

홍화씨가 신생골 형성에 미치는 영향

송해룡* · 라도경 · 김종수 · 정태성 · 김용환 · 감호조 · 강정부 · 연성찬 · 김은희** · 이후장 · 신기욱 · 박미림 · 김곤섭¹

경상대학교 수의과대학(동물의학연구소),
*경상대학교 의과대학, **경상대학교 생명과학연구소

Effects of Safflower Seed on New Bone Formation

Hae-ryong Song*, Do-kyung Ra, Jong-su Kim, Tae-sung Jung, Yong-hwan Kim, Ho-jo Kang, Chung-Boo Kang, Seong-chan Yeon, Eun-hee Kim**, Hu-jang Lee, Gi-wook Shin, Mi-rim Park and Gon-sup Kim¹

College of Veterinary Medicine (Medicine and Institute of Animal Science), *College of Medicine
**Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract : Korean safflower seed has been known to have healing effects on both bone fracture and osteoporosis. On the base of such a notice, this experiment was carried out to explore the effects of safflower seed on bone formation and bone repair. The toxicity test and the effect of Korean safflower seed were evaluated with 60 rats, 3-month old. Forty Sprague-Dawley rats composed of 20 male and 20 female were underwent unilateral tibial defect and then fastened with unilateral fixators. The operated rats were divided into two groups depending on the composition of diet, such as positive control group fed normal diet(C-OP group) and safflower seed group fed 30% of safflower seed diet and 70% of normal diet(S-OP group). Another 20 rats without operation were maintained, each 10 rats were fed either normal diet or 30% of safflower seed diet and 70% of normal diet, and observed the toxicity of safflower seed by measuring weight and urine parameters. Postoperative radiography were taken once in 2 weeks to evaluate callus formation for operated groups and blood collection via heart puncture were carried out once in 3 weeks for 3 groups. The concentration of Ca and Pi in serum were measured using both auto Kit and ³¹P Nuclear Magnetic Resonance(NMR). At present study, no toxic effect was observed from both weight increment and urine index after feeding the safflower seed diet. The comparison of the radiography between C-OP and S-OP group were showed that the safflower seed diet appeared to stimulate the formation of callus in the rat. The ratio of Ca/P in serum was low in S-OP group compared to C-OP group with the auto Kit, but there were no significant differences between two groups (p<0.05). In addition, the variations of Pi values in NMR examination were also confirmed based on the result of auto Kit. In conclusion, this study implied that safflower seed might influence to bone formation and shorten the periods of remedy by stimulating the calcification of bone

Key words : safflower seed, radiography, NMR, toxic effect, calcification

서 론

국내산 약초 중 홍화(safflower)는 잇꽃이라 하는 국화과(Compositae)에 속하는 일년생 초목으로 원산지는 아프가니스탄의 산악지대 또는 에티오피아이며, 중국, 티벳 등지에서 재배되기도 하며 학명은 *Carthamus tinctorius*이다. 홍화는 줄기의 길이가 1m 정도이고, 꽃은 7~8월에 피며 모양이 엉겅퀴와 같다. 또한 붉은 빛이 도는 황색으로 길이 2.5 cm, 지름 2.5~4 cm이다⁶. 꽃은 수용성의 황색색소(safflower yellow)와 불용성인 적색색소(carthamin)의 종류가 다량 함유되어 있어 염료로 사용할 수 있다. 홍화는 한국, 일본, 중국 등지에서는 약용을 주목적으로 재배하여 왔으며, 20세기부터

는 미국, 인도 등지에서는 식용유 생산용으로 재배되고 있는 자원작물이기도 하다. 홍화의 약용 부위는 꽃이며, 약용성분은 Carthamin(C₁₂H₂₂O₁₁) 인데^{4,5}, 한방의 처방 예로는 홍화탕, 활혈통경탕 등이 있으며⁴, 꽃은 혈소판 응고를 억제하고 출혈시간을 지연시키는 작용이 있을 뿐만 아니라⁷ 혈장 콜레스테롤과 중성지방의 저하 기능도 있어 여성들의 통경약이나 어혈을 푸는 약재로 한방에서 널리 사용해 왔다. 홍화 씨에는 지방이 다량 함유되어 있는데, 특히 linoleic acid의 함량이 높아 혈중 콜레스테롤을 저하작용을 나타낸다고 보고되었다^{20,22}.

또한 홍화 기름을 이용하여 등불을 켜올 때 나오는 그윽음으로 필묵을 만들기도 하는데 이를 홍화묵이라 하여 최상의 필묵으로 여긴다¹⁸. 홍화가 지닌 또 하나의 기능은 그 작용 기전은 밝혀진 바 없으나 최근 이 홍화의 씨가 골절 및 골다공증 등의 뼈 질환에 뛰어난 효과가 있음이 민간인들 사이에 알려져 현재 국내에서 민간요법으로 사용되고 있다. 특히 굵이 가거나 다친 뼈를 빠르고 튼튼하게 회복시켜 준다

¹Corresponding author.

E-mail : gonskim@nongae.gsnu.ac.kr

본 논문은 한국과학재단(KRF-2000-041-F00232) 및 2000년도 경남생명공학과제 연구사업에 의해 일부 지원되어졌습니다.

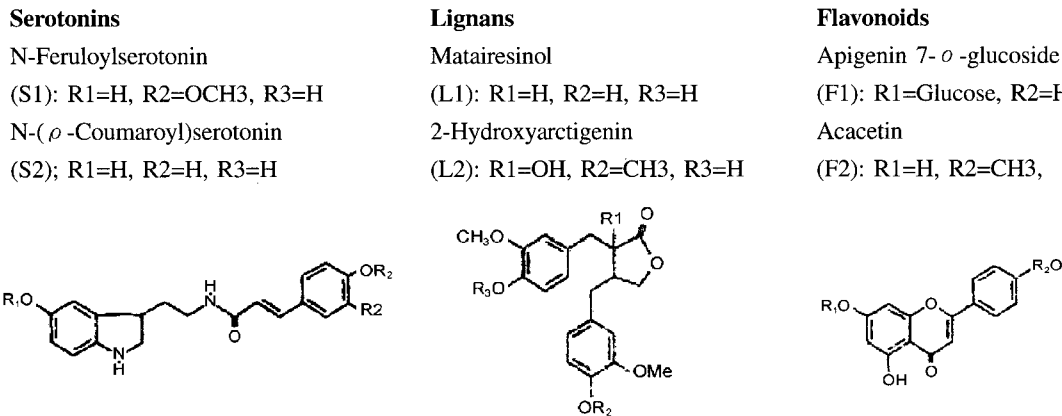


Fig 1. Chemical structures of six polyphenolic compounds isolated from safflower seed.

는 홍화 씨의 효력에 대하여 과학적 근거 및 치료 효과가 확립되어 있지 않고 있다. 그러나 홍화 씨의 효능에 대한 관심이 집중되면서 국내에서 연구가 활발히 진행되고 있으며 1999년 최 등¹⁷이 붉은 홍화씨에서 생리 활성 물질인 lignan, flavonoid 및 serotonin 성분들을 분리하여 그 구조식을 밝혔다 (Fig 1).

홍화 씨 성분 중 lignan과 flavonoid는 diphenol 성분으로서 estrogen과 화학구조가 비슷하며, estrogen과 비슷한 생리 작용도 나타내기 때문에 식물성 estrogen(phytoestrogen) 이라 불려진다⁸. 최근에 식물성 estrogen은 사람에서 뼈 보호작용¹⁰, 항암작용¹¹을 나타낸다고 알려졌는데, 그 외에도 항산화 작용, 혈청 콜레스테롤과 그 외 지질을 낮추는 등^{9,13,14,15,21} 생체 조직을 보호하는 다양한 기능이 알려지면서 그 중요성에 대해 주목을 받고 있다.

골은 세포와 이들 세포간에 존재하는 다량의 골 기질로 이루어져 있다. 골 기질은 대부분 교원섬유로 구성된 유기질 성분과 주로 칼슘으로 구성된 무기질 성분으로 이루어진다. 골의 생화학적 구성은 세포 성분을 포함해 유기질 35%, 무기질 45% 그리고 수분 20%로 이루어져있다. 골 발생, 골 성장 및 형성된 골의 유지는 몇 가지 호르몬과 비타민에 의하여 현저한 영향을 받으며, 그 중에 중요한 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다. 부갑상선 호르몬(parathyroid hormone)은 골 모세포로 하여금 파골 세포 활성 인자를 분비하도록 하여 파골 세포의 골 흡수 활동을 촉진시키며, 그에 따라 혈중 칼슘 농도가 상승한다. 칼시토닌(calcitonin)은 부갑상선 호르몬과 반대의 효과를 나타내는 호르몬으로서 갑상선의 부소포 세포(parafollicular cell)에서 분비된다. 이 호르몬은 파골 세포에 직접 작용하여 골 흡수 활동을 억제함으로써 혈중 칼슘 농도를 낮추며, 또한 골 모세포를 자극하여 골 기질 내에 칼슘염을 침착시켜 골 형성물을 높인다. 성선 호르몬(gonadal hormone)인 에스트로겐(estrogen)과 안드로겐(androgen)은 골 발생을 조절하며 골 성숙에 관여한다. 여성의 경우 에스트로겐 생산이 급격히 감소하는 폐경기 이후에는 골 모세포의 골 형성 기능 저하 및 파골세포의 지속적인

골 흡수 활동에 의해 골 손실율이 1년에 2-3%씩 증가하는 것으로 알려져 있다. 비타민 중에는 비타민 A,C 및 D가 특히 골 형성에 큰 영향을 미친다^{1,13,23}. 이처럼 골 대사는 많은 요인들이 작용하게 되므로 작용 기전에 대하여 밝혀내기가 어려운 문제점이 있다.

이번 연구에서는 흰 쥐의 골 결손 모델을 이용하여 과연 식물성 에스트로겐 성분을 함유하고 있는 홍화 씨가 신생골 형성을 촉진하는 효과를 가지고 있는지, 또한 체내의 골 형성에 중요한 역할을 하는 Ca, Pi 농도에는 어떠한 변화를 유발하는지 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

본 실험에서 사용한 홍화 씨 사료는 경남 산청의 산청홍화원에서 생산된 홍화 씨를 사용하였으며 붉어서 잘게 간 분말을 일반 rat사료에 30% 농도로 섞어 제조하였다.

실험 동물

본 실험을 위하여 3개월령의 Sprague-Dawley rat 60두 (male 30, female 30)를 사용하였다. 이 중 20두 (male 10, female 10)는 홍화 씨의 안전성 평가 실험에 이용하였는데, 실험 동물에 어떠한 처치도 하지 않고 다음과 같이 일반식이그룹(이하 대조군)과 홍화 씨 식이그룹(이하 처리군)으로 나누었다. 대조군(control group; C group)은 일반적인 rat 사료를 급여하였으며 처리군 (Saff-lower seed group; S group)은 홍화 씨가 30% 섞인 사료를 급여하여 15주 후 두 그룹 간의 각종 항목의 차이를 비교하였다.

나머지 40두는 홍화 씨의 신생골 형성에 대한 효과를 관찰하기 위하여 이용하였으며 40두 모두에게 골 결손술을 시술하여 다음과 같이 두 그룹으로 나누었다. 대조군(control-operation group; C-OP group)은 일반적인 rat 사료를 급여하였으며 처리군 (Safflower seed-operation group; S-OP group)은 홍화 씨가 30% 섞인 사료를 급여하여 두 그룹간의 신생골 형성을 비교하였다.

홍화 씨의 안전성 평가

각 군에 일반 식이와 홍화 씨 식이를 급여한 후 15주 짜에 20두의 쥐를 경추 탈골법으로 안락사시켰다. 몸체로부터 간, 신장, 갑상선, 난소 및 고환을 분리하였는데 분리 시에는 장기 주위의 결합조직의 부착을 가능한 한 최소화하였다. 분리 후 바로 각 장기의 무게를 측정 비교하였으며, 뇨와 혈액을 채취하였고, 혈액은 5°C에 보관 후 원심분리 하여 혈청만을 분리하였다. 영동제약의 Auto kit를 이용하여 혈청 내 alanine transaminase(ALT), aspartate transaminase(AST), alkaline phosphatase(ALP)와 cholesterol 농도를 측정하였다.

뇨 분석은 Bayer사의 Multistix 10 SG reagent strips를 이용하여 실시하였고 glucose, bilirubin, ketone(acetoacetic acid), specific gravity, blood, pH, protein, urobilinogen, nitrite, leucocytes 등 10개의 항목을 측정하였다.

수술 방법

40두의 rat를 수술 하루 전부터 절식시켰다. Ketamin (40~80 mg/kg)과 Xylazine(5~10 mg/kg)을 혼합, 복강 내 주사하여 전신마취를 실시한 후, 골 결손을 만들 크기를 정하기 위하여 수술 전 방사선 사진 촬영을 하여 경골의 전체 길이를 측정하였다. 오른쪽 경골 부위의 털을 깨끗이 제거하고 내측에서 경골을 따라 피부와 근막을 절개하여 경골이 완전히 노출되도록 한 다음 경골을 싸고 있는 골막을 절개하여 양쪽에서 최대한 골막을 보호하고 외부고정기구의 구멍에 맞게 근위쪽과 원위쪽에 각각 2개씩의 pin hole을 뚫었다. 근위쪽에는 1.1 mm의 K-wire를, 원위쪽에는 0.9 mm의 K-wire를 삽입하고 rat의 경골에 맞게 제작된 외부고정기구를 장착하여 고정시켰다. 골 결손을 만들 경골간의 골편 부위의 골막을 다치지 않게 보정한 후 전체 경골 길이의 15%가 되게 air saw로 잘라내었다. 골막과 근육을 단단히 봉합한 후 피부를 봉합하고 dressing하였으며 3일간 gentamycin을 주사하였다. 수술 후 2주 간격으로 방사선 촬영을 통하여 신생골의 형성을 관찰하였다.

혈액 채취

수술 후 3주 간격으로 heart puncture하여 혈액을 채취, 혈청만을 분리한 후 50 µl씩 분주하여 -70°C에 보관하여 실험에 사용하였다.

혈청 내의 Ca 및 Pi 농도의 측정

혈청내 Ca의 농도는 OCPC 방법(영동제약주)으로 550 nm에서 그 흡광도를 측정하였고, Pi 농도는 inorganic phosphorous kit (영동제약주)를 이용하여 650 nm에서 흡광도를 측정하였다. 농도측정은 2회 반복하여 실시하였다.

³¹P Nuclear Magnetic Resonance (NMR)에 의한 혈청 내의 Pi 농도 측정: 본 실험에서 Pi의 농도를 측정하기 위하여 Bruker-DRX 500, 500 MHz 모델을 사용하였다. 용매 D₂O (Deuterium Oxide, FW 20.03)에 혈청을 녹여 충분히 혼합한 후 Pi의 농도를 측정하였다.

통계학적 처리 방법

통계처리는 각 항목마다 평균과 표준편차를 구하고 students's t-test를 이용하여 두 식이군 간의 각 변이에 대한 차이를 분석하였으며 유의수준 p<0.05에서 유의차 검정을 실시하였다.

결 과

홍화 씨의 안전성 평가

홍화 씨가 rat 장기 무게에 미치는 영향: 실험 실시 15주 짜에 rat를 희생시켜 간, 신장, 고환, 난소, 갑상선의 장기 무게를 측정된 결과 고환의 무게를 제외하고는 대조군과 처리군 간에 유의적인 차이는 발견할 수 없었다 (Table 1). 고환의 무게는 처리군이 대조군보다 유의적 (p<0.05)으로 높게 나타났다.

홍화 씨가 혈청 내의 효소 활성도 및 cholesterol에 미치는 영향: 홍화 씨가 혈청 내의 효소 활성도 및 cholesterol에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실험 15주 짜에 rat의 혈청을 분석하였던 바 대조군과 처리군에서는 효소 활성도 간의 유의적인 차이를 발견할 수 없었으나 cholesterol 농도는 처리군의 수컷이 43.12±1.31 mg/dl, 암컷이 43.62±4.79 mg/dl의 값으로 대조군의 수컷 52.6±3.14 mg/dl, 암컷 50.76±2.55 mg/dl의 값에 비해 유의적 (p<0.05)으로 낮은 수치를 보였다 (Table 2).

홍화 씨를 처리한 rat에 대한 뇨 분석: 일반 사료에 홍화 씨를 30%의 농도로 섞어 급여하였을 때의 독성을 조사하기 위하여 뇨 분석을 시행한 결과 뇨 비중 항목의 경우 암컷과

Table 1. Comparison of the absolute weight of organs in rats fed either normal or safflower seed diet (Mean ± S.D.)

Groups	Organs				
	Liver(g)	Kidney(g)	Testis/Ovary (g)	Thyroid gland (mg)	
Male (n=10)	C ¹	8.58±1.20	2.05±0.25	2.46±0.06	16.84±0.06
	S ²	8.83±1.51	1.87±0.09	2.64±0.08	18.98±3.41
Female (n=10)	C ¹	6.20±0.42	1.36±0.11	0.09±0.02	16.5 ±1.06
	S ²	6.10±0.17	1.41±0.12	0.10±0.02	17.2 ±1.53

1: Groups fed normal diet

2: Groups treated with safflower seed diet

* In weight of testis, rats nourished safflower seed diet was significantly increased compared to normal diet fed rats (P<0.05).

Table 2. Enzyme activities and cholesterol concentration in serum after feeding either normal or safflower seed diet for 15 weeks (Mean ± S.D.)

Groups		Organs			
		ALP(I.U/L)	ALT (I.U/L)	AST (I.U/L)	Cholesterol (mg/dl)
Male (n=10)	C ¹	8.58±1.20	2.05±0.25	2.46±0.06	16.84±0.06
	S ²	8.83±1.51	1.87±0.09	2.64±0.08	18.98±3.41
Female (n=10)	C ¹	6.20±0.42	1.36±0.11	0.09±0.02	16.5 ±1.06
	S ²	6.10±0.17	1.41±0.12	0.10±0.02	17.2 ±1.53

1: The group fed control diet

2: The group treated with safflower seed diet

* Rats fed safflower seed were showed significantly lower concentration of cholesterol in serum than rats nourished normal diet (P<0.05).

수컷의 값이 동일하지 않았으나 모두 정상 범위 안에 있었다. 나머지 9개의 항목에서도 큰 변화를 발견할 수 없었다 (Table 3).

Table 3. Urine analysis results of rats fed either normal or safflower seed diet at 15 weeks later

Parameters	Group			
	Male (n=10)		Female (n=10)	
	C ¹	S ²	C ¹	S ²
Glucose (mg/dl)	-	-	-	-
Bilirubin	-	-	-	-
Ketone (mg/dl)	-	-	-	-
Specific Gravity	1.020	1.020	1.030	1.010
Blood (cells/μl)	-	trace	trace	trace
pH	6	5.5	5	6.5
Protein (mg/dl)	-	-	trace	-
Urobilinogen (μmol/dl)	0.2	0.2	0.2	0.2
Nitrite	-	-	-	-
Leucocytes (cells/μl)	-	-	-	-

1: Groups fed control diet

2: Groups treated with safflower seed diet

홍화 씨의 신생골 형성에 관한 효과

홍화 씨가 가골이 생성되는 양과 골 유합 시기에 미치는 영향: 수술 후 방사선 사진을 촬영하여 가골이 생성되는 양과 유합 시기를 비교한 결과 처리군이 대조군보다 1.5주가 빠른 것으로 나타났으며 골 경화시기도 빠른 경향을 보였다. 처리군은 수술 후 8주째 20두 중 12두(60%)가 이미 골 유합이 되었으나 대조군은 20두 중 3두(15%)가 골 유합 소견을 보였다 (Fig 2).

Auto Kit를 이용한 혈청 내의 Ca, Pi의 농도 측정 결과: 혈청 내의 Ca과 Pi의 농도를 측정한 결과 대조군과 처리군 모두 유의적인 차이는 보이지 않았으나 Ca의 농도는 처리군이 약간 낮은 경향을 보였고, Pi의 농도는 대조군이 높게 유지되는 경향을 나타내었다. Ca/Pi ratio 값도 처리군이 더 낮

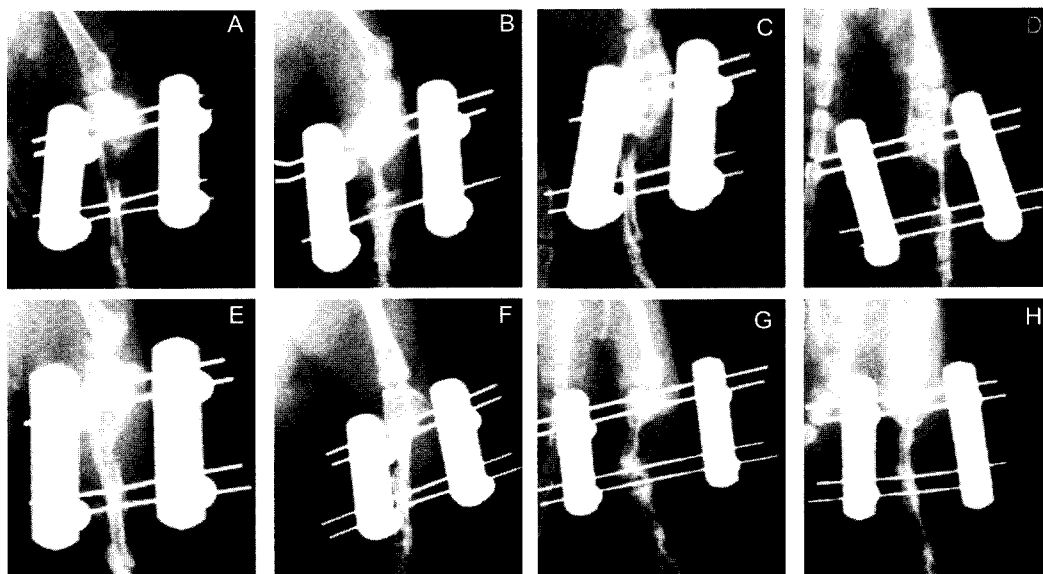


Fig 2. Radiographs at 8 weeks post operation. Rats were received bone defect (15% in size) surgery and they were divided into 2 groups, and then maintained either C-OP group by feeding normal diet for 15 weeks or S-OP group by providing safflower seed diet (30% of safflower seed was mixed with normal diet) for 15 weeks. A~D: Bone union was not completed in the radiographs of C-OP group E~H: Callus was filled bone defect in the radiographs of S-OP group

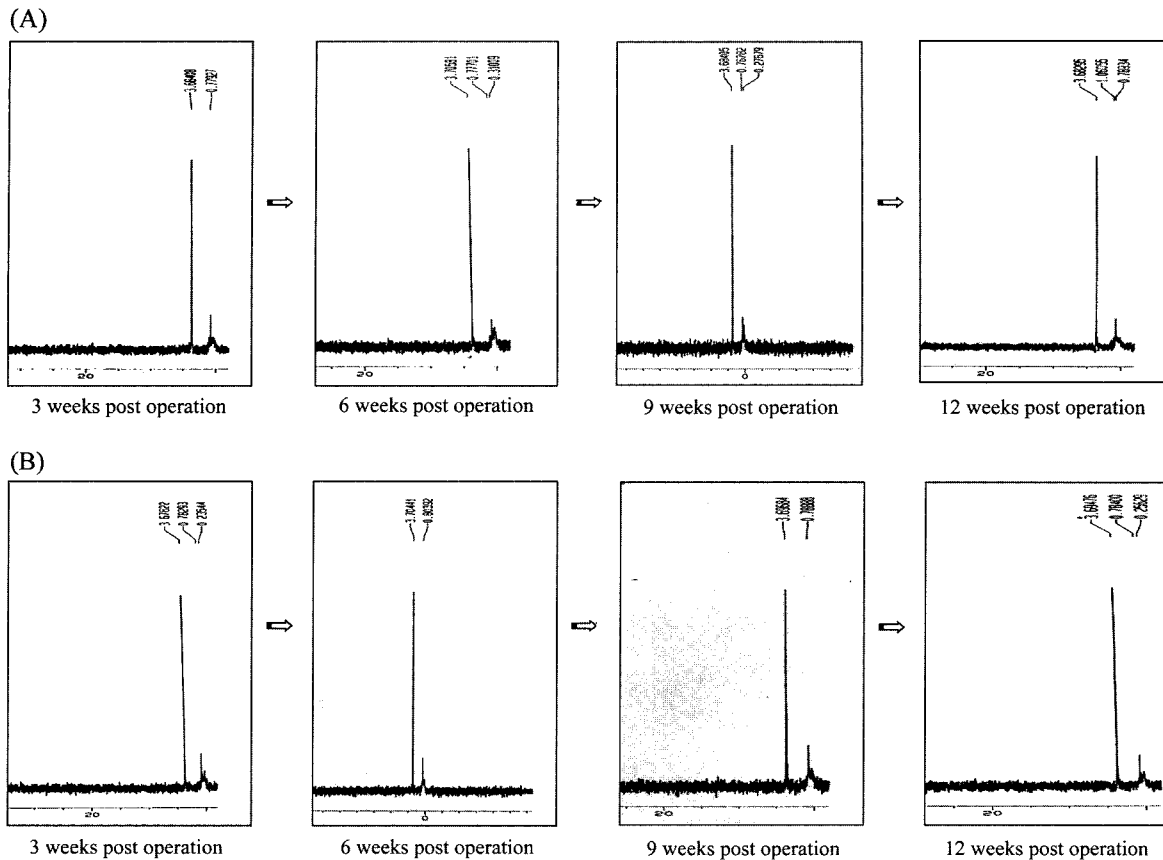


Fig 3. The concentration of Pi measured using ³¹P NMR was exhibited high in safflower seed groups compared to control groups from 6 weeks. (A): C-OP group, (B): S-OP group

게 유지되는 경향을 보였다 (Fig 4).

³¹P NMR을 이용한 혈청 내 Pi 농도의 측정: 혈청 내 Pi의 농도 변화에 대한 back screen으로 실시한 NMR 결과 역시 유의적인 차이를 발견할 수는 없었으나 수술 후 6주째부터 대조군은 Pi의 농도가 수술 전처럼 감소되는 반면, 실험군은 그 감소량이 적어 Pi의 농도가 수술 후 3주째보다 높은 값으로 유지되었다 (Fig 3).

고 찰

홍화 씨는 예로부터 우리나라에서 재배되어 오던 것으로 최근 골절 및 골다공증 등의 뼈 질환 및 골의 발달과 유지에 뛰어난 효과가 있음이 알려져 국내에서 민간요법으로 사용되고 있으나 그 과학적 근거 및 치료 효과가 확립되어 있지 않고 있다. 본 연구에서는 인위적으로 경골에 골 결손을 유도한 쥐에게 홍화 씨가 30% 섞인 사료를 급여하였을 때 홍화 씨가 체내에 흡수된 후 골 형성에 끼치는 영향을 파악하고 혈청 내 Ca, Pi의 농도 측정을 통하여 그 작용 과정을 알아보려 하였다.

또한 홍화 씨를 위와 같은 농도로 급여하고 체내에 흡수되어 유사 약리작용을 나타낸 후 배설되는데 있어 발생할 수

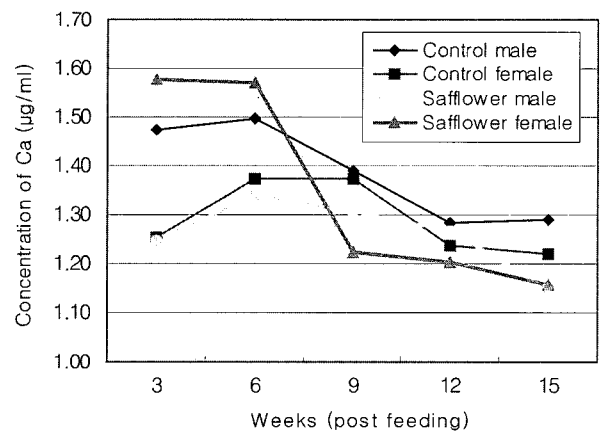


Fig 4. The comparison of Ca/Pi ratio in serum between different groups fed either normal or safflower seed diet. In the ratio of Ca/Pi, the safflower seed groups were demonstrated low compared to control group.

있는 부작용을 알아보기 위하여 안전성 평가도 함께 실시하였다.

홍화 씨의 안전성 평가를 위해 대조군과 처리군 간에 장기 무게를 측정 비교하였고 혈청 내 효소 활성도치와

cholesterol 농도를 측정하였으며 뇨 분석을 실시하여 부작용의 유무를 검증하였다. 장기 무게의 측정 결과 처리군의 고환 항목 외에는 두 군 간의 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 고환 무게는 처리군이 대조군에 비하여 유의적으로 높게 나타났는데 그 이유는 estrogen 유사 물질의 자극에 대한 보상 반응이라 생각된다.

ALP, ALT, AST 등의 효소 활성도 측정 결과에서도 두 군 사이의 유의적인 차이점을 발견할 수 없었으므로 홍화 씨의 급여가 간 기능 및 간 손상에는 별다른 영향을 나타내지 않는 것으로 사료된다.

Cholesterol 농도는 처리군이 대조군에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보였는데 이는 홍화 씨가 혈중 cholesterol 수치를 낮추어 준다는 1999년 Baker¹² 등과의 결과와도 일치한다. 뇨 분석을 시행한 결과 뇨 비중 항목의 경우 두 군간의 값이 동일하지 않았으나 모두 정상 범위 안에 있었고, 나머지 항목에서도 큰 변화를 발견할 수 없었다.

따라서 안전성 평가 실험 결과, 홍화 씨를 30%의 농도로 급여하여도 체내에는 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

신생골을 형성하여 골 결손을 치유하는 효과에 있어서는, 홍화 씨 식이군이 일반 식이군에 비하여 신생골 형성이 촉진되어 치유기간이 1.5주 정도 단축되었다. 골 형성을 평가하기 위한 실험동물모델로 본 연구에서는 골 결손을 시술하였는데 이는 방사선 사진 상에서 가골이 형성되는 패턴과 가골이 형성되는 양, 유합 정도, 골의 피질 및 수질화를 명확히 알아보기 위한 시도로서 골질의 유합을 유도하거나^{2,3} 난소를 제거하여 골의 형성 촉진을 밝히고자 한 다른 연구⁸와는 차별화된 방법이라고 할 수 있겠다.

Auto Kit를 사용하여 혈중 칼슘과 인 농도를 측정한 결과 두 식이군과 성별 간에 유의적인 변화는 관찰할 수 없었으나 홍화 씨 식이군에서의 Ca/Pi ratio가 낮게 유지됨으로서 홍화 씨의 섭취가 뼈로의 Ca 침착을 도와주는 것으로 사료된다. Pi 농도의 변화를 검증하기 위해 실시한 인체 내 특정대사물의 대사과정을 역동적 (dynamic)으로 관찰할 수 있는 핵자기공명 분석법 (NMR)의 결과도 이와 일치하였다.

혈중 Ca와 Pi의 농도를 측정한 결과 처리군과 대조군, 두 군간에는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났는데 이는 혈중 칼슘 농도는 내적, 외적 변화에 대해 항상성을 유지하므로 실험 요인을 변화시켜도 칼슘 농도는 보통 정상범위 내에 있다¹⁶고 보고한 내용과 일치하는 결과를 보였다. 본 실험에서도 유의적인 차이는 없었으나 두 변수의 비율인 Ca/Pi ratio는 홍화 씨 식이 그룹이 일반 식이그룹보다 낮게 유지되었는데 일반적으로 골 대사 회전에서 혈장 칼슘 농도가 높으면 골 흡수가 감소되지만, 혈장 인 농도가 정상수준보다 높으면 골 흡수가 감소됨과 동시에 골 형성도 활발해진다고 보고된 바 있다^{19,24}.

위의 결과에서 나타난 바와 같이 골 결손을 유발한 쥐에게 홍화 씨 분말을 30% 수준으로 정상식이에 보충하였을 때 골 유합 및 치유가 일반 식이군에 비해 빠르게 일어났으

며 혈중 내 Pi의 농도가 높게 유지되는 경향을 보여 뼈로의 Ca 침착을 도와주는 것으로 나타났다.

결론적으로 골 결손시 홍화 씨의 섭취는 새로운 골의 형성을 촉진시키며, 부수적으로 뼈의 석회화 과정을 유도하여 치유 기간을 단축시키는 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 강호석 등. 조직학. 2판. 고문사, 1994
2. 김준한 외. 토종홍화씨의 급여가 실험동물의 늑골골질 회복중 골조직에 미치는 영향. J Korean Soc. Food Sci. Nutr. 1998; 27(4): 698-704.
3. 전선민 외. 한국산 홍화씨분말 보충식이의 급여가 골절된 흰쥐의 골대사지표에 미치는 영향. 대한영양학회지 1998; 31(6): 1049-1056.
4. 山口一孝: 식물성분분석법(상). 남강당. 1963; 260-265.
5. 안덕균, 육창수. 현대본초학. 고문사. 1975: 358-359.
6. 이창복. 대한식물도감. 백양당. 1980: 779.
7. 허 준. 東醫寶鑑5. 제3권. 12. 풀부. 여강출판사. 1986: 2763-2764.
8. Anderson JB and Gamer SC. The effects of phytoestrogens on bone. Nutr Res. 1997; 17: 1617-1632.
9. Anderson JW, et al. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. N. Engl. J. Med. 1995; 333: 276-282.
10. Adlercreutz H, et al. Dietary phytoestrogens and the menopause in Japan. Lancet 1992; 339: 1233.
11. Anthony MS, et al. Soybean isoflavones improve cardiovascular risk factors without affecting the reproductive system of peripubertal rhesus monkeys. J Nutr. 1996; 126: 43-50.
12. Baker VA, et al. Safety evaluation of phytosterol esters. Part 1. Assessment of oestrogenicity using a combination of in vivo and in vitro assays. Food Chem Toxicol Jan 1999; 37(1): 13-22.
13. Banks WJ. Applied veterinary histology. 2nd ed. Williams and Wilkins Publisher, 1986
14. Clarkson TB, et al. The potential of soybean phytoestrogens for postmenopausal hormone replacement therapy. PSEBM. 1998; 217: 365-368.
15. Copperman N. Practical management of Pediatric hyperlipidemia. Top Clin. Nutr. 1991; 6: 50.
16. Jeong HK, et al. The effect of dietary calcium and phosphate levels on calcium and bone metabolism in rats. The Korean Nutrition Society 1997; 30(7): 813-824.
17. Kang GH, et al. Phytoestrogenic Properties of Phenolic Compounds isolated from Safflower seed, 1999
18. Kennedy WK and Unrau J. A rapid method for determining the oil content of Safflower and sunflower seeds. Agron. J. 1979; 41: 93-95.
19. Kim HJ, et al. Bone protective effects of phytoestrogens extracted from safflower seeds in ovariectomized rats and osteoblast cells. 기초의학회 학술대회, 2000
20. Khan AR. Studies in Indian Oil seed. No. 3 Carthamus tinctorious L. The types of Safflower. Memoris. Dept. Agri. India. Bot. Ser. 1929: 18.
21. Kurzer, M.S. and Xu, X. Dietary phytoestrogens. Annu. Rev. Nutr. 1997; 17: 353-381.
22. Nast HG, et al. Effects of fertilization and population rate-spacing on Safflower yield and other characteristics. Agron. J.

- 1978: 70.
23. Price CP and Thomson PW. The role of Biochemical tests in the screening and monitoring of osteoporosis. *Ann. Clin. Biochem.* 1995; 32: 244-260.
24. Watson RC, et al. Radiologic findings in nutritional disturbances, In : Shil ME, Olson JA, Shike M. *Modern nutrition in health and disease*, 8th ed. Philadelphia : Lea and Febiger. 1994: 861-908.