

# 식이지방의 종류와 난소절제가 흰쥐의 골질량에 미치는 영향

안 해 선 · 이 상 선

한양대학교 생활과학대학 식품영양학과

## The Effects of Dietary Lipids and Ovariectomy on Bone Mass in Rats

Ahn, Hae Sun · Lee, Sang Sun

Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

### ABSTRACT

This study examined the effect of dietary lipids and ovariectomy(OVX)on bone mass in rats. The experimental animals were divided into sham operation(S)or OVX(O)groups and then each group was divided into soybean oil(SS, OS), beef tallow(SB, OB), and fish oil(SF, OF)diet group. Experimental diets were fed for 16 weeks. Weight gain tended to be higher in OVX groups than in sham groups. Weight gain was the highest in beef tallow group(SB)and the lowest in fish oil group(SF). There were no difference in weight, length, breaking force, strength and circumference of femur among groups. However, volume of femur tended to be higher in OVX groups than in sham groups. Ash content of femur was significantly lower in OVX than sham group but there were no difference between SB and OB group. Ca content in the soybean oil and beef tallow group were not influenced by OVX but Ca content in fish oil group was significantly higher in OF than SF group. The SB group showed the highest Ca content and the SF group showed the lowest Ca content. P content of femur was significantly lower in OVX groups than in sham groups but there were no difference between SB and OB group. The SS group showed the highest P content and the OS and OF group showed lower P content compare to other groups. From this result, it suggested that beef tallow positively influenced maintenance of bone mass by means of accumulation of body fat in ovariectomy.(*Korean J Nutrition* 32(1) : 3~9, 1999)

KEY WORDS : dietary lipids · ovariectomy · bone mass.

### 서 론

골다공증은 골량이 감소되어 쉽게 골절이 일어나는 것으로 그 원인은 다양하지만 나이에 따른 노쇠현상에 의해 서서히 진행되는 골소실과 폐경후 여성호르몬의 결핍에 의한 빠른 골소실로 분류할 수 있다. 연령의 증가에 따른 골소실은 평생동안 지속되는 골형성과 골용해로 이루어지는 골교체과정 중 골아세포의 노화와 장내의 칼슘 흡수장애로 골형성이 골용해를 따라가지 못하는 데서 생기고, 폐경후 여자에서의 가속화된 골소실은 골교체율의 증가가 주된 원인이다. 특히 폐경과 골소실과의 관계에 있어서는 에스트로젠 결핍시 부갑상선호르몬에 대한 골격반응도가 높아져 골용해가 증가하며 혈청 칼슘이온이 증가하고 그결과 부갑상선호르몬의 분비가 감소되어 1.25(OH)<sub>2</sub> cholecalciferol 생성이 감소하며 위장관의 칼슘이온흡수가 감소하게 된다<sup>1)</sup>.

골다공증에 영향을 미치는 위험인자로서는 조기 난소절

제술이나 남자의 성선기능부전증과 같은 성호르몬의 부족, 갑상선기능 항진증 등의 내분비질환, 소화기계질환으로 칼슘 흡수의 장애, 그리고 키가 작고 마른체격을 가진 사람의 경우를 들 수 있다. 이외는 반대로 과체증을 갖고 있을 경우는 오히려 골다공증에 예방적인 효과가 있다. Wronski 등<sup>2)</sup>은 폐경시의 골소실에 대한 동물실험에서 난소절제시 체중이 증가하고 이는 난소절제로 인한 골감소증에 대해 부분적인 보호작용으로 설명할 수 있다고 하였다. 그리고 척추, 관절, 대퇴골 밀도에 나이와 체중이 미치는 영향을 조사한 연구에서 골격밀도는 나이가 증가함에 따라 감소하며 비만한 사람에서 높다고 하였다<sup>3)</sup>. 또한 골격건강과 관련된 여러요인들 중 식이단백질, 칼슘, 인 등의 식이섭취의 중요성이 강조되는데 음식내에 칼슘, 인 및 단백질 등을 많이 섭취하지 못하거나 비타민 D의 결핍 및 인체내 호르몬 중 에스트로젠의 결핍 등이 중요한 인자로 작용한다. 그외 생활습관 역시 큰 영향을 미치는데 체중을 신는 운동은 골밀도를 높이는 효과가 있고 음주나 흡연은 골밀도를 떨어뜨린다. 그러나 이러한 여러인자들이 어떻게 서로 상호작용을 하는지는 아직 모르며 단지 나이가 들수록 칼슘대사가 음의 평형

채택일 : 1999년 1월 4일

#### 4/식이지방과 난소절제가 골질량에 미치는 영향

(negative balance)으로 되어 흡수량보다 배설량이 많아진다고 하였다.

폐경후 골소실의 주요한 요인이 되는 내인성 및 외인성 에스트로겐의 생성, 대사 및 배설은 식이의 영향을 받는다<sup>4)</sup>. 젊은 여성들을 대상으로 혈청의 에스트로젠수준에 영향을 줄 수 있는 식이에 대한 연구가 많이 이루어졌는데 Rose<sup>5)</sup> 등은 폐경전후의 여성들에 있어서 식이지방이 혈장 에스트로겐의 농도에 영향을 미친다고 하였다. 또한 폐경전의 여성에 있어서 지방 특히 포화지방의 섭취와 혈중 estron, estradiol 농도 사이에 유의적인 상관관계가 있는 것으로 나타났다<sup>6)</sup>. 코카시안 미국인 여성에 있어서도 총칼로리의 35~40%를 섭취하는 지방섭취량을 20%로 감소시켰을때 혈장 에스트로젠 농도의 유의적인 감소를 보여 주었다<sup>8)</sup>.

폐경후의 골손실 예방과 관련하여 식이지방은 저체중 또는 마른 체격을 가진 사람에게 있어서 체중의 증가와 함께 혈장의 에스트로젠 수준을 높여 골질량에 어느 정도의 긍정적인 효과를 갖는 것으로 볼 수 있다<sup>10-11)</sup>. 이에 골격의 발달과 관련하여 Ca, P, 단백질 등의 식이인자<sup>12-13)</sup>에 대한 연구는 이미 많이 행해진바 본 연구에서는 체중과 혈청 에스트로젠 농도에 영향을 미칠 수 있는 식이인자로서 식이지방의 종류를 달리하였을때 이들 식이가 난소절제시의 골질량에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지 알아보하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험설계 및 실험식이

평균 체중 278±9g에 달하는 Sprague-Dawley계 암컷 흰쥐 48마리를 둘로 나누어 sham수술과 난소절제수술을 각기 시행하였다. 각 수술군은 8마리씩 콩기름군, 쇠기름군, 어유군의 3군으로 나누었으며 식생활에 있어서 포화지방산과 불포화지방산이 함께 섭취되므로 포화지방산과 불포화지방산의 비를 고려하여 각군마다 5%의 쇠기름을 기본적으로 첨가하여 식이를 공급하였다(Table 1). 지방량은 식이무게의 약 15%(총열량의 약 30%)로 하였다. 실험동물은 16주간 사육하였으며 실험기간 동안 물과 식이는 자유로이 공급하였고 식이섭취량은 매일, 체중은 일주일에 1회씩 일정한 시간에 측정하였다. 사육실의 명암주기는 12시간, 온도는 22±2℃, 습도는 40~60%가 되도록 조절하였다.

### 2. 실험동물의 수술

실험동물의 수술은 12시간 동안 절식을 시킨 다음 ethyl ether로 마취 후 실시하였다. 먼저 골반 상단의 동쪽표피 한

**Table 1.** Composition of experimental diet (g/kg)

Group	SS	SB	SF	OS	OB	OF
Corn starch	470	470	470	470	470	470
Sucrose	150	150	150	150	150	150
Casein	150	150	150	150	150	150
Methionine	3	3	3	3	3	3
Choline chloride	2	2	2	2	2	2
Beef tallow	50	150	50	50	150	50
Soybean oil	100			100		
Fish oil			100			100
Mineral mixture	35	35	35	35	35	35
Vitamin mixture	10	10	10	10	10	10
α-Cellulose	30	30	30	30	30	30

- 1) Calorie content : 4.43 kcal/g diet
- 2) SS : sham operation-soybean oil group  
SB : sham operation-beef tallow group  
SF : sham operation-fish oil group  
OS : ovariectomy-soybean oil group  
OB : ovariectomy-beef tallow group  
OF : ovariectomy-fish oil group

곳을 절개한 후 난소가 위치한 양쪽 측부의 근육층을 절개하였다. 지방조직에 둘러싸인 양측의 난소를 찾아 절제한 후 표피층만을 봉합하였다. Sham operation은 실험동물을 난소절제시와 동일한 방법으로 처치되되 실제로 난소를 절제하지 않고 봉합하였다. 수술후 감염을 막기 위해 penbrex (영진약품)를 체중 kg당 20mg 수준으로 음료수에 희석하여 투여하였고 체표면의 수술부위는 약 2주 동안 베타딘으로 소독해 주었다.

### 3. 시료수집 및 분석

대퇴골을 적출하여 뼈조직에 있는 근육, 지방, 인대 등을 제거하였다. 습중량을 측정하고 대퇴골의 길이는 vernier caliper로 대전자(greater trochanter)와 내측과(medial condyle)사이를 측정하였으며 길이의 1/2 되는 지점의 둘레를 측정하였다. 뼈의 강도를 측정한 후 냉동건조하여 건중량을 측정하는 다음 시료는 분석 전 까지 -75℃ 냉동보관 하였다. 대퇴골의 파단력은 Instron(Tensilon/UTM-4-100, Toyo Baldwin Co. Ltd : Crosshead speed 10mm/min, Loadcell 100kg)에 의해 길이의 중심부위에서 일정하게 측정하였다. 강도는 쪼개진 부분의 단위면적당 받는 힘으로 파단력을 단위면적으로 나누어 계산하였다. 부피는 Volume(mm<sup>3</sup>) = L(mm) × πr<sup>2</sup>(mm<sup>2</sup>)의 식에 의해 계산하였다<sup>14)</sup>. 대퇴골의 회분은 550℃의 회화로에서 6시간 회화하여 얻었으며 이를 6N HCl용액으로 용해하여 LaCl<sub>2</sub>의 최종농도가 1%가 되도록 희석하여 원자흡광광도계(atomic absorption spectro-

meter 422.7nm)로 칼슘의 농도를 측정하였다. 인의 농도는 1% LaCl<sub>2</sub> 대신 이온제거수로 희석하여 Fisk-Subbarow Method<sup>16</sup>로 정량하였다.

4. 통계 분석

본 실험의 결과들은 SPSS(Statistical Package for Social Science) program 을 이용하여 처리하였다. 식이지방의 종류와 난소절제에 따른 효과를 보기 위해 ANOVA로 분석한 후 Tukey's multiple comparison test를 이용하여 α=0.05 수준에서 각 실험군의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

난소절제에 따른 체중증가량 및 식이효율(Table 2)은 sham군에 비해 난소절제군에서 높은 경향을 보였고 식이섭취량은 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이는 난소의 호르몬이 식행동과 관련이 있으며 흰쥐에 있어서 난소절제시 체중의 증가를 보인 선행 연구결과<sup>16</sup>와 비슷한 경향이였다. 또한 Kalu등<sup>17</sup>의 동물실험에서도 sham군과 난소절제군의 식이섭취량이 비슷하였음에도 불구하고 체중의 증가는 난소절제군에서 더 높은 것으로 나타났다. 체중증가량과 식이

섭취량에서 식이지방의 효과는 콩기름군에 비해 쇠기름군이 다소 높은 경향을 보였고 어유군은 콩기름군 보다 다소 낮은 경향을 보였다. 쇠기름군의 체중이 높은 경향을 보인 것은 포화지방의 섭취로 인한 체지방의 축적에 의한 것으로 여겨지며 어유군의 체중증가가 다소 적었던 것은 어유의 체지방 축적이 낮았기 때문인 것으로 해석된다. 식이효율은 쇠기름군과 콩기름군 사이에 차이가 없었으며 콩기름군에 비해 어유군에서 다소 낮은 경향을 보였다.

2. 대퇴골의 중량, 형태학적인 변화 및 강도

각각의 실험군에서 난소절제에 따른 습중량은 유의적인 차이는 보이지 않았으나 난소절제군이 sham 군에 비해 낮은 경향을 보였다(Table 3). 그리고 부피당 습중량과 건중량에 있어서는 유의적인 차이를 보여 sham군에 비해 쇠기름과 어유의 난소절제군에서 낮은 것으로 나타났다. Wronski 등<sup>20</sup>은 동물실험에서 난소절제시 체중이 증가하고 대퇴골의 중량이 감소 되었다고 보고 하였는데 본 실험결과와 비슷한 경향을 보였다. 식이지방의 종류에 따라서는 대퇴골의 습중량, 건중량 및 부피당 습중량, 건중량에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 체중 100g당 습중량에서는 OF군이 OS, OB군보다 유의적으로 높았다. 이는 OF군의 대퇴골 습중량이 OS, OB군 보다 높은 경향을 보였고

Table 2. Weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER)

Group	Final weight (g)	Weight gain (g/d)	Food intake (g/d)	FER
SS	424.20±20.53 <sup>NS</sup>	1.43±0.14 <sup>1)ab2)</sup>	20.58±0.89 <sup>NS</sup>	0.07±0.00 <sup>NS</sup>
SB	469.38±28.34	1.69±0.20 <sup>ab</sup>	21.73±0.99	0.08±0.01
SF	420.88±21.77	1.23±0.15 <sup>b</sup>	18.79±0.64	0.06±0.01
OS	505.90±31.94	2.13±0.24 <sup>a</sup>	21.66±0.66	0.10±0.01
OB	505.30±17.56	2.12±0.11 <sup>a</sup>	22.55±0.40	0.09±0.00
OF	425.70±25.14	1.46±0.25 <sup>ab</sup>	19.81±0.40	0.07±0.01

1) Mean±S.E.  
2) Values with different superscript are significantly different at α=0.05 level by Tukey's multiple range test (NS : not significant)

Table 3. Wet and dry weight of femur

Group	Wet weight(mg)	Dry weight(mg)	Wet wt/BW(mg/100g)	Wet wt/Volume(mg/mm <sup>3</sup> )	Dry wt/Volumet(mg/mm <sup>3</sup> )
SS	860.71± 0.02 <sup>1)ab2)</sup>	679.43± 0.01 <sup>NS</sup>	198.33± 9.59 <sup>ab</sup>	1.85±0.03 <sup>ab</sup>	1.46±0.03 <sup>ab</sup>
SB	861.00±18.00 <sup>ab</sup>	685.88± 0.09	187.96±11.23 <sup>ab</sup>	1.86±0.03 <sup>ab</sup>	1.48±0.03 <sup>a</sup>
SF	911.50± 0.02 <sup>a</sup>	705.25± 0.02	219.33±23.39 <sup>a</sup>	1.90±0.02 <sup>a</sup>	1.47±0.02 <sup>ab</sup>
OS	831.70±17.49 <sup>b</sup>	665.40±14.35	170.56±11.53 <sup>b</sup>	1.74±0.03 <sup>bc</sup>	1.39±0.02 <sup>abc</sup>
OB	830.22±18.00 <sup>b</sup>	665.70±13.69	166.29± 6.13 <sup>b</sup>	1.69±0.04 <sup>c</sup>	1.37±0.03 <sup>bc</sup>
OF	900.00±24.29 <sup>ab</sup>	706.56±24.76	217.45±12.28 <sup>a</sup>	1.72±0.03 <sup>c</sup>	1.35±0.03 <sup>c</sup>

1) Mean±S.E.  
2) Values with different superscript are significantly different at α=0.05 level by Tukey's multiple range test (NS : not significant)

어유군의 체중이 다른군들에 비해 낮은 경향을 보였기 때문인 것으로 보인다.

난소절제에 따른 대퇴골의 길이, 파단력 및 강도는 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 4). 이와 관련된 연구로써 Morris 등<sup>19)</sup>은 동물실험에서 대퇴골의 강도는 난소절제 유무에 따라 유의적인 차이가 없었다고 보고 하였고 Blanusa 등<sup>20)</sup>은 4개월된 흰쥐를 난소절제후 칼슘을 보충했을 때 칼슘의 섭취수준과는 무관하게 난소절제군의 길이가 증가했다는 연구결과가 있으나 본 연구에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 난소절제에 따른 대퇴골의 둘레에 있어서도 유의적인 차이가 없었으나 부피는 sham군에 비해 난소절제군에서 높아진 경향을 보였다.

이는 난소절제군이 sham군 보다 체중이 높았기 때문인 것으로 해석된다. Thomas 등<sup>20)</sup>은 동물실험에서 난소절제가 식이칼슘 증가에 따른 바람직한 골격반응을 방해하고 뼈 무기질량과 해면골의 부피는 증가하지만 뼈의 turnover는 감소시킨다고 하였으나 Anderson 등<sup>21)</sup>은 3개월된 흰쥐를 난소절제 후 10주간 정상식이를 주었을 때 체중은 증가했으나 대퇴골의 중량, 회분, 밀도 및 부피는 감소했다고 보고하였다. 그러므로 본 연구와는 다소 차이가 있었다. 식이지방의 종류에서는 파단력, 강도 및 길이에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 부피에서 콩기름군, 쇠기름군에

비해 어유군이 다소 높은 경향을 보였다.

### 3. 대퇴골의 회분, 칼슘 및 인함량

난소절제에 따라서는 대퇴골의 총회분에서 콩기름군이 유의적인 차이를 보여 sham 군에 비해 난소절제군에서 낮은 것으로 나타났다(Table 5). 그리고 습중량과 건중량당 회분, Ash/Length, Ash/Volume에 있어서는 콩기름군과 어유군에서 유의적인 차이를 보여 sham군에 비해 난소절제군에서 낮은 것으로 나타났다. Blanusa 등<sup>20)</sup>은 동물실험에서 난소절제시 estrogen의 감소로 뼈용출이 증가된다고 보고 하였는데 본 실험에서도 난소절제에 의해 회분의 함량이 낮아진 것으로 해석된다. 식이지방의 종류에 따라서는 대퇴골의 총회분 함량과 건중량당 회분에서 유의적인 차이를 보여 SF군이 SB군 보다 높았고 SS군과 SB군간에는 유의적인 차이는 없었으나 SS군에 비해 SB군이 낮은 경향을 보였다.

대퇴골의 Ca 함량은 난소절제 유무에 있어서 총 Ca함량, 습중량 및 건중량당 Ca함량이 어유군에서 유의적인 차이를 보여 SF군에 비해 OF군이 높은 것으로 나타났다(Table 6). 그러나 콩기름군과 쇠기름군에서는 sham군과 난소절제군간에 차이를 보이지 않았다. Ca/Ash는 sham군에 비해 난소절제한 콩기름군, 어유군에서 높은 것으로 나타났다. 대개 난소절제한 경우 뼈의 무기질 함량이 낮아지는 것으로 알려져 있으나 Thomas 등<sup>20)</sup>의 동물실험에서 난소절제후 저칼

Table 4. Length, breaking force, strength, circumference, and volume of femur

Group	Length (mm)	Breaking force (kg)	Strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Circumference (mm)	Volume (mm <sup>3</sup> )
SS	36.20±0.23 <sup>1)ab2)</sup>	3.06±0.15 <sup>NS</sup>	0.24±0.01 <sup>NS</sup>	12.70±0.12 <sup>1)NS2)</sup>	465.34±9.21 <sup>b</sup>
SB	36.06±0.21 <sup>b</sup>	3.17±0.12	0.25±0.08	12.71±0.13	465.12±11.92 <sup>b</sup>
SF	36.70±0.36 <sup>ab</sup>	3.07±0.13	0.23±0.01	12.81±0.16	480.33±13.69 <sup>ab</sup>
OS	36.45±0.13 <sup>ab</sup>	3.14±0.11	0.24±0.07	12.85±0.14	479.50±10.95 <sup>ab</sup>
OB	36.44±0.24 <sup>ab</sup>	3.18±0.21	0.24±0.01	12.97±0.18	488.84±12.66 <sup>ab</sup>
OF	37.34±0.24 <sup>a</sup>	3.24±0.16	0.23±0.01	13.24±0.11	521.48±9.30 <sup>a</sup>

1) Mean±S.E.

2) Values with different superscript are significantly different at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's multiple range test (NS : not significant)

Table 5. Ash contents of femur

Group	Ash			Ash/Length (mg/mm)	Ash/Volume (mg/mm <sup>3</sup> )
	(total mg)	(mg/g wet wt)	(mg/g dry wt)		
SS	507.23±16.14 <sup>1)ab2)</sup>	588.57±9.62 <sup>ab</sup>	745.81±12.57 <sup>ab</sup>	14.00±0.40 <sup>ab</sup>	1.09±0.03 <sup>a</sup>
SB	476.40±13.00 <sup>bc</sup>	552.75±9.61 <sup>abc</sup>	694.13±13.66 <sup>bc</sup>	13.21±0.35 <sup>abc</sup>	1.03±0.03 <sup>ab</sup>
SF	536.16±17.26 <sup>a</sup>	587.50±6.48 <sup>a</sup>	760.08±10.96 <sup>a</sup>	14.60±0.37 <sup>a</sup>	1.12±0.02 <sup>a</sup>
OS	445.42±12.21 <sup>c</sup>	536.00±12.22 <sup>c</sup>	670.16±15.86 <sup>c</sup>	12.22±0.33 <sup>c</sup>	0.93±0.02 <sup>bc</sup>
OB	457.17±10.00 <sup>bc</sup>	548.89±8.89 <sup>bc</sup>	687.56±12.06 <sup>c</sup>	12.54±0.23 <sup>c</sup>	0.94±0.03 <sup>bc</sup>
OF	483.77±12.56 <sup>abc</sup>	535.56±4.44 <sup>c</sup>	686.97±10.11 <sup>c</sup>	12.93±0.29 <sup>bc</sup>	0.92±0.01 <sup>c</sup>

1) Mean±S.E.

2) Values with different superscript are significantly different at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's multiple range test (NS : not significant)

**Table 6.** Calcium contents of femur

Group	Calcium			Ca/Ash (%)	Ca/Length (mg/mm)	Ca/Volume (mg/mm <sup>3</sup> )
	(total mg)	(mg/g wet wt)	(mg/g dry wt)			
SS	132.88 ± 4.47 <sup>1)ab2)</sup>	155.32 ± 7.03 <sup>ab</sup>	197.36 ± 8.98 <sup>ab</sup>	26.58 ± 1.51 <sup>bc</sup>	3.67 ± 0.11 <sup>ab</sup>	0.28 ± 0.01 <sup>ab</sup>
SB	153.04 ± 3.28 <sup>a</sup>	177.82 ± 3.67 <sup>a</sup>	223.22 ± 4.48 <sup>a</sup>	32.25 ± 0.93 <sup>a</sup>	4.24 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.33 ± 0.01 <sup>a</sup>
SF	127.70 ± 11.56 <sup>b</sup>	140.25 ± 12.59 <sup>b</sup>	181.43 ± 16.45 <sup>b</sup>	23.89 ± 2.16 <sup>c</sup>	3.47 ± 0.30 <sup>b</sup>	0.27 ± 0.02 <sup>b</sup>
OS	146.95 ± 2.89 <sup>ab</sup>	176.99 ± 3.20 <sup>a</sup>	221.24 ± 3.91 <sup>a</sup>	33.19 ± 1.07 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.08 <sup>ab</sup>	0.31 ± 0.01 <sup>ab</sup>
OB	146.12 ± 3.14 <sup>ab</sup>	176.16 ± 2.54 <sup>a</sup>	220.71 ± 2.97 <sup>a</sup>	32.41 ± 0.57 <sup>a</sup>	4.01 ± 0.08 <sup>ab</sup>	0.30 ± 0.01 <sup>ab</sup>
OF	151.85 ± 4.47 <sup>a</sup>	169.67 ± 3.17 <sup>a</sup>	218.45 ± 5.06 <sup>a</sup>	31.73 ± 0.65 <sup>ab</sup>	4.07 ± 0.11 <sup>ab</sup>	0.29 ± 0.01 <sup>ab</sup>

1) Mean ± S.E.

2) Values with different superscript are significantly different at α=0.05 level by Tukey's multiple range test (NS : not significant)

**Table 7.** Phosphorous contents of femur

Group	Phosphorous			P/Ash (%)	P/Length (mg/mm)	P/Volume (mg/mm <sup>3</sup> )
	(total mg)	(mg/g wet wt)	(mg/g dry wt)			
SS	67.71 ± 1.95 <sup>1)ab2)</sup>	78.61 ± 1.21 <sup>a</sup>	99.62 ± 1.71 <sup>a</sup>	13.36 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.87 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.04 <sup>a</sup>
SB	56.75 ± 1.92 <sup>bc</sup>	65.90 ± 2.06 <sup>bc</sup>	82.81 ± 2.90 <sup>bc</sup>	11.93 ± 0.37 <sup>b</sup>	1.57 ± 0.05 <sup>c</sup>	0.12 ± 0.05 <sup>b</sup>
SF	63.13 ± 1.79 <sup>ab</sup>	69.24 ± 0.97 <sup>b</sup>	89.56 ± 1.32 <sup>b</sup>	11.79 ± 0.20 <sup>b</sup>	1.72 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.02 <sup>ab</sup>
OS	44.65 ± 1.50 <sup>d</sup>	53.62 ± 1.05 <sup>d</sup>	67.02 ± 1.27 <sup>c</sup>	10.05 ± 0.29 <sup>d</sup>	1.22 ± 0.04 <sup>d</sup>	0.09 ± 0.02 <sup>c</sup>
OB	50.50 ± 1.30 <sup>cd</sup>	60.82 ± 0.96 <sup>c</sup>	75.90 ± 1.46 <sup>cd</sup>	11.04 ± 0.09 <sup>bc</sup>	1.38 ± 0.03 <sup>d</sup>	0.10 ± 0.03 <sup>c</sup>
OF	48.52 ± 2.08 <sup>d</sup>	54.00 ± 0.93 <sup>d</sup>	69.49 ± 1.27 <sup>de</sup>	10.11 ± 0.23 <sup>cd</sup>	1.30 ± 0.05 <sup>d</sup>	0.09 ± 0.03 <sup>c</sup>

1) Mean ± S.E.

2) Values with different superscript are significantly different at α=0.05 level by Tukey's multiple range test (NS : not significant)

습을 섭취시켰음에도 불구하고 대퇴골의 칼슘함량이 높았는데 이것은 뼈의 turnover 작용으로 설명하고 있다. Arjmandi 등<sup>20)</sup>의 연구에서는 sham군과 비교하여 난소절제군의 대퇴골 Ca함량에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 식이지방의 종류에 따라서는 전체적으로 유의적인 차이를 보여 sham군에서 콩기름군에 비해 쇠기름군에서 높은 경향을 보였고 어유군은 낮은 경향을 보였다. 그러나 난소절제군에서는 각군간에 차이가 없었다.

대퇴골의 인의 함량은 난소절제시 총 P함량, 습중량 건중량당 P함량, P/Ash, P/Length, P/Volume에서 콩기름군, 어유군에 유의적인 차이를 나타내어 sham군에 비해 난소절제군에서 인의 함량이 낮아진 것을 보였다(Table 7). 이는 Kalu 등<sup>29)</sup>이 Wistar rats에게 난소절제 후 정상식을 7달 동안 공급한 결과 대퇴골의 인 함량이 감소되었다는 보고와 비슷한 결과이다. 식이지방의 종류에 따라서는 총인함량, P/Volume에서 SS군에 비해 SB군의 인함량이 유의적으로 낮았고 습중량 건중량당 P함량, P/Ash, P/Length는 sham군에서 콩기름군에 비해 쇠기름군, 어유군에서 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 그리고 난소절제군에서는 습중량당 P함량과 P/Ash에서 OB군이 OS군보다 유의적으로 높았는데 이는 대퇴골의 습중량에서 OB OS군간에는 별 차이가

없었으나 총인함량에서 OB군이 OS군보다 높은 경향을 보였기 때문인 것으로 난소절제시의 체중 증가와 관련될 것으로 사료된다.

### 요약 및 결론

본 연구는 뼈의 골질량과 관련하여 체중과 혈청 estrogen 농도에 영향을 미칠 수 있는 식이인자로서 식이지방의 종류를 달리하였을 때 이들 식이가 난소절제시의 골질량에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 계획되어 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 체중증가량과 식이효율은 sham군에 비해 난소절제군에서 높은 경향을 보였고 식이섭취량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식이지방의 종류에 있어서 체중증가량과 식이섭취량은 콩기름군에 비해 쇠기름군이 높은 경향을 보였고 어유군은 낮은 경향을 보였다.

2) 대퇴골의 중량은 난소절제시 습중량이 sham 군에 비해 낮은 경향을 보였고 부피당 습중량과 건중량에 있어서 쇠기름군과 어유군에서 유의적인 차이를 보여 SB, SF군에 비해 OB, OF군에서 각각 낮은 것으로 나타났다. 식이지방의 종류에서는 체중 100g당 습중량에서 OF군이 OS, OB군

보다 유의적으로 높게 나타났다.

3) 대퇴골의 길이, 파단력, 강도 및 둘레는 난소절제에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으나 부피는 sham군에 비해 난소절제군에서 높아진 경향을 보였다. 식이지방의 종류에서는 전체적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

4) 대퇴골의 회분은 콩기름군이 난소절제시 sham군에 비해 유의적으로 낮았고 습중량과 건중량당 회분, Ash/Length, Ash/Volume은 콩기름군과 어유군에서 유의적인 차이를 보여 sham군에 비해 난소절제군에서 낮은 것으로 나타났다. Sham군간에 식이지방의 종류에 따라서는 대퇴골의 총 회분 함량과 건중량당 회분함량에서 SB군이 SF군 보다 유의적으로 높았다.

5) 대퇴골의 총 Ca, 습중량 및 건중량당 Ca함량은 sham군에 비해 난소절제한 어유군에서 유의적으로 높은 것으로 나타났으나 콩기름군과 쇠기름군에서는 sham군과 난소절제군간에 차이를 보이지 않았다. Ca/Ash는 sham군에 비해 난소절제한 콩기름군, 어유군에서 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 식이지방의 종류에 따라서는 sham군에서 콩기름군에 비해 쇠기름군에서 높은 경향을 보였고 어유군은 낮은 경향을 보였다. 그러나 난소절제군에서는 각군간에 차이가 없었다.

6) 대퇴골의 인의 함량은 난소절제시 총 P함량, 습중량 건중량당 P함량, P/Ash의 SB군을 제외하고는 모두에서 유의적인 차이를 나타내어 sham군에 비해 난소절제군에서 인의 함량이 낮아진 것을 보였다. 식이지방의 종류에 따라서는 차이를 보여 총인함량, P/Volume에서는 콩기름군에 비해 쇠기름군의 인함량이 낮았고 습중량 건중량당 P함량, P/Ash, P/Length는 sham군에서 콩기름군에 비해 쇠기름군, 어유군에서 유의적으로 낮은 것으로 나타났다.

위의 결과를 종합하여 볼 때 체중이 가장 높았던 쇠기름군은 난소절제시 골질량의 차이를 보이지 않았는데 이는 체중과 estrogen 수준에 긍정적인 영향을 미쳐 난소절제시 골질량의 감소를 가져오지 않은 것으로 보인다. 그러나 콩기름군과 어유군에서는 난소절제시 회분과 인의 함량이 낮아졌음에도 불구하고 콩기름군에서는 Ca함량이 낮아지지 않았고 어유군에서는 오히려 Ca 함량이 높아지는 것을 보였다. 이는 난소절제로 인한 골감소증의 부분적인 보호작용으로 보인다.

최근 현대병, 특히 갱년기의 심혈관계질환의 빈번한 발병 빈도와 관련하여 식이지방의 섭취에 있어서 불포화도가 높은 콩기름 또는 어유의 섭취가 권장되고 있다. 그러나 노인에서 과체중과 비만은 청장년기보다 고혈압과 당뇨병과의

관련이 덜하고 심혈관계질환의 위험인자로서의 의의가 약하다고 보고된 바 폐경기의 골다공증과 관련해서는 체중, estrogen 수준에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 포화지방인 쇠기름의 섭취에 대해서도 인식을 새롭게 하여 편중되지 않은 식이지방의 섭취가 이루어지도록 해야 한다고 본다.

#### Literature cited

- 1) Yoo HJ. Nutritional problems in the elderly patients. *The Korean Journal of Nutrition* 27(6) : 666-674, 1994
- 2) Wronski TJ, Schenck PA, Cintron, Walsh CC. Effect of body weight on osteopenia in ovariectomized rats. *Calcif tissue Int* 40 : 155-159, 1987
- 3) Kim WY. Osteoporosis and dietary factors. *The Korean Journal of Nutrition* 27(6) : 636-645, 1994
- 4) Woods MN, Gorbach SL, Longcope C, Rose DP, Boyer AP, Cohen C, Strong LE. Effect of a low-fat diet on hormone levels in women with cystic breast disease. Serum steroids and gonadotropins. *JNCI* 78 : 623-626, 1987
- 5) Rose DP, Boyer AP, Cohen C, Strong LE. Effect of a low-fat diet on hormone levels in women with cystic breast disease. Serum steroids and gonadotropins. *JNCI* 78 : 623-626, 1987
- 6) Goldin BR, Adlercreutz H, Gorbach SL. Estrogen excretion patterns and plasma levels in vegetarian and omnivorous women. *N Engl J Med* 307 : 1542-1547, 1982
- 7) Bennett FC, Ingram DM. Diet and female sex hormone concentrations : an intervention study for the type of fat consumed. *Am J Clin Nutr* 52 : 808-812, 1990
- 8) Barbosa JC, Shultz T, Filley SJ, Nieman DC. The relationship among adiposity, diet, and hormone concentrations in vegetarian and non-vegetarian postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 51 : 798-803, 1990
- 9) Rose DP, Goldman M, Connolly JM, Strong LE. High-fiber diet reduces serum estrogen concentrations in premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 54 : 520-525, 1991
- 10) Pruit LA, Jackson RD, Bartels RL, Lehnhard HJ. Weight-training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *Bone Mineral* 7(2) : 179-185, 1992
- 11) Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women : The Framingham study. *Bone Mineral* 8(5) : 567-573, 1993
- 12) Arnaud CD, Sanchez SD. The role of calcium in osteoporosis. *Annu Rev Nutr* 10 : 397-401, 1990
- 13) Cho SY, Jang YA, Lee HS, Kim WY. The effect of dietary protein level on the Ca and bone metabolism in ovariectomized rat. *The Korean Journal of Nutrition* 26 : 915-924, 1993
- 14) Kim EM. Effect of calcium levels on peak bone mass formation in growing rats and on bone metabolism in ovariectomized rats with different bone mass. pp.24-28, 1996
- 15) Fisk CH, Y Subbarow. The colorimetric determination of phosphorous. *J Biol Chem* 66 : 373, 1925
- 16) Shimizu H, Bray GA. Effects of castration, estrogen replacement and estrus cycle on monoamine metabolism in the nucleus accumbens, measured by microdialysis. *Brain Research* 621 : 200-6, 1993
- 17) Kalu DN, Liu CC, Salerno E, Hollis BW, Echon R, Ray M. Skeletal response of ovariectomized rats to low and high doses of 17 estradiol. *Bone Miner* 14 : 175-187, 1991
- 18) Morris HA, Porter SJ, Durbridge TC, Moore RJ, Need AG, Nordin BEC. Effects of oophorectomy on biochemical and bone variables in

- the rat. *Bone Mineral* 18 : 133-42, 1992
- 19) Blanusa M, Matkovic V, Kostial K. Kinetic parameters of calcium metabolism and femur morphometry in rats. *Pflügers Arch* 375 : 239-44, 1978
- 20) Thomas ML, Simmons DJ, Kidder L, Ibarra MJ. Calcium metabolism and bone mineralization in female rats fed diets marginally sufficient in calcium : effect of increased dietary calcium intake. *Bone Miner* 12 : 1-14, 1991
- 21) Anderson JJB, Garner SC, Mar MH, Boass A, Toverud SU, Parikh I. The ovariectomized, lactating rat as an experimental model for osteopenia : calcium metabolism and bone changes. *Bone Miner* 11 : 43-53, 1990
- 22) Arjmandi BH, Alekel L, Hollis BW, Amin D, Sapuntzakis MS, Guo P, Kukreja SC. Dietary soybean protein prevents bone loss in an ovariectomized rat model of osteoporosis. *J Nutr* 126 : 161-7, 1996
- 23) Kalu DN, Hardin RR, Cockerhan R. Evaluation of the pathogenesis of skeletal changes in ovariectomized rats. *Endocrinology* 115 : 507-12, 1984