

채식을 하는 폐경 후 여성의 단백질 영양상태와 골대사

김미현[†] · 승정자

숙명여자대학교 식품영양학과

A Study of Protein Nutritional Status and Bone Metabolism of Postmenopausal Vegetarian Women

Mi-Hyun Kim[†] and Chung-Ja Sung

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Abstract

Recently, interests in the influences of vegetarian diet on bone mineral density after menopause have been rapidly increased. The purpose of this study was to compare the protein nutritional status and bone mineral density of postmenopausal vegetarian women with that of the omnivores. Vegetarian (n=38, seven day adventists) were chosen from the subjects in previous study, and the subjects were matched with omnivores counterparts with respect to age and BMI. Anthropometric measurements, dietary intakes, and bone mineral density (BMD) were taken. The bone metabolism related marker including urinary deoxypyridinoline and urinary pH, and serum protein and albumin concentrations were evaluated. The average age of vegetarians and omnivores were 60.7 yrs and 60.5 yrs, respectively and, there was no significant difference. The mean daily energy intake of vegetarians and omnivores were 1518.5 kcal (82.7% of RDA) and 1355.5 kcal (72.6% of RDA), respectively. The mean calcium intake of vegetarians (492.6 mg, 70.3% of RDA) was not significantly different from that of omnivores (436.6 mg, 62.3% of RDA). There was no significant difference in BMDs of spine and femoral neck between vegetarians and omnivores. Urinary deoxypyridinoline (DPD) level was not significantly different. In the vegetarians, the intakes of total protein (p<0.05) and plant protein (p<0.05) had significant negative correlations with urinary DPD. In the omnivores, serum albumin showed significant positive correlations with urinary DPD (p<0.05). In conclusion, we can not find the beneficial roles of vegetarian diet on bone mineral metabolism. For the postmenopausal vegetarian woman, protein intake would be an important factor to promote skeletal health.

Key words: vegetarian diet, protein, bone mineral density, postmenopausal women

서 론

노령인구의 증가로 인한 인구의 고령화는 전 세계적인 현상이며, 우리나라도 65세 이상의 노인인구가 전체인구의 7.1%인 339만명으로 고령화 사회로 진입하였다(1). 현재 보고되고 있는 우리나라 인구의 평균 수명은 남성이 71.7세, 여성이 79.2세로 여성이 약 8세 가량 높고, 폐경 이후 여성의 기대여명치가 30~35년으로 예상됨에 따라(2) 인생의 1/3 이상에 해당되는 폐경 후 삶과 건강에 대한 관심이 고조되고 있다.

건강에 대한 관심은 생활습관이나 식생활에 대한 변화를 추구하려는 경향으로 나타나고 있다. 최근에는 풍족하고 육식중심인 서구식 식생활이 성인병 발생률 증가의 문제점을 초래하고 있는 것으로 지적됨에 따라 일반인들 사이에서 채식에 대한 관심이 높아지고 있으며 채식으로 식생활을 변화시키려는 움직임이 증가하고 있다. 폐경 후 여성에서 건강상의 문제로 대두되고 있는 골다공증의 예방에도 채식이 긍정적인이라는 주장이 제기되기도 하였는데, 특히 단백질의 섭취

와 관련하여 설명하는 연구들이 많이 보고되고 있다. 육식 위주의 식습관을 가지고 있어 동물성 단백질의 섭취가 높은 에스키모인의 골밀도가 미국에 거주하는 백인에 비하여 낮고 골절 사고율도 높은 것으로 나타났으며(3,4), 동물성 단백질의 섭취는 체내에서 산을 생성하여 칼슘의 배설을 증가시킨다고 하였다(5,6). 중년과 노인여성을 대상으로한 중국의 연구에서도 소변중 칼슘과 산의 배설량은 낙농제품을 제외한 동물성 단백질의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 보였고, 식물성 단백질의 섭취량과는 음의 상관관계를 나타내었다(5). 12년 동안 85,900명의 여성(35~59세)을 대상으로 실시한 전향적 연구에서도 총 단백질의 섭취량과 동물성 단백질의 섭취량이 많을수록 상완(forearm)의 골절 위험도가 높았다고 하였다(7).

Messina 등(8)은 식물성 단백질은 대부분이 베키오닌이 제한되어 있기 때문에 체내에서 산을 형성하지 않아 골소실을 유발하지 않으며, 특히 대두 단백질은 완전단백질로도 손색이 없다고 하였다. Pi와 Haek(9)의 연구에서도 소변 중의

[†]Corresponding author. E-mail: kjen2000@hanmail.net
Phone: 82-2-710-9465. Fax: 82-2-701-2926

칼슘 배설량은 육류 단백질에 비하여 대두 단백질일 때 유의적으로 감소하였고 대변의 칼슘 배설량도 육류 단백질이 높게 나타남에 따라 칼슘의 평형은 식이 단백질의 급원에 따라 영향을 받는다고 하였다.

한편, 동물성 단백질의 섭취가 낮은 채식주의의 골밀도에 대한 연구 보고는 일반인에 비하여 높았다는 연구보고가 있는 반면, 오히려 좋지 않았다는 상반된 결과도 있다. 영국의 연구에서 lacto-ovo vegetarian의 와드 삼각부(wards triangle) 골밀도가 비채식군에 비하여 높았으며, 연령의 증가에 따른 골밀도의 감소도 lacto-ovo vegetarian군이 적은 것으로 나타났다(10). 폐경전 여성(11-13)과 노인(14)을 대상으로 한 연구에서도 두 군의 연령과 신장 체중의 차이를 보정하였을 때 채식주의의 골밀도가 높은 것으로 나타났다. 폐경 후 백인여성(15)과 성인 남성(12)을 대상으로 한 연구에서는 채식주의와 일반인의 골밀도가 유의적인 차이를 보이지 않았다. 중국의 채식주의 하는 여자 노인의 요추골밀도는 일반노인과 유사한 수준을 보였으나, 둔부의 골밀도는 채식주의가 유의적으로 낮았다고 보고되었다(16).

이상과 같이 채식주의의 골밀도에 관한 연구는 인종이나 지역, 채식주의의 구분, 통계적 방법 등에 따라 각기 다른 결과를 보여주고 있어 일관된 결론을 내리기 어려운 실정이며, 특히 우리나라에서는 채식주의의 골밀도에 대한 연구보고가 극히 미비한 상태이다. 우리나라의 전통적인 식생활은 곡류와 채식을 위주로 하고 있어 서양인에 비하여 동물성 단백질의 섭취가 낮았으나 점차 서구화되어 가고 있는 우리의 식생활에서 채식이 골다공증의 위험률이 높은 폐경 후 여성의 골밀도 및 골대사에 미치는 영향에 대한 체계적인 연구가 필요시되는 상황이다.

이에 본 연구에서는 우리나라 폐경 후 여성에서 채식과 골밀도 및 골대사의 관련성을 단백질 영양상태를 중심으로 알아보고자 하였다. 골다공증에는 식이 단백질뿐만 아니라 연령, 체중, 칼슘, 알코올, 흡연, 카페인 등의 다양한 요인들이 관여하므로(5,7) 본 연구에서는 식이 단백질급원의 섭취에 차이를 보이는 채식주의와 일반식인을 예비조사를 통하여 알코올이나 흡연을 하는 대상자를 제외하고 체질량지수와 연령 등의 골대사와 관련된 주요 요인이 차이가 나지 않도록 채식주의(38명)와 일반식군(38명)으로 선정하여, 이들의 단백질 섭취량과 혈청 단백질 및 알부민 함량, 골밀도와 골대사지표를 측정하였다. 이를 통하여 우리나라 채식주의 하는 폐경 후 여성의 단백질 영양상태를 파악하고, 채식주의의 단백질 영양상태와 골대사와의 관련성을 알아봄으로써 폐경 후 여성의 골격 건강을 위한 식사지침마련의 기초자료로 활용하고자 한다.

연구 방법 및 내용

연구대상자

본 연구는 서울과 경기도 일부지역에 거주하는 50세 이상

의 폐경 후 여성을 대상으로 종교적인 이유(제7일 안식일 예수 재림교)로 최소 20년 이상 채식주의 해온 여성 77명과 일반식여성 122명을 예비조사하여 이중 갑상선질환이나 골대사에 영향을 줄 수 있는 만성질환자, 난소 또는 자궁적출, 칼슘 보충이나 여성호르몬 치료를 받고 있거나 경험이 있는 여성과 음주 흡연에 해당하는 대상자를 제외하고 채식주의와 일반식군의 연령 및 체질량지수가 차이가 없도록 대비시켜 각각 38명씩 총 76명 대상자를 선정하였다.

연구내용 및 방법

신체계측: 신장과 체중은 신체 자동계측기(DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(BMI, body mass index = 체중(kg)/[신장(m)]²)를 산출하였다.

식이 섭취조사: 식이 섭취조사는 조사원이 직접 인터뷰를 통하여 식기와 음식모형을 제시하면서 주중 2일과 주말 1일을 포함한 3일간의 식이섭취를 회상법에 의해 조사하였다. 식이섭취조사 후 영양분석 프로그램 Can-pro(한국영양학회)를 이용하여 영양소 섭취량을 분석하였다.

골밀도: 조사대상자들의 연령 및 신장, 체중을 측정 후, 이중 에너지 방사선 골밀도 측정기(Dual energy X-ray absorptiometry; DEXA, Hologic, USA)를 이용하여 요추(lumbar spine, L1-L4)와 대퇴경부(femoral neck)의 골밀도를 측정하였다. 요추의 골밀도로 표현되는 수치는 제 2요추에서 제 4요추까지의 골밀도의 평균을 사용하였다. 요추와 대퇴경부 골밀도 값은 이용하여 최대 골밀도를 나타내는 젊은 성인의 정상 최대 골밀도치와의 차이를 정상 골밀도치의 표준편차로 나누어서 얻은 값인 T-score를 제시하였다.

혈액 분석: 12시간 공복 상태에서 해당일 아침에 정맥혈 20 mL를 채취하고 상온에서 30분간 방치 후 2500 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 -70°C에서 냉동 보관하여 분석에 사용하였다. 혈청 총 단백질과 알부민 함량은 kit(Boehringer mannheim, Germany)를 이용하여 자동생화학분석기(HITACHI 747, Japan)로 630 nm에서 흡광도를 측정하였다.

소변 분석: 소변은 채혈 당일 아침 첫뇨를 250 cc의 플라스틱 채뇨 용기에 수집하였고 -20°C에 냉동 보관하여 분석에 사용하였다. 디옥시피리디놀린은 competitive enzyme immunoassay방법으로 Pylinks-D kit(Metra Biosystems, USA)를 사용하여 분석한 후 소변 중 크레아티닌 수치로 보정하였다(nmol/mmol Cr). 소변의 pH는 Boehringer Mannheim (Germany)에서 생산한 Ten-patch test strip(BMLine10)을 사용하여 측정하였다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 결과는 SAS 프로그램(Version 8.1)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, 채식과 일반식

군간의 비교는 student t-test로 유의성을 검정하였다. 변수들 사이의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient(r)와 partial correlation coefficient(r)로 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

신체계측사항

연구대상자의 연령 및 신체계측사항에 대한 결과는 Table 1과 같다. 채식군과 일반식군의 평균 연령은 각각 60.7세와 60.5세로 유의적인 차이가 없었다. 폐경 연령과 폐경 후 경과 기간 역시 두군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 연령이 증가함에 따라 일어나는 생체기능의 불가역적인 저하현상인 노화는 건강 및 질병과 밀접한 관계가 있으며, 연령이 증가함에 따라 골밀도 또한 유의적으로 감소한다(17-19). 또한 폐경 후 여성호르몬의 급격한 감소는 골밀도의 감소를 초래한다. 따라서 본 연구에서는 연령, 폐경 연령, 폐경 후 경과기간 등을 고려하여 대상자를 선별함으로써 두군의 골밀도 비교시 이러한 요인의 영향을 배제 하였다.

두군의 체중과 체질량지수는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 신장의 경우 채식군이 일반식군에 비하여 유의적으로 크게 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과 또한 골밀도에 대한 체중이나 체질량지수의 영향력을 배제하기 위하여 두군의 대상자 선정시 고려하였기 때문이다.

영양소 섭취상태

연구대상자의 1일 평균 영양소 섭취량에 대한 결과는 Table 2와 같다. 1일 평균 열량 섭취량은 채식군이 1518.4 kcal(권장량의 82.7%), 일반식군이 1355.4 kcal(권장량의 72.6%)로 유의적인 차이는 아니었으나 채식군의 열량 섭취가 높은 경향을 보였고, 두군 모두 한국인 영양권장량에는 미달되는 섭취수준을 보였다. 1일 평균 단백질의 섭취량은 채식군 52.6 g(권장량의 95.6%)과 일반식군 51.8 g(권장량의 94.2%)으로 유사한 수준이었으나, 이중 동물성 단백질의 섭취비율은 채식군이 15.3%, 일반식군이 34.9%로 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$).

Table 1. Anthropometric measurements of subjects

	Vegetarians (N=38)	Omnivores (N=38)	Significance ²⁾
Age (yr)	60.71 ± 6.96 ¹⁾	60.53 ± 5.44	NS ⁴⁾
Age at menopause (yr)	48.23 ± 3.39	47.61 ± 5.16	NS
Period of menopause (yr)	25.60 ± 8.88	26.38 ± 9.35	NS
Height (cm)	155.02 ± 4.94	152.45 ± 4.84	$p < 0.05$
Weight (kg)	57.73 ± 8.02	57.78 ± 6.80	NS
BMI ³⁾ (kg/m ²)	24.02 ± 3.09	24.87 ± 2.83	NS

¹⁾Mean ± standard deviation.

²⁾Significance as determined by Student's t-test.

³⁾Body Mass Index.

⁴⁾Not significant.

Table 2. Mean daily energy and nutrient intakes of subjects

	Vegetarians (N=38)	Omnivores (N=38)	Significance ²⁾
Energy (kcal)	1518.5 ± 298.0 ¹⁾	1355.5 ± 429.2	NS ³⁾
Protein (g)	52.7 ± 11.6	51.8 ± 19.5	NS
Animal protein (g)	8.4 ± 6.8	19.8 ± 13.1	$p < 0.001$
Plant protein (g)	44.3 ± 10.8	32.1 ± 10.3	$p < 0.001$
Fat (g)	26.4 ± 9.8	26.9 ± 15.3	NS
Carbohydrate (g)	270.0 ± 58.4	226.7 ± 63.0	$p < 0.01$
Calcium (mg)	492.6 ± 140.7	436.6 ± 238.9	NS

¹⁾Mean ± standard deviation.

²⁾Significance as determined by Student's t-test.

³⁾Not significant.

지방의 섭취량은 채식군이 26.4 g, 일반식군이 26.9 g으로 유의적인 차이가 없었다. 탄수화물의 섭취량은 채식군이 270.0 g, 일반식군이 226.7 g으로 채식군의 섭취가 유의적으로 높았다($p < 0.01$). 섭취열량에 대한 탄수화물, 단백질, 지질의 섭취비율은 채식군이 70.7 : 13.8 : 15.5였으며, 일반식군은 66.8 : 15.3 : 17.9로 채식군의 당질 열량비가 높았다. 태국의 채식인(lacto-ovo)을 대상으로 한 연구에서도 채식군은 일반 대조군에 비하여 에너지와 탄수화물 섭취량이 높았으며(20), 단백질 섭취량에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 본 연구 결과와 일치하였다.

칼슘의 섭취량은 채식군이 492.6 mg(권장량의 70.3%), 일반식군이 436.5 mg(권장량의 62.3%)으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 칼슘은 국민영양조사 보고서에서도 지속적으로 섭취가 부족한 것으로 보고되고 있으며, '98 국민건강·영양조사보고서(21)에서는 50~64세의 여자 1일 평균 섭취량이 459.4 mg, 65세 이상이 378.8 mg으로 나타나 본 연구대상자의 칼슘 섭취량과 유사한 수준으로 일반인에서 뿐만 아니라 채식군에 있어서도 칼슘섭취 부족은 영양상의 큰 문제점으로 보여진다.

혈청 총 단백질과 알부민 함량

혈청 단백질 함량의 측정은 단백질의 영양상태를 평가할 수 있는 간단하고 비교적 정확한 지표이며, 혈청 알부민은 혈청 단백질 중에서 가장 많은 양이 존재하는 단백질로, 인체의 단백질 고갈상태나 식이 단백질 섭취량의 부족 상태를 나타내는 지표로서 이용된다. 본 연구에서 혈청 총 단백질 함량은(Table 3) 채식군이 7.28 mg/dL, 일반식군이 7.35 mg/dL로 두 군간에 유의적인 차이가 없었으나, 혈청 알부민은 채식군(4.39 mg/dL)이 일반식군(4.59 mg/dL)에 비하여 유의적

Table 3. Blood parameters of subjects

	Vegetarians (N=38)	Omnivores (N=38)	Significance ²⁾
Total protein (mg/dL)	7.28 ± 0.43 ¹⁾	7.35 ± 0.31	NS ³⁾
Albumin (mg/dL)	4.39 ± 0.19	4.59 ± 0.24	$p < 0.001$

¹⁾Mean ± standard deviation.

²⁾Significance as determined by Student's t-test.

³⁾Not significant.

으로 낮았다($p < 0.001$). 채식군과 일반식군 모두 정상 임상기 준치인 혈청 총 단백질 6.5 g/dL 이상, 혈청 알부민 3.5 g/dL 와 비교시 정상 범위에 속하였다(22).

골밀도

연구대상자의 골밀도 측정 결과(Table 4) 요추 골밀도 T 값이 채식군 -1.77, 일반식군 -1.89로 두 군간에 유의적인 차이가 없었으며, 대퇴 경부 골밀도의 T값은 채식군이 -2.01, 일반식군이 -1.91로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 미국의 연구에서는 lacto-ovo vegetarian과 연령, 체중, 신장을 대비한 일반인과의 골질량을 비교한 결과 20대, 30대, 40대, 50대에는 두군간의 골밀도에 유의적인 차이가 발견되지 않았고(11), 60대 이후의 모든 연령대에서 lacto-ovo vegetarian의 골질량이 유의적으로 높은 것으로 보고되었다(14). 또한, 미국의 20년간 거주하는 채식인과 일반인 1600명을 대상으로 최소 20년간 골밀도를 추적 연구한 결과 80세까지의 골밀도 감소가 lacto-ovo vegetarian의 경우 18%이하로 나타난 반면, 일반식군은 35%로 나타나 50대 이후에는 일반식군이 lacto-ovo vegetarian군에 비하여 골손실이 2배로 증가되었다고 보고하여 채식군과 일반식군의 골밀도에 유의적인 차이를 보이지 않은 본 연구와 다른 결과를 제시하고 있다. 이들 연구자들은 채식은 골격의 무기질화보다는 골격에 침착된 무기질의 용해를 감소시키는데 영향을 줌으로써 폐경기 이후의 골밀도 감소를 효과적으로 예방한다고 하였으며, 이러한 주된 원인으로 육류의 섭취제한으로 인한 합황아미노산의 섭취 감소로 체액의 산도를 낮춤으로써 소변으로의 칼슘의 배설이 감소하는 것을 제시하였다(11,23).

그러나, 본 연구대상자들의 경우 서구에서 골대사에 저해 요인으로 설명하고 있는 동물성 단백질의 섭취량이 일반식군에서도 과도한 수준이 아니었고, 총 단백질의 섭취량도 권장량의 95.61%의 적정수준이므로 현재 우리나라의 일상적인 식이를 하고 있는 폐경 후 여성에서 동물성 단백질의 섭취량 자체가 골대사의 저해요인으로 작용하지는 않는 것으로 판단된다.

골다사관련 지표

뼈의 표면에서는 골재형성(bone remodeling)이 계속하여

일어나 파골세포(osteoclast)에 의해 손상을 제거하고, 조골세포(osteoblast)에 의해 새로운 뼈로 채워진다. 골재형성이 병적으로 증가하면 골용해가 증가하여 골다공증의 위험을 증가시키므로 이 속도를 아는 것은 앞으로의 골밀도 변화를 예측하는데 임상적으로 도움이 된다(24). 디옥시피리디놀린은 골조직에서만 발견되며 파골세포에 의해 파괴되면서 골기질에서 빠져 나오며 대사되지 않은 그대로 소변으로 배설된다. 이 디옥시피리디놀린은 폐경 후 여성에서 폐경 전 여성에 비하여 가장 많이 상승되는 골용해 생화학지표이다(25). 따라서 본 연구에서는 골밀도의 측정과 함께 소변의 디옥시피리디놀린의 배설량을 측정하였다. 대상자의 소변중 디옥시피리디놀린 함량은 채식군이 6.72 nM/mM Cr, 일반식군이 6.94 nM/mM Cr로 군간에 유의적인 차이가 없었다(Table 5).

본 연구대상자의 소변의 pH를 측정한 결과 채식군 6.60, 일반식군 6.23으로 일반식군의 소변의 산도가 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 소변의 pH는 동물성 단백질이 풍부한 식사일수록 낮아지며(26) 이것을 중화하기 위해 소변의 칼슘 배설이 증가하는 것이 Sherman(27)의 연구를 통해서 이미 알려져 왔다. 실제로 본 연구에서도 채식군의 동물성 단백질의 섭취량이 일반식군에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다(Table 2).

단백질 영양상태와 골밀도 및 골대사 지표와의 관련성 분석

단백질 영양상태와 골밀도 및 골대사 지표와의 관련성을 알아보기 위하여 이들간의 상관관계를 분석한 결과 연령과 체질량지수를 보정한 후 채식군의(Table 6) 단백질 섭취량은 골밀도와 유의적인 상관관계를 나타내지 않았으나, 골용해 지표인 소변중 디옥시피리디놀린 배설량은 단백질($p < 0.05$), 식물성 단백질($p < 0.05$)의 섭취량과 유의적인 음의 상관관계를 나타내었다.

단백질의 섭취는 골격 건강에서 최대 골질량의 형성과 유지에 영향을 주므로, 단백질 섭취부족은 골다공증의 주요요인이 될 수 있다(28). 또한 충분한 단백질의 섭취는 골절치료에 유효하게 작용하였고(29), Munger 등(30)은 55~69세의 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 44명의 골반골절 환자와 32,006명의 대조군과 비교했을 때 환자군의 단백질 섭취량이 낮았고 특히 동물성 단백질의 섭취량이 낮았음을 지적하였다. 반면, 단백질의 과잉섭취가 소변 중 칼슘의 과잉배설을 초래함으로써 음의 칼슘평형을 나타내며 칼슘 필요량을

Table 4. Bone mineral density of subjects

	Vegetarians (N=38)	Omnivores (N=38)	Significance ²⁾
BMD.S ³⁾ (T-score)	-1.77±1.03 ¹⁾	-1.89±1.15	NS ⁵⁾
BMD.S ³⁾ (g/cm ²)	0.82±0.14	0.80±0.17	NS
BMD.F ⁴⁾ (T-score)	-2.01±1.04	-1.91±0.71	NS
BMD.F ⁴⁾ (g/cm ²)	0.69±0.15	0.70±0.10	NS

¹⁾Mean ± standard deviation.

²⁾Significance as determined by Student's t-test.

³⁾Bone mineral density in spine.

⁴⁾Bone mineral density in femoral neck.

⁵⁾Not significant.

Table 5. Urinary DPD and pH of subjects

	Vegetarians (N=38)	Omnivores (N=38)	Significance ²⁾
urinary DPD ³⁾ (nM/mM Cr)	6.72±2.04 ¹⁾	6.94±1.74	NS ⁴⁾
urinary pH	6.60±0.99	6.23±0.72	$p < 0.05$

¹⁾Mean ± standard deviation.

²⁾Significance as determined by Student's t-test.

³⁾Deoxypyridinoline.

⁴⁾Not significant.

Table 6. Partial correlation coefficients blood parameters and BMD and bone metabolism related factors in subjects, adjusted for age and BMI

	Vegetarian				Omnivores			
	BMD-S ¹⁾	BMD-F ²⁾	DPD ³⁾	Urinary pH	BMD-S ¹⁾	BMD-F ²⁾	DPD ³⁾	Urinary pH
Dietary								
Total protein	-0.0212	0.1935	-0.3538 ⁴⁾	-0.2555	-0.0345	0.0340	0.1561	0.1184
Animal protein	-0.0514	-0.1343	-0.0300	-0.3311*	-0.0922	-0.0623	0.0840	0.0667
Plant protein	0.0090	0.2828	-0.3496*	-0.0644	0.0496	0.1425	0.1915	0.1415
Serum								
Total protein	0.0175	0.2153	0.0888	-0.2410	-0.0303	-0.1623	0.4023*	-0.0067
Albumin	0.1190	0.1720	0.1026	0.4113*	-0.0109	0.0873	0.3744*	0.0848

¹⁾Bone mineral density-spine. ²⁾Bone mineral density-femoral neck. ³⁾Deoxypyridinoline.

⁴⁾Person's correlation coefficient.

*Significance at $p < 0.05$.

증가시킨다고 한다. 폐경 전 젊은 여성을 대상으로 한 Kers-tetter 등(31)의 연구에서 저단백식이(0.7 g/kg)를 섭취할 때 보다 고단백식이(2.1 g/kg)를 섭취할 때 소변 중의 칼슘 배설이 많았고, 골용해 인자인 소변의 N-telopeptide 배설도 고단백식이 때 유의적으로 높았다고 하였다. 따라서 권장량의 95.7%인 적정 수준의 단백질을 섭취하고 있는 채식인에서 단백질 특히 식물성급원의 단백질 섭취는 골격건강에 중요한 요인으로 보여진다.

본 연구에서 골밀도 및 골대사관련지표와 혈청 단백질 및 알부민과의 상관관계를 분석한 결과(Table 7) 연령과 체질량지수 보정후 두군 모두 골밀도와는 직접적인 상관성을 보이지 않았다. 그러나 채식군의 경우 혈청 총 단백질과 알부민 함량($p < 0.05$)은 소변중 디옥시피리디놀린 배설량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 이에 채식군과 일반식군의 혈청 알부민 함량과 식이 단백질의 섭취량과의 상관관계를 분석한 결과, 혈청 알부민 함량은 채식군의 경우 유의적인 수준은 아니었으나 식물성 단백질의 섭취량과 양의 상관성을 나타내었으며, 일반식군의 경우 동물성 단백질의 섭취량과 유의적인 양의 상관성을 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과를 볼 때 혈청 알부민이 골대사와 직접적인 관련이 있다기 보다는 식이를 통하여 섭취한 단백질의 종류에 따른 영향인 것으로 사료된다. 따라서 일반식군의 경우 평균적인 동물성 단백질의 섭취량은 골대사에 저해를 줄 수 있는 높은 수

준은 아니나 개개인의 식이에서 동물성 단백질의 섭취가 높을수록 골용해가 증가될 수 있는 가능성이 나타난 것으로 보여진다.

요 약

본 연구는 채식을 하는 폐경 후 여성의 단백질 영양상태와 골밀도 및 골대사의 관련성을 알아보기 위하여 연령, 체질량지수 등의 요인이 차이가 없도록 채식군 38명, 일반식군 38명 총 76명의 대상자를 선정하고 영양소 섭취량, 골밀도, 골대사관련 지표를 분석하였다. 채식군과 일반식군의 평균 연령은 각각 60.7세와 60.5세였으며, 두 군간의 연령, 체중과 체질량지수는 유의적인 차이가 없었다. 영양소섭취상태 분석결과 열량 섭취량은 채식군이 1518.4 kcal(권장량의 82.7%)로 일반식군 1355.4 kcal(72.6%)보다 높았다. 1일 평균 단백질의 섭취량은 채식군 52.6 g(권장량의 95.6%)과 일반식군 51.8 g(권장량의 94.2%)으로 유사한 수준이었으나, 이중 동물성 단백질의 섭취비율은 채식군이 15.3%, 일반식군이 34.9%로 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 칼슘의 섭취량은 채식군이 492.6 mg(권장량의 70.3%), 일반식군이 436.5 mg(권장량의 62.3%)으로 두군 모두 낮은 섭취수준을 보였다. 혈액성상 분석결과 총 단백질의 함량은 두군간에 유의적인 차이가 없었으나, 혈청 알부민은 채식군이 일반식군에 비하여 유의적으로 낮았다($p < 0.001$). 요추와 대퇴경부의 평균 골밀도는 두군간에 유의적인 차이가 없었다. 골대사 지표인 소변중 디옥시피리디놀린(DPD) 함량은 채식군이 6.7 nM/mM Cr, 일반식군이 6.9 nM/mM Cr로 군간에 유의적인 차이가 없었다. 소변의 pH는 채식군 6.60, 일반식군 6.23으로 일반식군의 소변의 산도가 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 단백질 영양상태와 골밀도 및 골대사지표와의 상관관계를 분석한 결과 연령과 체질량지수 보정후 채식군의 소변 디옥시피리디놀린 배설량은 단백질($p < 0.05$), 식물성 단백질($p < 0.05$)의 섭취량과 유의적인 음의 상관관계를 나타내었다. 일반군의 경우 혈청 총 단백질($p < 0.05$)과 알부민 함량($p < 0.05$)은 소변중 디옥시피리디놀린배설량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 이

Table 7. Correlation coefficients serum albumin and protein, and dietary protein intake in subjects

	Vegetarians		Omnivores	
	Serum albumin	Serum total protein	Serum albumin	Serum total protein
Total protein intake	0.2459	0.2830	0.2465	-0.0112
Animal protein intake	0.1591	0.0449	0.3090 ¹⁾	0.0799
Plant protein intake	0.2459	0.2830	0.2465	-0.0112

¹⁾Person's correlation coefficient.

*Significance at $p < 0.05$.

상의 연구 결과를 종합하여 볼 때 채식을 하는 폐경 후 여성은 단백질의 섭취량 및 혈청 함량이 정상 수준으로 나타났으며, 칼슘의 섭취량은 일반 폐경 후 여성에서와 같이 권장량의 70% 수준의 낮은 섭취상태를 보여 채식인의 경우도 칼슘의 섭취부족이 영양상의 문제점으로 나타났다. 골밀도와 골대사 지표 측정결과 채식군과 일반식군간에 유의적인 차이를 나타내지 않아 채식이 골대사에 미치는 직접적인 영향을 확인할 수 없었다. 그러나 채식인의 경우 총 단백질 및 식물성 단백질의 섭취량이 골용해를 감소시키는 것으로 나타나 일반식군에서보다 채식군에서 적절한 단백질의 섭취가 골격 건강 유지에 중요한 인자로 제시되었다. 따라서 채식을 하는 폐경 후 여성의 경우 골격건강을 위하여 단백질의 공급이 되는 식품의 섭취에 더욱 관심이 필요한 것으로 보여진다. 그러나 본 연구의 경우 대상자의 수가 적은 제한점이 있기 때문에 보다 많은 연구가 계속적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

문 헌

- National Statistical Office. 2001. Life table.
- National Statistical Office. 2002. http://www.nos.go.kr/cgi-bin/sws_999.cgi?ID_2GA, http://www.nso.go.kr/cgi-bin/sws_999.cgi?ID_2GA26 &IDTYPE=3.
- Mazess RB, Mather W. 1974. Bone mineral content of North Alaskan Eskimos. *Am J Clin Nutr* 27: 916-25.
- Mazess RB, Mather WE. 1975. Bone mineral content in Canadian Eskimos. *Hum Biol* 47: 44-63.
- Hu JF, Zhao XH, Parpia B, Campbell TC. 1993. Dietary intakes and urinary excretion of calcium and acids: a cross-sectional study of women in China. *Am J Clin Nutr* 58: 398-406.
- Kerstetter JE, O'Brien KO, Insogna KL. 1998. Dietary protein affects intestinal calcium absorption. *Am J Clin Nutr* 68: 859-865.
- Feskanich D, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA. 1996. Protein consumption and bone fractures in women. *Am J Epidemiol* 143: 472-9.
- Messina M, Messina V. 1994. *The simple soybean and your health*. Avery Publishing Group, NY. p 19.
- Pi JE, Haek HY. 1986. The effect of meat protein and soy protein on calcium metabolism in young adult Korean women. *Korean J Nutrition* 19: 32-40.
- Ellis FR, Pathol FRX, Holesh S, Ellis JW. 1972. Incidence of osteoporosis in vegetarians and omnivores. *Am J Clin Nutr* 25: 555-558.
- Marsh AG, Sanchez TV, Michelsen O, Keiser J, Mayor G. 1980. Cortical bone density of adult lacto-ovo-vegetarian and omnivorous women. *J Am Diet Assoc* 76: 148-151.
- Marsh AG, Sanchez TV, Chaffee FL, Mayor GH, Michelsen O. 1983. Bone mineral mass in adult lacto-ovo-vegetarian and omnivorous males. *Am J Clin Nutr* 37: 453-456.
- Di Leo C, Tarolo GL, Bestetti A, Tagliabue L, Del Sole A, Aliberti G, Cestaro B, Pepe L. 2000. Osteoporosis and phytoestrogens: an assessment of bone mineral density via quantitative peripheral computed tomography in milk-egg-vegetarian women in the premenopause. *Radiol Med (Torino)* 99: 250-257.
- Marsh AG, Sanchez TV, Michelsen O, Chaffee FL, Fagal SM. 1988. Vegetarian lifestyle and bone mineral density. *Am J Clin Nutr* 48: 837-841.
- Tesar R, Notelovitz M, Shim E, Kauwell G, Brown J. 1992. Axial and peripheral bone density and nutrient intakes of postmenopausal vegetarian and omnivorous women. *Am J Clin Nutr* 56: 699-704.
- Lau EM, Kwok T, Woo J, Ho SC. 1998. Bone mineral density in Chinese elderly female vegetarians, vegans, lacto-vegetarians and omnivores. *Eur J Clin Nutr* 52: 60-64.
- Lee HJ, Choi MJ. 1996. The effect of nutrient intake and energy expenditure on bone mineral density of Korean women in Taegu (I). *Korean J Nutrition* 29: 622-634.
- Lee HJ, Choi MJ, Lee IK. 1996. The effect of anthropometric measurement and body composition on bone mineral density of Korean women in Taegu (II). *Korean J Nutrition* 29: 778-788.
- Recker RR, Lappe JM, Davies KM, Kimmel DB. 1992. Change in bone mass immediately before menopause. *J Bone Miner Res* 7: 857-862.
- Supawan V, Pongpaew P, Tungtrongchitr R, Tawprasert S, Changbumrung S, Migasena P, Schelp FP. 1992. Lipid profile, anthropometry and dietary intake of 132 Thai vegetarians. *Int J Vitam Nutr Res* 62: 324-329.
- Ministry of Health and Welfare. 1999. Report on 1998 National Health and Nutrition Survey. Korea.
- Gibson RS. 1990. *Principle of nutritional assessment*. Oxford University Press, New York.
- Anderson GH, Drapper HH. 1972. Effect of dietary phosphorus on calcium metabolism in intact and parathyroidectomized adult rats. *J Nutr* 102: 1123.
- Kim KS. 1996. A plan of selection and application to biochemical makers. The third Osteoporosis Symposium, Korea. p 41-45.
- Min YK. 1998. Clinical usefulness of biochemical makers for the side of new medicine. '98 New Horizon of Osteoporosis (Osteoporosis Symposium). p 15-21.
- Wachman A, Bernstein DS. 1968. Diet and osteoporosis. *Lancet* 1 (7549): 958-959.
- Sherman HC. 1920. Nutrition Classics. Protein requirement of maintenance in man and the nutritive efficiency of bread protein. *J Bio Chem* 41: 97-109.
- Lawrence GR, Smith JA. 1989. Pathogenesis, prevention and treatment of osteoporosis. *Ann Rev Med* 40: 251.
- Bonjour JP, Rapin CH, Rizzoli R, Tkatch L, Delmi M, Chevalley T, Nydegger V, Slosman D, Vasey H. 1992. Hip fracture, femoral bone mineral density, and protein supply in elderly patients. In *Nutrition of the elderly*. Munro H, Schliert G, eds. Nestle Nutrition Workshop Series 29: 151.
- Munger RG, Cerhan JR, Chiu BCH. 1999. Prospective study of dietary protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 69: 147-152.
- Kerstetter JE, O'Brien KO, Insogna KL. 1998. Dietary protein affects intestinal calcium absorption. *Am J Clin Nutr* 68: 859-865.

(2003년 1월 20일 접수; 2003년 4월 23일 채택)