

<원저>

방사선 조사 시 혈구 및 장점막에 대한 흑마늘 추출물의 보호효과

- The Protective Effects of Black Garlic Extract for Blood and Intestinal Mucosa to Irradiation -

¹⁾동남권원자력의학원 · ²⁾인제대학교 · ³⁾전남대학교

정도영¹⁾ · 최준혁²⁾ · 김중선^{1,3)} · 최형석¹⁾ · 배민지¹⁾ · 박원석²⁾ · 민병인²⁾

— 국문초록 —

교육, 의료, 산업분야에서 다양하게 이용되고 있는 방사선은 전신 피폭시 다양한 부작용을 야기한다. 이에 흑마늘 추출물을 이용하여 방사선 피폭으로 발생하는 부작용을 저감화 시키는 방사선방호효과를 확인하였다. 흑마늘 추출물을 Sprague Dawley Rat에 일정기간 투여한 후 7, 13 Gy의 X-ray를 조사하여 혈구성분 및 소장조직을 비교 관찰하였다. 실험결과 흑마늘 추출물을 투여한 실험군에서 대조군에 비해 초기 백혈구($p<0.05$) 및 적혈구($p<0.05$), 혈소판($p<0.05$)의 손상이 감소되었으며 소장염이 대조군에 비하여 유의성 있는 생존을 확인하였고 소장 용도의 길이는 정상군에 가깝게 남아있는 것을 확인하였다. 따라서 흑마늘 추출물이 방사선 피폭으로 인한 세포 손상을 줄여주어 방사선방호제로써의 역할을 할 수 있을 것이라 사료된다.

중심 단어: 방사선 방호, 흑마늘, 방사선 피폭, 항산화, 혈구세포, 장점막

I. 서 론

방사선에 피폭되면 인체는 다음과 같은 영향이 나타난다. 골수증후군, 위장관증후군 및 폐장해, 중추신경계 증후군과 같은 급성 방사선증후군이 그 첫 번째이고 암, 돌연변이, 수명단축과 같은 만성증후군이 그 두 번째이다¹⁾. 방사선사용의 증가에 따라 방사선에 의한 부작용도 증가하는 추세다. 그에 따른 관심도가 높아짐에 따라²⁾ 방사선 방호의 역할이 대두되었다. 방사선의 이용에 대한 각종 제재와 더불어 우리가 먹고 마시고 잠드는데 필요한 모든 재료로부터 발생하는 방사선까지 관리하는 생활주변방사선 안전관리법까지 제정하는 등 방사선에 대해 안전규제는 강화되고 있다. 하지만 사용방법의 제재는 피폭 저감화의 기능을 할 뿐, 필요에 의한 사용이나 사고에 의한 피폭 후의 피해에 대한 감소 역할은 없다. 이에 방사선 피폭 후의 피해를 최소화하기 위

한 방사선 방호제의 필요성이 대두되어³⁻⁴⁾ 활발한 연구가 이루어지고 있다. 초기 화학적 합성물 위주의 연구를 거쳐, 최근에는 인체독성이 없는 천연 생약성분의 방사선방호제 연구가 활발히 이루어지고 있다⁵⁾. 하지만 아직 효과적인 면과 상용적인 면, 경제적인 면 모두에서 만족할 만큼의 보고가 없다. 또한 시판되어 빈도 높게 이용된 천연 성분의 방사선 방호제도 없어 그에 대한 연구가 더 활발히 이루어져야 하며 꼭 필요한 실정이다.

생마늘을 40-90 °C의 온도에서 수 십 일간 숙성시켜 얻는 흑마늘은 마늘의 Alliinase가 열처리에 의해 효소반응이 저해되어 pH가 낮아지고 수분함량이 감소되며 점도와 단맛이 증가하고 생마늘과는 다른 이화학적 특성을 가지며⁶⁾ 항산화 물질의 활성도와 폴리페놀, 플라보노이드와 포도당, 과당, 맥아당, 자당 등의 유리당이 증가하여 단맛이 늘어난다고 보고되어 있으며⁷⁾ 단순한 암세포의 증식억제를 통한

암 예방 및 항암활성 뿐만 아니라 암세포의 전이 또한 효과적으로 억제할 수 있음이 증명된 바 있다⁸⁾. 또한 심혈관계 질환의 예방효과가 있으며⁹⁾ 활성산소 소거에 의한 항산화 활성, 아질산염 소거활성 증가와 Nitrosodimethylamine 생성 억제효과 증가¹⁰⁾, 고강도 탈진적 운동에 의한 지질과산화 생성을 억제하는 연구와¹¹⁾ 흑마늘의 식이섭유와 폴리페놀을 통한 활성산소종 제거 및 흡연자에게 숙성된 마늘을 14 일간 섭취시켜 산화적 스트레스 감소의 연구¹²⁾를 통해 항산화작용이 증명된바 있다.

흑마늘이 생마늘에 비해 가장 활성화 되는 물질은 수용성인 S-allyl Cysteine으로서 생마늘에 비해 5-6 배 함량이 높으며, 숙성기간과 온도가 증가할수록 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 높아진다는 연구가 있다¹³⁻¹⁴⁾. 또한 세포의 성장에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 세포 독성 유무를 관찰한 결과 어떠한 독성 효과도 없는 것으로 판명되었다¹⁵⁾.

본 논문에서는 흑마늘 추출물이 일정기간 투여된 실험동물과 그렇지 않은 실험동물이 같은 양의 방사선에 노출 되었을 때 혈액 및 조직의 손상정도를 비교하였다. 구체적으로, 혈액 내의 혈구 성분과 비장, 소장외 조직학적 관찰을 통하여 흑마늘 추출물의 방사선방호효과를 관찰하였다.

II. 대상 및 방법

1. 실험동물

실험에 사용된 동물은 효창사이언스(Daegu, Korea)로

부터 Sprague Dawley Rat (SD Rat) 생후 4 주령의 수컷(체중 80 g)을 구입하여 사용하였다. 동물 사양은 Auto Controller에 의해 온도 21±2 °C, 조명시간 12 시간/day Cycle로 유지되는 인제대학교 동물자원센터 Clean Room에서 이루어졌다. 표준사료와 탈이온수를 2 주간 자유급식하며 환경에 적응시키고, 6 주령이 되어 체중이 150 g 이상이 되었을 때 실험군을 편성하여 흑마늘을 경구를 통하여 위장에 직접 주입하였다. 식이 섭취량과 체중은 각 1 주일에 3 회와 1 회씩 각각 측정하였다. 실험동물의 모든 취급은 인제대학교 실험동물윤리위원회(Institutional Animal Care and Use Committee)의 승인 하에 수행되었다.

2. 실험동물 처리

혈구계통을 관찰하기 위하여 표준사료와 탈이온수만 섭취한 대조군 5 마리, 표준사료와 탈이온수 섭취와 함께 흑마늘을 함께 섭취한 흑마늘 추출물 투여 대조군 5 마리, 대조군과 같은 조건에서 방사선 7 Gy를 조사한 방사선 조사군 각 3 마리, 흑마늘 추출물 투여 대조군과 같은 조건에서 방사선 7 Gy를 조사한 흑마늘 추출물 투여 후의 방사선 조사군 각 3 마리로 처리하였다(Table 1).

소장염을 관찰하기 위하여 대조군과 같은 조건에서 방사선 13 Gy를 조사한 방사선 조사군 각 3 마리와 흑마늘 추출물 투여 대조군과 같은 조건에서 방사선 13 Gy를 조사한 흑마늘 추출물 투여 후의 방사선 조사군 각 3 마리로 편성하였다(Table 2).

혈구계통 관찰을 위해서 12 시간, 3.5 일, 7 일, 21 일에

Table 1 Experimental Animal (Blood Corpuscle)

| Point | 12 hour | 3.5 day | 7 day | 21 day |
|---------|---------|---------|-------|--------|
| Group 1 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Group 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Group 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Group 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Group 1, Normal Control

Group 2, Normal Control + 7 Gy Radiation

Group 3, Normal Control + Aged Garlic extract (300 mg/kg) was Oral Injunctio

Group 4, Normal Control + Aged Garlic extract (300 mg/kg) was Oral Injection + 7 Gy Radiation

Table 2 Experimental Animal (Intestinal Crypt)

| Point | 12 hour | 3.5 day |
|---------|---------|---------|
| Group 1 | 3 | 3 |
| Group 2 | 3 | 3 |

Group 1, Normal Control + 13 Gy radiation for Intestinal Crypt Observation

Group 2, Normal Control + Aged Garlic extract (300 mg/kg) was oral injection + 13 Gy radiation for Intestinal Crypt Observation

시료채취 하도록 준비하였고, 소장염을 관찰하기 위하여 12 시간과 3.5 일에 시료채취 하도록 준비하였다. 소장염의 대조군은 혈구계통 관찰에 이용한 대조군을 같이 사용하였다.

3. 흑마늘 추출물의 준비 및 투여

경북 의성군에 소재하는 흑마늘영농조합에서 통 흑마늘을 구매하였다. 통 흑마늘을 동결건조한 분말을 생리식염수에 녹여 300 mg/kg/day의 용량으로 14일간 경구투여 하였다. 본 연구에서는 열수추출을 하지 않고 동결건조한 분말 전체를 사용하였다. 이는 수용성과 지용성을 구분하지 않고 흑마늘에 포함되어 있는 전체 성분의 방사선방호효과를 검증하기 위함이다.

4. 방사선 조사

실험동물의 방사선 조사는 임상에서 종양치료에 사용되고 있는 선형가속기(Agility, ELEKTA, Stockholm, Sweden)를 이용하였다. Field Size 35×35 cm²로 고정하고, 특수 제작한 30×30 cm² 아크릴 case에 5 마리씩 넣은 다음 깊이 1.5 cm 지점에 100% 선량이 되도록 6 MV X-선으로 혈구성분 검사군에 7 Gy, 소장염 및 소장 용모 관찰군에 13 Gy를 각각 전신 조사하였다. 보다 정확한 방사선량의 조사를 위해 Chamber (Lot, PTW/TM30013, Farmer Type)와 Electrometer (Lot, PTW/T10021-00427, FREIBURG, Germany)를 이용하여 검, 교정하였다. 마취로 인해 발생할 수 있는 실험동물의 간 손상을 배제하기 위해 마취를 하지 않은 상태로 방사선을 조사하였다.

5. 혈액시료 채취 및 혈구 분석

혈액시료는 방사선 조사 후 12 시간, 3.5 일, 7 일, 21 일 간격으로 채취하였다. 에테르를 이용하여 Rat를 전신마취 시킨 후 복부를 절개하여 복강 정맥에서 10 cc 주사기를 이용하여 전혈을 채취하였다. EDTA가 함유된 채혈전용 튜브에 담아 응고를 방지하고 콜터 믹서(coulter mixer) 위에서 15 분간 혼합한 후 혈액분석기(AVIDA 2120i HEMATOLOGY System, Siemens, Berlin, Germany)를 이용하여 분석하였다. 혈액분석은 백혈구 내의 림프구와 호중구, 적혈구, 혈소판 등 4 종류를 분석하였다. Complete Blood cell Count (CBC)의 정확도를 위하여 각 개체당 두 번의 CBC를 측정하여 각 군의 3 개체의 평균값을 구하였다.

6. 조직학적 관찰

광학 현미경 관찰에 사용할 소장은 방사선 피폭 후 Apoptosis 빈도가 가장 증가하는 12 시간¹⁶⁾과 그에 따라 소장 용모의 길이가 달라지는 3.5 일에 Rat의 공장부분을 채취하여 10% 포르말린(formalin)으로 고정 후 에틸 알콜(ethyl alcohol)을 사용하여 탈수하고, 자일렌(xylene)으로 치환한 후 파라핀 블록(paraffin block)을 제작하였다. 박절 후 헤마토실린(hematoxylin)과 에오진(eosin)으로 염색(H-E staining)하여 관찰하였다. Apoptosis와 소장염의 수를 관찰하였고, 소장 용모 길이의 평가는 샘플 당 용모 10 개의 길이를 각각 측정하여 평균하였다.

7. 통계처리

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

III. 결 과

1. 혈구성분의 변화 관찰

방사선조사 12 시간 경과 후 림프구(Lymphocyte)의 급격한 감소를 보였으며 방사선 조사군과 흑마늘 추출물 투여 후의 방사선 조사군에서 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.01$). 호중구(Neutrophil) 또한 감소를 보였고 흑마늘 추출물 투여한 실험군이 방사선 대조군에 비하여 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$)(Table 3).

방사선 조사 7 일 경과 후 혈소판(Platlet)의 수치가 급격하게 감소하였으며 방사선 조사군과 흑마늘 추출물 투여 후의 방사선 조사군에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(Table 4).

방사선조사 21 일 경과 후 7 일 검사에서 감소되었던 혈소판과 적혈구가 회복되고 있는 수치를 나타내었다. 흑마늘 추출물 투여 후의 방사선 조사군이 방사선 조사군 보다 유의하게 빠르게 회복되었다($p < 0.05$)(Table 5).

2. 소장의 조직학적 변화 관찰

1) 소장염(Intestinal Crypt)의 관찰

소장 단면상 12 시간 후에 소장염의 수는 유의한 차이가 없었으나 방사선 조사군에서 더 많은 Apoptosis가 일어나고 있으며 소장염의 숫자가 더 줄어있는 경향을 보인다(Fig. 1 A, B).

Table 3 Result of CBC after Irradiation (12 hours)

| Point | Lymphocyte ($10^3/\mu\text{l}$) | Neutrophil ($10^3/\mu\text{l}$) | Platelet ($10^3/\mu\text{l}$) | RBC ($10^6/\mu\text{l}$) |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Group 1 | 3.64 | 2.36 | 1196 | 8.91 |
| Group 2 | 0.14 | 1.23 | 1211 | 8.38 |
| Group 3 | 3.58 | 2.47 | 1132 | 9.19 |
| Group 4 | 0.30** | 2.11* | 1278 | 8.60 |

Values are presented as the means.

CBC: Complete Blood cell Count, RBC; Red Blood Cell,

* $p < 0.05$ as compared with Group 2

** $p < 0.01$ as compared with Group 2

Group 1. Nomarl Cotrol

Group 2. Nomarl Cotrol + 7 Gy radiation

Group 3. Aged Garlic extract was oral injection

Group 4. Aged Garlic extract was oral injection + 7 Gy radiation

Table 4 Result of CBC after Irradiation (7 day)

| Point | Lymphocyte ($10^3/\mu\text{l}$) | Neutrophil ($10^3/\mu\text{l}$) | Platelet ($10^3/\mu\text{l}$) | RBC ($10^6/\mu\text{l}$) |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Group 1 | 3.64 | 2.36 | 1196 | 8.91 |
| Group 2 | 0.04 | 0.08 | 82 | 8.56 |
| Group 3 | 3.58 | 2.47 | 1132 | 9.19 |
| Group 4 | 0.04 | 0.07 | 122* | 8.65 |

Values are presented as the means.

CBC: Complete Blood cell Count, RBC; Red blood cell,

* $p < 0.05$ as compared with Group 2

Group 1. Nomarl Cotrol

Group 2. Nomarl Cotrol + 7 Gy radiation

Group 3. Aged Garlic extract was oral injection

Group 4. Aged Garlic extract was oral injection + 7 Gy radiation

Table 5 Result of CBC after Irradiation (21 day)

| Point | Lymphocyte ($10^3/\mu\text{l}$) | Neutrophil ($10^3/\mu\text{l}$) | Platelet ($10^3/\mu\text{l}$) | RBC ($10^6/\mu\text{l}$) |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Group 1 | 3.64 | 2.36 | 1196 | 8.91 |
| Group 2 | 0.05 | 0.17 | 280 | 5.31 |
| Group 3 | 3.58 | 2.47 | 1132 | 9.19 |
| Group 4 | 0.05 | 0.13 | 463** | 6.01* |

Values are presented as the means.

CBC: Complete Blood cell Count, RBC; Red blood cell,

* $p < 0.05$ as compared with Group 2

** $p < 0.01$ as compared with Group 2

Group 1. Nomarl Cotrol

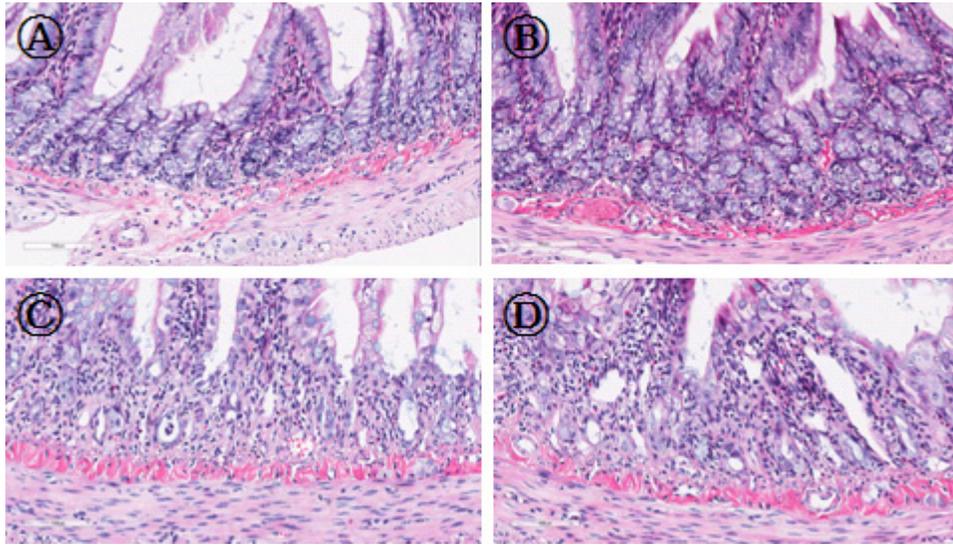
Group 2. Nomarl Cotrol + 7 Gy radiation

Group 3. Aged Garlic extract was oral injection

Group 4. Aged Garlic extract was oral injection + 7 Gy radiation

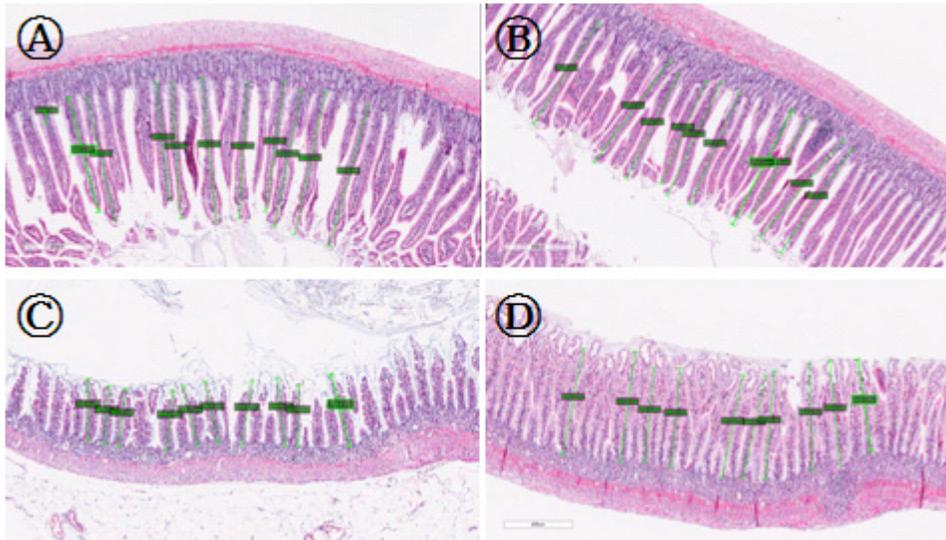
그리고 3.5 일이 지난 소장 단면상에 방사선 조사군에서는 소장염을 찾아볼 수 없음을 보여주며 방사선 조사 전 흑마늘

추출물 투여군에서는 소장염이 소량 남아있음을 보여준다 (Fig. 1 C, D).



Aged Garlic treated group is B and D. Aged Garlic extract treated groups (B, D) are significantly higher number of crypts in the jejunum circumference than irradiation control group (A, C).

Fig. 1 Photomicrographs of the crypt survival (A, B, C, D) in the jejunum circumference on the H&E stained section of rat intestine at 12 hours (A, B) and 3.5 days (C, D) after 13 Gy irradiation



Aged Garlic extract treated group is B and D. Group 'D' is significantly longer length of villi in the jejunum circumference than irradiation control group 'C'.

Fig. 2 Photomicrographs of the villi length (A, B, C, D) in the jejunum circumference on the H&E stained section of rat intestine at 12 hours (A, B) and 3.5 days (C, D) after 13 Gy irradiation

2) 소장 융모 길이(Villi Length)의 관찰

소장 단면 상 12 시간 후의 소장 융모의 길이는 크게 차이가 나지 않는다(Fig. 2 A, B). 오히려 방사선 조사군에 소장 융모 길이가 길다(Fig. 2 A). 하지만 Rat의 평균 소장 융모의 길이 정도를 만족하고 유의성은 없는데 개체의 특성이라 추측할 수 있다. 3.5 일 후의 소장 융모의 길이는 유의성

있는 차이를 보여준다. 방사선 조사군(Fig. 2 C)에서의 소장 융모는 매우 짧아졌고 흑미는 추출물 투여군(Fig. 2 D)에서는 거의 정상 범위에 가깝게 유지가 되어 있다.

IV. 고찰

방사선에 의한 조직 손상은 물리화학적 단계에서 hydrogen atom(H), hydrated electron(e^-_{aq}), hydroxyl radical(OH)와 같은 일차 유리기와 superoxide radical, hydrogen peroxide, alkoxy radical, peroxyradical 등의 이차 유리기에 의한 간접 손상(약 70%)¹⁷⁾이 대부분이다. 또한 방사선에 의한 직접작용은 방사선을 차폐하여 피폭되지 않는 방법 외에는 없고, 간접작용은 생성된 유리기를 제어해 줌으로써 세포의 손상을 감소시키고, 면역력을 증가, 노화예방 및 신진대사를 증가시킨다고 알려진¹⁸⁾ 흑마늘 추출물의 방사선방호효과를 확인하고자, 흑마늘 추출물을 SD Rat에 14일간 투여하여 7 Gy 및 13 Gy의 방사선을 전신 조사하였다. 7 Gy 방사선 조사군의 CBC를 12 시간, 3.5 일, 7 일, 21 일 이후에 관찰하였으며 13 Gy 방사선을 조사한 실험군의 소장을 12 시간, 3.5 일에 관찰하였다.

신체 내 면역반응에 중추적인 역할을 하는 림프구는 혈액속에서 수명이 1-2 일 정도로 매우 짧아 세포의 생성이 매우 활발하여 방사선에 가장 민감한 세포 중 하나로 방사선 조사 후 12 시간에 빠른 반응을 보였다. 3.5 일 이후의 CBC 검사에서는 방사선 대조군과 흑마늘 투여군 모두 급감하였다. 이는 7 Gy의 방사선이 백혈구가 견디기 힘들었던 고선량 이었던 것으로 사료된다.

체내에 침입한 세균 등 이물질은 식작용으로 흡수하여 과산화수소나 리소좀 등의 소화효소로 분해를 하는 역할을 하는 호중구는 12 시간 측정에서 수치의 소폭 감소를 나타내었다. 하지만 3.5 일 후의 검사에서는 유의한 차이를 확인할 수 없었다. 이는 림프구와 마찬가지로 7 Gy의 방사선이 호중구가 견디기에는 고선량이었다는 것으로 사료된다.

인체 내에서 혈액 응고나 지혈작용에 관여하는 혈소판의 검사결과는 방사선 조사 후 3.5 일에 유의성이 없는 소폭의 감소를 보이다가 7 일 이후에 급감하였다. 방사선 조사 후 21 일 검사에서는 혈소판의 수치가 증가하여 방사선 조사군보다 흑마늘 추출물 방사선 조사군에서 더 빠른 회복세를 보여 주었다.

혈관을 통해 우리 몸의 모든 조직에 산소를 공급하고 이산화탄소를 운반하는 RBC의 검사결과는 방사선 조사 후 7 일까지는 아무런 변화가 없다가 21 일 검사에서 급감하였다.

13 Gy 방사선 조사 후 소장외 3.5 일 경과관찰에서 방사선 조사군에서는 소장염을 찾아볼 수 없음을 보여주며 방사선 조사 전 흑마늘 추출물 투여군에서는 소장염이 소량 남아있었다. 이는 방사선 조사군은 소장염의 소실로 인해

소장 용모의 재생이 되지 않아 탈수, 영양실조 등으로 개체사할 것을 암시한다. 또한 방사선 조사 전 흑마늘 추출물 투여군은 남아있는 소장염이 증식하여 용모가 자라 원래의 모습으로 돌아갈 것이다. 이 결과들에 따라 폐놀화합물 및 플라보노이드 등의 함량이 풍부한 흑마늘 추출물은 방사선 피폭으로 인한 인체의 손상을 감소시키는 방사선방호제로서의 역할이 기대된다.

V. 결론

방사선 및 방사성동위원소의 의학적 이용 증가와 원자력 시설의 증대에 따라 방사선에 대한 노출의 빈도가 증가함에 따라 독성이 거의 없고 가격과 상용성이 뛰어난 천연물의 방사선 방호제를 연구하였다. SD Rat에 흑마늘 추출물을 투여하고 7 Gy, 13 Gy의 방사선을 조사하였다. 12 시간, 3.5 일, 7 일, 21 일 이후의 혈구변화와 12 시간과 3.5 일 이후의 소장 조직검사를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

흑마늘 추출물을 투여함으로써 방사선의 피폭으로 인한 백혈구와 호중구의 초기 손상을 완화 시키고 혈소판과 적혈구의 감소를 완화 시켜주는 것을 확인하였다. 방사선에 민감한 소장염 또한 흑마늘 추출물의 투여로 인해 방사선에 방호가 됨을 확인하였다. 하지만 방사선의 간접작용에 대한 흑마늘 추출물 세부 성분에 의한 방사선방호효과에 대한 매커니즘은 추가적인 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

REFERENCE

1. Hyungkeon Roh : Radiological Accident and Acute Radiation Syndrome, Journal of Korean Society of Clinical Toxicology, 26(3), 39-48, 2011
2. Bangju Park : Analysis of Public Perception on Radiation: with One Year after Fukushima Nuclear Accident, Journal of Radiation Protection, 37(1), 1-9, 2012
3. IAEA Safety series no. 47 : Manual on early medical treatment of possible radiation injury, Lindskoug BA, 1978
4. David P. Hickman : Management of persons contaminated with radionuclides, Journal of Radiation Protection Dosimetry, 141(2), 215-216, 2010
5. Jungsub Sin, Jeonghill Park, Sungho Kim, Hunjeong

- Kim, Youngchul Kim : Effects of Sun Ginseng on the Crypt Cell Survival in Mice Irradiated with High-energy X-ray, *Journal of Environmental Toxicology*, 22(1), 73-82, 2007
6. Montano A, Casado FJ, De Castro A, Sanchez AH, Rejano L : Vitamin Content and Amino Acid Composition of Pickled Garlic Processed with and without Fermentation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7324-7430, 2004
 7. Eunkyung Jang, Jihyun Seo, Sampin Lee : Physiological Activity and Antioxidative Effects of Aged Black Garlic Extract, *Journal of Food Science and Technology*, 40(4), 443-448, 2008
 8. Dongyeok Shin, Mookyoung Yoon, Youngwhan Choi et al. : Effects of Aged Black Garlic Extracts on the Tight Junction Permeability and Cell Invasion in Human Gastric Cancer Cells, *Journal of Life Science*, 20(4), 528-534, 2010
 9. Youhee Choi, Hyungmin Jeong, Kyuhang Kyung, Beungho Ryu, Kwangyool Lee : Aged Garlic Extract and Its Components Inhibit Platelet Aggregation in Rat, *Journal of Life Science*, 21(10), 1355-1363, 2011
 10. Jiyoung Cha, Soojung Lee, Junghye Shin, Nakju Sung : Antioxidant and Inhibition of Nitrosodimethyl amine Formation in Marketing Black Garlics, *Journal of Agriculture & Life Science*, 46(2), 151-162, 2009
 11. Yeongho Beak, Sangho Lee, Minho Han, Yunghyun Choi, Seunghyun Kim, Yisub Kwak : Effects of Black Garlic Supplementation and Exercise on TBARS, HSP 70 and COX-2 Expression after High-intensity Exercise, *Journal of Life Science*, 22(6), 772-777, 2012
 12. Dillson SA, Lowe GM, Billington D, Rahman K : Dietary Supplementation with Aged Garlic Extract Reduces Plasma and Urine Concentrations of 8-iso-prostaglandin F(2 Alpha) in Smoking and Nonsmoking Men and Women, *Journal of Nutrition*, 132, 163-170, 2002
 13. Sangeun Bae, Seungyong Cho, Yongduk Won, Seonha Lee, Hyunjin Park : A Comparative Study of the Different Analytical Methods for Analysis of S-allyl Cysteine in Black Garlic by HPLC, *Food Science and Technology*, 46, 532-535, 2012
 14. Nagatoshi I, Benjamin HS, Kenjiro R, Hiromichi M, Yoichi I : Antioxiant Effects of Fructosyl, Arginie, a Marillard Reaction Product in Aged Garlic Extract, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 10, 373-376, 1999
 15. Soojin Lee, Hyang Nam, Moonmoo Kim et al. : In vitro Inhibitory Effect of Aged Black Garlic Extract with Antioxidant Activity on MMP-2 and MMP-9 Related to Metastasis, *Journal of Life Science*, 20(5), 760-767, 2010
 16. Haejune Lee, Joongsun Kim, Changjong Moon, Jongchoon Kim, Sungkee Jo, Sungho Kim : Relative Biological Effectiveness of Fast Neutrons in a Multiorgan Assay for Apoptosis in Mouse, *Journal of Environmental Toxicology*, 23, 233-239, 2008
 17. Junchul park : The Radioprotective Effects of Grifola umbellata Hot Water Extract on Mice, *Korean Society of Radiological Science*, v.28, no.4, 333-340, 2005
 18. Taejeong Ji : A Study on Radio-Protection Mechanism of Platelet Cells After Injection of Alliin, *Korean Society of Radiological Science*, v.33, no.3, 185-192, 2010

•Abstract

The Protective Effects of Black Garlic Extract for Blood and Intestinal Mucosa to Irradiation

Do-Young Jung¹⁾·Junhyeok Choi²⁾·Joongsun Kim^{1,3)}·Hyeongseok Choi¹⁾·
Minji Bae¹⁾·Wonsuk Park²⁾·Byungin Min²⁾

¹⁾*Dongnam Institute of Radiological & Medical Sciences Cancer Center*

²⁾*Inje University*

³⁾*Chonnam National University*

The radiation has been utilized in a number of fields, even though the use of plenty cause a variety of side effects, This study was confirmed for radiation protective effects of aged garlic to contribute to the prevention of disasters that are radiation exposure. We studied the Complete Blood cell Count(CBC) and the small intestine after feeding aged garlic extract into Sprague Dawley Rat which irradiated X-ray beam 7 and 13 Gy. Garlic extract was administered to the results in the experimental group showed a notable difference in the CBC of platelets ($p < 0.05$), red blood cells ($p < 0.05$) and early damaged white blood cells ($p < 0.05$). In addition, it was confirmed that experimental group's small intestine crypt is more survival than irradiation group significantly. And experimental group has small intestine villi length almost similar to the normal group. result of the aged garlic study will be able to be of great benefit for the radiation relevant emergency management.

Key Words : Black garlic extract, Blood and intestinal mucosa, Irradiation