강으로 주사된 저령 열수 추출물이 생쥐의 체중에 미치는 영향을 보여 주고 있다. 방사선 처리군의 생쥐는 대조군과 저령 열

Table 1. Effect of *Grifola umbellata* extract on 40-day survival ratio of mice after irradiation

Group	Number of survived mice	40-day survival ratio (%)	significance against control
Control	10 of 10	100	.
Rada	19 of 29	65.5	P < 0.001
Rad+Gu ^b	22 of 28	78.6	P > 0.01

a : Rad, irradiated group

b : Rad+Gu, *Grifola umbellata* treated group before γ -irradiation

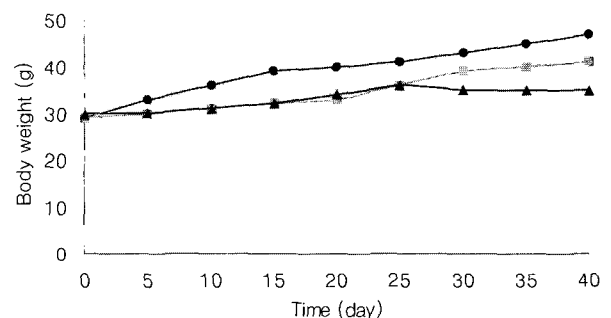


Fig. 1. Effect of the intraperitoneal administration of *Grifola umbellata* extract prior to γ -irradiation on body weight change in mice. Administration of saline and *Grifola umbellata* extract and γ -irradiation were described in Materials and Methods.

●, control group ; ▲, irradiated group ; ■, *Grifola umbellata* extract treated group before γ -irradiation.

Table 2. Effect of *Grifola umbellata* extract on organ weight of mice after irradiation

Tissues	Control	Rad	Rad + Gu
Heart	0.18±0.02a	0.17±0.02a	0.17±0.02a
Kidney	0.70±0.03a	0.64±0.04a	0.61±0.03a
Liver	1.61±0.16a	1.55±0.17a	1.60±0.18a
Spleen	0.12±0.01a	0.09±0.01b	0.13±0.01a
Testis	0.35±0.02A	0.09±0.01B	0.15±0.01c
Thymus	0.06±0.01a	0.03±0.00b	0.05±0.01a

* Values are means ± S.D. for 10 animals sacrificed on the 40th day. Means not sharing a common superscript letter within a row are significantly different (^{A,B,C}P < 0.01 or ^{abc}P < 0.05). Rad, irradiated group; Rad+Gu, *Grifola umbellata* treated group before γ -irradiation.

수 추출물 전처리군 보다 상대적으로 체중 증가가 지체되었다. 방사선 처리 40일 후의 각 처리군의 기관 무게를 조사한 결과(Table 2) 방사선 처리군의 경우 thymus와 spleen의 무게가 대조군에 비해 현저히 감소하였다(P < 0.05). 이 두 기관 무게의 감소는 주로 이들 기관에서 합성되는 림프구수의 감소 때문으로 사료된다. 반면, 방사선 처리 24시간 전에 저령 열수 추출물을 투여한 군의 이들 조직의 무게는 대조군과 별다른 차이를 보이지 않았다(P > 0.05). 이러한 결과는 저령 열수 추출물의 투여가 이들 두 기관의 재생을 촉진 시켜 이루어진 것으로 사료된다. Testis의 경우 방사선 처리군과 저령 열수 추출물 전처리군 모두 조직의 무게가 현저히 감소하였는데(P < 0.01) 저령 열수 추출물 전처리군의 감소정도가 방사선 처리군의 것보다 현저히 적었다(P < 0.01). 이러한 결과는 저령 열수 추출물 투여가 비장(spleen)과 흉선(thymus)에 비해 고환(testis)에서 더 낮은 방사선 방호효과가 나타난 것을 보여준다.

상기한 기관들의 무게 감소와는 대조적으로 심장, 신장 및 간의 무게는 3개의 군에서 별다른 차이를 보이지 않았다. 비장(spleen), 흉선(thymus) 및 고환(testis)이 방사선에 민감한 기관으로 간주되기 때문에 저령 열수 추출물에 의한 방사선 방호 효과는 이들 기관의 재생을 촉진시켜 일어나는 것으로 사료된다.

2) 혈청내 대사물질 및 혈액세포에 미치는 영향

저령 열수 추출물이 감마선에 조사된 생쥐에 미치는 영향을 연구하고자 생후 4주령의 생쥐를 세군으로 분류하여 감마선 조사 및 저령 열수 추출물 또는 생리적 식염수

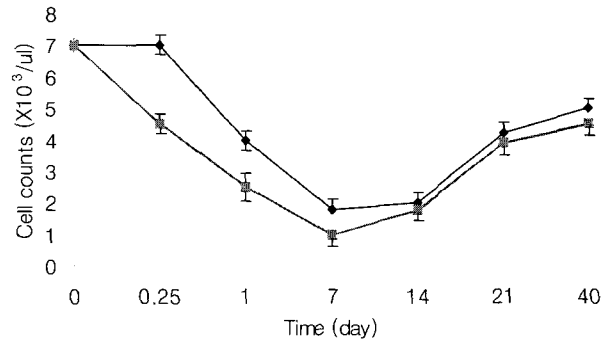


Fig. 2. Effect of the intraperitoneal administration of *Grifola umbellata* extract prior to γ -irradiation on the leukocytes of mice.

■, irradiated group ; ◆, *Grifola umbellata* extract treated group before γ -irradiation.

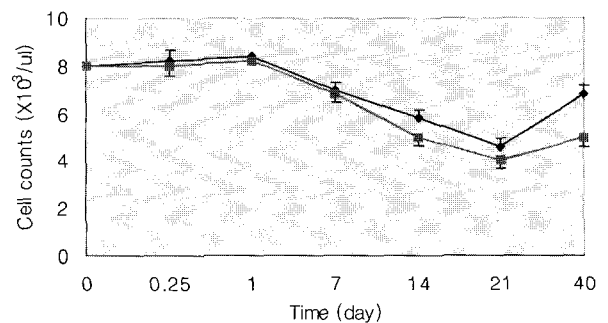


Fig. 3. Effect of the intraperitoneal administration of *Grifola umbellata* extract prior to γ -irradiation on the erythrocytes of mice.

◆, irradiated group ; ■, *Grifola umbellata* extract treated group before γ -irradiation.

를 투여하고 시간별로 도살하고 각 조직을 취하고 조직 내 여러 효소 및 단백질 양상을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 방사선 처리군의 백혈구(leukocyte) 수가 방사선 처리 후 7일간 현저히 감소하였고 이후로 서서히 회복되었다. 반면, 저령 열수 추출물 투여군의 백혈구수는 방사선 처리군의 감소 정도 보다는 좀 더 서서히 감소되었다(P < 0.01). 7일 이후에 나타나는 백혈구수의 회복현상은 두 군간에 유사하였다.

Fig. 3은 적혈구(erythrocyte) 수의 감소경향이 두 개의 군간에 유사함을 보여준다. 그러나 회복 현상은 저령 열수 추출물 투여군에서 보다 신속히 일어남을 알 수 있다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 방사선 처리군의 림프구(lymphocyte) 수는 방사선 처리 후 7일 동안 현저히 감소되었고 이후로 서서히 회복되었다. 그러나 저령 열수

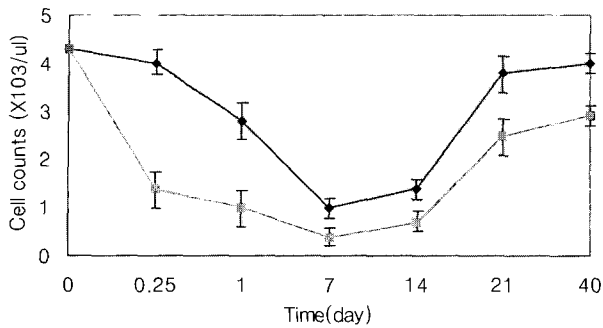


Fig. 4. Effect of the intraperitoneal administration of *Grifola umbellata* extract prior to γ -irradiation on the lymphocytes of mice.
◆, irradiated group ; ■, *Grifola umbellata* extract treated group before γ -irradiation.

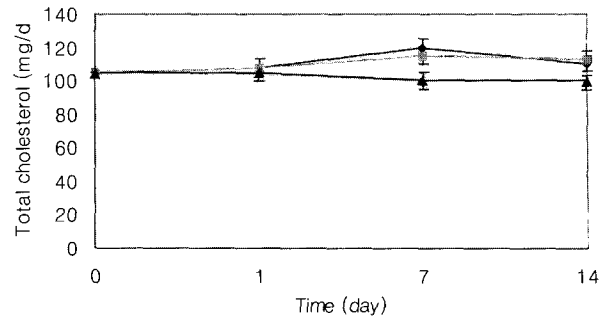


Fig. 6. Effect of the intraperitoneal administration of *Grifola umbellata* extract prior to γ -irradiation on the concentration of cholesterol in the serum of mice.
▲, control group ; ◆, irradiated group ; ■, *Grifola umbellata* extract treated group (before γ -irradiation).

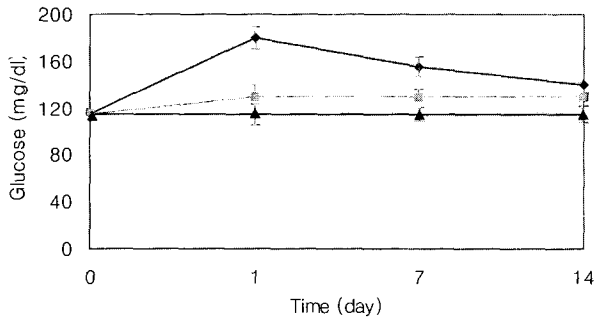


Fig. 5. Effect of the intraperitoneal administration of *Grifola umbellata* extract prior to γ -irradiation on the concentration of glucose in the serum of mice.
▲, control group ; ◆, irradiated group ; ■, *Grifola umbellata* extract treated group (before γ -irradiation).

추출물 투여군의 림프구수는 방사선만 처리한 군만큼 현저히 감소하지 않았고 그 회복 현상도 보다 신속하였다. 이러한 결과는 적혈구 수와 림프구 수의 회복이 저령 열수 추출물 투여에 의해 명백히 촉진됨을 알 수 있다. 이와 유사한 결과 인삼 열수 추출물 처리에서도 보여졌다⁸⁾. 이상의 결과들은 저령 열수 추출물의 투여가 그 기작은 명확히 알 수 없으나 조혈 조직의 재생을 촉진시킴을 시사한다. 그러나 방사선 처리에 의한 세포의 파괴는 막지 못함을 보여주었다.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 방사선 조사된 생쥐의 혈청 내 당함량이 방사선 처리 1일째부터 현저히 증가됨을 알 수 있다($P < 0.01$). 이러한 고혈당 효과는 X선 전신 조사된 쥐의 연구에서 잘 입증되었다. 방사선 조사가 포유동물의 탄수화물 대사에 미치는 효과에 대한 유사한 연구에서 글루코겐의 글루코스로의 분해가 방사선 처리에

의해 억제되어 간, 근육 및 혈청에서 당함량이 현저히 증가된다는 것이 밝혀졌다. 방사선 처리 후 7일째와 14일째의 혈당 함량이 1일째보다는 낮아졌으나 여전히 정상수치보다는 높았다. 그러나 저령 열수 추출물 투여군의 혈당은 조사된 기간동안 별다른 변화를 보이지 않았다($P > 0.05$). 이러한 결과는 저령 열수 추출물 투여가 그 기작은 명확히 알 수 없으나 방사선 피폭에 대한 탄수화물 대사를 보호함을 시사한다.

Fig. 6은 혈청내 콜레스테롤 함량을 보여준 것으로 방사선 처리 1일째의 콜레스테롤 함량은 세군 모두에서 별다른 차이를 보이지 않음을 보여준다. 그러나 방사선 처리 후 7일째의 방사선 처리군의 콜레스테롤 함량은 대조군의 수치보다 높았다($P < 0.05$). 이와 유사한 결과가 X선이 조사된 생쥐¹⁾와 γ 선이 조사된 쥐에서 보고되었다. 이러한 혈청 내 콜레스테롤 함량의 증가는 혈액 순환의 장애에 기인하는 것으로 사료된다¹⁾. 저령 열수 추출물 투여군의 7일째 혈청 내 콜레스테롤 함량도 대조군의 수치보다 높았다. 이러한 결과는 저령 열수 추출물 투여가 방사선 처리에 의한 혈청 내 콜레스테롤 함량 변화에 아무런 영향을 주지 않음을 보여준다. 방사선 처리 후 14일째 방사선만 처리한 군과 저령 열수 추출물 처리군의 콜레스테롤 함량은 정상 수준으로 회복되는 경향을 보였다. 혈청 내 총단백질 함량은 세군 모두 조사된 기간 동안 별다른 차이가 없었다. 이러한 결과는 방사선 처리 후 혈청 내 총 단백질의 함량은 혈청 내 당과 콜레스테롤 함량과는 달리 안정된 상태를 유지하는 것을 나타낸다고 할 수 있다.

참고 문헌

1. Cho Y. H.: The effect of X-ray irradiation on liver tissue and serum lipoprotein content of rat, Ewha Womans Univ. Graduate School, Seoul, 1986.
2. Ikekawa T., Nakanishi M., Uehara N., Chihara G. and Fukuoka F.: Antitumor activity of aqueous extracts of edible mushrooms, *Cancer Res.* 29, 734-735, 1969.
3. Kergonou J. F., Tiriot C., Braquet M., Ducouso R. and Rocquet G.: Influence of whole-body gamma-irradiation upon rat erythrocyte, lipid peroxidation and osmotic fragility, *Biochimie*, 68(2), 311-318, 1986.
4. Salovsky P. and Shopova V.: Synergic lung changes in rats receiving combined exposure to paraquat and ionizing radiation, *Environ. Res.* 60(1), 44-54, 1993.
5. Singh A. and Singh H.: Time-scale and nature of radiation-biological damage, approaches to radiation protection and post-irradiation therapy, *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 39, 69-107, 1982.
6. Takeda A., Yonezawa M. and Katoh N.: Restoration of radiation injury by ginseng, Response of X-irradiated mice to ginseng extract, *J. Radiat. Res.* 22, 323-335, 1981.
7. Whistler R. L., Bushway A. A., Singh P. P., Nakahara W. and Tokuzen R.: *Noncytotoxic, Antitumor Polysaccharides*, edited by Tipson R. S. and Horton D. Academic Press, New York, advances in Carbohydrate chemistry and Biochemistry, Vol. 32: 235-275, 1976.
8. Yonezawa M., Katoh N. and Takeda A.: Restoration of radiation injury by ginseng extract, *J. Radiat. Res.* 26, 436, 1985.
9. 水野 卓:キノコの薬效と食効, 静岡大學 農學部 生物化學研究室, p.169, 1994.
10. 水野 卓, 川合正允:キノコの化學・生化學, 學會出版センタ, p. 372, 1992.
11. 武丸恒雄:キノコの基礎科學과 最新技術, 農村文化史, p.286, 1991.

• Abstract

The Radioprotective Effects of *Grifola umbellata* Hot Water Extract on Mice

Jun-Chul Park

Department of radiology, Ansan 1 college

In this study, the radioprotective effects of *Grifola umbellata* hot water extracts (*Gu*-extract) on mice were investigated. Single pre-administration of *Gu*-extract increased the 40-day survival ratio of irradiated mice from 65.5% to 78.6%. The growth of 3 week old male mice in the irradiated group was slightly retarded as compared to those of the control and *Gu*-extract treated mice. The average spleen and thymus weights of the irradiated mice were lower than those of the control and *Gu*-extract treated mice. The weight reduction of testis in the irradiated mice was significant. While it was relatively slight in the *Gu*-extract treated mice as compared to that of control mice. No significant difference in the weight was observed in heart, kidney or liver among three groups. The leukocytes of the *Gu*-extract treated mice did not decrease dramatically as in the irradiated group, but recovery patterns were similar in both groups. Reduction of erythrocytes were similar in both groups but its recovery occurred more rapidly in the extract treated group. The glucose level of the *Gu*-extract treated group did not change during the period examined, while it was still higher in the irradiated group than the level in the control group in two weeks. The cholesterol levels in the irradiated and the *Gu*-extract treated groups were higher than that of control group on day 7, but decreased to the level of the control group on day 14. No difference was observed in total protein amount of the serum among the three groups. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis of the soluble proteins extracted from various organs did not reveal differences to any extent in all groups except in the livers of the irradiated and extract treated groups, in which some proteins were missing or less present.

Key Words : medicinal mushroom, *Grifola umbellata*, hot water extract, radioprotective effects