

칼슘급원과 섭취수준이 노령 암컷흰쥐의 혈청 및 대퇴골에 미치는 영향

유영상 · 김희정 · 구재옥*

동국대학교 가정교육과

*한국방송통신대학교 가정학과

Effect of Source and Intake Level of Calcium on Serum and Femur in Aged Female Rats

Young-Sang Yoo, Hui-Jung Kim and Jae-Ok Koo*

Dept. of Home Economics, Dongguk University

**Dept of Home Economics, Korea National Open University*

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effect of dietary dried anchovy and non-fat dried milk on serum and femur. Ten months old female rats were divided into 6 groups(ST, A-middle, A-high, M-middle, M-high, A+M), and fed the diet containing different level of food calcium for 8 weeks.

The results obtained were summarized as follow :

1. The rats' weight gain were not significantly different from the fed groups, but food intake were significantly higher or lower level in the group of A-high than the other groups.
2. Serum calcium concentration was significantly increased in the A-middle group, the M-high group were significantly decreased. Serum phosphorous contents of M-high group were increased significantly higher than ST group. The serum magnesium contents were increased significantly higher than in the A-middle group. Serum iron contents of other experimental groups were significantly higher than ST group. All experimental groups were significantly lower copper contents in serum than ST group.
3. The more rats took dried anchovy and non-fat dried milk, the longer the length of femur. But this trend is not statistically difference. In the breaking force of left femur, most of all experimental group were stronger than ST group.
4. The calcium, phosphorous contents of ash, dry, wet weight of right femur in A+M group were higher than any other groups.

Key words: Dried anchovy, Non-fat dried milk, Serum, Femur.

I. 서 론

인체의 골격은 일생을 통해 계속적으로 형성되며 활발한 대사가 일어나는 조직이다¹⁾. 골격대사는 골용해와 골재생의 두가지 과정으로 이루어지며, 먼저, 파골세포에 의해 골격에 용해된 공간이 만들어진다음, 조골세포가 작용하여 골격의 용해된 공간을 메꾸는 골재생 과정이 따른다. 초년기부터 25~35세 까지는 조골세포의 역할이 왕성하여 골질량이 10~15% 증가되지만 35세 이후부터는 파골세포의 활성이 커져서 골성숙은 그치고 골손실이 시작된다²⁾. 중년기 이후부터 체내의 골피 손실량의 증가 및 칼슘의 장내 흡수율이 떨어지게 됨으로써 골손실이 조장되는 결과를 초래하게 된다. 이 시기에는 대퇴골 하부나 척추골의 골밀도가 정상범위의 하위정도이며, 골피부위와 골주부위의 골 손실이 균등하게 이루어지고, 또한 골 손실률도 높은 편이어서 골질량(bone mass) 또는 골밀도(bone density)가 감소된다³⁾.

골 손실률은 어떤 연령층에서도 발생될 수 있으나 노년기 특히 폐경기 여성에서 그 발생빈도가 높아 골다공증이라는 쉽게 골절을 초래하는 질병의 일종에 이르게 된다. 골다공증의 유발요인은 복합적인 것으로 인종, 연령, 성별, 내분비 호르몬, 신체활동 등 유전적, 생리적, 환경적요인 뿐 아니라 단백질, 무기질, 비타민, 섬유소 등의 영양적 요인들이 직·간접적으로 또는 상호 복합적으로 관여된다고 보고되어 왔으며⁴⁻⁷⁾, 일반적으로 골다공증의 예방과 치료에 있어서 칼슘섭취의 중요함이 보고되어 왔다⁷⁻⁹⁾. 즉 성인기에 도달하는 최대 골질량(peak bone mass)을 높게 유지하고, 노화에 따른 뼈 손실속도를 억제함으로써 골다공증을 예방하며 그 진행을 막을 수 있는 가장 중요한 인자로서 지속적인고도 충분한 양의 칼슘섭취를 들고 있다.

칼슘의 수준을 요구량의 50, 100, 200%로 조절한 승¹⁰⁾의 연구에서는 성숙쥐에 비해 어린쥐의 혈중 칼슘농도가 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 식이 단백질과 칼슘 수준을 달리하여 성장기 흰쥐에게 급여한 왕¹¹⁾의 연구에서는 고단백식이 뼈의 칼슘축

적을 촉진시켜 골격형성에 영향을 미친 것으로 나타나는 등의 칼슘에 대한 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 최근 스스로의 처방에 의한 비타민·무기질 보충제의 복용을 통해 건강을 추구하고자 하는 행위가 만연됨에 따라 중요한 영양문제로 제기되고 있다¹²⁻¹⁴⁾. 현재 비타민·무기질 보충제의 종류에는, 단일 영양소를 제공하는 것으로 비타민제, 칼슘제, 철분제 등이 있으며, 이들 대부분이 조제품 또는 농축 추출물로 되어져 있다^{15,16)} 특히, 칼슘제는 노화에 따른 골 밀도가 감소하는 것을 예방하기 위해 이용 섭취되고 있는 실정이지만, 고단위의 영양 보충제를 무분별하게 복용하는 것은 중독증의 유발, 특정 영양소들간의 체내 이용률 저하, 질병치료시의 지연 및 그릇된 건강관리 습관을 형성시키는 등의 여러 가지 문제가 있는 것으로 지적되고 있다^{14,17,18)}.

영양보충제를 복용할 때의 그 효과에 대해서는 아직 논란이 계속되고 있는 실정이지만, 칼슘을 보충제로 섭취하기보다는 식품으로 섭취하게 될 때, 영양적으로 균형을 이룰 수 있을 뿐만 아니라 칼슘과 함께 다른 영양소도 함께 섭취할 수 있어, 바람직한 건강관리습관을 형성하는데 보다 능률적이라고 할 수 있겠다. 여러가지 고칼슘 함유식품들 중 말린멸치와 탈지분유가 가장 대표적인 식품이라고 생각되었으며, 이 두가지 식품의 칼슘이 체내혈청 및 대퇴골에 미치는 효과를 비교·검증함으로써 보충제가 아닌 식품이 주는 효과를 연구하고자 하였다.

그러므로, 본 연구에서는 임신경험이 있고, 노화에 들어선 10개월령된 흰쥐암컷이 골다공증 발생가능한 모델로 선정하여, 8주동안 대표적인 칼슘식품인 말린 멸치와 탈지분유를 수준을 달리하여 식이에 첨가했을 경우 혈청 및 대퇴골에 미치는 영향을 알아보았다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물 및 식이

인간에게 있어서 50대의 나이는 흰쥐에게 있어서 10개월령 정도일 것으로 추정하여, 본 연구에서는 임신경험이 있는 10개월령의 Sprague-Dawley

중 54마리를 대한동물실험센터에서 구입하여 실험하였다. 처음 일주일간 일반 고형사료에 적응시킨 후 평균체중이 $334.31 \pm 1.25\text{g}$ 인 흰쥐를 체중에 따라 난괴법에 의해 9마리씩 6군으로 나누어 8주간 Stainless steel cage에 한 마리씩 넣어 사육하였다. 흰쥐 한 마리당 쥐장, 식이그릇, 식수병 등을 각각 1개씩 준비하였고, 탈무기수(demineralized water)와 식이는 전 실험기간 제한 없이 먹도록 하였다. 실험 및 분석에 사용된 모든 기기 들은 0.5%의 질산용액에 24시간 담갔다 증류수로 3번 정도 행구어 사용하였다. 사육실 온도는 $20 \pm 3^\circ\text{C}$, 습도는 $50 \pm 5\%$ 를 유지하였다.

말린 멸치와 탈지분유를 칼슘급원으로 택한 이유는, 첫째 그 함량이 높고¹⁹⁾ 둘째 한국인의 1일 소비

량이 많기 때문이며²⁰⁾. 실험식이에서 사용된 말린멸치와 탈지분유의 성분은 Table 1에 제시한 바와 같다. 첨가시료는 가락동 시장에서 구입하여, 멸치는 하루 정도 햇빛에 말린 후 분쇄기로 갈아 탈지분유와 함께 실험기간 동안 냉동실(-20°C)에 보관하여 사용하였다. 칼슘의 middle 수준은 실험 당시의 1988년도 5차개정 한국인 1일 영양권장량인 600mg으로 정하였으며, 사람에게서의 600mg의 수준이 흰쥐에게는 3.8mg인 것으로 환산하여 대조군, A-middle, M-middle의 수준으로 정하였다. 여러 연구자료로 보아 폐경 후 여성의 칼슘 권장량은 1,000~1,200mg 수준으로 올리는 것이 바람직하다는 연구보고서 등에 의해²¹⁻²³⁾ 칼슘의 high수준은 사람에게 있어서 1일 1,200mg이 섭취되도록 흰쥐에게는

Table 1. Mineral composition of dried anchovy and nonfat milk (mg/100g)

	Calcium	Phosphorus	Iron	Copper	Magnesium
dried anchovy	1905	1429	16.2	-	-
nonfat milk	1300	-	10.2	530	470

Table 2. Composition of experimental diet (g/kg diet)

	ST ¹⁾	A ²⁾ -middle	A-high	M ³⁾ -middle	M-high	A+M ⁴⁾
Sample diet	-	6.8	13.6	9.7	19.7	6.8+9.7
CaCO ₃	0.13	-	-	-	-	-
Corn starch	597.4	597.4	597.4	592.2	587.0	592.2
Casein	218.4	213.7	209.3	214.7	211.3	210.3
Corn oil	49.0	48.1	47.2	48.9	48.8	48.0
α -Cellulose	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Choline chloride	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
DL-Methionine	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
KH ₂ PO ₄	18.0	17.9	17.8	18.0	18.0	17.9
Vit mix ⁵⁾	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Ca & P free ⁶⁾						
Min mix	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0

1) ST : standard group

2) A : dried anchovy

3) M : non-fat dried milk

4) A+M : dried anchovy + non fat dried milk

5) Vitamin Mixture(mg/kg diet) : Thiamin-HCl 600, Riboflavin 600, Pyridoxine-HCl 700, Nicotinic acid 3000, D-calcium pantothenate 1600, Folic acid 200, Vitamin B₁₂ 1, Retinyl palmitate(Vit. A) 120, DL- α -tocopherol acetate(Vit. E) 5.0, D-Biotin 20, Sucrose finely powered to make 1000g

6) Ca & P free mineral mixture(mg/kg diet) : NaCl 250.6, MgSO₄ · 7H₂O 99.8, Ferric citrate 6.23, CuSO₄ · 5H₂O 1.56, MnSO₄ · 7H₂O 1.21, ZnCl₂ 0.2, KI 0.005, (NH₄)₆Mo · 4H₂O 0.025, and sucrose 640.37

7.6mg 으로 환산하여 적용하였다. A+M group은 동일량의 밀치와 탈지분유를 혼합하여 갈습의 섭취 수준이 high가 되도록 조절하였다²¹⁾.

2. 시료수집 및 분석방법

1) 혈액

실험동물들은 시료채취전 24시간 절식시킨 후, 몸무게를 재고 밀폐된 드라이 아이스 용기 안에 한 마리씩 넣은 다음, 3분 정도 경과시켜 마비를 유발시켰다. 마비가 일어난 동물은 즉시 회복하여 심장으로부터 혈액을 채취한 후 주사기의 바늘을 제거하고 캡을 씌운 채 그대로 1시간 정도 실온에 방치시켜 육안으로 혈청이 보이기 시작하면, 3,000rpm에서 20분간 원심 분리시켜 혈청을 얻었다. 혈청들은 즉시 드라이아이스로 냉동시킨 후 분석 시에 해동시켜 5배 희석하여 냉장실에서 보관하면서 ICP (Inductively Coupled Plasma Quantorecoder, JY24, France)로 Ca, P, Mg, Fe, Cu의 함량을 측정 후 희석배수를 곱하여 계산하였다.

2) 장기 및 대퇴골

채혈후 즉시 부검하여, 장기들을 분리해 내고 조직에 부착되어 있는 지방이나 근육을 깨끗이 제거한 후 생리식염수(0.9% NaCl용액)로 세척하여 혈액을 제거한 다음 여과지로 물기를 닦고 무게를 측정하였다. 양쪽의 대퇴골에 부착되어 있는 근육, 지방, 인대 등을 전부 제거한 후 wet weight를 측정하였다.

오른쪽 대퇴골들은 일정한 무게가 될 때까지 80℃

drying oven에서 하루정도 건조시켜 더 이상의 무게변화가 없을 때, 대퇴골의 drying weight를 측정 한 후 건식회화법^{25,26)}을 이용하여 550~600℃에서 8~10시간 전기로에서 회화시켰다. 상온상태의 도가니로 ash weight를 측정 한 다음 ICP(Inductively Coupled Plasma Quantorecoder, JY24, France)로 Ca, P, Mg, Fe, Cu의 함량을 측정하였다.

왼쪽 대퇴골은 wet weight를 측정한 후 Rheometer(NRM2010 J-CW, FODOH, KOGYO Co, Ltd, Japan)의 10kg 추를 사용하여 대퇴골의 일정 부위 위에서 파단력(breaking force)을 측정하였다.

3. 통계처리

모든 실험결과들은 SAS program을 이용하여 각 실험 군마다 평균과 표준편차를 계산하였으며, 단일변량분석(univariate)을 통해 각각의 모든 group의 표준분포를 확인한 후 group간의 차이는 p<0.05 수준에서 ANOVA Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 성장과 식이섭취량

실험기간동안 종류와 수준을 달리한 갈습식품에 따른 체중변화와 식이섭취량은 Table 3에 나타나 바와 같다.

실험동물의 체중 증가량에서는 군간에 유의적인 차이는 나타나지 않았는데, 이것은 실험에 사용된

Table 3. Body weight, food intake and weight gain of the rats

	Initial body weight	Final body weight	Daily food intake	Total weight gain
ST	335.4 ± 23.6 ^{NS1)2)}	348.9 ± 32.3 ^{NS}	20.0 ± 1.2 ^{ab3)}	13.6 ± 23.1 ^{NS}
A-middle	334.3 ± 20.5	363.1 ± 29.7	19.6 ± 1.0 ^b	28.8 ± 22.3
A-high	334.7 ± 20.4	355.3 ± 43.7	21.4 ± 2.4 ^a	20.7 ± 29.9
M-middle	333.8 ± 20.5	369.1 ± 35.5	20.1 ± 1.7 ^{ab}	35.3 ± 26.1
M-high	332.6 ± 18.9	346.4 ± 29.3	19.2 ± 0.6 ^b	13.8 ± 17.5
A+M	331.0 ± 22.5	369.5 ± 29.2	19.9 ± 1.4 ^{ab}	38.5 ± 19.4

1) Means ± SD

2) N.S : not significant

3) Means with different superscripts within the column are significantly different at P<0.05 by Dunca's test.

Table 4. Level of Ca, P, Mg, Fe, Cu contents in serum($\mu\text{g}/100\text{ml}$)

	Ca	P	Mg	Fe	Cu
ST	102.4 \pm 8.6 ^{bl.2)}	198.3 \pm 4.9 ^{bc}	32.8 \pm 4.4 ^{ab}	3.0 \pm 0.4 ^c	2.5 \pm 0.3 ^a
A-middle	111.9 \pm 8.8 ^a	211.1 \pm 26.8 ^b	34.0 \pm 1.6 ^a	4.0 \pm 0.6 ^b	1.9 \pm 0.3 ^b
A-high	103.2 \pm 6.7 ^b	207.8 \pm 16.0 ^b	31.8 \pm 3.2 ^{abc}	4.2 \pm 0.9 ^{ab}	1.6 \pm 0.3 ^c
M-middle	94.6 \pm 3.1 ^c	184.2 \pm 12.6 ^c	31.8 \pm 3.5 ^{abc}	3.8 \pm 0.5 ^b	1.6 \pm 0.2 ^c
M-high	100.7 \pm 3.4 ^b	235.2 \pm 24.5 ^a	28.7 \pm 2.8 ^c	4.0 \pm 0.5 ^b	0.6 \pm 0.0 ^d
A+M	101.3 \pm 3.3 ^b	202.4 \pm 14.9 ^{bc}	29.8 \pm 1.2 ^{bc}	4.7 \pm 0.7 ^a	1.5 \pm 0.2 ^c

흰쥐가 10개월령으로, 이미 체중의 증가가 완만하게 이루어진 시기이기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 실험기간에 체중증가량을 살펴보면, 멸치와 탈지분유의 혼합식이군이 38.5 \pm 19.4g 으로 가장 높았지만 군간의 유의적인 차이는 없었다.

식이섭취량에서는 A-high군이 A-middle군, M-high군에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였다. ($p < 0.05$)

2. 혈청 중의 무기질 함량

실험기간동안 종류와 수준을 달리한 칼슘식품에 따른 혈청의 무기질 함량은 Table 4에 제시하였다.

1) 칼슘

대조군에 비해 A-middle군의 혈청칼슘이 유의적으로 높았으며($p < 0.05$), M-middle군은 유의적으로 낮게 나타났다($P < 0.05$). M-middle군에 비해 A-middle군의 칼슘함량이 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 동일한 middle 수준으로 칼슘급원을 했을 경우 멸치에서의 칼슘이 혈청중의 칼슘함량을 높이는데 효과적임을 보여주었다. 멸치를 급여하여 칼슘의 수준을 달리했을 경우, 멸치군에서는 A-middle군이 A-high군에 비해 유의적으로 높았지만($p < 0.05$), 탈지분유군에서는 M-high군이 M-middle군에 비해 유의적으로 낮음($p < 0.05$) 반대현상을 보였다. 고칼슘 섭취군들(A-high, M-high, A+M)에서의 혈청칼슘 수준은 각각 103.2 \pm 6.7, 100.7 \pm 3.4, 101.3 \pm 3.3 g/100ml로 상호간의 유의적인 차이는 없었다.

2) 인

혈청 중의 인의 함량은 M-middle군을 제외한 모든 실험 군들이 대조군의 함량에 비해 대체적으로 높은 수준을 나타냈는데, 특히 M-high군은 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 동일한 식품에서 칼슘의 수준을 달리했을 경우, 멸치군에서는 유의적인 차이는 없었으나, 탈지분유군에서 M-middle군에 비해 M-high군이 유의적으로 인의 함량이 높았다($p < 0.05$).

3) 마그네슘

혈청 중의 마그네슘 함량은 대조군에 비해서 M-high군만이 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 동일한 식품에서 칼슘의 수준을 달리했을 경우, 마그네슘의 함량은 칼슘의 수준을 높였을 경우 오히려 낮은 수치를 나타내었으나, 유의적인 차이는 없었다. 이와 같은 결과는 칼슘의 함량을 높일수록 혈청 중의 마그네슘 함량은 낮게 작용함을 보여주었다.

4) 철

혈청 중의 철 함량은 모든 실험 군들이 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 이는 혈청 중의 철의 함량을 높이는데 있어서는, 칼슘을 CaCO_3 으로 섭취했을 경우보다 식품으로 섭취했을 경우 더 효과적임을 알 수 있었다. A-middle군과 A-high군, M-middle군과 M-high군의 비교에서는 high군들의 철 함량이 비교적 높게 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다.

5) 구리

혈청 중의 구리는 모든 실험 군들이 대조군에 비

Table 5. Wet weight, length and breaking force of left femur

	Wet wt(g)	Length(cm)	Breaking force(kg / g wet)
ST	0.7±0.1 ^{NS1,2}	3.7±0.1 ^{abc3}	6.8±1.0 ^c
A-middle	0.7±0.1	3.6±0.1 ^d	9.9±0.5 ^{bc}
A-high	0.7±0.1	3.8±0.1 ^a	8.6±0.8 ^c
M-middle	0.7±0.0	3.6±0.1 ^{cd}	16.0±8.6 ^a
M-high	0.7±0.1	3.8±0.2 ^{ab}	12.8±3.2 ^{ab}
A+M	0.7±0.1	3.6±0.1 ^{bcd}	9.7±0.6 ^{bc}

1) Means±SD

2) Not significant

3) Means with different superscripts within the column are significantly different at P<0.05 by Duncan's test.

해 유의적으로 낮은 함량을 나타내었는데(p<0.05), 이는 식품으로부터의 칼슘섭취가 혈청중의 구리 함량을 낮추는 결과를 보여주었다. A-middle군과 A-high군, M-middle군과 M-high군의 비교에서는 high군들의 혈청 중 구리함량이 유의적으로 낮음을 보여주었다(p<0.05).

3. 왼쪽 대퇴골의 무게, 길이 및 파단력(breaking force)

왼쪽 대퇴골의 무게, 길이 및 파단력은 Table 5에 제시한 바와 같다. 왼쪽 대퇴골의 평균무게는 실험군들간에 별다른 차이를 볼 수 없었다.

왼쪽 대퇴골의 길이는 대조군(3.7±0.1cm)에 비해 A-middle군(3.6±0.1cm)이 유의적으로 짧게 나타났다(p<0.05). A-high군과 M-high군의 대퇴골의 길이가 A-middle군과 M-middle군에 비해 유의적으로 길게 나타났지만(p<0.05), 대조군에 비해 유의적인 차이는 아니었다. 이와 같은 결과는 칼슘의 섭취수준을 높이면, 대퇴골의 길이를 길게 할 수 있음을 보여주었다.

파단력은 M-middle군이 가장 강하게 나타났으며, 대조군에 비해 탈지분유 군이 유의적으로 강한 파단력을 보여주었다(p<0.05). A-high군과 M-high군의 뼈의 강도가 A-middle군과 M-middle군에 비해 오히려 약하게 나타났는데, 유의적인 차이는 아니었다. 이러한 결과는 식품내 식이칼슘을 요구량 이상수준으로 급여한 실험식이군 간에는 차이가 없었다는 기존의 연구결과²³⁾와 일치하였다. 수준을 동일하게 하고 급여식품을 달리 했을 경우,

middle 수준에서는 탈지분유 군이 멸치군에 비해 뼈의 강도가 유의적으로 강했음을 보여주었으며(p<0.05), high 수준에서도 탈지분유군의 뼈의 강도가 멸치군에 비해 유의적으로 강했음을 보여주었다(p<0.05). 고칼슘 식이군(A-high, M-high, A+M) 상호간에는 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 뼈의 강도에 있어서는 탈지분유가 보다 효과적으로 작용하는 것으로 알 수 있었다. 이^{23,27)} 등의 연구에서는 대조군의 파단력이 10.1±3.1 kg/g wet 였던 것에 비해 본 실험의 대조군의 파단력은 6.8±1.0 kg/g wet 으로 훨씬 낮은 파단력을 보여주었다.

4. 대퇴골의 무게와 무기질(Ca, P, Mg, Fe, Cu)의 함량

오른쪽 대퇴골의 무게와 다섯 가지 무기질(Ca, P, Mg, Fe, Cu)의 함량은 Table 6과 같다. 대퇴골의 무게는 wet, dry 그리고 ash 형태 모두 실험군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

대퇴골내의 Ca 함량은 M-high 군과 A+M군이 대조군에 비해 유의적으로(p<0.05) 높았는데, 특히 A+M군이 가장 높았다. A-middle 군이 A-high군에 비해 비교적 높은 함량을 나타냈지만, 유의적인 차이는 없었으나, M-high 군은 M-middle군에 비해 유의적으로 높았다(p<0.05).

대퇴골내의 P 함량은 A+M군이 M-middle군과 M-high군에 비해 유의적으로(p<0.05) 낮은 수치를 보였으며, 그 외 다른 실험군들 간에는 유의적인 차이가 없었다.

Table 6. Wet, dry and ash weight and mineral contents of right femur

	Wet weight (g)	Dry weight (g)	Ash weight (g)		
ST	0.7±0.1 ^{NS1,2)}	0.5±0.1 ^{NS}	0.3±0.0 ^{NS}		
A-middle	0.7±0.1	0.6±0.2	0.3±0.0		
A-high	0.7±0.1	0.5±0.1	0.3±0.0		
M-middle	0.8±0.1	0.5±0.1	0.3±0.0		
M-high	0.8±0.1	0.5±0.1	0.3±0.0		
A+M	0.7±0.1	0.5±0.1	0.3±0.0		
	Ca (mg/g)	P (mg/g)	Mg (mg/g)	Fe (μg/g)	Cu (μg/g)
ST	132.3±5.6 ^{b3)}	63.7±4.0 ^{ab}	1.7±0.2 ^{ab}	1685.7±186.9 ^{ab}	2.0±0.4 ^{NS}
A-middle	124.6±9.2 ^{bc}	63.8±8.2 ^{ab}	1.7±0.4 ^{ab}	1656.4±362.2 ^{ab}	2.1±0.8
A-high	116.4±7.5 ^c	62.3±5.6 ^{ab}	1.6±0.2 ^{ab}	1600.2±209.0 ^{ab}	2.1±0.8
M-middle	118.1±9.0 ^b	57.5±9.5 ^b	1.6±0.2 ^{ab}	1633.3±221.5 ^{ab}	1.5±0.3
M-high	128.2±13.1 ^c	59.7±6.5 ^b	1.5±0.2 ^b	1485.6±187.9 ^b	1.9±0.5
A+M	142.0±6.5 ^a	69.0±5.8 ^a	1.8±0.2 ^a	1817.9±93.2 ^a	2.0±0.6

대퇴골내의 Mg 함량은 A+M군이 M-high군에 비해 유의적으로($p<0.05$) 높은 함량을 나타냈으며, 그 외 다른 실험군들 간에는 유의적인 차이가 없었다.

대퇴골내의 Fe 함량은 Mg 함량과 유사한 경향을 보였는데 A+M군이 M-high 군에 비해 유의적으로($p<0.05$) 높은 함량을 나타냈고, 그 외 다른 실험군들 간에는 유의적인 차이가 없었다.

대퇴골내의 Cu 함량은 A-middle군과 A-high군이 높은 수치를 나타냈으나, 실험군들간의 유의적인 차이는 없었다.

IV. 요약 및 결론

임신경험이 있고, 노화에 들어선 10개월령 흰쥐 암컷에게 칼슘급원으로 말린 밀치와 탈지분유를 칼슘수준을 달리하여 8주간 사육하였을때 혈청 및 대퇴골내의 무기질 함량에 미치는 영향에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 체중증가량은 실험 군간의 유의적인 차이가 없었으며, 식이섭취량은 A-high 군이 A-middle 군과 M-high 군에 비해 유의적으로 높았다.
2. 혈청중의 칼슘함량은 대조군에 비해 A-middle 군이 유의적으로 높게 나타났으며, M-middle 군이 유의적으로 낮았다. A-middle 군이 A-hi-

gh 군에 비해 유의적으로 높았다. 혈청중의 인의 함량은 M-middle 군을 제외한 모든 실험군들이 대조군에 비해 높았으며, 특히 M-high군이 유의적으로 높았다. 혈청중의 마그네슘 함량은 M-high군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았고, 혈청중의 철은 모든 실험군들이 대조군에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다. 혈청중의 구리 함량은 철의 경우와는 달리 모든 실험군들이 대조군에 비해 유의적으로 낮은 함량을 나타냈다.

3. 왼쪽 대퇴골의 무게에서는 실험군간의 별다른 차이는 볼 수 없었으나, 왼쪽 대퇴골의 길이에서는 두가지 식품군에서 middle 군들이 high 군들에 비해 유의적으로 짧은 것으로 나타났으나, 대조군과의 유의적인 차이는 없었다. 대퇴골의 파단력은 M-middle 군과 M-high 군이 대조군에 비해 유의적으로 강한 파단력을 나타냈으며, 특히 M-middle군이 가장 강했다.
4. 오른쪽 대퇴골내의 무기질 함량 중 Ca는 A+M 군이 대조군에 비해 유의적으로 높았으며, P는 A+M군이 M-middle군과 M-high군에 비해 유의적으로($p<0.05$) 낮은 수치를 보였다. Fe 과 Mg는 A+M군이 M-high 군에 비해 유의적으로($p<0.05$) 높은 함량을 나타냈고, Cu는 실험군들간의 유의적인 차이는 없었

다.

이상의 실험결과로서, 칼슘급원을 탈지분유로 했을 경우는 혈중 칼슘함량이 식이중 칼슘수준을 high로 했을 경우가 높았던 반면, 멸치식이에서는 middle이 높았고, 혈중 철분은 모든 실험식이군이 대조군보다 그 함량이 높았지만, 혈중 구리함량은 그 반대였다. 좌측 대퇴골 길이에 영향을 준 것은 대조군에서 제일 긴 현상을 보였는데 파단력에서는 탈지분유군이 제일 강했다. 또 우측 대퇴골 중 칼슘함량은 멸치·분유 혼합식 군에서 제일 높았다.

위의 실험결과 본 실험식이의 수준을 더 여러단계로 나누고, 폐경전 성장기부터 노년기까지 실험식이로 사육할 경우 등 후속연구가 필요하다고 사료된다.

V. 참고문헌

1. 민현기 : 골다공증 치료의 기본개념. 대한내분비학회지. 4(1-3), 1989.
2. Gordon Wardlaw. : The effects of diet and life style on bone mass in women. J. ADA 88:17-25, 1988.
3. 이종호, 최미숙, 백인경, 문수재, 임승길, 안광진, 송영득, 이현철, 허갑범 : 폐경전 40대 한국 여성들의 영양 섭취 상태와 골 밀도와와의 관계. 한국영양학회지 25(2):140-149, 1992.
4. Gallagher, J. C. : The pathogenesis of osteoporosis, Bone & Mineral 9:215-227, 1990.
5. Lawrence, G. R. and Smith, Jo-Anne : Pathogenesis, prevention, and treatment of osteoporosis., Ann. Rev. Med. 40:251-267, 1989.
6. Spencer, H. and Kramer, L. : NIH consensus conference. Osteoporosis factors contributing to osteoporosis. J. Nutr. 116: 316-319, 1986.
7. Heaney, R.P. : Nutritional factors in bone health in elderly subjects Methodological and contextual problems. Am. J. Clin. Nutr. 50:1182-1189, 1989.
8. Ezawa, I. : Studies on calcium metabolism. 日本家政學會誌 38:695-703, 1987.
9. Smith, E. L., Gilligna, C., Smith, P. E. and Sempos, C. T. : Calcium supplementation and bone loss in middle aged women. Am. J. Clin. Nutr. 50:833-842, 1989.
10. 승정자 : 칼슘의 섭취수준이 연령이 다른 암컷의 칼슘, 나트륨 및 칼륨대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, 28(4):309-320, 1995.
11. 왕수경, 김지현 : 식이단백질과 칼슘수준이 성장기에 있는 흰쥐의 칼슘대사에 미치는 영향. 생활과학연구학회지, 1(1):60-67, 1995.
12. Dubick, M. A. and Rucker, P. B. : Dietary supplements and health aids: a critical evaluation part 1 vitamins and minerals. J. Nutr. Edu. 15(2):47-53, 1983.
13. Read, M., Schultz, H. G., Bendel, R., Bhalla, B., Harrill, I., Mitchell, M. E., Sheehan, E. T. and Scandal, A. R. : Attitudinal and demographic correlates of food supplementation practices. J. Am. Diet. Assoc. 85(7):855-857, 1985.
14. 이상선, 김미경, 이은경 : 서울지역 성인의 영양 보충제 복용실태. 한국영양학회지, 23(4):287-289, 1990.
15. Schultz, H. G., Read, M., Bendel, R., Bhalla, V. S., Harrill, I., Monagle, J. E., Sheehan, E. T. and Standal, B. R. : Food supplement usage in seven western states. Am. J. Clin. Nutr. 36:897-901, 1982.
16. Roberts, B. W. and Breskin, M. : Supplementation patterns of Washington state dietitians. J. Am. Diet. Assoc. 84(7):795-800, 1984.
17. ADA statement : Commentary recommendations concerning supplement usage. 87(9) :1342-1343, 1987.
18. 이일하 : 비타민과 무기질의 연구경향. 한국영양학회지, 20(3):187-202, 1987.
19. 농촌진흥청 농촌영양개선 연구원 : 식품성분표

- 4차개정. 1991.
20. 한국 농촌경제 연구원 : 식품수급표. 한국 농촌경제 연구원. 1993.
 21. 홍희옥, 유춘희 : Ca과 Vitamin D 보충이 폐경 이후 여성의 뼈대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, 27(10):1025-1036, 1994.
 22. 이보경, 장유경, 최경숙 : 폐경후 여성의 골밀에 대한 영양소 섭취실태의 영향. 한국영양학회지, 25(7):642-655, 1992.
 23. 오주환, 이연숙 : 난소절제 골다공증 모델 흰쥐의 체내칼슘 이용성 저하에 대한 칼슘 섭취수준의 효과. 한국영양학회지. 26(3):277-285, 1993.
 24. 이성현, 장순옥 : 칼슘공급원으로서 건멸치, 두부, 탈지분유의 체내이용성 연구. 한국영양학회지, 27:473-482, 1994.
 25. 유태중, 이동석, 김영주, 권혁인 : 식품학실험, 수학사. 63-65, 1983.
 26. Osborne, D. R. and Voogt, P. : The Analysis of Nutrients in Food. Academic press. 165-171, 1978.
 27. 이연숙, 오주환 : 골다공증 실험모델 흰쥐의 칼슘대사에 대한 소뼈회분과 인산칼슘의 섭취 효과. 한국영양학회지, 28(5):434-441, 1995.