

도시거주 저소득층 노인들의 골지표 및 영양소섭취와 골밀도와의 상관관계에 관한 연구

손숙미^{1*} · 전예나²

¹가톨릭대학교 식품영양학과

²가톨릭대학교 부속 강남성모병원 영양과

Association between Bone Mineral Density and Bone Nutrition Indicators in Elderly Residing in Low Income Area of the City

Sook Mee Son^{1*} and Ye Na Chun²

¹Dept. of Food and Nutrition, The Catholic University of Korea, Bucheon 420-743, Korea

²Dept. of Nutrition, Kangnam Sungmo Catholic University Hospital, Seoul 137-701, Korea

Abstract

This study explored the association between the bone nutrition indicators and the bone mineral density (BMD) in 138 apparently healthy elderly (male: 38, female: 100) dwelling in a low income area of the city. Dietary intakes were estimated from two meals (breakfast & dinner) and snack using 24 hr-recall method and lunch with weighing over 3 consecutive days. Female elderly showed significant lower intakes ($p < 0.001 \sim p < 0.05$) for most of the nutrients except calcium and vitamin C than the elderly male. Calcium and vitamin D intakes for both male and female were 331.0 mg, 1.89 μg and 308.6 mg, 1.21 μg , respectively and they were below the 50% of the RDA. Both the BMDs at lumbar spine (LS) and femoral neck (FN) were positively correlated with the energy intake, calcium intake and vitamin D intake ($p < 0.05$, respectively) for male. In female BMDs of the both sites were positively correlated with the intakes of carbohydrates, protein, lipid, calcium and vitamin D ($p < 0.01 \sim p < 0.05$). Female showed higher serum osteocalcin ($p < 0.01$) and urinary deoxypyridinoline/creatinine (DPYR/CR) ($p < 0.001$), meaning that female had elevated rate in bone turn over and bone resorption. The proportion of subjects with vitamin D deficiency assessed with serum 25(OH)VitD₃ < 10 ng/mL was 35.0% for female and 23.7% for male, respectively. Both the BMDs at lumbar spine and trochanter were positively correlated with serum 25(OH)VitD₃ but BMDs in most of the sites were negatively associated with urinary DPYR/CR, phosphate/CR. Stepwise multiple regression showed physical activity, serum alkaline phosphatase, weight, vitamin D explained 47.6% of the variation of the LS BMD. The indicator variable for serum alkaline phosphatase was negatively associated with LS BMD. However, the indicator variable for weight and vitamin D intake were positive and significant ($p = 0.0087$, $p = 0.0007$, respectively). For FN BMD, the indicator variable for age and serum alkaline phosphatase were negative and significant ($p < 0.0075$, $p < 0.0015$, respectively) and the weight was positively associated with the FN BMD.

Key words: elderly BMD, osteocalcin, deoxypyridinoline, vitamin D

서 론

노인에 있어 골다공증은 노인의 질병 발생이나 사망의 유력한 요인이 되므로 예방이 특히 중요하다. 노인의 골다공증은 남녀에 공통적으로 나타나고 있으며 골다공증 위험인자는 식이요인, 연령증가, 인종, 체중, 폐경일자, 흡연, 음주, 운동 등 여러 가지가 있다(1-4).

우리나라 노인들의 골밀도는 노인들의 전반적인 영양상태와 연관되어 있는 것으로 보고되었다(5,6). Lee 등(5)은 폐경 후 여성을 대상으로 한 조사에서 당질 섭취량을 제외한 거의

모든 영양소 섭취량이 골밀도와 양의 상관관계를 보인다고 하였고 Sung 등(6)은 에너지, 단백질, 탄수화물의 섭취가 요추 골밀도와 양의 상관관계를 보인다고 하였다. 이 중에서도 특히 칼슘이나 비타민 D 등의 식이요인이 중요한 역할을 하고 있음이 보고되었다(1,7). 일부 연구에서는 장기간의 칼슘 섭취와 골밀도 사이에 유의한 관계를 발견하지 못하였다고 하였으나(8) 낮은 칼슘 섭취는 골격의 손실에 관계한다고 알려져 있다(2,9).

노인들의 경우에는 실내생활, 식욕부진, 오랫동안의 질병 때문에 비타민 D 결핍이 더 생기기 쉽다(10). 비타민 D는 장

*Corresponding author. E-mail: sonsm@catholic.ac.kr
Phone: 82-32-340-3318, Fax: 82-32-340-3310

내 칼슘 흡수의 가장 중요한 조절인자로서 작용하므로 비타민 D 부족시에는 2차적인 부갑상선 항진증을 초래하게 되어 골손실로 인해 골다공증을 일으키는 원인이 된다(11). 따라서, 노인들에 있어서는 골밀도 개선을 위해 칼슘보다는 비타민 D 투여가 더 효과적이라는 보고도 있다(12). 우리나라의 경우 비타민 D 영양상태를 고려하여 노인들의 골밀도와 의 상관관계를 본 연구는 아직도 매우 부족하며 식품 내 비타민 D 함량이 분석되지 않은 것이 많다.

한편 우리나라 대부분의 연구들이 영양소 섭취량과 골밀도와의 관계를 보았으나(13,14) 생화학적 지표들과 골밀도와의 상관관계를 본 연구는 아직도 부족하다. 생화학적 지표들 중 osteocalcin은 골 교체율의 지표로 쓰이며 소변의 deoxy-pyridinoline(DPYR)은 대표적인 골흡수 지표로 쓰인다(15). 생화학적 지표들은 현재의 골밀도에 대한 기전 설명에 도움이 되며 미래의 골밀도를 예측하는데도 도움을 준다(15). 그러므로 골대사 연구에서 골대사의 생화학적 지표들을 동시에 살펴보는 것이 필요하다고 생각된다.

그러므로 본 연구에서는 도시에 거주하는 일부 노인들을 대상으로 골밀도와, 골밀도에 영향을 미치는 영양소 섭취량과 특히 비타민 D 영양상태와 골밀도의 생화학적 지표들과의 관계를 살펴보고자 하였다.

연구대상 및 방법

연구대상

본 조사는 부천시에 거주하는 65세 이상이면서 외경상 건강하고 복지관을 이용하고 있는 노인 총 138명(남자: 38, 여자: 100)을 대상으로 실시하였다.

연구내용 및 방법

신체계측치 조사: 대상자의 신장, 체중, 상박둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 상박피부두겹두께, 견갑골 하부 피부두겹두께, 장골상부 피부두겹두께 측정을 지난 호(4)에 발표한 대로 실시하였다.

요추와 대퇴부의 골밀도 측정: 골밀도 측정기(Lunar DPX-alpha, USA 1994)를 사용하여 요추(lumbar spine, LS: L2-L4)와 대퇴골 3부위 즉 대퇴경부(femoral neck, FN), ward's triangle(WT), 대퇴전자부(trochanter, TC)의 골밀도를 측정했다. 골밀도 측정기의 LS, FN, WT, TC에 대한 단기간의 precision 오차범위는 각각 1.5%, 2.7%, 2.5%, 3.2%였다.

영양소 섭취량 조사 및 활동량 조사: 가정에서 섭취한 아침, 저녁 및 간식의 섭취내용에 대하여 3일간을(주중 이틀, 주말 하루) 24시간 회상법으로 직접 훈련된 영양사가 대상자의 집을 방문하여 면접에 의해 조사하였다. 또한 이 기간 동안의 점심급식에서의 섭취 내용은 그 양을 직접 측량하여 조사하였다. 3일간의 식품 섭취량을 바탕으로 Foxpro program을 이용하여 1일 평균 영양소 섭취량을 조사하였다. 활동 대사

량은 열량 소모량에 따라 11단계로 구분하여(16) 이를 기초로 계산하였다. 식품중의 비타민 D함량은 국내문헌에 보고된 것 일부와 미국 식품분석표(USDA,1997)를 기준으로 데이터베이스를 만들어 비타민 D 섭취량 조사에 이용하였다.

생화학적 검사: 혈액은식이조사가 끝난 다음날 아침에 공복상태에서 정맥혈을 약 10 mL 정도 채취하여 혈청분리 후 분석시까지 냉동보관하였으며 소변은 혈액채취 전날 24시간 소변을 toluene을 떨어뜨린 통에 수거하였고 전체 양을 측정한다음 잘 섞은 후 일부를 분석시까지 냉동보관하였다.

Serum alkaline phosphatase(serum ALP)는 비색법을 이용한 kit(Wako Co, Japan)을 써서 측정하였다. 혈청의 intact parathyroid hormone(iPTH)은 radioimmuno assay를 이용한 Kit(Nichols Co, USA)에 의해 측정하였으며 혈청의 osteocalcin(Eiken Co, Japan)과 25(OH)VitD₃(Inctar Co USA)도 radioimmuno assay방식으로 측정되었다. 혈청 칼슘(sCa), 혈청 인과 소변의 인은 비색법을 사용하여(17) 측정되었으며 소변의 칼슘은 AAS(atomic absorption spectrophotometer)를 사용하여 측정되었다. 소변의 DPYR은 pyrilinks-D KIT (Metra Co, USA)를 사용하여 immunoassay에 의해 측정되었다.

통계처리

모든 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System)통계 package를 이용하여 처리하였다. 본 연구에서 제시된 데이터는 평균±표준편차로 했으며 각종 분석치를 성별, 연령별 등으로 유의차 검증하기 위해 t-test를 실시하였다. 또한 각 변수들간의 상관성 분석을 위해서는 pearson's correlation을 사용하였고 골밀도와 관련된 요인들의 분석을 위해서는 stepwise multiple regression을 실시하였다.

결과 및 고찰

영양소 섭취량

에너지섭취량은 남자가 1405 kcal, 여자가 1075 kcal로서 이는 Son 등(18)이 발표했던 수서지구 저소득층 남녀 노인들을 대상으로 한 에너지 섭취량인 1156 kcal, 1042 kcal와 비교했을 때 남자는 약간 높았으나 여자는 비슷했다. 여자 노인은 남자 노인에 비해 칼슘, 비타민 C를 제외한 모든 영양소의 섭취량이 유의하게 낮았다($p < 0.001 \sim p < 0.05$). 특히 여자노인의 섭취열량은 Lee & Lee(14)가 보고한 60세 이상의 여성의 1318.4 kcal에 비해 낮았으며 Lee 등(5)이 보고한 1658.0 kcal에 비해 낮았다. 남녀 모두 칼슘과 비타민 D 섭취량은 각각 331.0 mg, 1.89 µg, 308.6 mg, 1.21 µg으로서 RDA의 50% 미만이었다(Table 1). 특히 칼슘의 경우 남자노인은 75세 이상 노인이 75세 미만 노인에 비해 칼슘섭취량이 유의하게 높았으나($p < 0.05$) 여자노인은 나이가 증가함에 따라 더 적은 칼슘을 섭취하고 있었다. 남자 노인의 경우 RDA의 67%미만을 섭취하고 있는 영양소로는 칼슘, 비타민 D, 비타민 C 등이

Table 1. Mean daily energy and nutrients intake of subjects by gender and age

	Male			Female		
	65~74 (yr) (N=24)	75~85 (yr) (N=14)	Subtotal	65~74 (yr) (N=66)	75~85 (yr) (N=34)	Subtotal
Energy (kcal)	1409.0±318.1 ¹⁾ (70.5) ²⁾	1400.0±168.1 (77.8)	1405.0±243.8 (73.8)	1117.6±369.2 (65.7)	991.1±388.9 (61.2)	1075.5±378.9 [#] (64.2)
Protein (g)	46.7±12.21 (71.8)	46.7±10.1 (77.8)	46.7±11.33 (74.0)	37.2±11.8 (67.6)	34.1±14.6 (62.0)	36.1±12.8 [#] (65.7)
Fat (g)	20.3±4.7	20.6±3.7	19.7±4.43	16.2±7.8	14.7±5.6	15.7±7.1 [#]
CHO (g)	247.4±67.8	250.0±56.8	233.5±66.2	203.4±71.4	171.3±77.0°	192.5±74.5 [#]
Calcium (mg)	305.9±112.1 (43.7)	377.3±77.7 (53.9)	331.3±105.96 (47.3)	324.2±90.6 (46.3)	278.4±96.78° (39.8)°	308.61±94.8 (44.1)
Phosphorus (mg)	538.8±143.9 (77)	552.7±105.3 (78.9)	543.7±130.3 (77.7)	483.0±158.5 (67.0)	454.8±200.0 (65.0)	464.2±172.8° (66.3)
Iron (mg)	10.2±1.8 (85.55)	9.8±2.0 (81.86)	10.1±1.9 (84.3)	9.1±2.8 (76.2)	8.4±2.4 (70.03)	8.9±2.7 [#] (74.1)
Vitamin D (µg)	1.75±0.61 (17.48)	2.14±0.60 (21.45)	1.89±0.63 (18.88)	1.25±0.67 (12.45)	1.13±0.77 (11.29)	1.21±0.70 [#] (12.06)
Thiamin (mg)	0.70±0.17 (69.9)	0.69±0.14 (69.2)	0.70±0.16 (69.7)	0.57±0.18 (57.2)	0.52±0.19 (51.7)	0.55±0.19 ^{###} (55.3)
Riboflavin (mg)	0.73±0.23 (60.9)	0.75±0.22 (62.3)	0.81±0.25 (67.9)	0.72±0.22 (59.7)	0.72±0.27 (59.6)	0.72±0.24 [#] (59.7)
Niacin (mg)	13.8±3.4 (106.1)	14.7±5.4 (113)	11.1±3.8 (73.4)	11.0±4.2 (84.6)	9.7±3.1 (74.6)	8.46±4.24 [#] (65.0)
Ascorbic acid (mg)	42.2±12.2 (60.3)	41.5±12.5 (59.3)	42.0±12.1 (59.9)	37.8±13.5 (54.0)	36.9±16.5 (52.7)	37.5±14.5 (53.6)

¹⁾Mean±SD. ²⁾RDA percentage.

^{*}Significantly different between age in female subject by student's t-test (p<0.05).

[#]Significantly different between male and female by student's t-test (^{*}p<0.05, ^{**}p<0.01, ^{###}p<0.001).

었으나 여자노인은 에너지, 단백질, 칼슘, 비타민 D, 비타민 B₁, B₂, 나이아신, 비타민 C 등으로 많았다.

영양소 섭취량과 골밀도와의 상관관계

남자노인의 경우 요추골밀도, 대퇴부 골밀도는 에너지 섭취량(p<0.05), 칼슘 섭취량(p<0.05), 비타민 D 섭취량(p<0.05)과는 양의 상관관계를 보였다. 여자 노인의 경우에는 요추골밀도, 대퇴부 골밀도에서 모든 영양소와 양의 상관관계를 보였으며(Table 2) 전체적으로 요추골밀도가 영양소 섭취량과의 상관관계가 더 높았다.

본 연구에서는 여자 노인의 골밀도는 에너지 섭취량과 가장 높은 상관관계를 보였고(p<0.001), 칼슘의 경우 각 골밀도와 가장 낮은 상관관계를 보였다(p<0.05). 일부 연구에서는 오랫동안의 칼슘섭취량이 골밀도와 유의한 상관관계를 보이지 않았다고 보고되었으나(19), Andon 등(20)은 폐경후 여성에서 식이로 섭취한 칼슘이 요추골밀도와 유의적 상관관계가 있다고 보고하였다. 본 연구에서는 칼슘섭취량과 골밀도와의 상관관계가 다른 영양소에 비해서는 다소 낮았으나 유의한 것으로 나타나 Andon 등(20)의 연구와 같이 칼슘과 골밀도가 상관관계가 있음을 보였다.

Lee 등(5)은 폐경후 여성을 대상으로 한 연구에서 당질 섭취량을 제외한 거의 모든 영양소 섭취량이 골밀도와 정의 상관관계를 보인다고 하였으며 특히 회귀분석에서 지방의 섭취량이 골밀도 변이를 설명하는 유의한 변수였다고 보고하였다. Sung 등(6)은 에너지, 단백질, 탄수화물의 섭취가 요추

Table 2. Correlation coefficients of nutrients intake with LS BMD and FN BMD in subjects

Nutrients	LS BMD ¹⁾		FN BMD ²⁾	
	Male (N=32)	Female (N=92)	Male (N=32)	Female (N=92)
Energy	0.423°	0.515 ^{***}	0.203°	0.374 ^{***}
Carbohydrate	0.291	0.505 ^{***}	0.125	0.359 ^{***}
Protein	0.354	0.410 ^{***}	0.179	0.321 ^{**}
Fat	0.204	0.392 ^{**}	0.154	0.356 ^{***}
Calcium	0.357°	0.349 ^{***}	0.248°	0.256°
Vitamin D	0.379°	0.415 ^{***}	0.131°	0.309 ^{**}

¹⁾LS BMD: Lumbar spine BMD.

²⁾FN BMD: Femoral neck BMD.

^{*}p<0.05, ^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001.

골밀도와 정의 상관관계를 보였다고 보고하였다. 또한 50~64세의 한국 여성을 대상으로한 연구에서 골밀도는 단백질 섭취량과 에너지 섭취량과 가장 뚜렷한 상관관계를 보인다고 하였다(21). 따라서 우리나라 노인들의 골밀도는 전반적인 영양상태에 의해서 영향을 받는다고 사료되며 특히 단백질과 에너지 섭취량이 중요하고 그 밖에도 칼슘과 비타민 D 섭취량에 의해서도 영향이 있을 것으로 사료된다.

혈액검사 결과

골격 영양상태를 반영하는 생화학적 지표들은 Table 3에 제시되었다. 본 연구에서는 여자노인의 osteocalcin이 10.35 ng/mL로서 남자노인의 8.35 ng/mL에 비해 유의하게 높았으며(p<0.01), 30세 이상 여성의 정상범위(4~12 ng/mL)에

Table 3. Serum indicators of subjects by gender and age

Indices	Male			Female		
	65~74 (yr)	75~85 (yr)	Total	65~74 (yr)	75~85 (yr)	Total
Osteocalcin (ng/mL)	6.47±3.02	11.29±13.59	8.35±8.93	9.98±6.89	11.18±7.17	10.35±6.96 ¹⁾
25(OH)VitD ₃ (ng/mL)	18.42±7.91	20.22±6.23	19.15±7.22	17.18±6.23	16.59±7.84	17.00±6.73
ALP ²⁾ (U/L)	70.87±20.38	74.60±39.60	72.36±28.88	77.78±33.46	78.18±25.15	77.32±31.13
iPTH ³⁾ (pg/mL)	33.93±28.2	23.53±10.65	29.77±23.10	28.36±30.82	31.89±25.89	29.38±29.35
Ca (mg/dL)	9.27±1.30	8.52±1.63	8.98±1.46	9.34±1.30	9.37±1.17	9.35±1.25
P (mg/dL)	3.43±0.52	3.18±0.47	3.33±0.51	3.43±0.65	3.30±0.70	3.39±0.66

¹⁾Significantly different at $\alpha=0.01$ level between male and female by student's t-test.

²⁾ALP: alkaline phosphatase.

³⁾iPTH: intact parathyroid hormone.

속했으나 평균 63세 정도의 폐경후 여성의 8.02 ng/mL(6)보다 높았고 농촌지역 폐경후 골다공 여성의 8.71 ng/mL(13)보다 높았으며 Lee 등(22)이 보고한 12.68 ng/mL보다는 낮았다. Osteocalcin은 49개의 아미노산으로 이루어진 noncollagenous protein으로서 뼈의 조골세포에서 합성되어 수산화인회석과 결합하여 뼈에 존재하며 새롭게 형성된 osteocalcin의 일부가 혈액으로 빠져 나가게 된다. 따라서 혈청 osteocalcin은 골흡수와 골형성이 coupling된 경우에는 골교체율 지표로 이용될 수 있고 coupling되지 않은 경우에는 골형성지표로 쓰인다(15).

노인에서의 osteocalcin은 골교체율의 지표로 쓰이며 폐경후 여성에 있어 혈청 osteocalcin과 뼈 손실 사이에 정의 상관관계가 보고되었다(23). 또한 노인에서의 높은 혈청 osteocalcin은 폐경후 골손실을 동반하는 항진된 골교체율과 관련있다고 보고되었다(24).

본 연구에서는 여자 노인의 osteocalcin이 남자노인에 비해 유의하게 높아 여자노인의 골교체율이 남자 노인에 비해 높으며 따라서 골 손실이 더 높은 것을 알 수 있다. 여자 노인의 경우 폐경으로 인하여 에스트로겐 분비가 저하되며 골격에 대한 부갑상선 호르몬의 골용해 작용을 억제시키지 못하여 골 손실을 일으키게 된다(25).

본 연구에서는 25(OH)VitD₃의 수준은 남녀 각각 19.15 ng/mL, 17.00 ng/mL로서 연령, 성에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았으나 비타민 D 결핍으로 판정하는 10 ng/mL 미만을 보인 대상자가 남자노인 23.7%, 여자노인 35.0%를 보였다(Table 4). 노인들의 경우 대체로 음식을 통한 칼슘과 비타민 D가 적고 햇빛을 쬐이는 시간이 적음으로서 체내에서의 생성이 감소되어 비타민 D 부족이 되기 쉽다(26). 국내에서

는 60세 이상 여자노인들 중에서 25(OH)VitD₃가 10 ng/mL 미만을 보인 노인이 약 30%이상임을 보고한 바 있다(26).

본 연구에서는 남녀노인의 iPTH는 각각 29.8 pg/mL, 29.4 pg/mL로 나타났으며 성별, 연령별에 의한 유의적인 차이는 보이지 않았다(Table 3). 이는 Moon 등(27)에 의해 혈청 25(OH)D₃수준이 낮은 군과 정상군의 iPTH가 27.0 pg/mL, 19.9 pg/mL로 보고된 것에 비해 높은 값을 보였으며 30대 성인의 평균치인 21.4 pg/mL에 비해서도 높았다. Jesudason 등(28)은 PTH는 대표적인 골흡수 지표로서 혈청 25(OH)VitD₃ 수준이 60 nmol/L 미만이 되면 증가한다고 보고하였다. 따라서 본 연구 대상자들의 iPTH 수준이 다른 연구에 비해 높은 것은 대상자들의 낮은 25(OH)D₃ 수준과 연관되어 있는 것처럼 보인다. 25(OH)VitD₃가 감소하면 칼슘흡수가 저하되면서 혈청 칼슘이 감소되고 이에 따라 PTH 분비가 증가되어 secondary hyperparathyroidism을 가져오게 된다(29). Villareal 등(30)은 혈청 25(OH)VitD₃ 수준이 15ng/ml 이하인 사람에게서 iPTH증가가 있음을 보고하였으며 연령증가에 따라서도 PTH수준이 남녀 모두에게서 유의하게 증가한다고 보고되었다(31).

본 연구에서의 alkaline phosphatase(ALP)는 남녀 각각 72.4 U/L, 77.3 U/L로서 성, 연령에 따른 유의차가 없었으며 모두 정상범위인 39~117 U/L에 속했으나 Moon 등(27)이 발표한 30대 성인의 수치인 8~10 U/L에 비해서는 높았다. 혈청 Ca의 경우 남녀 노인 각각 8.98 mg/dL, 9.35 mg/dL로서 정상범위인 8.18~10.2 mg/dL에 있었다. 혈청 Ca의 경우 여러 호르몬 등의 상호작용으로 항상성이 비교적 잘 유지되기 때문에 Ca결핍의 예민한 지표는 아니다.

노 검사 결과

본 연구에서는 여자 노인의 소변의 DPYR/CR배설량 비는 남자노인에 비해 유의하게 높았으며($p<0.001$) Ca/CR 배설량비와 phosphate/creatinine(P/CR) 배설량비는 유의한 차이가 없었다(Table 5). Deoxypyridinoline은 뼈의 콜라겐 사슬간에 교차화합물(cross-links)을 형성하여 콜라겐을 안정시키는 역할을 한다. 이들은 콜라겐이 분해되면서 유리되므로 소변배설량은 골흡수를 반영하는 가장 예민한 생화학적 표지라고 알려져 있으며(15) 60세 이후에는 deoxypyridino-

Table 4. Distribution of subjects according to serum indices N (%)

Indices	Male	Female
25(OH)VitD ₃ (ng/mL) <10	9 (23.7)	35 (35.0)
Deoxypyridinoline (nmDPD/mM creatinine) >5.5	9 (23.7)	45 (45.0)

Table 5. Urinary indicators by gender and age

Indices	Male			Female		
	65~74 (yr)	75~85 (yr)	Total	65~74 (yr)	75~85 (yr)	Total
DPYR/CR ¹⁾ (nmDPD/mCreatinine)	4.90±2.76	4.71±2.59	4.83±2.66	7.28±3.46	7.96±3.02	7.23±3.12 ¹⁾
Ca/CR ²⁾ (nmole/nmole)	0.21±0.08	0.23±0.07	0.22±0.08	0.26±0.09	0.27±0.11	0.26±0.10
P/CR ³⁾ (nmole/nmole)	0.74±0.18	0.75±0.21	0.78±0.16	0.78±0.17	0.80±0.21	0.79±0.18

¹⁾DPYR/CR: Deoxypyridinoline/creatinine. ²⁾Ca/CR: Calcium/creatinine. ³⁾P/CR: Phosphate/creatinine.

¹⁾Significantly different at $\alpha=0.001$ level between male and female by student's t-test.

line 배설이 증가하면서 뼈손실량이 증가한다(32). 따라서 본 연구에서 여자노인의 골흡수가 남자노인에 비해 높은 것을 알 수 있으며 정상치인 남자 5.5, 여자 6.5 nm DPD/Mm creatinine를 초과하는 노인이 각각 23.7%, 45%로서 여자노인의 경우 비정상적으로 높은 골흡수가 일어나는 노인의 비율이 많았다(Table 4). 칼슘배설량은 혈청칼슘보다는 식이 칼슘섭취량에 대해 더 예민하다고 알려져 있으며(33) Ca/CR비는 칼슘영양상태를 나타내는 표지라고 제시되었다(34). 본 연구에서는 74세 이상의 노인이 65~74세 노인에 비해 높은 경향을 보였고 여자가 남자에 비해 Ca/CR이 높은 경향이었으나 유의한 차이가 없었다. 소변의 P/CR도 비슷한 경향을 보였으며 나이간, 성별간에 유의한 차이가 없었다.

생화학적 표지자와 골밀도와의 상관관계

생화학적 표지자중 혈청 25(OH)VitD₃는 LS와 대퇴부 TC의 골밀도와 유의한 정의 상관관계(p<0.05)를 보였으며 혈청 ALP, 소변의 DPYR/CR, 소변의 P/CR은 대부분 부위에서의 골밀도와 음의 상관관계를 보였다(p<0.001~p<0.05)(Table 6).

25(OH)VitD₃는 체내의 비타민 D 상태를 평가할 수 있는 가장 좋은 지표로 알려져 있으며(35) 칼슘흡수를 촉진함으로써 골밀도의 증가를 가져오게 된다고 알려져 있다. ALP의 경우 비타민 D 영양상태를 측정하는 간접지표로 쓰이며 비타민 D 결핍시에는 효소의 작용이 상승하게 된다(8). 따라서 ALP작용과 요추와 대퇴부 2부위에서의 골밀도와의 음의 상관관계를 보였다. DPYR은 골흡수 정도를 나타내는 대표적 표지자로서 DPYR이 상승할수록 골흡수가 증가하면서 골밀도는 감소하게 된다. 소변의 P/CR은 요추와 대퇴부 3부위에서의 골밀도와 모두 음의 상관관계를 보였는데 인의 배설량 증가는 혈청 인의 감소를 가져와 골밀도에 부의 영향을 끼친

Table 6. Correlation between biochemical data and bone mineral density

Biochemical data	LS	FN	WT	TC
25(OH)Vit.D ₃	0.201*			0.193*
ALP ¹⁾	-0.228*	-0.317**		-0.365***
DPYR/CR ²⁾		-0.250**	-0.201*	-0.229*
U-P/CR ³⁾	-0.214*	-0.250**	-0.242**	-0.190**

¹⁾ALP: Alkaline phosphatase.

²⁾DPYR/CR: Urinary deoxypyridinoline/creatinine.

³⁾U-P/CR: Urinary phosphate/creatinine.

Table 7. Multiple regression analysis on LS BMD

(R²=0.4761)

Selected variable	Parameter estimate	Standard error	T-value	P-value
Constant	0.4693	0.0950	4.937	0.0001
Physical activity	0.0010	0.0001	1.460	0.1486
Serum ALP ¹⁾	-0.0016	0.0005	-3.059	0.0031
Weight	0.0058	0.0022	2.697	0.0087
Vitamin D intake	0.0735	0.0208	3.527	0.0007

¹⁾Serum ALP: Serum alkaline phosphatase.

Table 8. Multiple regression analysis on FN BMD

(R²=0.4592)

Selected variable	Parameter estimate	Standard error	T-value	P-value
Constant	0.8287	0.1875	4.420	0.0001
Age	-0.0062	0.0022	-2.749	0.0075
Serum ALP ¹⁾	-0.0013	0.0004	-3.294	0.0015
Weight	0.0061	0.0012	5.214	0.0001

¹⁾Serum ALP: Serum alkaline phosphatase.

것으로 사료된다.

골밀도에 영향을 미치는 요인분석

노인의 요추 골밀도를 예측하기 위해 다단계 다중 회귀분석을 실시한 결과 활동량, 혈청 ALP, 체중, 비타민 D 섭취량에 의해 골밀도 변이의 47.6%를 설명할 수 있었으며(Table 7) 그 중에서도 비타민 D 섭취량(p<0.001), 체중(p<0.01)이 감소할수록 골밀도는 감소했고 혈청 ALP는 증가할수록 골밀도는 감소하였다(p<0.01). 이와 같은 결과는 노인에게 있어서는 칼슘섭취량보다 비타민 D 섭취량이 골밀도에 더 많은 영향을 끼친다는 Parfitt(10)의 보고와 같은 경향이었으며 체중(4)이 골밀도와 상관성이 높다는 보고와도 일치하였다.

노인의 TC 골밀도는 연령, 혈청 ALP, 체중에 의해 골밀도 변이의 45.9%를 설명할 수 있었으며(Table 8) 나이가 많을수록(p<0.01) 혈청 ALP가 높을수록(p<0.01) 골밀도는 낮았고 체중이 적을수록 골밀도가 낮았다(p<0.001).

요 약

본 연구는 부천시에 거주하는 외견상 건강하면서 65세 이상 노인 138명(남: 38명, 여: 100명)을 대상으로 하여 골밀도와 관련된 각 요인을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었

다. 여자 노인은 남자 노인에 비해 칼슘, 비타민 C를 제외한 모든 영양소의 섭취량이 유의하게 낮았다($p < 0.001 \sim p < 0.05$). 남녀 모두 칼슘과 비타민 D 섭취량은 각각 331.0 mg, 1.89 μg 과 308.6 mg, 1.21 μg 으로서 RDA의 50% 미만이었다. 남자 노인의 경우 요추골밀도, 대퇴부 골밀도는 에너지 섭취량($p < 0.05$), 칼슘 섭취량($p < 0.05$), 비타민 D 섭취량($p < 0.05$)과 양의 상관관계를 보였다. 여자 노인의 경우 요추골밀도, 대퇴부 골밀도는 에너지, 당질, 단백질, 지방, 칼슘, 비타민 D 섭취량 모두와 양의 상관관계를 보였다($p < 0.01 \sim p < 0.05$). 여자 노인의 혈청 osteocalcin과 소변의 DPYR/CR값이 남자에 비해 유의하게 높아(각 $p < 0.01$, $p < 0.001$) 남자 노인에 비해 골 교체율과 골 흡수가 높은 것을 알 수 있었다. 25(OH)VitD₃가 10 ng/mL미만으로서 비타민 D 결핍을 보인 노인이 남자 23.7%, 여자 35.0%였다. 혈청 25(OH)VitD₃는 척추, 대퇴전자부 골밀도와 유의한 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였으나 혈청 alkaline phosphatase, 소변의 DPYR/CR, 소변의 P/CR의 비는 대부분의 부위에서 골밀도와 음의 상관관계를 보였다($p < 0.001 \sim p < 0.05$). 다단계 다중회귀분석을 실시한 결과 요추골밀도는 활동량, 혈청 ALP, 체중, 비타민 D 섭취량에 의해 골밀도 변이의 47.6%를 설명할 수 있었으며 그 중에서도 비타민 D 섭취량($p < 0.001$), 체중($p < 0.001$), 활동량($p < 0.05$)이 감소할수록 골밀도는 감소했고 혈청 ALP는 증가할수록 골밀도는 감소하였다($p < 0.01$). 대퇴전자부 골밀도는 연령, 혈청 ALP, 체중에 의해 골밀도 변이의 45.9%를 설명할 수 있었고 나이가 많을수록($p < 0.01$), 혈청 ALP가 높을수록($p < 0.01$), 체중이 적을수록($p < 0.001$) 골밀도가 낮았다.

문 헌

- Heaney RP, Recker RR, Saville PD. 1977. Calcium balance and calcium requirements in middle aged women. *Am J Clin Nutr* 30: 1603-1609.
- Yanok, Heiburm LK, Wasnich RD, Hankin JH, Vogel JM. 1985. The relationship between diet and bone mineral content of multiple skeletal sites in elderly Japanese American men and women living in Hawaii. *Am J Clin Nutr* 42: 877-888.
- Lee HJ. 1996. The relationship of exercise to bone mineral density of Korean women in Taegu. *Korean J Nutr* 29: 806-820.
- Son SM, Chun YN. 2002. Bone densities with anthropometric indices and lifestyles in elderly people. *Korean J Commu Nutr* 7: 327-335.
- Lee BK, Chang YK, Lhoi KS. 1992. Effect of nutrient intake on bone mineral density in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 25: 642-655.
- Sung CJ, Baek SK, Lee HS, Kim MH, Choi SH, Lee YS, Lee DH. 2001. A study of body anthropometry and dietary factors affecting bone mineral density in Korean pre and postmenopausal women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 159-167.
- Moon SJ, Kim JH. 1998. The effect of vitamin D status on bone mineral density of Korean adults. *Korean J Nutr* 31: 46-61.
- Johnell D, Nilsson BE. 1986. Life style and bone mineral mass in perimenopausal women. *Calcif Tissue Int* 36: 54-56.
- Matkovic V, Kostial K, Simonovic I, Buzina R, Brodarec A, Nordin BEC. 1979. Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am J Clin Nutr* 32: 540-549.
- Parfitt AM, Gallaher JC, Heaney RP, Johnston CC, Neer R, Whedon CD. 1982. Vitamin D and bone health in the elderly. *Am J Clin Nutr* 36: 1014-1031.
- Sower MFR. 1993. Epidemiology of calcium and vitamin D in bone loss. *J Nutr* 123: 413-417.
- Son SM, Chun YN. 2001. Effect of oral therapy with al-phacalcidol or calcium in Korean elderly women with osteopenia and low dietary calcium. *Nutrition Research* 21: 1347-1355.
- Sung CJ, Choi YH, Kim MH, Choi SH, Cho KO. 2002. A study of nutrient intake and serum levels of osteocalcin, Ca, P and Mg and their correlation to bone mineral density in Korean postmenopausal women residing in rural areas. *Korean J Commu Nutr* 7: 111-120.
- Lee HJ, Lee HO. 1999. A study on the bone mineral density and related factors in Korean menopausal women. *Korean J Nutr* 32: 197-203.
- 김광원. 1995. 골다공증 환자에서 생화학적 표지자들을 이용한 약제 선정, 경과 관찰 및 치료효과 예측. 골다공증 심포지움 초록 p 37-43.
- Oyster N, Marton M, Linel S. 1984. Physical activity and osteoporosis in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 16: 44-50.
- Gindler EM, King JD. 1992. Rapid colorimetric determination of calcium in biologic fluids with methylthymol blue. *Am J Pathol* 58: 376-382.
- Son SM, Park YJ, Koo J, Mo S, Yoon HY, Sung CJ. 1996. Nutritional and health status of Korean elderly from low income, urban area and improving effect of meal service on nutritional and health status. *Korean J Commu Nutr* 1: 79-88.
- Draper HH, Scythes CA. 1981. Calcium phosphorus and osteoporosis. *Fed Proc* 40: 2434-2438.
- Andon MB, Smith KT, Bracker M, Statoris D, Saltman P, Strause P. 1991. Spinal bone density and calcium intake in healthy postmenopausal woman. *Am J Clin Nutr* 54: 927-929.
- Lee HJ, Choi MJ. 1996. The effect of nutrient intake and energy expenditure on bone mineral density of Korean women in Taegu. *Korean J Nutr* 29: 62-633.
- Lee HS, Lee DH, Sung CJ. 2001. Relationship between nutrient intake and biochemical markers of bone metabolism in Korean postmenopausal women. *Korean J Commu Nutr* 6: 765-772.
- Johansen JS, Riiss BJ, Delmas PD. 1988. Christiansen Co Plasma BGP, and indication of spontaneous bone loss and of the effects of estrogen treatment in postmenopausal women. *Eur J Clin Invest* 18: 191-195.
- Delmas PD. 1986. Bone gla-protein (osteocalcin): a specific marker for the study of metabolic bone diseases. In *Calcio-tropic hormones and calcium metabolism*. Cecchetti M, Segre G, eds. Excerpta Media, Amsterdam. p 19-28.
- 민선기. 1989. 골다공증 치료의 기본개념. 대한내분비학회지 4: 1-3.
- 임승길. 1995. 새로운 골다공증 약제 소개 및 이상적인 약제 개발. 골다공증 심포지움 초록 p 65-79.
- Moon SJ, Kim SW, Kim JH, Lim SK. 1996. A study on vitamin D status and factors affecting it in young adults. *Korean J Nutr* 29: 747-757.
- Jesudason D, Need AG, Horowitz M, O'Loughlin PD, Morris HA, Nordin BE. 2002. Relationship between serum

- 25-hydroxyvitamin D and bone resorption markers in vitamin D insufficiency. *Bone* 31: 626-630.
29. Vieth R, Ladak Y, Walfish PG. 2003. Age related changes in the 25-hydroxyvitamin D versus parathyroid hormone relationship suggest a different reason why older adults require more vitamin D. *J Clin Endocrinol Metab* 88: 185-191.
 30. Villareal DT, Civitelli R, Chines A, Avioli LV. 1991. Subclinical vitamin D deficiency in postmenopausal women with low vertebral bone mass. *J Clin Endo Metab* 72: 628-634.
 31. Sherman SS, Hollis BW, Tobin JD. 1990. Vitamin D status and related parameters in a healthy population: The effect of age, sex and season. *J Clin Endo Metab* 71: 405-413.
 32. Sluk P, Delmas PD. 2002. Osteoporosis in the aged male. *Presse Med* 23: 1760-1769.
 33. Weaver CM. 1990. Assessing calcium status and metabolism. *J Nutr* 120: 1470-1473.
 34. Lee RD, Nieman DC. 1996. *Nutritional assessment*. Mosby, St Louis. p 410-412.
 35. Gibson RS. 1996. *Principles of nutritional assessment*. Oxford university press, New York Oxford. p 522-524.

(2003년 8월 8일 접수; 2003년 12월 10일 채택)