

<원저>

백하수오 에탄올추출물이 방사선조사에 따른 흰쥐의 혈구 및 장기에 미치는 영향

- The Effects of Cynanchi wilfordii Radix Ethanol Extracts upon Irradiated Rat's Blood and Organ -

¹⁾인제대학교 재난관리학과·²⁾인제대학교 방사선방재센터·³⁾동남권원자력의학원 방사선종양학과
⁴⁾인제대학교 원자력응용공학부

김장오¹⁾·최준혁²⁾·신지혜¹⁾·정도영³⁾·민병인⁴⁾

— 국문초록 —

방사선 사고 및 방사선 치료 등 방사선에 의한 과피폭의 피해를 줄이기 위해 방사선방호제 개발연구는 활발히 진행되고 있다. 이에 화학적 합성물이 아닌 항산화, 항암, 면역 증강에 효과적인 것으로 알려진 백하수오를 이용하여 방사선방호효과를 확인하였다. 백하수오 에탄올추출물을 Sprague Dawley Rat (SD Rat)에 14일간 1일 1회 경구 투여하고, 7 Gy X-ray를 조사한 후 1일, 4일, 7일, 21일의 시간 변화에 따른 혈구성분, 비장 지수의 변화 및 간과 자궁의 조직변화를 관찰하였다. 실험결과 백하수오 에탄올추출물을 섭취한 실험군의 백혈구 수치($p < 0.05$)와 비장 지수($p < 0.05$)가 대조군보다 회복이 빠른 것을 확인하였다. 간 조직에서는 핵의 응축, 세포질의 팽창, 염증세포의 침윤이 감소하였으며, 자궁샘 조직은 세포고사가 감소한 것을 확인하였다. 위의 결과를 토대로 백하수오 에탄올추출물은 방사선 조사에 따른 혈구 및 장기의 피해를 줄일 수 있는 새로운 방사선방호제로써 유용할 것으로 기대되며, 방사선 사고와 같은 비상관리 분야에 적절한 시사점을 제공할 수 있다.

중심 단어: 백하수오, 방사선방호제, 방사선조사, 간 손상, 자궁샘 손상

I. 서 론

2011년 일본 대지진으로 인한 후쿠시마 원전 사고로 인해 방사선 및 원자력에 대한 국민의 불안과 공포심은 더욱 고조되었으며, 방사선 및 방사성동위원소는 생활수준의 항상과 환경 및 의학의 발전으로 사용 분야가 확대됨에 따라 이에 대한 관심도가 높아졌다^[1-2]. 이에 방사선 피폭에 의한 결정적 영향과 확률적 영향에 의한 장해를 줄이기 위한 방사선 방호의 중요성이 동시에 부각되고 있다^[3-4]. 방사선은 인체에 직접적인 조직손상과 생체 내 구성성분인 물의 이온

화에 의한 활성산소(Reactive Oxygen Species, ROS)생성으로 간접적인 손상을 야기한다. 과도한 활성산소는 인체 내 항산화 메커니즘을 깨트리고 산화적 스트레스를 유발하는데, 이는 발암과정의 특정단계에 직접적으로 관여하여 궁극적으로 세포고사 및 암을 유도한다^[5-6].

방사선 사고에 따른 과피폭상황과 방사선치료 시 필요 이상의 선량 조사에 따른 인체의 방호를 위해 화학적 합성물을 이용한 연구를 필두로 방사선방호제 개발이 진행되어 왔다^[7]. 폐놀화합물과 같은 항산화 기능을 갖는 화합물을 통해 활성산소의 농도를 낮추거나 자유 라디칼을 억제하면 세포

Corresponding author: Byung-In Min, Department of Nuclear Applied Engineering, Inje University, 197 Inje-R, Gimhae-Si, Gyeongsangnam-Do, 05834 Korea / Tel: +82-55-320-3910 / E-mail: rimbi@inje.ac.kr
Received 31 July 2016; Revised 17 September 2016; Accepted 21 September 2016

의 손상을 줄여 방사선 방호효과 및 방사선에 의한 손상을 회복시키는 효과를 얻을 수 있다^[8-10]. 하지만 화학적 합성물의 방사선방호제는 독성이 강하고 부작용이 많아 폐놀화합물 성분을 가진 천연물의 방사선방호제에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다^[11-12].

백하수오는 Lim 등^[13]의 연구에서 폐놀화합물 성분을 가지고 있으며, α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거활성과 같은 항산화 활성에 우수한 것으로 보고하고 있다.

백하수오(*Cynanchi wilfordii* Radix)는 박주가리과 (Asclepiadaceae)에 속하는 은조롱(*Cynanchum wilfordii* Hemsl)으로 덩굴 속 다년초이다. 약명으로 한국에서는 백하수오로 명명하고 있으며, 주로 한국과 중국, 일본에서 서식하고 있다^[14]. 백하수오는 Steroids, Alkaloids, Flavonoids 등의 주요 생리활성 성분을 통해 자양강장, 항산화활성, 항암효과, 면역력 증강효능 등으로 생약 및 건강식으로 많이 이용되어 왔다.

백하수오 Alkaloid 성분인 Gagaminine의 항산화활성, 자유 라디칼의 생성효소 억제효과 및 혈관이완 효능^[15], 에탄올추출물에 의한 멜라닌 생성억제 효과^[16], 고혈압, 당뇨, 뇌 혈관질환, 동맥경화증의 예방효과^[17], 백하수오의 Polyphenol 성분의 항염증, 항산화, 항균활성 효과^[18] 등 백하수오에 대하여 활발한 연구가 이루어지고 있으나 방사선방호효과에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 백하수오 에탄올추출물을 실험동물에 일정기간 경구투여 후 X-선을 전신 조사하였을 때 발생하는 혈구 및 조직손상을 관찰하여 백하수오 에탄올추출물의 방사선방호효과를 알아보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 시약 및 재료

백하수오는 에덴식품(Chungbuk, Korea)으로부터 식품 품목제조보고서를 통해 검증된 백하수오 100% 분말을 구매하여 사용하였다. 분말은 Seo 등^[9]에서 사용한 방법을 참조하여 분말에 에탄올을 1:10의 비율로 첨가하고 실온에서 24시간 3회 추출한 다음, 이 추출액을 여과지로 여과하여 감압농축을 하고, 회전 증발기(R-205V, BUCHI, Flawil, Switzerland)를 통해 건조하여 획득한 시료를 실험에 사용하였다.

2. 실험동물

Sprague Dawley Rat (SD Rat) 생후 4주령의 암컷(체중 85 g)을 효창사이언스(Daegu, Korea)로부터 구입하여 사용하였다. 실험동물은 인제대학교 동물자원센터 Clean Room에서 사육하였으며, 자동 통제 시스템을 통해 온도 21±2°C, 습도 55±5%, 조명시간 12시간/d Cycle로 일정하게 유지하였다. 표준사료와 탈이온수를 14일간 자유급식하며 환경에 적응시키고, 최종 28일간 성 성숙의 동기화를 유도하였다. 식이 섭취량과 체중은 매일 1회 측정하였으며, 6주령이 되어 체중이 150 g 이상이 되었을 때 실험군을 편성하고 백하수오를 위장에 직접 주입하기 300 mg/kg/d의 용량으로 14일 1회 경구투여를 진행하였다. 실험동물의 모든 취급은 인제대학교 동물실험윤리위원회(Institutional Animal Care and Use Committee)의 승인(승인번호: 2015-13) 하에 수행되었다.

3. 동물실험 수행

백하수오 에탄올추출물이 X-선 조사에 의한 혈구계통과 간 및 자궁의 조직 손상에 따른 회복에 미치는 영향을 확인하기 위하여 각 군당 3마리씩 나누어 실험을 진행하였다. 표준사료와 탈이온수만 섭취한 일반대조군, 백하수오 에탄올추출물 투여 대조군, 7 Gy 방사선조사군, 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군으로 나누어 진행하였다. X-선 조사 후 1일, 4일, 7일, 21일이 경과하였을 때 각 군당 3마리씩 총 48마리의 혈액 및 조직을 채취하고 과다 출혈을 통해 희생하였다(Table 1).

4. 방사선 조사

실험동물에 대한 방사선 조사는 임상병원에서 종양치료에 사용되고 있는 선형가속기(Agility, ELEKTA, Stockholm, Sweden)를 사용하였다. 정확한 방사선량의 조사를 위해 Chamber (Lot. PTW/TM30013/Farmer Type, PTW, Freiburg, Germany)와 Electrometer (Lot. PTW/T10021-00427, PTW, Freiburg, Germany)를 이용하여 검, 교정하였다. 조사방법으로 실험동물의 움직임을 최소화하기 위해 특수 제작한 30×30 cm² 아크릴 케이스에 5 마리씩 넣은 다음 깊이 1.5 cm 지점에 100% 선량이 되도록 교정하여 6 MV X-선으로 7 Gy를 각각 1회씩 전신 조사하였다.

Table 1 Experimental animal group

	1 day	4 days	7 days	21 days
Group 1	3	3	3	3
Group 2	3	3	3	3
Group 3	3	3	3	3
Group 4	3	3	3	3

Group 1 : Normal Control

Group 2 : Normal Control + Cynanchi wilfordii Radix (300 mg/kg) was Oral Administration

Group 3 : Normal Control + 7 Gy Radiation

Group 4 : Normal Control + Cynanchi wilfordii Radix (300 mg/kg) was Oral Administration + 7 Gy Radiation

5. 시료 채취

시료는 방사선 조사 후 1일, 4일, 7일, 21일 간격으로 채취하였다. 흡입마취제 2% Isoflurane을 이용하여 Rat를 전신 마취 시킨 후 복부를 절개하여 복대정맥에서 3 cc 주사기를 이용하여 전혈을 채취하였다. 조직은 간, 비장, 자궁을 적출하여 PBS (Phosphate Buffer saline)로 세척 후 간과 자궁은 10% Formalin에 고정을 하고, 비장은 건조시켜 무게를 측정하였다. 비장의 지수는 (비장의 무게/체중) X 100에 의해 계산하였다^[15].

6. 혈구분석

채취한 혈액은 Heparin Lithium[®] 처리된 채혈전용 튜브에 채취하여 혈액분석기(PocH-100i, SYSMEX, Kobe, Japan)를 이용하여 분석하였다. 혈액분석은 백혈구, 적혈구, 혈소판 등 3종류를 분석하였으며 Complete Blood cell Count(CBC)의 정확도를 위하여 각 개체당 두 번의 CBC를 측정하여 각 군의 3개체의 평균값을 구하였다.

7. 조직학적 관찰

조직학적 관찰을 위하여 간과 자궁을 채취하였다. 채취한 조직은 10% Formalin에 고정을 하고 20% Sucrose/PBS와 30% Sucrose/PBS 단계를 거쳐 컴파운드(OCT Compound, CellPath, Wales, UK) 처리 후 액체 질소를 이용하여 동결하고 -70°C에서 보관하여 실험에 사용하였다. Microm Cryostat (HM525, Microm International GmbH, Walldorf, Germany)를 이용하여 10 μm로 박절 후 헤마토실린과 에오신으로 염색(H-E Staining)하여 관찰하였다. 간은 간세포의 고사, 변성 및 염증세포의 침윤을 관찰하였고, 자궁은 자궁샘(Uterine gland)의 세포고사 정도를 관찰하였다.

8. 통계처리

모든 실험결과는 Student's *t*-test를 이용하여 분석하여 평균으로 표시하였으며, *p* < 0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

III. 결 과

1. 혈구성분의 변화 관찰

백하수오 에탄올추출물의 방사선조사에 따른 혈구성분의 회복정도를 관찰한 결과는 Table 2~5에 나타내었다. 방사선조사 1일군에서 백혈구의 수는 감소하는 것을 보였으며, 조사에 따른 군별 유의성을 나타나지 않았다.

방사선조사 21일군에서 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군의 백혈구 수치는 1일차에 비해 0.3 10³/μL 회복하였으나, 7 Gy 방사선대조군에서는 2.6 10³/μL로 회복을 나타내었다(*p* < 0.05). 혈소판 수치는 회복되고 있는 수치를 나타내었으나 유의한 차이를 나타내지 않았다.

2. 비장 지수 변화 관찰

방사선조사 후 1일이 경과하였을 때 7 Gy 방사선조사군 비장의 무게는 일반대조군보다 작게 나타났으며, 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군은 7 Gy 방사선조사군 보다 높게 관찰되었다.

방사선조사 후 21일이 경과하였을 때 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군은 7 Gy 방사선조사군보다 무게와 회복의 정도의 차이가 크게 나타났다(*p* < 0.05, Table 6).

Table 2 Result of CBC¹⁾ after irradiation (after 1 day).

	WBC ²⁾ ($10^3/\mu\text{L}$)	RBC ³⁾ ($10^6/\mu\text{L}$)	Platelet ($10^3/\mu\text{L}$)
Group 1	2.6±1.6	4.9±0.63	355±312
Group 2	2.2±0.6	5.1±0.15	396±365.5
Group 3	1.4±0.25	5.7±0.13	362±265
Group 4	0.9±0.1	5.5±0.05	374±281

Data represents the mean±SD.

¹⁾ Complete Blood cell Count

²⁾ White Blood Cell

³⁾ Red Blood Cell

Table 3 Result of CBC after irradiation (after 4 days)

	WBC ($10^3/\mu\text{L}$)	RBC ($10^6/\mu\text{L}$)	Platelet ($10^3/\mu\text{L}$)
Group 1	7.9±0.2	6.5±0.01	762±72.5
Group 2	4.9±0.05	3.1±2.71	443±412
Group 3	0.3±0.05	4.6±0.08	40±15
Group 4	0.7±0.05	5.5±0.26	576±48

Data represents the mean±SD.

Table 4 Result of CBC after irradiation (after 7 days)

	WBC ($10^3/\mu\text{L}$)	RBC ($10^6/\mu\text{L}$)	Platelet ($10^3/\mu\text{L}$)
Group 1	5.5±0.4	6.1±0.24	716±5.5
Group 2	3.0±0.25	5.8±0.58	357±337
Group 3	0.6±0.05	5.5±0.26	108±31.5
Group 4	0.5±0.1	5.6±0.05	67.5±12.5

Data represents the mean±SD.

Table 5 Result of CBC after irradiation (after 21 days)

	WBC ($10^3/\mu\text{L}$)	RBC ($10^6/\mu\text{L}$)	Platelet ($10^3/\mu\text{L}$)
Group 1	3.0±1.0	6.5±0.18	468±319
Group 2	5.4±2.5	6.4±0.12	485±249
Group 3	1.7±0.35	5.1±0.53	623±44.2
Group 4	3.5±0.05*	5.2±0.48	619±56.5

Data represents the mean±SD.

* $p < 0.05$ as compared with Group 3.

Table 6 Changed spleen weights after 7 Gy of irradiation from 1 day to 21 days

	1day Spleen weight (g)	21days Spleen weight (g)
Group 1	0.242±0.0107	0.225±0.0413
Group 2	0.203±0.0376	0.209±0.0173
Group 3	0.104±0.0757	0.159±0.0137
Group 4	0.120±0.0479	0.206±0.0142*

Data value represents the mean±SD.

* $p < 0.05$ as compared with Group 3.

3. 간의 조직학적 변화 관찰

방사선조사 후 7일이 경과하였을 때 일반대조군과 백하수오 에탄올추출물 투여 대조군에서는 핵, 핵막 및 세포질은 정상형태를 유지하고 있었다. 7 Gy 방사선조사군과 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군에서는 방사선 비조사군에 비해 핵이 응집되어 있으며, 세포질의 팽창 및 염증세포의 침윤으로 인한 염증반응이 관찰되어 방사선 조사에 의한 간손상을 확인하였다. 7 Gy 방사선조사군과 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군을 비교하였을 때, 응집된 핵의 수 및 팽창된 세포질의 수가 다소 감소된 것이 관찰되었다(Fig. 1).

4. 자궁의 조직학적 변화 관찰

방사선조사 후 7일이 경과하였을 때 일반대조군과 백하수오 에탄올추출물 투여 대조군의 자궁샘(Uterine gland)에서는 대부분의 자궁 내막세포의 세포막이 정상형태로 배열되어있으며 세포고사가 일어난 것을 확인할 수 없었다. 하지만 7 Gy 방사선 조사군과 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군에서는 방사선 비조사군에 비해 세포질이 팽창하고 세포가 응축되는 세포고사가 일어나서 자궁샘(Uterine gland) 내 세포수가 감소하는 경향을 보인다. 7 Gy 방사선조사군과 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군을 비교하였을 때, 세포고사에 의해 응집된 세포의 수가 현저하게 감소된 것이 관찰되었다(Fig. 2).

IV. 고 찰

방사선에 노출되면 인체에서는 조직에 직접적인 손상을 주는 직접작용과 자유 라디칼 및 활성산소를 생성하는 간접작용이 발생한다. 이 중 자유 라디칼에 의한 간접작용이 약 70%를 차지하며, 이러한 자유 라디칼은 DNA 기본손상, 화학결합의 절단, 가교형성, DNA 가닥 절단에 의한 세포고사 및 발암 등을 유도한다^[19~21]. 이에 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)에서는 방사선 피폭에 따른 피해를 저감화 시키기 위한 방안을 권고하여 방사선방호제에 대한 필요성이 제시됨에 따라 화학적 합성물을 이용한 연구가 활발히 진행되어왔다^[7]. aminothiol 계열과 시스테인을 비롯한 유도체로 2-mercaptoproethylamine(cysteamine), S-2-aminoethyl isothiourea, dihydrobromide, 2-mercaptoproethylguanidine 등 SH기와 NH₂기를 함유하고

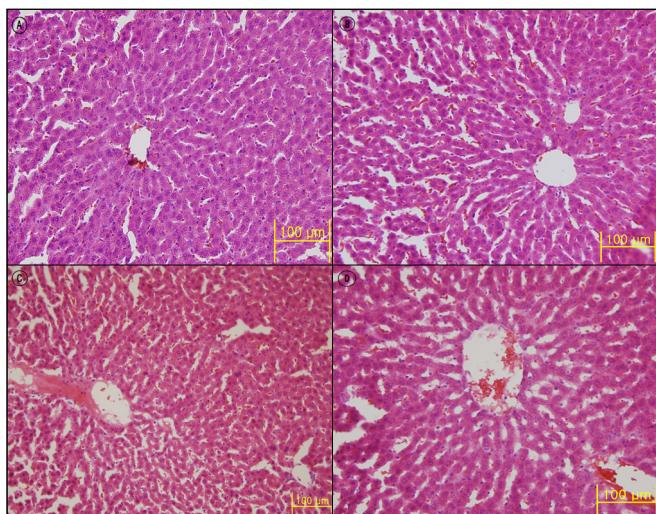


Fig. 1 Observation of rat's Liver on H&E stained by optical microscopy(magnification : 200×) after 7 days.
 (A) Normal Control Group; (B) *Cynanchi wilfordii* Radix (300 mg/kg) Oral Administration Group; (C) 7 Gy Radiation Group;
 (D) *Cynanchi wilfordii* Radix (300 mg/kg) Oral Administration + 7 Gy Radiation Group

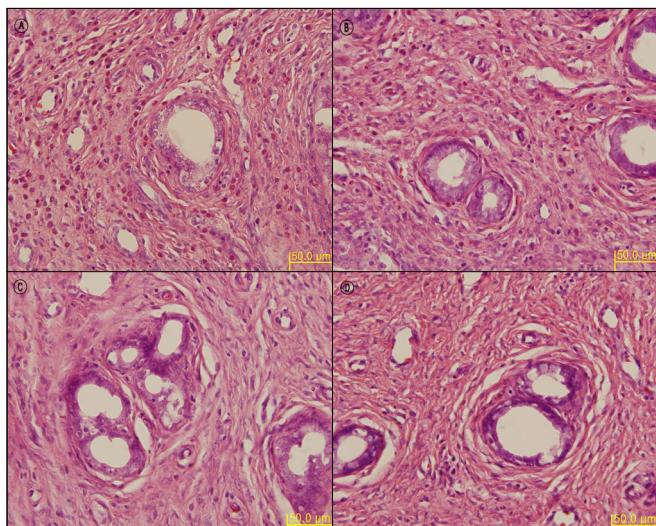


Fig. 2 Observation of rat's Uterine glands on H&E stained by optical microscopy(magnification : 400×) after 7 days.
 (A) Normal Control Group; (B) *Cynanchi wilfordii* Radix (300 mg/kg) Oral Administration Group; (C) 7 Gy Radiation Group;
 (D) *Cynanchi wilfordii* Radix (300 mg/kg) Oral Administration + 7 Gy Radiation Group

있는 화합물이 개발되고 있으나 화학적 합성물은 물질자체가 독성을 갖고 있고 부작용이 많아, 인체독성이 없고 부작용이 적은 천연물을 이용한 방사선방호제 개발연구가 부각되고 있다^[11~12].

백하수오는 알칼로이드 성분인 Gagaminine과 Wilfoside K1N, Wilfoside C1N을 포함하고 있으며 아세토페논 류 화합물과 벤조퀴논 류 화합물 등으로 구성되어있다^[22]. Lim 등^[13]의 연구에서는 백하수오의 총 폐놀 함량을 410 ± 10 mg/100 g, IC₅₀ (50%의 라디칼 소거능 활성에 필요한 함량) 값 1.16 ± 0.09 mg으로 백하수오는 항산화에 유용하다고 보고하고 있다. 또한 폴리페놀 함유량이 높으며, 자유 라디칼 생성효소 억제효과가 뛰어난 것으로 알려져 있어^[15, 18] 본 연구에서는 백하수오 에탄올추출물의 방사선방호효과를 확인하였다.

방사선 피폭에 대한 방호효과를 관찰하기 위해 방사선 조사 전 SD Rat에 백하수오 에탄올추출물을 경구 투여한 후 7 Gy의 X-선을 전신 조사하였다. 방사선 조사 후 1일, 4일, 7일, 21일이 경과하였을 때 실험동물을 희생하여 혈구성분 및 비장 지수의 변화와 간과 자궁의 조직을 관찰하였다.

일반적으로 방사선의 전신조사에 의해 조혈기관의 손상으로 혈액성분과 세포손실이 발생한다. 이에 방사선조사 시 혈구성분에 미치는 영향에 대해 300 R의 X-선을 조사하였을 때 백혈구와 적혈구는 조사 후 48시간, 혈소판 수는 12주가 되었을 때 감소한다고 보고한 것을 기점으로 방사선 조사에 의한 혈구 성분의 변화에 대한 연구가 지속적으로 진행되어왔다^[23]. 방사선 조사 후 1일, 4일, 7일이 경과하였을 때 백혈구의 수는 감소에 따른 군별 유의성은 나타나지 않았으나, 21일 경과 후 백하수오 에탄올추출물 투여 후의 7 Gy 방사선조사군은 7 Gy 방사선대조군에 비해 백혈구의 회복속도가 빨랐으며, 정상범위에 가깝게 회복되었다 ($p < 0.05$).

비장은 신체 내 면역반응에 중추적인 역할을 하는 기관으로 감염이나 염증반응에 민감하다. 방사선에 민감한 조혈기관으로 알려진 비장은 방사선에 의해 림프구의 괴사가 발생하며 중량이 감소한다^[15]. 방사선조사 1일 후 방사선조사군의 비장 무게는 일반대조군에 비해 감소하였으며, 방사선조사를 실시한 군의 비교에서 백하수오 에탄올추출물을 투여한 실험군의 비장은 7 Gy 방사선대조군의 비장의 무게보다 높게 나타나 방사선에 대한 방호효과를 확인하였다. 21일 후 백하수오 에탄올추출물 투여 후 7 Gy 방사선조사군은 7 Gy 방사선조사군보다 무게와 회복정도의 차이가 크게 나타나($p < 0.05$) 방사선 조사 전 백하수오 에탄올추출물의 섭취는 조혈기관의 손상에 대한 회복력이 있는 것을 확인하였다.

백하수오는 고지방에 의해 발현된 염증관련인자 COX-2 발현을 억제하여 유도된 간염증을 효과적으로 억제할 수 있는 것으로 보고되었다^[24-27]. 방사선조사군에서 간 조직은

핵의 응집반응, 세포질의 팽창 및 염증세포의 침윤을 통해 염증반응이 관찰되어 방사선 조사에 의한 간손상을 확인하였다. 백하수오 에탄올추출물 투여 후 7 Gy 방사선조사군은 7 Gy 방사선조사군에 비해 응집된 핵의 수 및 팽창된 세포질의 수가 다소 감소된 것이 관찰되어 백하수오 에탄올추출물이 방사선 조사에 의해 유도된 간손상을 줄이는 효과를 확인하였다.

자궁샘(Uterine gland)은 자궁 내막에 자궁내막세포로 구성된 조직으로 수정란의 착상과 임신에 필요한 물질을 분비하는 곳으로 방사선 조사에 의해 민감한 조직으로 알려져 있다. DNA 손상에 의한 결과로 나타나는 세포고사는 세포질의 팽창과 세포가 응축되는 현상으로 방사선조사군에서는 세포고사에 의한 자궁샘의 세포가 감소한 것을 확인하였다^[28]. 백하수오 에탄올추출물 투여 후 7 Gy 방사선조사군에서는 7 Gy 방사선조사군에 비해 세포고사에 의한 세포사가 감소한 것을 관찰하여 백하수오 에탄올추출물이 방사선 조사에 자궁샘(Uterine gland)의 세포고사를 예방하고 줄일 수 있는 효과가 있는 것으로 판단된다.

이상의 결과를 통해 백하수오는 방사선에 의한 인체의 손상을 회복시켜주는 효과 및 방사선방호제의 역할을 확인하였다.

V. 결 론

본 연구에서는 SD Rat에서 7 Gy 방사선 조사 후 1일, 4일, 7일, 21일 이후의 혈구변화, 비장의 지수변화 그리고 간과 자궁의 조직검사를 통해 백하수오 에탄올추출물의 방사선방호효과를 확인하였다. 백하수오 에탄올추출물 섭취군에서 7 Gy 방사선조사군보다 백혈구와 혈소판의 빠른 회복을 확인하였다. 이는 조혈기관의 빠른 회복에 관련이 있는데, 조혈기관인 비장의 지수변화에서 백하수오 에탄올추출물 섭취군이 빠른 회복을 나타내었다. 간에서는 방사선 조사에 의해 유도되는 핵의 응집, 세포질의 팽창 및 염증세포의 침윤을 감소시켜 간손상을 줄이는 것을 확인하였다. 자궁에서는 방사선에 의해 자궁내막세포에 발생한 세포고사된 세포의 수가 감소한 것을 확인할 수 있었다. 이는 방사선에 의해 발생한 자유 라디칼을 백하수오의 성분 중 Gagaminine의 항산화활성 및 자유 라디칼의 생성효소 억제 기능에 의해 방호된 것으로 여겨진다. 위와 같은 결과를 통해 백하수오는 방사선에 의한 인체의 손상을 회복시켜주는 효과 및 방사선방호제의 역할을 확인하였으며, 방사선 사고와 같은 비상관리 분야에 적절한 시사점을 제공할 수 있다.

REFERENCES

1. Bangju Park : Analysis of Public Perception on Radiation: with One Year after Fukushima Nuclear Accident, *Journal of Radiation Protection*, 37(1), 1–9, 2012
2. Changsoo Kim, Donghyun Kim, Junghoon Kim : Analysis of Awareness of Radiation and Nuclear Power Plants after Fukushima Nuclear Accident, *The Korea Contents Association*, 13(9), 281–287, 2013
3. Hyunkee Kim, Miyeon Son, Hansuk Ko : Development of International Education and Training Program for Building Practical Competence in Radiation Protection, *Journal of Radiation Protection*, 38(1), 1–9, 2013.
4. ICRP : ICRP Statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs—threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context, ICRP publication 118, Ann. ICRP, 41(1–2), 37–52, 2012.
5. Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M : Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer, *Chemico-Biological Interactions*, 160, 1–40, 2006.
6. Valko M, Izakovic M, Mazur M, Rhodes CJ, Telser J : Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence, *Molecular and Cellular Biochemistry*, 266, 37–56, 2004.
7. IAEA Safety series no. 47 : Manual on early medical treatment of possible radiation injury, Vienna, 1978.
8. Jundae Kang, Youree Nam, Jongkook Rho, Beomsu Jang, Youngjin Chung, Sanghyun Park : Radioprotective effects of post-treatment with Hesperetin against γ -irradiation-induced tissue damage and oxidative stress in BALB/c mice, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44(5), 657–663, 2015.
9. Jundae Kang, Seonhye Yoon, Jongkook Rho, Daeseibg Choi, Beomsu Jang, Sanghyun Park : Radioprotective effect of Quercetin post-treatment against γ -irradiation-induced hepatocellular and hematopoietic system damage in mice, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44(7), 970–974, 2015.
10. Junhyeok Choi, Taejeong Ji, Byungin Min : Radioprotective effects of Dandelion(*Taraxacum officinale*), *Journal of the Korea Contents Association*, 13(1), 287–293, 2013.
11. Hosseinimehr SJ : Trends in the development of radioprotective agents, *Drug Discovery Today* 12 (19–20), 794–805, 2007.
12. Gudkov SV, Popova NR, Bruskov VI : Radioprotective substances: history, trends and prospects, *Biophysics*, 60, 659–667, 2015.
13. Hojeong Lim, Jaekyeom Kim, kyeman Cho, et al. : Analysis of nutritional components, volatile properties, and sensory attributes of *Cynanchi wilfordii* Radix: characterization Study, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44(4), 564–572, 2015.
14. Hwansoo Cho, Zhu Meifen, Chungsook Kim, Jehyun Lee : Studies of name and herbal origins of Ha-Soo-Oh, *Korean Journal of Oriental Medicine*, 9(1), 81–89, 2003.
15. Kichurl Chang, Dongung Lee : Vasodilatory effect of the alkaloid component from the roots of *Cynanchum wilfordi* Hemsley, *Korean Journal of Life Science*, 10(6), 584–590, 2000.
16. Hee Seo, Geunyoung Seo, Suzie Ko, Younghyun Park : Inhibitory effects of ethanol extracts from *Polygoni multiflori* Radix and *Cynanchi wilfordii* Radix on melanogenesis in melanoma cells, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 40(8), 1086–1091, 2011.
17. Junhweok Choi, Hyesung Lee, Youngeon Kim, Byoungmok Kim, Inho Kim, Changho Lee : Effect of *Cynanchi wilfordii* Radix extracts on lipid compositions and blood pressure in spontaneously hypertensive rats, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 41(3), 345–350, 2012.
18. Sunyoung Jeong, Sunwoo Lee, Woojin Choi, Uydong Sohn, Wonyong Kim : The effect of polyphenols isolated from *Cynanchi wilfordii* Radix with anti-inflammatory, antioxidant, and anti-bacterial activity, *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, 19(2), 151–158, 2015.
19. Joshi GP, Nelson WJ, Revell SH, Shaw CA :

- X-ray-induced Chromosome Damage in Live Mammalian Cells, and Improved Measurements of Its Effects on Their Colony-forming Ability, International Journal of Radiation Biology, 41(2), 161–181, 1982.
20. Junchul park : The Radioprotective Effects of *Grifola umbellata* Hot Water Extract on Mice, Korean Society of Radiological Science, 28(4), 333–340, 2005
 21. Jonggi Sohn : Effect of trace elements in alcohol beverages on the type of radiation-induced cell death, Journal of Radiation Protection, 35(2), 49–56, 2010.
 22. Hyewon Lee, Soyoung Park, Ayoung Lee, et al. : Quantitative analysis of *Cynanchum wilfordii* Hemsley, Korean Journal of Oriental Medicine, 14(1), 107–111, 2008.
 23. Rugh R, Pardo G : Age and hematological recovery from acute whole-body X-irradiation, Radiation Research, 20(3), 399–422, 1963.
 24. Semin Jo, Yongjoon Jeong, Eunhwa Sohn, Kwangjin Chang, Hyunjung Koo, Sechan Kang : Inhibitory effect of *Cynanchi wilfordii* Radix on nonalcoholic fatty liver disease development in mice, The Plant Resources Society of Korea Symposium, 120–120, 2015.
 25. Poli, G : Liver damage due to free radicals, British Medical Bulletin, 49(3), 604–620, 1993.
 26. Seungju Ahn : The Radioprotective effect of Red Ginseng and multivitamin on hepatotoxicity by irradiation, KOHVEA, 14(3–4), 163–170, 2013.
 27. Jiyoung Park, Chungmu Park, Jinju Kim, Youngsun Song : Hepatoprotective activity of dandelion (*Taraxacum officinale*) water extract against D-Galactosamine-induced hepatitis in rats, Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 37(2), 177–183, 2008.
 28. Gyeyeop Kim, Jyungyoon Kim, Hyunwoo Jeong : Immunostimulating effects of *Acanthopanax* in mice following gamma-ray irradiation, Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology, 20(3), 670–674, 2006.

•Abstract

The Effects of Cynanchi wilfordii Radix Ethanol Extracts upon Irradiated Rat's Blood and Organ

Jang-Oh Kim¹⁾·Jun-Hyeok Choi²⁾·Ji-Hye Shin¹⁾·Do-Young Jung³⁾·Byung-In Min⁴⁾

¹⁾Department of Emergency Management)·Inje University

²⁾Radiation Safety Research Center, Inje University

³⁾Department of Radiation Oncology, Dongnam Institute of Radiological & Medical Sciences Cancer Center

⁴⁾Department of Nuclear Applied Engineering, Inje University

The development of radioprotector is being actively conducted in order to reduce the damage from over radiation exposure at radiation accident or radiation therapy. So this study was confirmed for radiation protective effects using the Cynanchi wilfordii Radix that has been known to be effective for anti-oxidant activity, anti-cancer, immune enhancing effects. The method of this study was administered orally Cynanchi wilfordii Radix ethanol extracts to Sprague Dawley Rat(SD Rat) for 14 days once a day, while measuring changed blood cell, spleen index, liver and uterus tissue along the change in time of 1, 4, 7 and 21 days after X-ray beam of 7 Gy irradiation. As the result of the experiment, the experimental group's rats which are administered with Cynanchi Wilfordii Radix ethanol extracts showed a rapid recovery in white blood cell count($p < 0.05$) and spleen index($p < 0.05$). In addition, condensation of nuclei, cytoplasmic swelling, and inflammatory cell infiltration in experimental group's liver cell was decreased more than in irradiation group's component. Further, experimental group's Uterine gland decreased the apoptosis more than irradiation group's components did. It is expected that Cynanchi Wilfordii Radix extracts will be useful as a new radioprotector. With above in mind, this paper may provide appropriate implications with the field of emergency management such as radiation accident.

Key Words : Cynanchi Wilfordii Radix, Radioprotector, Irradiation, Liver damage, Uterine gland damage