

혈청 25-hydroxyvitamin D 수준이 낮은 폐경 후 여성에서 나타난 위험 인자 분석*

연세대학교 생활과학대학 식품영양학과, 연세대학교 의과대학 내과학교실**
문수재 · 김정현 · 임승길**

ABSTRACT

Investigation of Risk Factors of Low Serum 25-hydroxyvitamin D Levels in Korean Menopausal Women

Moon, Soo-Jae · Kim, Jung-Hyun · Lim, Sung-Kil**

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea
Department Internal Medicine,** Yonsei University, Seoul, Korea

To define the risk factors of subclinical vitamin D deficiency in postmenopausal women, circulating serum 25-hydroxyvitamin D levels, known to be the best indicator of vitamin D status, were measured and risk factors affecting it were investigated in 27 women with low 25-hydroxyvitamin D level (ie, the study group : serum 25 hydroxyvitamin D < 10ng/ml) by comparing to 55 age-matched controls (the control group) were analyzed. The serum level of 25-hydroxyvitamin D was analyzed by HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) and analyzed biochemical parameters. The following information was obtained by interviews : sociodemographic characteristics, the intake of food containing vitamin D, proxy measure of sunlight exposure (time spent outdoors), and reproductive history of the subjects. The study group had significantly lower levels of serum calcium, increased levels of iPTH and alkaline phosphatase. Among the dietary determinants, energy, protein, fat, calcium, phosphorus, and vitamin D intakes were lower in the study group than the normal group. The time spent outdoors in a day was not significantly different between the two groups. However, during the day, a specific time of time spent outdoors between 12 : 00 and 14 : 00 was significantly lower in the study group. Logistic analysis revealed that vitamin D and calcium intake were more important affecting factors than the time spent outdoors in post menopausal women. (*Korean J Nutrition* 29(9) : 981~990, 1996)

KEY WORDS : 25-hydroxyvitamin D · iPTH · alkaline phosphatase · dietary vitamin D intake
· time spent outdoors.

서 론

혈청 25-hydroxyvitamin D(25-OHD)상태는 지리

채택일 : 1996년 9월 4일

*본 연구는 과학 재단 95 핵심 과제 연구비로 수행되었음.

및 기후적인 조건에 따른 자외선 조사량과 vitamin D의 식사적 공급이 다르므로, 나라와 민족, 그리고 지역에 따라 차이가 있다고 알려져 있다¹⁻³⁾. 혈청 vitamin D 수준이 저하되었다고 하는 것은 직접적인 골질환을 의미하는 것은 아니지만 골감소증 및 골다공증의 가능성을 제시할 수 있으므로 이는 곧 골질환에 있어 위험 상태의

규명에 유용한 근거 자료가 될 수 있다. 일부 연구자들은 vitamin D 결핍이라는 용어가 사실상 정확한 표현이 아니라고 주장하는데^{4,5)}, 그 이유는 vitamin D가 식사적 요인으로만 결정되는 것이 아니기 때문이다. 따라서 혈청 25-OHD 수준이 저하되었다고 평가할 수 있는 기준치는 아직까지 정확히 제시된 바 없으나, 대체적으로 8ng/ml 또는 10ng/ml, 경우에 따라서 15ng/ml으로 분류되고 있다^{5,6)}. 이러한 분류는 사실상 위험 요인들의 노출에 따라 판별될 수 있으므로, 나라마다 혹은 연령 및 폐경 유무에 따른 집단간에도 조금씩 다르게 판정될 수 있을 것이다.

혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단을 분류하는데 있어 그 기준치를 10ng/ml(=25nmol/l)으로 할 때³⁾ 북미에 거주하는 젊은 성인에게는 혈청 25-OHD 저하가 거의 발견되지 않으나, 노인 집단에서는, 특히 겨울인 경우, 25% 정도 혈청 25-OHD가 저하되어 있음을 보고하였다. 또한 북유럽인들의 경우는 젊은 성인 중 40% 정도, 그리고 노년층은 60% 이상이 혈청 vitamin D 부족이 나타난다고 하였다. 기후적 조건때문에 독특한 의복으로 온몸을 가리고 다니는 사우디아라비아인들은 젊은 성인에서 40~70% 정도, 노년층인 경우 더 높은 비율이 혈청 25-OHD 수준 저하가 나타나고 있음을 보고한 바도 있다⁷⁾. 한편, 혈청 25-OHD 수준이 8ng/ml(20nmol/d) 이하를 부족으로 기준할 경우, 멕시코에서는 노년층에서 14.8% 정도가 혈청 25-OHD 수준이 감소되어 있음을 제시하였다. Villareal등은 38nmol/l(≈15ng/ml)을 기준으로 할 경우, 폐경 후 여성에 있어 10.3%가 혈청 25-OHD 저하로 나타난다고 보고하였다⁸⁾. 특히, 보행이 불편하여 기관에 수용된 노년층의 대부분은 vitamin D 수준이 매우 저하되어 있어 유럽의 양로원 노인들의 경우 70~100%까지 혈청 25-OHD가 낮아져 있다고 보고하고 있다⁹⁾. 따라서, 이와 같이 국외의 연구들을 종합하여 보면, 혈청 vitamin D 수준이 낮은 집단은 곧 폐경 이후의 여성과 노년층 집단으로 파악될 수 있으므로 이 집단을 결국 vitamin D 취약 집단으로 볼 수 있을 것이다^{8,10)}.

Vitamin D가 식사로서 공급되어야 하는 중요성이 제안되고 있지만, 피부를 통하여 흡수되는 자외선 양에 대한 정확한 자료가 없으므로 실제로 vitamin D의 필요량을 설정하는 것은 매우 어려운 일이다. 또한, vitamin D의 공급 및 저장 정도에 관한 자료도 매우 미비한 상태이므로 문제가 되고 있는 취약 집단(노년층과 폐경 이후 여성)에 있어 젊은 성인에 비해 어느 정도 요구되며 어느 정도의 보충이 필요한가 등은 사실상 미지수라 할 수 있다. 특히, 자연계에는 vitamin D 함유 식품의 종류가 매우 제한되어 있어 미국 등의 선진국은 vitamin D의 식사

적인 공급으로서 vitamin D를 식품에 첨가시키는 강화 공정을 이미 실행하고 있고, 치유 및 예방적 목적으로서의 보충제 섭취도 권장되고 있다¹¹⁻¹³⁾. 최근 우리 나라에서도 몇몇 제품에 vitamin D를 강화시키려는 노력이 시도되고 있다.

혈청 vitamin D 저하는 2차적 hyperparathyroidism의 원인이 되어 골밀도에 영향을 주는 것으로 많은 연구자들은 생각하고 있다^{9,13-14)}. 따라서 폐경 후 여성의 경우 폐경으로 인한 여러 가지 증후군^{14,16)}과 더불어 연령의 증가로 인한 피부에서의 vitamin D 생성의 감소¹⁷⁾와 결부되어 vitamin D 결핍이 초래되고 이는 곧 폐경 후 각종 골질환과 연결될 수 있으므로 vitamin D는 골격의 형성 및 유지에 있어 중요한 역할을 하고 있음을 제시할 수 있을 것이다.

국외의 경우, 체내 vitamin D 상태에 관한 연구는 이미 진행되고 있으나 서로 다른 연구 결과가 제시되고 있는 실정으로 전반적인 자료는 매우 부족하다. 더욱이 국내의 경우는 한국인을 대상으로 한 기초적인 연구의 진행이 거의 이루어지지 않고 있고, 식품내 vitamin D 함량조차 분석되어 있지 않아 권장량 역시 외국의 자료에 의존하고 있는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 본 연구자들의 선행 연구¹⁸⁾에서 vitamin D 취약 집단으로 추정된 폐경 후 여성집단을 대상으로 국외의 선행 연구 대부분에서 vitamin D 결핍 내지는 저하 수준으로 제시하고 있는 25nmol/l(≈10ng/ml)을 기준으로 하여, 폐경 후 여성들 중 혈청 25-OHD 수준이 10ng/ml 이하인 여성 27명을 실험군(study group)으로 정하고, 이들과 동일 연령으로 구성된 정상인 여성 55명을 대조군(control group)으로 선정하여 비교 분석을 하고자 하였다. 이를 통하여 혈청 25-OHD 수준 저하를 예측하는 위험 요인을 분석하여 폐경 후 여성에 있어 vitamin D 영양 상태의 평가와 골질환의 예방에 기초 자료가 되고자 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상자 선정

폐경 후 여성을 대상으로 혈청 25-OHD 수준이 낮다고 판명된 27명(study group)과 연령이 대조된 정상군 55명(control group)을 임의로 추출하여 case-control study로 진행하였다.

2. 연구 시료 및 자료 수집

연구가 실시된 기간은 1995년 3~5월까지로 계절적 변화를 감안하여 동일 계절로 제한하였다. 모든 대상자들에 대해 식후 3시간이 지난 후에 혈액을 채취하였고,

혼련된 설문자에 의한 면접을 통하여 일반 사항, 1일 활동량 및 생활 습관, 그리고 식이 조사 등의 자료를 수집하였다.

1) 혈액의 채취

본 연구만을 위한 시료로서 약 10ml에 해당하는 혈액을 임상 병리과에서 채취하였다. 채취한 혈액을 냉장 온도에서 5~12시간 정도 incubation시킨 후 3000g에서 10분간 원심분리하여 얻은 혈청을 tube에 분주하고 자외선을 차단하기 위해 알루미늄 호일에 싸서 -70℃에서 냉동 보관하였다.

2) 면접을 통한 설문 조사

본 연구의 수행을 위해 개발된 설문지를 이용하여 연구 대상자의 사회 환경적 변인, 생활 습성(자외선 노출 정도, 활동량, 음주 및 흡연 상태) 및 식생활 형태 등을 조사하였다.

(1) 연구 대상자의 사회, 환경적 변인 조사

가. 일반 사항 : 연구 대상자들의 vitamin D 상태에 영향을 줄 것으로 생각되는 사회, 환경적 요인을 규명하기 위한 문항으로 성별, 연령, 직업, 학력, 경제 수준, 주 성장지, 거주 지역 등을 조사하였다. 체중 및 신장을 조사하였으며, 체중의 경우 최근에 변화 유무에 대해 알아보았다. 과거력(past medical history) 및 현재에 섭취하고 있는 건강 식품, 보조 식품, 그리고 기타 약제 등의 복용 여부 및 골질환에 대한 가족력(family history)을 조사하였으며 초경 및 폐경 연령, 피임약 및 호르몬 제제 복용 여부, 그리고 임신 및 출산력에 대한 조사도 병행하였다.

나. 생활 습성 조사 : 음주 및 흡연 정도에 대해 알아보았으며, 하루의 활동량 및 하루 중 자외선 노출이 가능한 오전 8시부터 오후 6시까지 시간대별에 따른 옥외 생활 시간(time spent outdoors)을 설문하여 자외선 노출 정도(sunshine exposure)를 추정하였다. 1일 활동량은 평상시 24시간 동안의 활동 내용과 활동 시간 그리고 활동 장소 등을 인터뷰를 통하여 조사하였다. 활동 내용을 열량 소모량에 따라 11단계의 활동으로 나누고 각 단계별 활동에 필요한 열량 소모량을 기초로 하여 24시간의 옥체적 활동량을 계산하였다.

(2) 식생활 형태

가. 영양소 섭취 상태 조사 : 영양소 섭취량을 정확히 측정하기 위하여 혼련된 면접자(영양사 자격증 소지)가 식품 모델, 각종 계량 기구 및 용기를 이용하여 대상자가 평소 섭취하고 있는 상황을 기록하였다. 즉, 문 등¹⁹⁾이 개발한 간이 영양 섭취 조사 방법을 기초로 본 연구의 목적에 맞게 미리 작성한 설문 도구를 이용하였다. 육어란 및

두류 제품, 우유 및 유제품, 과일, 야채, 곡류와 서류, 설탕류, 유지류의 일곱 가지 식품군으로 나누어 이들 식품의 평소 섭취량을 조사하였다. 또한 vitamin D와 칼슘의 주요 급원으로 알려진 식품들의 섭취 빈도를 반정량적 빈도법(semi-quantitative frequency questionnaire)를 이용하여 조사하였다. 또한, 현재 우리나라에서 일부 식품에서 이루어져 시판되고 있는 vitamin D 강화 식품(예 : 우유 및 유제품, cereal 식품)의 섭취 정도를 파악하였다. 그 후 연구자가 중량으로 환산한 후²⁰⁾ 식품 분석표²¹⁻²⁴⁾에 의하여 1일 섭취 열량 및 영양소량을 각 식품 군별 환산 계수를 곱하여 산출하였다. 각종 영양소 섭취량의 계산은 각종 식품의 영양소 함량이 입력되어 있는 computer program을 이용하였다.

나. 식생활 태도 조사 : Atachi 등²⁵⁾에 의해 개발된 식생활 행동 점검 문항을 표현 내용 상 우리나라 사람들에게 알맞도록 일부 개정한 후²⁶⁾ 사용하였다. 식생활 행동 평가 문항의 구성은 총 20문항이며, ① 전반적인 식생활 행동 평가 문항(5문항)과 ② 섭취 음식의 균형성 평가 문항(8 문항), ③ 생활과의 조화를 평가하는 문항(7문항)으로 구성되어 있다.

3. 연구 자료 및 시료의 분석

1) 혈청 25-hydroxyvitamin D 및 관련 생화학적 변인 분석

혈청 25-hydroxyvitamin D는 HPLC를 이용하여 선행 연구^{18,27)}와 같은 방법으로 분석하였으며, 혈청내 Ca 및 Mg 농도는 Atomic Absorption Spectrophotometric Method, 혈청 인의 농도는 Molybden Blue Colorimetric Method(비색 정량법)을 이용하였다²⁸⁾. 혈청 creatinine은 Jaffe reaction을 이용하며, alkaline phosphatase는 n-nitrophenylphosphatase로 분석하였다²⁹⁾. 혈청 iPTH는 immunoradioactive assay(IRMA)를 채택한 상업용 kit인 INCSTER사의 제품을 이용하여 분석하였다.

4. 자료의 분석

조사된 모든 자료는 SAS(Statistical Analysis System) 전자 계산 package를 이용하여 통계 처리하였다²⁹⁾. 모든 연속형 자료에 대해 비모수적 Kolmogorov-Smirnov goodness of fit test로 정규 분포 여부를 검정하고, 이에 맞는 검정 방법을 시행하였다. 모든 결과의 평균값과 표준편차를 산출하였고, 각종 분석치를 연령별 그리고 소 그룹별로 비교하기 위해 student t-test, ANOVA, SNK-test 등을 실시하였으며, 보다 심도 있고 종합적인 분석을 위해서는 logistic regression 분석을 사용하여 변인들의 영향력을 규명하였다.

결과 및 고찰

1. 혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단의 일반적 특성

연구 대상자들 중 혈청 25-OHD의 수준이 25nmol/l 미만인 여성들 27명의 평균 연령은 60세(45~73세)이었다. 학력은 고졸 이하가 62%, 대졸 이상은 38%이었다. 혈청 25-OHD 수준이 낮다고 평가된 여성들 중 직업이 없는 여성들은 12명(36.4%), 주부가 7명(21.2%)이었고, 그외 사무원, 학생, 교사, 육체 노동자 등이었다.

이들 중 5명만이 운동을 하고 있었고, 운동하는 시간은 일주일에 평균 66.0±22.8분이었다. 체중과 신장을 근거로 산출된 BMI는 23.2±3.0로서 비교적 정상 범위에 포함되어 있었다.

2. 위험 변인 분석

1) 생화학적 변인

혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단(study group)과 정상인 집단(control group)에 대해 vitamin D 내분비 체계와 관련된 생화학적 변인들을 분석하였다(Table 1). 혈청 25-OHD와는 상반된 양상을 지니고 있다고 알려진 iPTH는 study group의 경우 평균 27.0±12.2 pg/ml이었고, control group은 19.9±6.56pg/ml로 측정되어 혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단에서 유의적으로 상승되어 있었다(p<0.05). 또한, 혈청 alkaline phosphatase 역시 iPTH와 같은 양상을 보여, study

group의 경우 10.7±2.2KA로 control group(9.12±2.4KA)보다 현저하게 증가되어 있었다(p<0.05). 혈청 칼슘은 항상성을 유지하는 요인이므로 골밀도가 낮은 경우에도 쉽게 감소되지 않는 것으로 알려져 있는데, 본 연구에서는 연구 대상자 모두 정상 범위를 크게 벗어나지는 않았지만 혈청 칼슘 수준은 study group에서 control group에 비해 유의적으로 낮은 경향을 보였다(p<0.05). 한편, 혈청 내 마그네슘과 인의 농도는 두 집단 모두 정상 범위 안에 포함되어 있으며 혈청 25-OHD수준에 의해 영향을 받고 있지 않은 것으로 나타났다.

Villareal등³⁰⁾은 미국의 중서부 지역에 거주하는 폐경 후 여성들을 대상으로 38nmol/l를 기준으로 study group과 control group으로 분류하여 관련 생화학적 변인들과 비교한 결과 혈청 albumin과 혈청 creatinine은 유의적인 차이가 없었으나 혈청 칼슘 및 인은 study group에 있어 유의적으로 저하되어 있었으며 혈청 alkaline phosphatase는 유의적으로 상승되어 있었음을 보고 하였다. 본 연구 결과, 국외의 선행 연구에서 제시된 바와 같이³⁰⁻³¹⁾ 혈청 25-OHD 수준이 낮은 경우 iPTH는 유의적으로 증가되어 있었고 혈청 alkaline phosphatase 수준도 정상인 집단에 비해 상승되어 있어 골밀도의 감소가 예측될 수 있음을 알 수 있었다. 즉, iPTH의 증가는 골격 재구성(remodelling)을 촉진하고 이는 골소실 증가의 원인이 될 수 있으므로 vitamin D 감소는 골질환 초래에 큰 역할을 할 것으로 볼 수 있겠다.

또한, 혈청 칼슘 역시 control group에 비해 study

Table 1. Biochemical parameters associated with vitamin D endocrine system of 2 groups

Parameters	Study group ¹⁾ (n=27)	Control group ²⁾ (n=55)	p - value
iPTH (pg/ml)	27.0±12.2 (12.95 - 65.98)	19.9 ± 6.56 (11.99 - 42.82)	0.049
ALP (KA)	10.7 ± 2.2 (6.7 - 15.1)	9.12 ± 2.4 (2.52 - 13.1)	0.007
Alb (g/dl)	4.58±0.69 (3.22 - 5.91)	4.58±0.60 (3.13 - 5.82)	0.690
Cr (mg/dl)	0.91±0.34 (0.61 - 1.73)	0.94±0.35 (0.61 - 2.28)	0.758
Ca (mg/dl)	10.12 ± 0.72 (8.99 - 12.04)	10.86 ± 1.37 (7.49 - 14.11)	0.002
Mg (mg/dl)	2.18±0.18 (1.97 - 2.73)	2.16±0.32 (1.68 - 3.26)	0.532
P (mg/dl)	4.27±0.58 (3.35 - 5.60)	4.39±0.97 (2.89 - 7.52)	0.592

iPTH=intact Parathyroid Hormone, ALP=serum Alkaline Phosphatase, Alb=Albumin
Cr=serum Creatinine, Mg=serum Magnesium, P=serum Phosphorus

1) Serum 25-hydroxyvitamin D level < 25nmol/L, 2) Serum 25-hydroxyvitamin D level ≥ 25nmol/L
Each value represents mean±SD(range)

group 경우에 비교적 낮은 상태를 보여 혈청 칼슘 유지에 혈청 25-OHD 수준이 큰 역할을 하고 있음을 알 수 있었으므로 적당한 vitamin D 수준은 골밀도 유지에 중요한 요인이 되는 것을 본 연구 결과에서 제시할 수 있다.

2) 식생활 행태

혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단(study group)의 영양소 섭취 상태를 분석하여, 이를 연령에 따른 권장량²⁾과 비교하여 살펴보았다. 열량의 경우 study group의 경우, 1805.5±424.4kcal(90.7±22.7% RDA)로 2113.0±561.3kcal(105.3±25.7% RDA)의 섭취 상태를 나타내고 있는 control group에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05)(Table 2). Control group이 72.1±17.9g(119.3±25.7% RDA)의 단백질을 섭취하고 있는 반면 study group에서는 단백질의 섭취가 60.3±9.7g(100.3±17.6% RDA)으로 나타나 두 집단 모두 권장량 이상을 섭취하고 있기는 하나 집단간 현저한 차이를 보였다(p<0.0001). 이러한 현상은 지질의 섭취량에서도 같은 양상을 보여 study group의 경우, control group에 비해 유의적으로 낮은 섭취 상태를 보였다(p<0.001). 골대사에 있어 vitamin D와 관련이 있는 무기질인 칼슘과 인의 섭취량은 study group에서는 530.8±82.3mg(75.6±11.3% RDA)의 칼슘을, 902.9±123.6mg(128.8±18.8% RDA)의 인을 섭취하고 있었다. Control group에서는 칼슘 및 인의 섭취량이 각각 620.6±148.9mg(88.2±

19.5% RDA)과 1058.9±248.1mg(150.0±31.0% RDA)으로 나타났다. 칼슘 섭취량은 두 집단 모두 권장량 수준에 도달하지 못하고 있는 상태였으며, 인의 섭취량은 모두 권장량 이상으로 섭취하고 있음을 알 수 있었다. 두 집단간의 차이를 분석한 결과 칼슘과 인은 모두 study group 여성들의 경우 유의적으로 낮은 섭취 상태를 보였다(p<0.001).

한편, 본 연구 대상자의 vitamin D 섭취 상태를 추정하여 산출한 결과 study group의 경우 1.9±1.7µg/d이었고, control group 경우는 3.0±2.3µg/d로 나타나 유의적인 차이를 보였다(p<0.0001). 산출 근거는 자연계에 vitamin D가 함유된 식품을 조사한 후 각 식품마다 각기 다른 자료를 이용하였는데, 현재 우리나라에서 일부 실시되고 있는 몇 가지 회사 연구소의 함유량 자료를 근거로 하였으며 생선류의 경우 우리나라 사람들이 주로 먹는 기름진 생선들을 기준으로 일본의 식품 분석표²³⁾를 이용하였으며, 계란 및 기타 제품의 경우 강화 공정이 아직 실시되고 있지 않은 영국²³⁾과 독일²⁴⁾의 자료를 이용하였다. 현재까지 국내에서는 vitamin D 섭취 상태를 조사하는 도구 개발이 이루어진 바 없으며, 식품 내 함유량도 국내 분석치를 기준한 것이 없으므로 정확한 값을 산출해 내기가 매우 어려운 실정이므로 본 연구에서는 정확한 값의 산출이라는 의미보다는 한국 여성의 혈청 25-OHD에 시사로서 공헌되는 정도를 파악하고자 하였다.

본 연구 결과, study group의 경우, 열량 및 단백질 섭취량이 control group에 비해 유의적으로 적었으며

Table 2. Nutrient intakes and % RDA of 2 groups

	Study group ¹⁾ (n=27)		Control group ²⁾ (n=55)		p-value
	Intake	%RDA	Intake	%RDA	
Energy (kcal/day)	1805.8±424.4 (1776.8 - 2638.2)	90.7±22.7 (58.8 - 131.9)	2113.0±561.3 (1493.8 - 3331.1)	105.3±25.7 (62.3 - 147.4)	0.0036
Protein (g/day)	60.3±9.7 (39.5 - 80.1)	100.3±17.6 (65.8 - 133.6)	72.1±17.9 (42.7 - 126.7)	119.3±25.7 (70.2 - 170.9)	0.0001
Fat (g/day)	30.2±5.2 (20.3 - 39.7)		36.1±8.8 (18.0 - 51.7)		0.0005
CHO (g/day)	326.5±87.6 (203.3 - 498.4)		370.6±108.6 (217.6 - 539.9)		0.0304
Calcium (mg/day)	530.8±82.3 (331.5 - 739.0)	75.6±11.3 (47.3 - 105.6)	620.6±148.9 (331.2 - 998.5)	88.2±19.5 (47.4 - 133.4)	0.0001
P (mg/day)	902.9±123.6 (614.0 - 1160.7)	128.8±18.8 (89.4 - 165.8)	1058.7±248.1 (625.5 - 1792.6)	150.0±31.0 (87.7 - 209.2)	0.0002
Vitamin D (µg/day)	1.9±1.7 (0.01 - 7.5)	20.0±17.5 (0 - 74.6)	3.0±2.3 (0 - 8.99)	60.1±45.3 (0 - 179.8)	0.0004

CHO=Carbohydrate, P=Phosphorus

1) Serum 25-hydroxyvitamin D level < 25nmol/L, 2) Serum 25-hydroxyvitamin D level ≥ 25nmol/L
Each value represents mean±SD(range)

칼슘 및 vitamin D 섭취량에 있어서도 같은 양상을 보였다. 특히, 칼슘 및 vitamin D 섭취량은 두 집단 모두 권장량 수준에 도달하지 못하고 있어 더욱 문제가 될 수 있을 것으로 본다. Villareal 등³¹⁾의 연구에서는 폐경 후 여성들을 대상으로 혈청 25-OHD 수준에 따라 칼슘 및 vitamin D 섭취 상태를 분석한 결과 혈청 25-OHD가 낮은 집단에서 비교적 섭취량이 적었으나 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 또한, Thode 등³¹⁾은 덴마크인 (35~65세)의 경우 vitamin D 섭취 상태가 권장량보다 미달되고 있음을 제시하면서 칼슘 및 vitamin D 섭취 상태가 혈청 내 생화학적 변수들과는 관련성이 없다고 하였다. 그러나 뉴욕에 사는 64세 이상의 노년층을 대상으로 한 연구에서는 식사로부터 공급되는 vitamin D 섭취 양상이 혈청 25-OHD 수준에 영향을 주고 있음을 보고하였고, 이를 회귀식을 통하여 분석하여 본 결과, 혈청 25-OHD 수준을 2ng/ml씩 증가시키기 위해서는 하루 100IU 정도 보충하여야 한다고 제시하면서 식사로부터 공급되는 vitamin D 급원이 혈청 25-OHD 수준에 직접적인 관련성을 가지고 있음을 나타내었다³³⁾. 또한, McKenna 등도 vitamin D 섭취가 혈청 25-OHD와 높은 상관성을 가지고 있음을 보고하였다³¹⁾.

골대사와 관련되어 있는 영양소인 칼슘 및 vitamin D의 섭취 상태를 분석하여 본 결과, 국외의 연구와 비교하면 미국 및 서구 유럽인과 우리 나라 사람의 식습관 차이로 볼 수 있을 것이다. 즉 우리 나라 사람들은 육류, 우유 및 유제품 섭취율이 서구인에 비해 크게 떨어지고 실제적으로 칼슘 섭취량이 양적으로 적절하다고 하더라도 그 급원이 대부분 식물성 식품에서 비롯된다는 것을 고려해 볼 때 심각한 문제가 될 수 있을 것이다. Vitamin D의 경우는 식습관 차이와 더불어 일찍부터 여러 식품 내 강화 공정을 실시하고 있는 미국에 비해 우리나라는 최근에 와서 몇 가지(아동들을 위한 우유 및 ce-

real 제품) 식품에 강화를 시키고 있는 초기 단계이므로 섭취량 차이는 클 수밖에 없을 것으로 생각한다.

또한, vitamin D 함유 식품으로는 생선류, 마른 생선 및 건조 식품, 계란, 우유 및 유제품 등과 강화 공정을 거친 각종 cereal 제품이므로 본 연구에서는 vitamin D 함유 식품 및 최근에 강화를 한 몇 가지 식품들에 대해 혈청 25-OHD수준에 따른 섭취 빈도를 조사하였다(Table 3). 즉, 혈청 25-OHD 수준이 낮은 여성들(study group)의 경우 정상인 여성들(control group)보다 생선류($p=0.07$), 마른 멸치($p<0.0001$), 계란($p<0.05$) 섭취, 우유와 유제품($p<0.05$), 그리고 버터 및 기름($p<0.05$)의 섭취 빈도가 유의적으로 적었다. 버터의 경우는 강화를 시킨 제품 여부에 대해 조사하였으며, 강화 공정이 실시되고 있는 가공유와 각종 cereal 제품은 섭취하고 있는 사람들이 매우 적어 비교할 수가 없었다. 자연 식품 상태에서 vitamin D의 식사로부터 공급되는 양은 매우 제한적으로 하루에 권장량 수준에까지 섭취하기란 쉽지 않으므로 지역 사회 영양 및 건강적 측면에서 노년층 집단 및 폐경 후 여성에 있어 강화 공정은 필수적이라고 할 수 있겠다. 또한, Krall³⁴⁾ 등이 제시한 바와 같이 노년층의 경우 vitamin D 권장량에 대한 평가가 매우 어려운데, 미국의 경우 400IU라는 권장량은 혈청 25-OHD 수준이 젊은 성인층과 노년층이 모두 비슷하다는 전제하에 설정된 것이므로 오류가 생길 수 있다는 문제점을 지적한 바 있으며 이는 또한 미국의 경우 우유, 마가린, 버터 등에 강화를 시키고 있을 뿐만 아니라 노년층 및 골절 환자들에 대한 vitamin D 보충 제제의 필요성도 제시되는 것과 연결될 수 있겠다³³⁾. 그러므로 우리나라의 경우, 본 연구에서도 나타난 바와 같이 혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단은 결국 노년층 집단으로 추정될 수 있고, 이는 혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단(노년층 집단)에 있어 vitamin D 섭취 상태의 중요성을 제시할 수 있으므로 본

Table 3. Food consumption frequency of 2 groups

(Number/week)

Food	Study group ¹⁾ (n=27)	Control group ²⁾ (n=55)	p-value
Meat	0.48±0.13	0.84±0.12	0.047
Fish	0.73±1.41	1.30±0.17	0.077
Dried fish	0.40±0.17	1.43±0.20	0.0001
Egg	2.17±0.47	2.07±0.20	0.769
Milk	2.41±0.46	3.62±0.27	0.009
Yogurt	1.00±0.30	1.21±0.23	0.052
Cheese	0.10±0.10	0.25±0.10	0.076
Butter	0.60±0.25	1.22±0.18	0.004
Oil	1.93±0.45	2.43±0.25	0.013

1) Serum 25-hydroxyvitamin D level < 25nmol/L, 2) Serum 25-hydroxyvitamin D level ≥ 25nmol/L
Each value represents mean±SD

연구 결과는 vitamin D의 보충 제제 및 강화 문제에 대한 기초 자료로서 활용되어야 할 것이다.

3. 1일 활동량 및 자외선 노출 정도

혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단(study group)의 경우 활동량이 596.4±232.5kcal로 나타나 혈청 25-OHD가 정상인 집단(control group)에 비해 비교적 적은 것(640.7±147.5kcal)으로 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다(NS)(Table 4).

한편, 옥외에서 생활하는 시간이 혈청 25OHD 수준에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 하루 중 자외선 노출이 가능한 오전 8시부터 오후 6시까지 실외에서 생활하는 시간을 조사해 본 결과, study group의 경우 하루 중 실외에서 보내는 시간이 평균 53.8분 정도로 1시간 미만에 그치고 있었으나 control group은 평균 80.8분으로 혈청 25-OHD 수준이 25nmol/l 미만인 집단보다 유의적이지는 않으나 비교적 옥외 생활 시간이 많은 것으로 분석되었다(p=0.0521). 그러나 시간대별에 따른 옥외 활동 시간에 대해 비교 분석한 결과, 집단간에 유의적인 차이를 뚜렷하게 보인 시간은 12시부터 2시 사이로 나타났다(p < 0.001). 이러한 결과를 우리나라의 하루 중 시간별에 따른 UVB 자외선 조사량에 대한 보고와 연결시켜 보면, 12시부터 2시 사이가 가장 많은 조사량이 측정되는 시간대임을 보고한 김등³⁵⁾의 연구 결과와

일치함을 알 수 있었다. 즉, 하루 중 옥외에서 생활하는 시간의 총량도 중요하다고 할 수 있으나, vitamin D 합성이 가장 활발히 진행될 수 있는 UVB(290nm) 자외선 조사량이 가장 큰 12시부터 2시 사이에 얼마만큼의 옥외 생활을 하였는지가 또한 효과적인 요인임을 제시하는 바이다.

Delvin등은 65세 이상의 집단이 젊은 성인에 비해 혈청 25-OHD가 낮고 이들 중 특별히 자외선에 대한 노출이 적을수록 유의적으로 혈청 25-OHD 수준이 저하되어 있음을 제시한 바 있다³⁶⁾. 또한, 혈청 25-OHD 수준이 낮거나 정상인 것을 식사적 공급이 비슷한 경우에도 나타나는 현상이므로 이는 자외선 노출이 보다 중요한 역할을 하고 있다고 보고하였다³⁷⁾. 본 연구 결과, 혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단(study group)과 정상인 집단(control group)간의 자외선 노출 정도는 유의적인 차이를 보였다. 따라서 식사적 요인과 더불어 옥외 생활 시간 역시 혈청 25-OHD 수준에 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있었다. Mckenna등³⁸⁾은 노년층 집단에 있어서는 식사가 중요한 역할을 하지만 젊은 성인들에게는 체내 vitamin D 상태를 결정하는 가장 중요한 급원을 자외선 노출이라고 주장하였다. 따라서 강화 공정 실시가 본격화되고 있는 국가의 경우, vitamin D 섭취 부족은 잘 나타나지 않는 현상이므로 혈청 25-OHD 수준 결정은 식사적 요인보다 자외선 노출 정도가 더 큰 역할을

Table 4. Total energy expenditure and time spent outdoors of 2 groups

	Study group ¹⁾	Control group ²⁾	p-value
Activity (kcal/day)	596.4±232.5 (350.7 - 1479.7)	640.7±147.5 (433.5 - 1128.6)	0.2961
TEE (kcal/day)	1971.1±413.4 (1350.0 - 3380.8)	2040.7±370.8 (1387.5 - 4129.0)	0.371
Time spent outdoors (minutes)			
08 : 00 - 10 : 00	11.7±25.1 (0 - 120)	9.9±14.0 (0 - 100)	0.701
10 : 00 - 12 : 00	7.2±11.3 (0 - 40)	10.9±18.3 (0 - 120)	0.164
12 : 00 - 14 : 00	1.4±5.8 (0 - 30)	14.5±16.5 (0 - 60)	0.000
14 : 00 - 16 : 00	11.4±26.0 (0 - 120)	15.4±22.5 (0 - 120)	0.441
16 : 00 - 18 : 00	22.1±26.8 (0 - 120)	30.2±22.0 (0 - 120)	0.082
Total	56.7±15.0 (0 - 360)	80.8±6.8 (0 - 200)	0.0521

TEE=Total energy expenditure

1) Serum 25-hydroxyvitamin D level < 25nmol/L, 2) Serum 25-hydroxyvitamin D level ≥ 25nmol/L

Each value represents mean±SD(range)

하고 있음을 알 수 있었고 본 연구 결과에서도 나타나 바와 같이 식사적 공급이라는 요인을 배제한다고 하더라도 옥외에서 생활하는 시간이 많을 수록 또한 시간대별로 온도가 가장 높아 자외선 조사량이 많을 것으로 예측되는 정오부터 2시까지 시간대가 가장 큰 역할을 하고 있음을 제시하는 바이다.

4. 임신 및 출산력

임신 중이나 산욕기에 무기질 조절 호르몬에 대한 변화 양상은 아직 확실히 규명되지 않았다³⁷⁻³⁸⁾. Greer 등³⁹⁾은 14명의 수유부들을 대상으로 혈청 25-OHD와 PTH의 변화 양상을 조사한 결과 수유기간이 길수록 PTH는 유의적으로 감소하였으나 혈청 25-OHD 수준은 변하지 않았다고 하였으며, 쌍둥이를 수유하고 있는 수유부들의 경우 PTH와 1,25(OH)₂D는 증가하였다고 보고하여 수유기간 중의 vitamin D 및 PTH의 농도 변화에 각기 상반된 의견이 제시되고 있다⁴⁰⁾.

혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단(study group)으로 분류된 여성들의 초경 연령은 평균 16.8세이었고 25-OHD수준이 정상인 집단(control group)의 여성들은 평균 15.3세에 초경을 하였던 것으로 나타났으므로, study group의 여성들이 비교적 늦게 초경을 경험한 것으로 파악되었다(p < 0.001)(Table 5).

Study group에서 임신을 경험한 적이 있는 여성들의 평균 임신 횟수는 5.1회였으며, 첫 임신 연령은 평균 23.9세였다. 한편 Control group 여성들의 임신 횟수는 4.3회로 조사되었으며, 첫 임신 연령은 24.8세로 나타나 control group이 study group에 비해 첫 임신 연령은 높았으며 임신 회수는 적어 현저한 차이를 보였다(p < 0.001, p < 0.05). 임신 회수가 유의적으로 차이가 있는 것 같이, 출산 회수도 혈청 25-OHD 수준에 따른 차이를 보였다. 즉, Study group의 여성들은 평균 3.4회의 출산 회수를 가지고 있는 반면, control group의 여성들은 2.3회의 출산 회수를 보였다(p < 0.0001). 출산을 경험한 여성들 중 모유 수유를 하였는지에 대해 조사한 결과, study group 여성들은 모유 수유를 평균 3.4회 정

도 실시하였던 것에 비해 control group 여성들은 평균 1.8회의 모유 수유를 실시하였던 것으로 나타나 집단간에 유의적인 차이를 보였다(p < 0.0001).

본 연구 결과, 임신 및 출산력은 혈청 25-OHD 수준을 저하시키는 요인으로 관찰되었다. 이는 본 연구가 현재 임신이나 수유를 진행하는 여성들을 대상으로 실시된 조사가 아니라, 과거의 임신이나 출산력에 대해 분석한 것이기 때문에 보다 정확한 결과를 얻을 수 없었으나 연령을 조절하여 비교한 결과임을 감안하여 고려한다면, 어느 정도의 경향성을 파악할 수 있을 것이다. 즉, 임신 및 출산 그리고 수유는 모체의 무기질을 소실하는 시기이므로 이들에 있어 영양소의 필요량은 증가시켜야 하는데, 이에 관여되는 영양소에서 vitamin D도 예외일 수 없을 것이다. Vitamin D도 역시 임신 및 출산 그리고 수유의 반복이 단기간을 통해 여러 번 반복될 경우 손실된 영양소 보충이 채 일어나기도 전에 새로운 임신으로 부족 증세가 더욱 가중되어 혈청 25-OHD 수준의 저하에 영향을 미쳤을 것으로 예측할 수 있다.

5. 혈청 25-OHD 수준에 영향을 주는 변인 결정

지금까지 본 연구에서는 폐경 후 여성에 있어 혈청 25-OHD 수준 저하를 예시하는 관련 변인들을 분석한 결과, 생화학적 변인, 식생활 행태, 임신, 출산력 등이 관련 변인으로서 규명되었다. 이에 본 연구를 총괄하는 의미에서 이상과 같이 규명된 위험 인자들에 대해 logistic regression을 이용하여 혈청 25-OHD 수준이 낮은

Table 5. Reproductive and lactation characteristics of 2 groups

Variables	Study group ¹⁾	Control group ²⁾	p-value
Age at menarche	16.7 ± 1.9	16.0 ± 1.7	0.0633
Age at menopause	46.4 ± 6.2	47.2 ± 6.0	0.5703
No. of pregnancy	5.2 ± 1.8	4.4 ± 2.2	0.0557
Age at 1st pregnancy	23.9 ± 3.3	24.3 ± 5.9	0.6639
Parity	3.5 ± 1.1	2.8 ± 1.3	0.0069
No. of breast feeding	3.4 ± 1.1	2.4 ± 1.5	0.0030

1) Serum 25-hydroxyvitamin D level < 25nmol/L
 2) Serum 25-hydroxyvitamin D level ≥ 25nmol/L

Table 6. Logistic regression analysis between study and control groups

Variables	Parameter estimate	SE	Wald chi-square	p-value	Standardized estimate
Intercept	5.9880	5.4453	1.2093	0.2715	0.0000
Vitamin D intake	-0.6347	0.2507	6.4084	0.0114	-0.7841
s-Ca	-1.3393	0.4532	8.7335	0.0031	-0.7404
Ca intake	-0.0076	0.0033	5.5291	1.0187	-0.5543
s-ALP	0.2204	0.1448	2.3174	0.1279	0.3137

SE=standard error, s-Ca=serum calcium, Ca=calcium, s-ALP=serum alkaline phosphatase
 Sensitivity=47.6% Somer's D=0.902, Specificity=95.3% Gamma=0.902, Correct=88.7%

집단을 결정하는 위험 인자들이 어느 정도의 영향력을 가지고 있는지를 추정하여 Table 6에 제시하였다. 즉, Logistic regression 분석 방법을 통하여 혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단을 변별해 내는데 관여하는 요인들로 vitamin D 섭취 상태(78.4% explained)가 가장 큰 영향력을 가지고 있었으며, 그 다음 순서로는 혈청 칼슘치(74.04% explained), 칼슘 섭취 상태(55.43% explained), 그리고 혈청 alkaline phosphatase 활성화(31.37% explained)로 나타났다(Sommer's D=0.902). 그러므로 폐경 후 여성에 있어 자외선에 의한 피부에서의 생합성이 기대하기가 쉽지 않으므로 관련변인으로서의 작용을 하나 폐경 후 여성들 중에서 vitamin D 부족을 나타내는 위험 인자로서는 제시할 수 없었으며, 그 대신 식사적 급원인 vitamin D 섭취 상태가 중요한 변인으로 작용함을 제시하였다. 즉, 혈청 25-OHD 수준이 옥외 생활 정도에 따른 영향을 받고 있는 것을 사실이므로 혈청 25-OHD 수준이 정상일 경우에는 식사적 요인을 무시하지 않아도 무방하나 여러 가지 이유로 옥외 생활이 부족한 폐경 후 여성에 있어서는 자외선으로 인한 생합성보다는 식사적 요인이 1차적인 급원으로서 작용할 수 있음을 제시하였다.

결 론

본 연구는 폐경 후 여성들 중 vitamin D 부족 집단(혈청 25-hydroxyvitamin D 수준이 25nmol/ml이하)에 대해 정상인 집단과의 비교 분석을 case-control study로 진행하여 폐경 후 여성에 있어 vitamin D 취약 집단이 가지고 있는 위험 인자를 분석하였다. 이를 통하여 우리나라 여성의 vitamin D 영양 상태에 대한 기초 자료를 제시함은 물론 문제가 될 수 있는 인자들을 규명하여 vitamin D의 중요성을 제시하고자 하였다.

혈청 25-OHD 수준이 낮은 집단에 속한 여성은 정상인 여성들에 비해, PTH와 alkaline phosphatase는 유의적으로 상승되어 있었다($p < 0.05$). 한편, 열량, 단백질 및 칼슘과 인 그리고 vitamin D 섭취량 등의 식사적 요인들이 유의적으로 낮았으며, 특히, 칼슘과 vitamin D는 권장량 수준에 크게 못 미치고 있었다. 또한 옥외 활동 시간으로 추정된 자외선 노출 정도도 집단간에 유의적인 차이를 보였으나 2가지 급원인 식사적 요인 및 자외선 노출 정도 중 혈청 25-OHD 부족 및 저하를 변별하는 가장 큰 요인으로 vitamin D의 식사적 요인이 더욱 더 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있었다. 이는 폐경 후 여성들에 있어서 전반적인 옥외 생활 시간 부족으로 자외선 노출로부터 얻는 vitamin D 급원이 부족되고 있음을 시사하는 결과이다. 따라서 폐경 후 여

성에 있어 옥외 생활 시간의 증가로 인한 자외선 노출로부터의 vitamin D 생합성의 증가와 더불어 vitamin D 식사적 섭취의 중요성을 제시하는 바이다.

본 연구 결과를 통하여 몇 가지 제언하는 바는 다음과 같다. 즉, Vitamin D 영양 상태 평가는 혈청 vitamin D 수준과 섭취적 측면에서도 평가되어야 하나 vitamin D는 피부에서 합성되는 특수성 때문에 식사로부터 공급되는 양을 설정하기란 매우 어려운 일이다. 그러므로 본 연구에서는 하루 중 옥외에서 생활하는 시간을 조사하여 혈청 25-OHD 수준과 상관성이 있음을 제시한 바 있다. 이를 기초로 우리나라 월별, 시간별 조사량에 대한 분석 자료를 근거로 자외선 노출 정도에 따른 식사적 급원의 요구량이 설정되어야 할 것이다. 또한, vitamin D의 식사적 급원을 통한 권장량 설정을 위해서는 우선 식품 내 vitamin D 함량 분석이 이루어져야 하지만, 국내의 경우 그렇지 못한 실정이다. 따라서 vitamin D의 식품 영양학적 측면의 중요성을 제시하기 위해서는 우선적으로 식품 내 vitamin D 함량 분석이 매우 시급하다.

본 연구에서는 폐경 후 여성에 대해서만 위험 인자를 분석하였다. 그러나 여성의 경우에 폐경이라는 변인이 작용하여 폐경 후 여성이 영양, 건강 취약 집단이 될 수 있지만 연령이라는 변인을 감안한다면 성별에 관계없이 노년층 집단(70세 이후)이 vitamin D 부족 및 골질량 위험 집단으로 추정될 수 있으므로 이들을 대상으로한 보다 광범위한 연구가 진행되어야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Fraser DR. Vitamin D. *Lancet* 345(14) : 104-107, 1995
- 2) Koshy KT. Vitamin D : An update. *J Pharm Scienc* 71(2) : 137-153, 1982
- 3) McKenna MJ Differences in vitamin D status between countries in young adults and the elderly. *Am J Med* 93 : 69-77, 1992
- 4) Chesney RW, Zimmerman J, Hamsta A, DeLuca HF Mazess RB. Vitamin D metabolite concentrations in vitamin D deficiency. Are catitriol levels normal?. *Am J Dis Child* 135 : 1025-1028, 1981
- 5) Villareal DT, Civitelli R, Chines A, Avioli LV Subclinical vitamin D deficiency in postmenopausal women with low vertebral bone mass. *J Clin Endocrinol Metab* 72 : 628-634, 1991
- 6) Bernard B, Sloutskis D, Gianoli F, Cornuz J, Rickenbach M, Paccaud F, Bunckhardt P Serum 25-hydroxyvitamin D : Distribution and determinants in the Swiss population. *Am J Clin Nutr* 56 : 537-542, 1992
- 7) Sedrani SH, Elidrisy A, WTH, Arabi KME Sunlight and

- vitamin D status in normal Saudi subjects. *Am J Clin Nutr* 38 : 129-132, 1983
- 8) Bouillon RA, Auwerx JH, Lissens WD, Pelemans WK. Vitamin D status in the elderly : seasonal substrate deficiency causes 1, 25-hydroxycholesterol deficiency. *Am J Clin Nutr* 45 : 755-763, 1987
 - 9) Asknes, L., Rodland, O. & Aarskog, D. 1984. Serum levels of vitamin D₃ and 25-hydroxyvitamin D₃ in the elderly and young adults. *Bone Min* 3 : 351-357
 - 10) Webb AR, Ribeano C, Holick MF An evaluation of the relative contributions of exposure to sunlight and of diet to the circulations of 25-hydroxyvitamin D in elderly nursing home population in Boston *J Clin Nutr* 51 : 1075-1087, 1990
 - 11) Garry PJ, Goodwin JS, Hunt WC, Nutritional status in a healthy elderly population : dietary and supplemental intake. *Am J Clin Nutr* 36 : 319-331, 1982
 - 12) Repke JT. Calcium and vitamin D. *Clin. Obstet and Gyn* 37(3) : 550-557, 1994
 - 13) Chapuy MC, Arlot ME, Duboeuf F, Brun B, Crouzet S, Arnaud PD, Dei PJ, Meunier. Vitamin D₃ and Ca to prevent hip fracture in elderly women. *N Engl J Med* 327(23) : 1637-1642, 1992
 - 14) Khaw KT, Sney MJ, Compston J, Bone density and 25-hydroxy-vitamin D concentration in middle aged women *Br J Med* 305(1) : 273-277, 1992
 - 15) Falch JA, Oftebro H, Haug E Early postmenopausal bone loss is not associated with a decrease in circulating levels of 25-hydroxyvitamin D, 1,25-dihydroxyvitamin D, or vitamin D-binding protein. *J Clin Endoc Metab* 64 : 836-841, 1987
 - 16) Nilas L, Christiansen C, Rodvold P Calcium supplementation and postmenopausal bone loss. *Br Med J* 289(27) : 1103-1106, 1984
 - 17) Machaughlin J, Holick MF Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D. *J Clin Invest* 76 : 1536-1538, 1985
 - 18) 문수재, 김정현, 김수원, 김상용, 임승길. 한국 여성의 vitamin D 상태 및 관련 생화학적 변인에 관한 연구. *한국영양학회지* 게재중
 - 19) 문수재, 이기열, 김숙영. 간식 영양조사법을 적용한 중년 부인의 영양실태, *연세 농촌*, p203, 1980
 - 20) 농촌진흥청, 농촌 영양 개선 연구원 식품 성분포. 제 4 개정판, 1991
 - 21) 한국식품공업협회 식품 연구소 식품섭취실태조사를 위한 식품 및 음식의 눈대중량. 1988
 - 22) 四訂 食品 分析表, 女子 營養大學出版部, 日本 1990
 - 23) The composition of foods(4th edition), Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, U.K. 1991
 - 24) Food composition and nutrition tables. 5th revised and completed edition, medpharm, 1994, scientific publishers, CRC press
 - 25) 足立己幸, 磯田厚子 食事の健全 自己点検のこひさ, 食の科學, 61 : 105-, 1983
 - 26) 이영미 도시 청소년의 식생활 행동과 식품에 대한 가치 평가에 관한 연구. 연세대학교 박사학위논문, 1986
 - 27) 김상용, 김정현, 임승길, 문수재. HPLC를 이용한 개량화된 방법과 상업용 Kit를 이용한 혈청내 25-hydroxyvitamin D 측정. *대한내분비학회지* 10(1) : 67, 1995
 - 28) 영양생화학 실험. 탐구당. 1995
 - 29) SAS/STAT. Guide for personal computer, version 6.03, 1987
 - 30) Anwar M Nutritional hypovitaminosis -D and the genesis of osteomalacia in the elderly. *J Am Geriatr Soc* 23 : 109-116, 1978
 - 31) Thode J, Rudnicki M, Jorgensen T, Heitmann B, Sorensen OH Effects of age, sex, season and diet on serum ionized calcium, parathyroid hormone and vitamin D in a random population. *J Intern Med* 234 : 195-200, 1993
 - 32) 한국인 영양권장량. 제 6차개정. 한국영양학회, 1995
 - 33) O'Dowd KJ, Clemens TL Exogenous calciferol and vitamin D endocrine status and elderly nursing home residents in N.Y. city area. *J Am Geriatr Soc* 41 : 4114-, 1993
 - 34) Krall EA, Sahyoun N, Tannenbaum S, Dhal GE, Bess DH. Effect of vitamin D intake on seasonal variation in PRH secretion in post-meno- pausal women. *N Engl J Med* 321(26) : 1777-1783, 1989
 - 35) 김향배, 박장규. 공주에서 태양 광선의 UVA와 UVB양의 변화에 관한 연구. *대한피부과학회지* 25(1) : 16-24, 1987
 - 36) Delvin EE, Inbach A, Copti M Vitamin D nutritional status and related biochemical indices in an autonomous elderly population. *Am J Clin Nutr* 48 : 373-378, 1988
 - 37) Hayaslip CC, Klein TA. The Effect of lactation on bone mineral content in healthy postpartum women. *Obstet Gynecol* 73 : 588-590, 1989
 - 38) Wandlaw GM, The effect of lactation on peak adult shaft and ultradistal forearm bone mass in women. *Am J Clin Nutr* 44 : 283-286, 1986
 - 39) Greer FR, Tsang RC, Senf JE, Levin RS, Steichen JJ. Mineral homeostasis during lactation relationship to serum 1, 20 dihydroxyvitamin D, 25-hydroxyvitamin D, PTH, Calcitonin. *Am J Clin Nutr* 36 : 431-437, 1982
 - 40) Greer FR, Lan J, Elevated s-PTH, calcitonine, and 1,25-dihydroxyvitamin D in lactating women nursing twins. *Am J Clin Nutr* 40 : 562-568, 1984
 - 41) Fraser DR. The Physiological economy of vitamin D. *Lancet* 1 : 969-972, 1963
 - 42) Holick NF. Vitamin D-new horizons for the 21st century. *Am J Clin Nutr* 60 : 619-30, 1994
 - 43) Reichei H, Koeffla HP. The role of vitamin D of Endocrine system in health and disease. *N Engl J Med* 13 : 980-983, 1989