

성인 여성의 나트륨 섭취수준과 칼슘 영양상태 및 골밀도

윤진숙[†] · 이미정

계명대학교 식품영양학과

Calcium Status and Bone Mineral Density by the Level of Sodium Intake in Young Women

Jin-Sook Yoon[†], Mi Jung Lee

Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Daegu, Korea

Abstract

Previous studies have shown that sodium excretion is positively related to calcium excretion in the urine. As excessive sodium intake is a common nutritional problem in Korea, we intended to investigate associations among sodium intake levels and calcium status, evaluated by 24 hour recall method and urinary excretion, and bone status. We collected dietary information for non-consecutive three days from 139 young adult women 19~29 years. After classifying the subjects into 4 groups based on the dietary sodium levels by daily total sodium intake (mg) and sodium density (sodium intake per 1000 kcal energy intake), we compared the bone status, nutrient intakes, urinary calcium and sodium excretions. The results showed a positive association between total daily sodium intake and intake of other nutrients. However, no significant differences in nutrients intakes were observed among subject groups classified by sodium density levels. There were no significant differences of bone density among groups by total daily sodium intake as well as by sodium density. While total daily sodium intake showed significantly positive relationship with urinary sodium ($p < 0.05$) and calcium ($p < 0.05$), sodium density was not related to urinary excretion of calcium and sodium. Our results suggested that promoting balanced meals providing appropriate amounts of energy intake is the essential component of nutrition education for improving calcium status of young Korean women with excessive sodium intake. (*Korean J Community Nutr* 18(2) : 125~133, 2013)

KEY WORDS : calcium status · bone density · sodium intake · young women

서론

골질량 감소로 인해 골조직의 미세 구조가 취약해지는 질

접수일: 2013년 2월 4일 접수

수정일: 2013년 4월 22일 수정

채택일: 2013년 4월 22일 채택

*This work was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (MEST) 2010-0241

[†]**Corresponding author:** Jin-Sook Yoon, Department of Food and Nutrition, Keimyung University, 1000 Sindang-dong, Dalseo-gu, Daegu, Korea

Tel: (053) 580-5873, Fax: (053) 580-5885

E-mail: jssook@kmu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

환인 골다공증은 작은 충격에 의해서도 쉽게 골절을 초래하므로 노년기 삶의 질을 좌우하는 대표적인 질환으로 인식되고 있다(Lee & Lee 1999; Kwon 등 2001). 우리나라 2009년 국민건강·영양조사에서 50세 이상 성인의 골다공증 유병률은 23.1%이었으며 이를 성별로 비교하였을 때 여성은 50세 이상의 골다공증 유병률이 38.7%인 반면 남성은 8.1%에 불과하여 여성의 유병률이 남성의 약 5배 가량이나 되는 것으로 추정되었다(Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention 2010). 일반적으로 골질량은 30~35세에 최고치에 달하고 그 이후에는 매년 1~2% 정도 골밀도가 감소하며, 골다공증이 일단 발병하고 나면 뚜렷한 치료방법이 없으므로, 어릴 때부터 균형적인 식사와 꾸준한 운동 실천을 통해 최대 골질량을 높이는 것이 최선의 예방책으로 간주되고 있다(Choi & Jung 1998; Chung 등 2001).

칼슘은 골격건강과 관련하여 가장 주목을 받는 영양소이

다. 골격량이 증가하는 시기에 칼슘 영양상태가 불량한 것은 골다공증에 대한 위험을 높이는 요인이며, 칼슘 섭취량이 높은 집단은 낮은 집단에 비해 골밀도가 높은 것으로 알려졌다 (Metz 등 1993; Suleiman 등 1997; Song & Paik 2002). 아시아 계 인종의 경우 백인에 비해 칼슘 섭취량이 현저히 낮은 편인데 (Wigertz 등 2005), 최근의 연구에서 우리나라 20~30대 여성 집단은 부적절한 칼슘섭취와 더불어 골 건강이 우려됨이 보고되었다 (Koo 등 2008). 또한 2009년 국민건강·영양조사에 의하면 19~29세 성인여성의 칼슘 섭취량은 447.1 mg으로 보고되었는데 이는 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시하는 권장섭취량의 63.8%에 해당되는 양이었다 (Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention 2010).

인체의 칼슘 필요량은 체격, 인종 간의 차이, 유전, 생활습관 등의 영향을 받으므로 최적 골 건강을 유지하는데 적절한 식사방안을 제시하려면 칼슘 섭취와 골밀도 간의 관계에 대한 파악과 더불어 칼슘 대사에 영향을 미치는 나트륨, 단백질, 비타민 D 등과 같은 다른 영양소 섭취상태와 칼슘 섭취, 그리고 골밀도 간의 상호 관련성을 함께 파악하는 것이 필요하다 (Weaver 1990; Yu 등 2002; Song & Paik 2003; Braun 등 2007).

선행 연구에서 나트륨 섭취가 증가하면 소변 중 나트륨 배설량과 더불어 칼슘의 소변 배설량이 증가하는 것으로 나타나 나트륨의 과잉섭취는 칼슘의 체내 보유에 부정적인 영향을 줄 것이라 하였다 (Kurtz 등 1987; Shortt & Flynn 1990; Jones 등 1997; Foxall 등 2008; Teucher 등 2008). 일본의 경우 20~40세 여성이 고염분 식사를 하는 경우에 그렇지 않은 여성에 비하여 뼈의 무기질 함량이 유의적으로 낮았다는 보고가 있었다 (Mizushima 등 1999). 이와 관련하여 세계보건기구에서는 나트륨 섭취량을 2.3 g 감소시킨다면 칼슘 배설량을 40 mg 감소시킬 것으로 추정하였으며, 이를 근거로 식사에서 나트륨 섭취량을 약 2.3 g 감소시킨다면 인체의 칼슘 필요량은 840 mg에서 600 mg으로 감소될 수 있다고 제안한 바 있다 (FAO & WHO 2001). 그렇지만 아직은 대부분의 나라에서 칼슘의 영양섭취기준을 설정할 때 나트륨 섭취량의 차이를 구체적으로 반영하지는 않고 있는 상태이다.

최근 나트륨 과다섭취가 고혈압, 심장질환 발생의 위험요인이며 위암, 골다공증 등의 질환과도 간접적으로 관련되는 것으로 알려짐에 따라 짜게 먹는 습관은 건강수명 증가를 위해 시급히 개선해야 할 식습관으로 널리 인식되고 있다 (Cohen & Roe 2000; Strazzullo 등 2009; Takachi 등 2010;

D'Elia 등 2012). 국민건강영양조사 결과에 의하면 우리나라 사람들의 1일 평균 나트륨 섭취량은 2007년 이래 매년 증가 추세에 있으며 2010년 4,878 mg으로 보고되었는데 (Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention 2010), 이는 한국인 영양섭취기준에서 제시한 성인의 충분 섭취량인 1,500 mg을 3배 이상 초과 섭취하는 양이며 WHO에서 제시하는 권고상한치 값인 2,000 mg을 2배 이상 초과하는 값에 해당된다.

나트륨 과다 섭취와 더불어 칼슘 섭취부족은 앞으로 우리나라에서 개선해야 할 영양부문의 대표적 정책과제임을 감안한다면 나트륨 과다섭취와 칼슘 영양상태 그리고 골밀도와의 관련성을 파악하는 것은 의미가 클 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 최대 골질량 형성이 이루어지는 시기인 20대 성인 여성들을 대상으로 식사를 통한 1일 칼슘 섭취량과 소변 중 배설량, 그리고 골밀도를 측정하여 나트륨 섭취수준과의 관련성을 비교해 봄으로써 골 건강 개선을 위한 식사 섭취 방안을 제시하는데 기여하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 계명대학교 의과대학 의학연구윤리심의위원회 (IRB)의 사전 심의를 통과하였다 (IRB 10-148). 대구·경북지역에 거주하는 건강한 만 19세 이상 29세 미만 성인 여성 중 연구 참여에 동의한 158명을 대상으로 동의서를 받은 후 2010년 12월부터 2011년 2월까지 조사를 시행하였다. 연구 참여자 중 식이섭취 조사와 골밀도 측정, 소변 수집이 완전하지 못한 19명을 제외한 139명을 최종 대상으로 하였다.

2. 연구내용 및 방법

1) 일반사항 조사

설문지는 면접 조사로 진행되었으며 연령, 직업, 최종학력, 생활습관 등에 대해 조사하였다.

2) 신체계측

신장과 체중은 가벼운 옷차림 상태에서 직립자세를 취하게 하고, 신장 자동측정기 (GL-150P, G-Tech international Co.Ltd., Inchen, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수 (Body Mass Index, BMI)를 계산하였다.

3) 골밀도 측정

골밀도 측정은 방사선 골밀도 측정기(Lunar prodigy, General Electric Co., Madison, WI, USA)를 이용하여 요추(Lumbar spine, L1~L4)의 골밀도(Bone Mineral Density: BMD)를 측정하였다.

4) 식사 섭취량 조사

대상자들의 식사섭취량은 숙련된 조사원이 24시간 회상법으로 측정하였다. 섭취량 추정 오차를 최소화하기 위해 2차원 모델 자료집(Korea Food & Drug Administration, Korea health industry development institute 2007)과 계량컵, 계량스푼 등 3차원 조사 보조도구를 이용하여 비연속 평일 2일, 주말 1일간의 식이섭취를 조사하였다. 대상자들이 섭취한 모든 음식 및 식품의 종류와 그 양을 파악하기 위해서 식사구분, 식사시간, 식사장소 등과 더불어 음식명, 섭취 음식의 총량을 조사하였다. 영양소 섭취량은 CAN-Pro 3.0(한국영양학회)을 이용하여 산출하고 3일간의 평균치를 한국인 영양섭취기준과 비교하였다(Korean Nutrition Society 2010).

5) 소변 채취 및 분석

대상자들의 24시간 소변을 1일간 수집하여 총량을 측정 후, 잘 혼합하여 소량의 시료를 분석 시까지 -20°C 냉동고에 보관하여 사용하였다. 소변수집의 완전성을 평가하기 위하여 소변 내 크레아티닌 함량을 측정하였다. 소변의 칼슘 함량은 Ca kit(Sekisui Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 소변의 나트륨 함량은 나트륨 표준용액(10 ppm, 100 ppm, 1,000 ppm)을 제조하고 pH/ISE meter(Orion 720A⁺, Thermo scientific Co., Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

3. 통계처리

모든 통계처리는 SPSS 18.0 PC version 프로그램을 이용하여 처리하였다. 신체 측정치, 식사섭취조사, 골밀도, 소변의 칼슘 및 나트륨 배설량은 평균과 표준편차로 나타내었다. 나트륨 섭취수준에 따른 비교는 두 가지 방법으로 실시하였다. 조사 대상자들의 1일 나트륨 총 섭취량을 기준으로 4분위로 분류하여 각 군별로 영양소 섭취량과 소변 배설량의 차이 여부를 확인하였으며, 에너지 섭취량 1000 kcal당 나트륨 섭취량을 나트륨 밀도로 정의하고 이를 기준으로 4분위로 나누어 각 군 간의 차이 여부를 비교하였다. 군 간의 비교는 ANOVA test와 Duncan's multiple range test를 이용하였으며, 변수들 간의 상관관계는 Pearson

correlation coefficient를 이용하여 산출하였다.

결 과

1. 일반적 특성

Table 1과 같이 조사대상자들의 평균 나이는 21.3세였으며 연령분포는 19~27세였다. 신장과 체중의 평균치는 각각 160.7 ± 4.9 cm, 55.1 ± 8.1 kg이었고, BMI는 21.3 ± 2.8 kg/m²이었다. 조사대상자들의 골밀도 평균치는 1.125 ± 0.118 g/cm²이었다.

2. 영양소 섭취실태

Table 2는 대상자들의 영양소 섭취상태를 1일 섭취량과 권장 섭취량 또는 충분 섭취량에 대한 섭취비율로 나타낸 것이다. 1일 평균 에너지 섭취량은 1901.3 ± 528.6 kcal로 동일한 연령대의 한국인 영양섭취기준과 비교하였을 때 약 91% 수준으로 섭취하고 있었다. 단백질 섭취량은 72.1 ± 23.4 g으로 권장섭취량의 144.2%였으며, 칼슘섭취량은 평균 468.2 ± 197.0 mg으로 권장섭취량의 72% 수준이었다. 인의 평균 섭취량은 959.2 ± 309.2 mg으로 2010년 한국인 영양섭취기준에서(Korean Nutrition Society 2010) 제시한 권장 섭취량보다 높았다. 평균 나트륨 섭취량은 3935.4 ± 1319.6 mg으로 충분섭취량의 262%에 해당하였다. 그 밖의 영양소 중에서 티아민, 리보플라빈, 니아신, 비타민 B₆, 비타민 E의 평균 섭취량은 양호한 편이었으나 엽산은 섭취량이 매우 부족한 것으로 평가되었으며 비타민 C의 평균 섭취량도 권장섭취량의 75% 수준이었다.

3. 나트륨 섭취수준에 따른 영양섭취상태 비교

Table 3은 조사대상자들의 1일 영양소 섭취실태를 나트륨 1일 총 섭취량을 기준으로 4분위(Q1~Q4)로 나누어 군 간에 비교한 결과이다. 에너지, 단백질, 칼슘, 인, 칼륨 등의 모든 영양소 섭취량은 일일 나트륨 총 섭취량이 가장 높은 군

Table 1. General characteristics of subjects

| Variables | Mean \pm SD |
|--------------------------|-------------------|
| Age (yrs) | 21.6 \pm 1.5 |
| Height (cm) | 160.5 \pm 4.2 |
| Weight (kg) | 54.6 \pm 6.6 |
| BMI (kg/m ²) | 21.2 \pm 2.3 |
| BMD (g/cm ²) | 1.125 \pm 0.179 |

BMI: Body mass index

BMD: Bone mineral density

에서 유의하게 높았다($p < 0.001$). 단백질 섭취량은 나트륨 섭취량이 가장 낮은 군(Q1)의 경우 57.5 ± 12.4 g, 25%~50% 미만인 군(Q2)은 60.7 ± 11.5 g, 50%~75% 미만인 군(Q3)은 76.1 ± 20.6 g, 가장 높은 군(Q4)의 경우 94.8 ± 25.3 g이었다. 칼슘 섭취량은 Q1의 경우 $358.7 \pm$

198.8 mg, Q2 422.2 ± 123.6 mg, Q3 509.3 ± 133.9 mg, Q4 586.1 ± 237.3 mg이었으며, 각각 권장섭취량의 55.2%, 65.0%, 78.4%, 90.2% 수준에 해당하였다. 인 섭취량은 959.2 ± 309.2 mg으로 권장섭취량의 137% 수준이었으며 네군 모두 권장섭취량 이상 섭취하고 있었다. 나트륨 섭취량은 네군 모두 목표섭취량 이상 섭취하는 것으로 나타났다. 평균 Na/K의 섭취비율은 Q1 군에서 1.6 ± 0.4 이었으며 Q4 군의 경우 2.2 ± 0.6 으로 섭취비율이 네군 중 가장 높았다($p < 0.001$). 에너지 1,000 kcal 당 나트륨 섭취량은 Q1 군 1653.6 ± 359.2 mg, Q2 군 1997.4 ± 314.0 mg, Q3 군 2148.0 ± 432.0 mg, Q4 군의 경우 2574.1 ± 504.2 mg 으로 나트륨 총 섭취량이 많을수록 나트륨 섭취밀도가 유의하게 높았다($p < 0.001$).

에너지 섭취량 1,000 kcal 당 나트륨 섭취 수준, 즉 나트륨 밀도에 따른 영양소 섭취량을 분석해 본 결과는 Table 4에 나타내었다. 모든 영양소의 섭취량은 나트륨 섭취 밀도에 따라 분류한 4군 간에 통계적으로 차이가 없었다. 에너지 섭취량은 나트륨 섭취밀도가 가장 낮은 Q1의 경우 2006.5 ± 622.5 kcal, Q2 1971.1 ± 612.0 kcal, Q3 1872.6 ± 441.5 kcal, Q4의 경우 1750.9 ± 376.1 kcal로 Q1 군의 에너지 섭취량이 가장 높은 수치를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 단백질 섭취량은 Q1 72.2 ± 24.8 g, Q2 71.2 ± 26.7 g, Q3 71.8 ± 21.2 g, Q4 73.2 ± 21.2 g으로 나트륨 섭취수준과 무관하였다. 칼슘 섭취량은 Q1의 경우 461.6 ± 234.8 mg, Q2 489.4 ± 202.7 mg, Q3 461.0 ± 182.6 mg, Q4 460.7 ± 167.9 mg이었으며 나트륨 섭취밀도에 따른 차이는 없었다. 인 섭취량은 네

Table 2. Daily energy and nutrients intake of subjects

| Variables | Intake | | % KDRIs ¹⁾ |
|-------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| Energy (kcal) | 1,901.3 \pm | 528.6 ²⁾ | 90.5 \pm 25.2 |
| Carbohydrate (g) | 253.1 \pm | 70.4 | — |
| Protein (g) | 72.1 \pm | 23.4 | 144.2 \pm 46.8 |
| Fat (g) | 64.1 \pm | 30.0 | — |
| Fiber (g) | 15.9 \pm | 5.8 | — |
| Ca (mg) | 468.2 \pm | 197.0 | 72.0 \pm 30.3 |
| P (mg) | 959.2 \pm | 309.2 | 137.0 \pm 44.2 |
| Fe (mg) | 13.5 \pm | 6.7 | 96.4 \pm 47.9 |
| Na (mg) | 3,935.4 \pm | 1,319.6 | 262.4 \pm 88.0 |
| K (mg) | 2,138.9 \pm | 680.0 | 112.4 \pm 19.4 |
| Zn (mg) | 8.3 \pm | 3.6 | 103.8 \pm 45.0 |
| Thiamin (mg) | 1.3 \pm | 0.7 | 118.1 \pm 63.6 |
| Riboflavin (mg) | 1.2 \pm | 1.0 | 100.0 \pm 83.3 |
| Vit B ₆ (mg) | 1.9 \pm | 0.8 | 135.7 \pm 57.1 |
| Niacin (mg) | 17.0 \pm | 7.2 | 121.4 \pm 51.4 |
| Vit C (mg) | 75.8 \pm | 50.9 | 75.8 \pm 50.9 |
| Folate (μ g) | 218.8 \pm | 115.6 | 54.7 \pm 28.9 |
| Vit A (μ gRE) | 657.9 \pm | 320.6 | 101.2 \pm 49.3 |
| Vit E (μ g) | 15.5 \pm | 6.7 | 155.0 \pm 66.8 |

1) % KDRIs mean % EER (Estimated energy requirement) for energy; % AI (Adequate intake) for Na, K, vit E; % RNI (Recommended nutrient intake) for other nutrients

2) Values are Mean \pm SD.

Table 3. Daily nutrients intake of subjects by total daily sodium intake level

| Variables | Q ₁ | Q ₂ | Q ₃ | Q ₄ | p-value ¹⁾ |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Energy (kcal) | 1,575.8 \pm 266.4 ^{2c} | 1,709.6 \pm 277.7 ^{3c} | 1,957.2 \pm 401.8 ^b | 2,376.4 \pm 680.0 ^a | 0.000 |
| Protein (g) | 57.5 \pm 12.4 ^c | 60.7 \pm 11.5 ^c | 76.1 \pm 20.6 ^b | 94.8 \pm 25.3 ^a | 0.000 |
| Animal protein (g) | 33.8 \pm 12.7 ^c | 33.2 \pm 10.6 ^c | 45.5 \pm 22.9 ^b | 55.8 \pm 16.8 ^a | 0.000 |
| Plant protein (g) | 23.7 \pm 5.4 ^c | 27.6 \pm 5.4 ^{bc} | 30.6 \pm 7.2 ^b | 39.0 \pm 14.6 ^a | 0.000 |
| Ca (mg) | 358.7 \pm 198.8 ^a | 422.2 \pm 123.6 ^a | 509.3 \pm 133.9 ^b | 586.1 \pm 237.3 ^b | 0.000 |
| Animal Ca (mg) | 178.7 \pm 181.4 ^c | 215.5 \pm 105.8 ^{bc} | 265.4 \pm 139.2 ^{ab} | 306.4 \pm 178.4 ^a | 0.004 |
| Plant Ca (mg) | 180.0 \pm 66.6 ^c | 206.8 \pm 72.1 ^{bc} | 243.8 \pm 78.5 ^{ab} | 279.6 \pm 105.1 ^a | 0.000 |
| P (mg) | 771.1 \pm 167.5 ^c | 824.1 \pm 158.7 ^c | 992.2 \pm 217.8 ^b | 1,258.2 \pm 381.9 ^a | 0.000 |
| Ca/P | 0.5 \pm 0.2 | 0.5 \pm 0.1 | 0.5 \pm 0.1 | 0.5 \pm 0.1 | 0.083 |
| Na (mg) | 2,566.3 \pm 562.0 ^d | 3,335.5 \pm 131.3 ^c | 4,057.5 \pm 341.7 ^b | 5,836.7 \pm 841.8 ^a | 0.000 |
| K (mg) | 1,701.3 \pm 465.2 ^c | 1,902.4 \pm 473.5 ^c | 2,220.8 \pm 541.6 ^b | 2,748.6 \pm 724.5 ^a | 0.000 |
| Na/K | 1.6 \pm 0.4 ^c | 1.8 \pm 0.4 ^b | 1.9 \pm 0.4 ^b | 2.2 \pm 0.6 ^a | 0.000 |
| Na density | 1,653.6 \pm 392.5 ^c | 1,997.4 \pm 314.0 ^b | 2,148.0 \pm 432.0 ^b | 2,574.1 \pm 504.2 ^a | 0.000 |

1) p-value: Independent sample t-test

2) Values are Mean \pm SD.

3) Means with different superscripts in a row are significantly different from others at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

군 모두 권장섭취량 이상 섭취하고 있었으며, 평균 Ca/P의 섭취비율은 네군 모두 0.5로 나타나 인 섭취량이 칼슘 섭취량에 비해 높은 것으로 평가되었다. 평균 나트륨 섭취량은 네군 모두 목표섭취량 이상 섭취하고 있었다. 칼륨 섭취량은 Q1 2074.0 ± 680.0 mg, Q2 2172.0 ± 793.9 mg, Q3 2074.2 ± 572.3 mg, Q4 2238.58 ± 680.0 mg으로 나타났다.

4. 나트륨 섭취 수준과 골밀도, 소변의 칼슘 배설량 및 나트륨 배설량과의 관계

Table 5는 조사대상자들의 나트륨 1일 총 섭취량을 기준으로 4분위(Q1~Q4)로 나누어 24시간 소변 중의 나트륨, 칼슘 배설량을 비교한 결과이다. 나트륨 배설량은 Q1 군에서 3968.5 ± 1662.7 mg/day으로 가장 낮았고, Q4 군에서 4878.4 ± 1759.6 mg/day으로 가장 높았으나 통계적

으로 유의한 차이는 없었다. 칼슘 배설량도 Q1 군에서 89.1 ± 41.9 mg/day으로 가장 낮았고, Q4 군에서 114.9 ± 67.5 mg/day으로 가장 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 조사대상자들의 나트륨 섭취수준과 요추 골밀도를 비교해 보면 Q1 1.119 ± 0.111 g/cm², Q2 1.110 ± 0.136 g/cm², Q3 1.144 ± 0.094 g/cm², Q4 1.125 ± 0.129 g/cm²으로 나트륨 총섭취량에 따른 차이는 없었다. BMI의 경우에도 군 간에 차이는 역시 나타나지 않았다.

Table 6은 조사대상자들의 나트륨 섭취밀도(Na/1000 kcal)에 따라 4분위군(Q1~Q4)으로 나누어 24시간 소변 중의 나트륨, 칼슘 배설량을 분석한 결과이다. 나트륨 밀도로 분류한 네 군 간에는 소변 중 나트륨 배설량과 칼슘 배설량 모두 군 간에 차이를 나타내지 않았다.

Table 6에서 조사대상자들의 나트륨 섭취밀도(Na/1000 kcal)에 따라 BMI 및 요추 골밀도를 비교한 경우에도 Q1~

Table 4. Daily energy and nutrients intake of subjects by sodium density (Na/1000 kcal)

| Variables | sodium density | | | | | | | | p-value ¹⁾ |
|--------------------|----------------|---------------------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|-----------------------|
| | Q ₁ | | Q ₂ | | Q ₃ | | Q ₄ | | |
| Energy (kcal) | 2,006.5 ± | 622.5 ²⁾ | 1,971.1 ± | 612.0 | 1,872.6 ± | 441.5 | 1,750.9 ± | 376.1 | 0.183 |
| Protein (g) | 72.2 ± | 24.8 | 71.2 ± | 26.7 | 71.8 ± | 21.2 | 73.2 ± | 21.2 | 0.988 |
| Animal protein (g) | 44.3 ± | 22.1 | 39.5 ± | 17.1 | 42.3 ± | 18.9 | 41.7 ± | 16.7 | 0.759 |
| Plant protein (g) | 27.9 ± | 9.5 | 31.7 ± | 14.9 | 29.5 ± | 7.7 | 31.5 ± | 8.0 | 0.376 |
| Ca (mg) | 461.6 ± | 234.8 | 489.4 ± | 202.7 | 461.0 ± | 182.6 | 460.7 ± | 167.9 | 0.912 |
| Animal Ca (mg) | 250.7 ± | 210.5 | 248.9 ± | 150.1 | 227.7 ± | 131.8 | 236.8 ± | 141.1 | 0.545 |
| Plant Ca (mg) | 210.9 ± | 85.4 | 240.5 ± | 106.0 | 233.3 ± | 88.3 | 223.9 ± | 74.9 | 0.926 |
| P (mg) | 943.4 ± | 289.6 | 978.0 ± | 393.8 | 935.9 ± | 255.9 | 980.3 ± | 290.5 | 0.904 |
| Ca/P | 0.5 ± | 0.2 | 0.5 ± | 0.1 | 0.5 ± | 0.1 | 0.5 ± | 0.1 | 0.856 |
| Na (mg) | 3,000.8 ± | 1,164.6 | 3,745.5 ± | 1,169.9 | 4,098.0 ± | 1,003.7 | 4,925.8 ± | 1,197.2 | 0.000 |
| K (mg) | 2,074.0 ± | 680.0 | 2,172.0 ± | 793.9 | 2,074.2 ± | 572.3 | 2,238.5 ± | 658.2 | 0.699 |
| Na/K | 1.5 ± | 0.3 | 1.8 ± | 0.3 | 2.0 ± | 0.4 | 2.3 ± | 0.5 | 0.000 |
| Na density | 1,479.0 ± | 252.7 | 1,902.0 ± | 73.9 | 2,188.3 ± | 113.7 | 2,810.6 ± | 315.6 | 0.000 |

1) p-value: Independent sample t-test

2) Values are Mean ± SD.

Table 5. 24-hour Urinary Ca, Na excretion, BMI and Bone density by total daily sodium intake level

| Variables | Q ₁ | | Q ₂ | | Q ₃ | | Q ₄ | | p-value ¹⁾ |
|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|-----------------------|
| Creatinine (mg/day) | 774.6 | ± 224.9 ²⁾ | 812.3 | ± 263.7 | 825.0 | ± 216.5 | 840.5 | ± 244.5 | 0.694 |
| Na excretion (mg/day) | 3,968.5 | ± 1,662.7 | 4,332.9 | ± 1,752.1 | 4,417.2 | ± 1,594.9 | 4,878.4 | ± 1,759.6 | 0.174 |
| Ca excretion (mg/day) | 89.1 | ± 41.9 | 95.8 | ± 60.4 | 113.1 | ± 57.1 | 114.9 | ± 67.5 | 0.168 |
| Na/Cr (mg/mg) | 5.23 | ± 1.80 | 5.46 | ± 1.53 | 5.38 | ± 1.38 | 5.90 | ± 1.61 | 0.342 |
| Ca/Cr (mg/mg) | 0.121 | ± 0.063 | 0.117 | ± 0.058 | 0.128 | ± 0.055 | 0.132 | ± 0.062 | 0.731 |
| BMI (kg/m ²) | 21.2 | ± 2.3 | 21.0 | ± 3.3 | 21.3 | ± 2.7 | 21.8 | ± 2.7 | 0.653 |
| BMD (g/cm ²) | 1.119 | ± 0.111 | 1.110 | ± 0.136 | 1.144 | ± 0.094 | 1.125 | ± 0.129 | 0.665 |

1) p-value: by ANOVA test

2) Values are Mean ± SD.

BMI: Body mass index

BMD: Bone mineral density

Table 6. 24-hour Urinary Ca, Na excretion, BMI and Bone density by sodium density (Na/1000 kcal)

| Variables | Sodium density | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|--|
| | Q ₁ | | Q ₂ | | Q ₃ | | Q ₄ | | p-value ¹ | |
| Creatinine (mg/day) | 818.5 | ± 209.6 ²⁾ | 837.2 | ± 264.1 | 789.0 | ± 256.2 | 806.7 | ± 219.7 | 0.860 | |
| Na excretion (mg/day) | 4,551.4 | ± 2,079.8 | 4,294.5 | ± 1,714.2 | 4,331.3 | ± 1,635.9 | 4,406.3 | ± 1,372.6 | 0.928 | |
| Ca excretion (mg/day) | 108.0 | ± 56.0 | 92.9 | ± 58.4 | 103.5 | ± 54.1 | 108.3 | ± 63.8 | 0.661 | |
| Na/Cr (mg/mg) | 5.48 | ± 1.72 | 5.22 | ± 1.48 | 5.74 | ± 1.83 | 5.54 | ± 1.30 | 0.594 | |
| Ca/Cr (mg/mg) | 0.125 | ± 0.062 | 0.110 | ± 0.057 | 0.136 | ± 0.060 | 0.129 | ± 0.058 | 0.317 | |
| BMI (kg/m ²) | 21.3 | ± 2.6 | 21.1 | ± 2.3 | 21.3 | ± 3.0 | 21.6 | ± 3.1 | 0.882 | |
| BMD (g/cm ²) | 1.140 | ± 0.126 | 1.117 | ± 0.108 | 1.117 | ± 0.122 | 1.125 | ± 0.121 | 0.828 | |

1) p-value: Independent sample t-test

2) Values are Mean ± SD.

BMI: Body mass index

BMD: Bone mineral density

Table 7. Relationships among dietary intake and urinary excretion of Ca and Na, Bone mineral density and BMI

| Variables | Na intake (mg/d) | Na intake (mg/1000 kcal) | Ca intake (mg/d) | Na excretion (mg/d) | Ca excretion (mg/d) | BMI (kg/m ²) |
|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| Na intake (mg/1000 kcal) | 0.613** | | | | | |
| Ca intake (mg/d) | 0.486** | 0.011 | | | | |
| Na excretion (mg/d) | 0.170* | 0.059 | 0.236** | | | |
| Ca excretion (mg/d) | 0.175* | 0.054 | 0.323** | 0.527** | | |
| BMI (kg/m ²) | 0.111 | 0.097 | 0.168* | 0.236** | 0.141 | |
| BMD (g/cm ²) | 0.072 | 0.010 | 0.117 | 0.101 | 0.110 | 0.438** |

*: p < 0.05, **: p < 0.01

Q4 군 간에 차이는 없었다. 골밀도는 조사 대상자들을 나트륨 1일 총 섭취량, 그리고 나트륨 섭취밀도(Na/1000 kcal)에 따라 분류하였을 때 모두 군 간에 어떠한 차이도 나타나지 않았다.

조사대상자의 칼슘 및 나트륨 섭취와 배설, 골밀도와와의 관련성을 상관계수로 분석한 결과는 Table 7에 나타내었다. 칼슘 섭취량은 나트륨 섭취량($r = 0.486$, $p < 0.05$), 칼슘 배설량($r = 0.032$, $p < 0.01$), 나트륨 배설량($r = 0.236$, $p < 0.01$), 칼슘/크레아티닌 배설량($r = 0.215$, $p < 0.05$)과 양의 상관관계를 나타냈다. 나트륨 섭취량은 칼슘 배설량($r = 0.175$, $p < 0.05$)과 양의 상관관계를 나타냈다. 칼슘 배설량은 나트륨 배설량($r = 0.527$, $p < 0.01$), 칼슘/크레아티닌 배설량($r = 0.815$, $p < 0.01$)과 양의 상관관계를 나타내었고 칼슘 배설율($r = -0.182$, $p < 0.05$)과는 음의 상관관계를 나타냈으며, 나트륨 배설량은 나트륨/크레아티닌 배설량($r = 0.562$, $p < 0.01$)과 양의 상관관계를 나타냈다. 골밀도는 BMI($r = 0.438$)와 양의 상관관계를 나타내었다($p < 0.01$).

고 찰

본 연구에 참여한 대상자들의 평균 연령 (= 21.3세)과 체

질량 지수 평균값 (= 21.3 kg/m²)은 2010 국민건강통계에서 보고한 19~29세 여성의 체질량지수 평균값 21.3 ± 0.2 kg/m²과 유사한 수치였다(Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention 2010). 본 연구 대상자들의 골격 건강상태는 선행 연구자들(Lee & Lee 1996; Lim 등 2008)이 보고한 우리나라 젊은 여성들의 골밀도 수준과 유사하였다.

연구 대상자들의 평균 칼슘 섭취량은 468.2 mg이었으며 권장섭취량의 72%에 해당되었다. 이는 2010년 국민건강통계에서(Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention 2010) 보고한 19~29세 여성의 칼슘 섭취량 (= 468.7 mg)이나 Song & Paik(2002)의 연구에서 보고한 여대생의 평균 칼슘 섭취량 (= 487 ± 144 mg)과 일치하는 수준이다. 한편 조사에 참여한 대상자들의 나트륨 섭취량 평균치는 충분섭취량의 262.3%에 해당하여 선행연구에서 이미 보고된 바와 같이 칼슘섭취는 충분하지 못한 반면 나트륨은 과다섭취하고 있었다.

여러 연구에서 나트륨의 과다섭취는 고혈압, 심혈관 질환의 위험 증가와 밀접한 관련이 있을 뿐만 아니라 나트륨 섭취량이 높을수록 비만의 경향이 높아짐을 보고하였다(Cohen

& Roe 2000; Strazzullo 등 2009; Wilson 등 2009; Takachi 등 2010; D'Elia 등 2012). Libuda 등 (2012)은 건강한 성장기 아동과 청소년들의 경우 소변 배설량으로 측정된 나트륨 섭취량이 높을수록 체질량지수와 체지방률이 높음을 관찰하였다. 그러나 말레이시아 사람들을 대상으로 나트륨 함량이 높은 15가지 대표적 식품들의 섭취빈도와 선호도를 신체 계측치와 연계하여 분석하였을 때 인스턴트 국수의 경우에만 섭취빈도와 복부 둘레 간에 양의 관련성이 나타났으며 짜게 먹는 습관, 고염 식품의 선호도와 체질량 지수, 복부둘레 간에는 유의한 관련성을 보이지 않았다고 한다 (Choong 등 2012). 한편 우리나라 성인전체를 대상으로 2005년 국민건강영양조사자료를 분석하였을 때 체질량지수가 높은 군에서 에너지 섭취량과 나트륨 섭취량이 높은 경향을 보였으나 여성만을 대상으로 하였을 때는 통계적으로는 유의한 차이를 관찰하지 못하였는데 (Yoon & Jang 2011) 이는 본 연구와 일치하는 결과이다.

본 연구에서 1일 총 나트륨 섭취량을 기준으로 나트륨 섭취량 차이에 따른 영양소 섭취량을 비교하면 나트륨 섭취가 높을수록 에너지를 비롯한 대부분의 영양소 섭취량이 유의하게 높았다. 이는 식사량이 증가하면 에너지 섭취량과 나트륨 섭취량을 비롯한 여러 영양소들의 섭취량도 함께 증가하는 것에 기인하므로 엄밀한 의미에서 나트륨 섭취량 증가로 인한 영향만을 반영하는 것은 아니다. 따라서 나트륨 섭취량 증가에 에너지 섭취량 증가가 미치는 영향을 통제하고 나트륨과 칼슘 영양상태 간의 관련성을 파악하고자 1000 kcal 당 나트륨 섭취량인 나트륨 밀도를 기준으로 대상자를 4분위로 분류하여 영양소 섭취량을 관찰한 결과 나트륨 밀도가 높을수록 나트륨 총 섭취량이 높았으나 에너지를 비롯한 다른 영양소 섭취량은 군 간에 차이를 보이지 않았다. 이는 나트륨 섭취밀도가 가장 낮은 제 1사분위에 속하는 군의 경우에도 총 나트륨 섭취량 평균값이 목표 섭취량의 150%에 해당하여 본 연구에 참여한 젊은 여성들은 나트륨을 전반적으로 과다섭취하고 있었기 때문에 군 간의 차이는 상대적으로 적었던 것에 기인할 것으로 보인다.

최적건강 유지를 위한 성인의 칼슘 필요량은 칼슘 섭취량과 배설량이 균형을 이루는 양으로 정의되므로 칼슘 섭취량과 흡수율, 배설량 간의 관련성 파악을 통해 칼슘 필요량을 추정하게 된다. 소변의 칼슘 배설량은 골 건강 유지를 위한 칼슘의 적정섭취수준을 결정할 때 사용되는 대표적인 지표 중의 하나인데, 정상 성인이 매일 500~600 mg의 칼슘을 섭취하면 소변으로 약 100~300 mg의 칼슘이 배설되는 것으로 알려져 있다 (FAO & WHO 2001). 본 연구 참여자들의 24시간 소변 중 칼슘 배설량은 선행연구 (Cho & Paik

1992; Yu 등 1996)에서 여대생과 주부를 대상으로 보고한 값에 비해 다소 낮은 편이었지만 정상범위에 속하는 수준이었다. 한편 Lim (2011)의 연구에서 성인 여성의 나트륨 배설량은 3276.4 ± 1390.6 mg으로 본 연구에 비해 배설량이 낮았다. 이는 본 연구의 경우 이온 측정법을 이용하여 나트륨 배설량을 측정하였기 때문에 원자흡수분광법에 비해 높게 추정되었을 것으로 사료된다.

나트륨 섭취량이 높으면 소변의 칼슘 배설량이 증가하며 소변의 칼슘과 나트륨 배설량은 상호간에 밀접한 관련성이 있음은 이미 여러 연구에서 알려진 바 있다 (Kurtz 등 1987; Jones 등 1997; Foxall 등 2008). 본 연구에서도 소변의 칼슘 배설량이 증가하면 나트륨 배설량도 증가함을 확인하였다. 나트륨 섭취가 증가하면 소변 중 나트륨 배설량이 증가할 뿐만 아니라 골용해대사 지표인 디옥시피리딘놀린과 칼슘의 소변배설량이 증가하므로 나트륨의 과잉섭취는 골밀도에 부정적인 영향을 줄 것이라는 견해가 제기되었다 (Jones 등 1997). 난소절제한 흰 쥐에서 저칼슘 식이와 함께 고농도의 소금을 투여했을 때 골다공증 발생을 가속화시켰으므로 과다한 식염섭취가 골격 건강에 부정적인 영향을 줄 것이라는 가능성을 토대로 FAO와 WHO에서는 약 2.3 g의 나트륨 섭취량 증가는 40 mg의 칼슘을 추가로 배설할 것으로 추정된다고 제시하였다 (FAO & WHO 2001). 본 연구에서 수집한 데이터를 이용하여 나트륨 섭취와 칼슘 배설량 간의 관련성에 대해서 파악한 결과 나트륨 총 섭취량이 가장 높았던 군과 가장 낮았던 군 간의 차이는 3270 mg이었으며 소변 칼슘량은 25.8 mg의 차이를 보여 일일 나트륨 섭취량이 높으면 소변으로의 칼슘 배설량이 유의하게 높아지는 것이 관찰되었다. 이는 FAO와 WHO 합동보고서와 비교하면 상호관련성이 다소 약하게 나타난 것인데 통제된 대사실험이 아닌 횡적 조사로 인한 실험설계의 차이에 기인할 것으로 보인다. 본 연구결과로 미루어 볼 때 다이어트에 관심이 많은 우리나라 젊은 여성 집단에서 나트륨 섭취량이 높으면서 에너지 섭취량이 부족한 경우에는 칼슘 섭취량과 더불어 전반적으로 영양소 섭취량이 낮아지게 되며 소변으로의 칼슘 배설량도 증가하여 골격건강에 불리한 영향을 미칠 것이 우려된다고 하겠다. 따라서 나트륨 과다섭취와 칼슘섭취 부족이 공존하지 않도록 식습관 개선을 유도하는 것이 생애 전반의 골 건강 관리에 필수적인 요소임을 시사하였다.

일본의 20~40세 여성 1658명을 대상으로 한 역학연구에서도 칼슘 섭취량이 600 mg 이하로 낮은 경우에 고염 식사를 하는 사람들의 골 무기질 함량이 유의하게 낮았다고 한다 (Mizushima 등 1999). 한편 폐경여성을 대상으로 실시한 단기간의 중재연구에서 목표섭취량 이하의 저염식사를 3

주간 실시한 후 목표섭취량의 2.5배에 해당하는 식사로 전환하여 4주간 섭취하였을 때 골분해율이 증가하였다고 한다 (Harrington & Cashman 2003). 우리나라에서 건강검진 센터를 방문한 폐경 전후 여성 615명을 대상으로 골대사 지표와 골밀도에 영향을 미치는 인자를 탐색한 연구에 의하면 폐경 후 여성에서만 나트륨과 오추 골밀도 사이에 음의 상관관계가 있었다고 보고되었다 (Park 2010). 그러나 현재까지 사람을 대상으로 골손실이나 골절율과 나트륨 섭취변화와의 직접적인 관련성은 보고되지 않았다. 본 연구에서도 성인 여성에서 나트륨 섭취수준과 골밀도 간에는 유의한 관련성이 나타나지 않았다. 이러한 국내의 연구들을 종합할 때 현재로서는 나트륨 섭취수준의 차이에 따라 칼슘 필요량이나 권장 섭취량을 다르게 책정하기에는 골 건강과의 관련성에 대한 과학적 근거가 불충분하다고 보여진다.

요약 및 결론

본 연구에서는 나트륨 섭취 수준과 칼슘 영양상태, 골건강과의 관련성을 파악하고자 2010년 12월부터 2011년 2월 까지 대구 · 경북지역에 거주하고 있는 만 19세 이상 29세 미만 성인 여성 139명을 대상으로 횡적 조사를 실시하였다. 비연속 3일간의 식사섭취상태를 24시간 회상법으로 조사하여 영양소 섭취 상태를 파악하였으며, 골밀도를 측정하고, 24시간 뇨를 수집하여 칼슘, 나트륨 배설량을 측정하였다. 일일 총 나트륨 섭취량과 나트륨 밀도(1000 kcal 당 나트륨 섭취량)에 따라 대상자를 4분위로 분류하여 나트륨 섭취 수준과 칼슘 영양상태, 골밀도를 비교한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사대상자의 평균 나이는 21.3세, 평균 신장은 160.7 ± 4.9 cm, 평균 체중 55.1 ± 8.1 kg, 평균 BMI 21.3 ± 2.8 kg/m²이었다.

2) 조사 대상자의 평균 에너지 섭취량은 1901.3 ± 528.6 kcal로 한국인 에너지영양섭취기준의 약 91% 수준에 해당하였다. 칼슘섭취량은 평균 468.2 ± 197.0 mg으로 권장 섭취량의 72% 수준이었다. 인의 평균 섭취량은 권장 섭취량보다 높았고 나트륨 섭취량은 3935.4 ± 1319.6 mg으로 충분섭취량의 262%에 해당하였다.

단백질, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 비타민 B₆, 비타민 E의 평균 섭취량은 양호한 편이었으나 엽산과 비타민 C는 섭취량이 부족한 것으로 평가되었다.

3) 조사 대상자의 영양소 섭취량은 일일 총 나트륨 섭취량에 따라 4분위로 분류하였을 때 나트륨 총섭취량이 높을수록 에너지, 단백질, 칼슘, 인, 칼륨 등의 섭취량도 유의하게

높았으나(p < 0.001), 나트륨 밀도(1000 kcal 당 나트륨 섭취량)에 따라 대상자를 4분위로 분류하였을 때 네 군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4) 소변의 1일 평균 칼슘 배설량은 103.1 ± 57.9 mg/day이었고 나트륨 총섭취량에 의해 분류한 네 군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 대상자 전체의 골밀도는 1.13 ± 0.12 g/cm²이었으며 일일 총 나트륨 섭취량과 나트륨 밀도(1000 kcal 당 나트륨 섭취량)에 따라 대상자를 4분위로 분류하였을 때 모두 네 군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

5) 골밀도는 체질량지수와 양의 상관관계(p < 0.01), 칼슘 섭취량은 일일 나트륨 총섭취량(p < 0.05), 소변으로의 칼슘 및 나트륨 배설량(p < 0.01)과 양의 상관관계를 나타냈다. 일일 나트륨 총 섭취량은 칼슘 배설량(p < 0.05)과 양의 상관관계, 칼슘 배설량은 나트륨 배설량과 양의 상관관계를 보였다(p < 0.01).

본 연구에서 일일 나트륨 총섭취량이 높을수록 칼슘 섭취량과 소변 배설량이 유의하게 증가하였으나 에너지 섭취량을 보정한 나트륨 섭취량인 나트륨 밀도(1000 kcal 당 나트륨 섭취량)와 칼슘 섭취량, 소변 배설량 간에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 따라서 나트륨을 과다 섭취하고 있는 우리나라 젊은 성인 여성들의 경우 적정수준의 에너지를 공급하는 균형적인 식사섭취를 실천하는 것이 칼슘 영양상태와 골격건강 개선에 필수적임을 제시하였다.

참 고 문 헌

- Braun M, Palacios C, Wigertz K, Jackman LA, Bryant RJ, McCabe LD, Martin BR, McCabe GP, Peacock M, Weaver CM (2007): Racial differences in skeletal calcium retention in adolescent girls with varied controlled calcium intakes. *Am J Clin Nutr* 85(6): 1657-1663
- Cho JH, Paik HY (1992): A comparative study on urinary Ca excretion in young and middle-aged Korean women. *Korean J Nutr* 25(2): 132-139
- Choi MJ, Jung YJ (1998): The relationship between food habit, nutrient intakes and bone mineral density and bone mineral content in adult women. *Korean J Nutr* 31(9): 1446-1456
- Choong SS, Balan SN, Chua LS, Say YH (2012): Preference and intake frequency of high sodium foods and dishes and their correlations with anthropometric measurements among Malaysian subjects. *Nutr Res Pract* 6(3): 238-245
- Chung YJ, Lee KM, Park JW, Chung SP (2001): Factor which are related with BMD in premenopausal women. *J Korean Fam Med* 22(3): 363-370
- Cohen AJ, Roe FJ (2000): Review of risk factors for osteoporosis with particular reference to a possible aetiological role of dietary salt. *Food Chem Toxicol* 38(2-3): 237-253

- D'Elia L, Rossi G, Ippolito R, Cappuccio FP, Strazzullo P (2012): Habitual salt intake and risk of gastric cancer: A meta-analysis of prospective studies. *Clin Nutr* 31(4): 489-498
- FAO & WHO (2001): Human vitamin and mineral requirements. Food and Nutrition Division FAO Rome, pp.151-171
- Foxall RJ, Jakobsen J, Cashman KD, Flynn A, Fairweather-Tait SJ (2008): Sodium and bone health: impact of moderately high and low salt intakes on calcium metabolism in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 23(9): 1477-1485
- Gennari C (2001): Calcium and vitamin D nutrition and bone disease of the elderly. *Public Health Nutr* 4(2B): 547-559
- Harrington M, Cashman KD (2003): High salt intake appears to increase bone resorption in postmenopausal women but high potassium intake ameliorates this adverse effect. *Nutr Rev* 61(5): 179-183
- Jones G, Beard T, Parameswaran V, Greenaway T, von Witt R (1997): A population-based study of the relationship between salt intake, bone resorption and bone mass. *Eur J Clin Nutr* 51(8): 561-565
- Koo JO, Ahn HS, Yoo SY (2008): Study of bone mineral density, body composition and dietary habits of 20-30 years women. *Korean J Community Nutr* 13(4): 489-498
- Korea Food & Drug Administration, Korea Health Industry Development Institute (2007): Two-dimensional model kit of food and it's bowl
- Korean Nutrition Society (2010): Dietary reference intakes for Koreans, Seoul, Korea
- Kurtz TW, Al-Bancer HA, Morris RC (1987): "Salt-sensitive" essential hypertension in men. *N Eng J Med* 317(17): 1043-1048
- Kwon IS, Kim IG, Kang CM, Yoo TW, Park BJ, Kang HS, Lee HS, Kim CI, Cho HC, Bae SH, Park SC (2001): Vitamin D and estrogen receptor gene polymorphism and their interaction associated with bone mineral density in Korean postmenopausal women. *Korean J Intern Med* 60(5): 421-432
- Lee HJ, Lee HO (1999): A study on the bone mineral density and related factors in Korean postmenopausal women. *Korean J Nutr* 32(2): 197-203
- Lee HJ, Lee IG (1996): Bone mineral density of Korean mother-daughter pairs : Relations to anthropometric measurement, body composition, bone markers, nutrient intakes and energy expenditure. *Korean J Nutr* 29(9): 991-1002
- Libuda L, Kersting M, Alexy U (2012): Consumption of dietary salt measured by urinary sodium excretion and its association with body weight status in healthy children and adolescents. *Public Health Nutr* 15(3): 433-441
- Lim HJ (2011): A study on the calcium and sodium intakes and urinary calcium excretion of adults in Busan. *Korean J Community Nutr* 16(2): 215-226
- Lim JH, Bae HS, Lee SM, Ahn HS (2008): Dietary and non-dietary factors related to bone mineral density in female college students. *Korean J Community Nutr* 13(3): 418-425
- Metz JA, Anderson JJ, Callagher PN Jr (1993): Intakes of calcium, phosphorus, and protein, and physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58(4): 537-542
- Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention (2010): Korea health statistics 2009: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3). Korea Center for Disease Control and Prevention, Seoul, Korea
- Mizushima S, Tsuchida K, Yamori Y (1999): Preventive nutritional factors in epidemiology : Interaction between sodium and calcium. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 26(7): 573-575
- Park JY (2010): Association between bone mineral density, bone marker and nutrients intake in pre- and postmenopausal women. MS Thesis, Graduate school, Kyung Hee University, pp.1-12
- Shortt C, Flynn A (1990): Sodium-calcium inter-relationships with specific reference to osteoporosis. *Nutr Res Rev* 3(1): 101-115
- Song YJ, Paik HY (2002): Effect of dietary factors on bone mineral density in Korean college women. *Korean J Nutr* 35(4): 464-472
- Song YJ, Paik HY (2003): Effect of dietary, biochemical and other factors on bone mineral density change for 2 Years in Korean college women. *Korean J Nutr* 36(2): 175-182
- Strazzullo P, D'Elia L, Kandala NB, Cappuccio FP (2009): Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 339: b4567
- Suleiman S, Nelson M, Li F, Buxton-Thomas M, Moniz C (1997): Effect of calcium intake and physical activity level on bone mass and turnover in healthy, white, postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 66(4): 937-943
- Takachi R, Inoue M, Shimazu T, Sasazuki S, Ishihara J, Sawada N, Yamaji T, Iwasaki M, Iso H, Tsubono Y, Tsugane S (2010): Consumption of sodium and salted foods in relation to cancer and cardiovascular disease: the Japan public health center-based prospective study. *Am J Clin Nutr* 91(2): 456-464
- Teucher B, Dainty JR, Spinks CA, Majsak-Newman G, Berry DJ, Hoogewerff JA, Foxall RJ, Jakobsen J, Cashman KD, Flynn A, Fairweather-Tait SJ (2008): Sodium and bone health: impact of moderately high and low salt intakes on calcium metabolism in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 23(9): 1477-1485
- Weaver C (1990): Assessing calcium status and metabolism. *J Nutr* 120(suppl 11): 1470-1473
- Wigertz K, Palacios C, Jackman LA, Martin BR, McCabe LD, McCabe GP, Peacock M, Pratt JH, Weaver CM (2005): Racial differences in calcium retention in response to dietary salt in adolescent girls. *Am J Clin Nutr* 81(4): 845-850
- Wilson TA, Adolph AL, Butte NF (2009): Nutrient adequacy and diet quality in non-overweight and overweight Hispanic children of low socioeconomic status: the Viva la familia study. *J Am Diet Assoc* 109(6): 1012-1021
- Yoon JS, Jang H (2011): Diet quality and food patterns of obese adult women from low income classes. *Korean J Community Nutr* 16(6): 706-715
- Yu KH, Kong YA, Yoon JS (1996): A study on dietary factors, urinary levels of Ca, Na and the bone status of women in urban and rural area. *Korean J Community Nutr* 1(1): 71-78
- Yu CH, Lee JS, Lee IH, Kim SH, Lee SS, Jung IK (2002): Nutritional factors related to bone mineral density in the different age groups of Korean women. *Korean J Nutr* 35(7): 779-790