

특집 : Vitamin D Revolution: Health Benefit of Vitamin D for Optimal Health

한국 사람들의 비타민 D 섭취량 및 영양상태에 관한 최근 연구동향

김정인* · 강민정

인제대학교 식품생명과학부

Recent Consumption and Physiological Status of Vitamin D in Korean Population

Jung-In Kim* and Min-Jung Kang

School of Food and Life Science, Inje University, Gyeongnam 621-749, Korea

서 론

비타민 D는 건강을 유지하기 위해 섭취해야 하는 지용성 비타민이나, 태양광선에 노출되면 피부에서 합성되며 그 대사과정과 작용기전이 스테로이드 호르몬과 유사하여 프로호르몬으로 분류되기도 한다. 비타민 D는 칼슘 대사를 조절하여 혈액 칼슘 농도의 항상성과 뼈의 건강을 유지하는데 관여하고, 세포의 증식 및 분화의 조절, 그리고 면역에 관여한다(1). 또한 비타민 D 영양상태가 불량하면 심혈관계질환(2), 당뇨병(3), 일부 암(4) 등 만성질환의 발병위험이 증가하는 것으로 보고되어, 비타민 D에 대한 관심이 더욱 증대되고 있다. 이에 한국인의 비타민 D 섭취 현황과 영양상태를 규명한 연구 동향을 살펴보고자 한다.

본 론

비타민 D는 식물성 식품에 존재하는 비타민 D₂(ergocalciferol)와 동물성 식품에 존재하는 비타민 D₃(cholecalciferol)의 2가지 형태가 있다. 그러나, 자연식품의 경우 극히 일부 식품에 비타민 D가 함유되어 있다. 비타민 D의 급원식품은 연어, 참치, 고등어, 정어리와 같은 기름기 많은 생선, 간유, 달걀노른자 등이 있으며, 우유, 마가린 또는 시리얼 중 비타민 D가 강화된 제품들이 있다. 비타민 D는 태양광선의 중파장 자외선(UVB)에 의해 피부에서 전구체인 7-dehydrocholesterol로부터 피부에서 합성된다(5). 피부에서 합성되는 비타민 D의 양은 일조 시간, 위도, 계절, 연령, 피부의 멜라닌 양, 자외선차단제 사용 여부 등에 따라 달라진다(6).

식품으로 섭취하거나 피부에서 합성된 비타민 D는 체 내에서 활성화 과정을 거쳐야 한다(7). 비타민 D는 간에서

25(OH)D로 전환되어 순환계로 이동하고, 이것은 신장에서 1,25(OH)₂D로 전환된다(Fig. 1). 1,25(OH)₂D는 활성형 비타민 D이나, 25(OH)D가 비타민 D 영양상태를 나타내는 지표로 주로 사용된다(8). 이는 비타민 D가 혈중에서 대부분 25(OH)D의 형태로 존재하며, 1,25(OH)₂D의 반감기가 4~6시간인데 비해 25(OH)D의 반감기는 2~3주 정도이기 때문이다(9). 혈중 25(OH)D 농도는 식품으로 섭취한 비타민 D의 양과 피부에서 합성된 양을 반영한다고 보고되었다(10). 부갑상선호르몬의 분비를 최대한 억제하고 칼슘의 장내 흡수를 최대로 유지할 수 있는 적정 혈중 25(OH)D 농도는 30~60 ng/mL(75~150 nmol/L)인 것으로 보고되었다(11). 혈중 25(OH)D 농도로부터 비타민 D 영양상태를 판단하는 기준은 연구자별로 다소 차이가 있으나, 일반적으로 25(OH)D 농도가 30 ng/mL 미만인 경우 비타민 D 부족(inadequacy)으로 정의되는데, 비타민 D 부

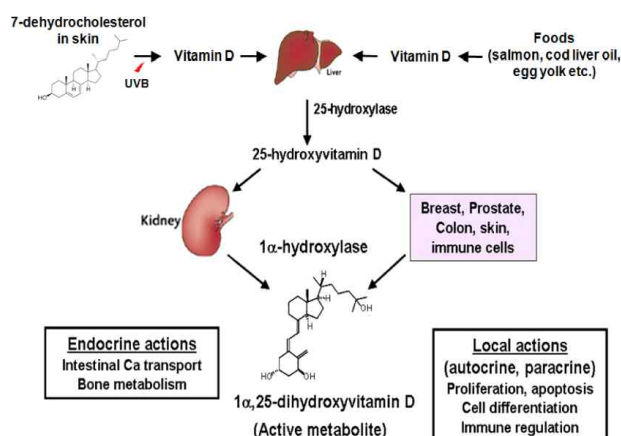


Fig. 1. Metabolism of vitamin D. Source: Lee H.J., *J Korean Soc Appl Biol Chem.* 54, 841 (2011).

*Corresponding author. E-mail: fdsnkiji@inje.ac.kr
Phone: 055-320-3236, Fax: 055-321-3236

Table 1. Korean dietary reference intakes (KDRIs) for vitamin D (2010)

Life stage group	Adequate intake (AI)		Tolerable upper intake level (UL)
Infants			
0~5 mo	5		25
6~11 mo	5		25
Children			
1~2 y	5		60
3~5 y	5		60
Children, Adolescents, Adults, Elderly men	Males	Females	
6~8 y	5	5	60
9~11 y	5	5	60
12~14 y	5	5	60
15~18 y	5	5	60
19~29 y	5	5	60
30~49 y	5	5	60
50~64 y	10	10	60
65~74 y	10	10	60
> 75 y	10	10	60
Pregnancy		+5	60
Lactation		+5	60

Source: *Korean Nutrition Society* (2010).

적절은 불충분(insufficiency, 10~30 ng/mL)과 결핍증(deficiency, 0~10 ng/mL)으로 나누어 진다. 비타민 D 불충분은 부족증(deficiency, 10~20 ng/mL)과 저하증(hypovitaminosis, 20~30 ng/mL)으로 나누어 진다.

2010년 한국인 영양섭취기준(KDRIs)에 따르면, 성인에 있어서 적정 혈중 25(OH)D 농도(25~80 ng/mL)를 유지하는 비타민 D 충분섭취량(Adequate Intake, AI)이 5 µg으로 설정되었다(12). 체내에서 비타민 D₂와 비타민 D₃ 1 µg은 40 IU 비타민 D의 활성을 나타내며, 1 IU의 비타민 D는 0.025 µg의 비타민 D₂ 또는 비타민 D₃에 해당된다. 0~50세 남녀 모두 충분섭취량이 5 µg, 50세 이상 남녀 모두 충분섭취량이 10 µg으로 설정되었다. 임신부 및 수유부에 있어서 충분섭취량은 비임신 여성의 기준량을 고려하여 5 µg을 부가하여 설정되었다. 상한섭취량은 0~1세의 경우 25 µg, 1세 이상인 경우 60 µg으로 설정되었다. 비타민 D 충분섭취량을 설정할 때, 우리나라 비타민 D 섭취량과 영양상태에 대한 연구 자료가 많이 부족하여 미국(13)과 일본에서 제시한 충분섭취량을 참조하여 설정하였다. 그러나, 미국의 경우 2011년 비타민 D 권장기준이 개정되었는데, 0~1세의 경우 충분섭취량이 10 µg(400 IU), 1~70세의 남녀, 임신부, 수유부의 권장기준은 RDA(recommended dietary allowance) 15 µg(600 IU), 70세 이상은 RDA 20 µg(800 IU)으로 설정되어, 한국인 영양섭취기준보다 2배 정도 높게 설정되었다(14).

한국인의 비타민 D 섭취현황과 영양상태에 대한 연구는 매우 제한적인 실정이다. 특히 비타민 D 섭취현황을

조사한 연구는 상용식품의 비타민 D 함량에 대한 database(DB)가 미비하여 제한점이 많았다. 비타민 D의 섭취량 조사는 한국인의 건강 및 영양상태를 파악하기 위해서 전국규모로 실시되는 국민건강영양조사(제5기 1차년도, 2010)에도 포함되지 않았다. 일반 연구자들이 식이섭취조사를 통해 영양상태를 평가하기 위해 사용하는 프로그램인 CAN-Pro 3.0 (Computer aided nutritional analysis program version 3.0, 2006년 출시)에도 식품의 비타민 D의 분석치는 포함되지 않았다. 따라서 비타민 D 섭취량을 조사하기 위해서는 농촌진흥청에서 발표한 식품성분표를 참조하여 비타민 D 섭취량을 개별적으로 계산하였다. 그러나, 2011년에 출시된 CAN-Pro 4.0에는 식품의 비타민 D의 분석치가 포함되어 있어, 향후 비타민 D 섭취량에 대한 연구가 활발하게 진행될 것으로 기대된다.

현재까지 보고된 대부분의 연구에서 한국인의 비타민 D 섭취량은 충분하지 않은 것으로 나타났다. 임(6)은 폐경전 30~49세 성인직장여성들을 대상으로 여름 및 가을철의 혈청 25(OH)D수준과 비타민 D 섭취량, 활동상태 등 관련인자들과의 관계를 조사하였다. 조사대상자들의 1일 평균 비타민 D 섭취량은 30~39세군 및 40~49세군이 각각 2.80, 3.83 µg으로 한국인 영양권장량(RDA 7th ed., 2000)의 56.5, 76.5% 수준으로 나타났다. 혈청 25(OH)D 농도는 30~39세군이 30.7 ng/mL, 40~49세군이 31.7 ng/mL으로 나타났고, 혈청 25(OH)D가 10 ng/mL 이하인 결핍증에 해당하는 대상자는 없었다. 활동상태를 나타내는 인자들 중 운동시간, 에너지소비량, 주중의 옥외활동시간이 많을수록 혈청 25(OH)D 수준이 유의하게 높은 것으로 나타났다. 특히 혈청 25(OH)D 수준에 가장 유의하게 영향을 미친 인자는 운동시간인 것으로 보고되었다. 일부 폐경전 성인직장여성의 겨울철 혈청 25(OH)D 상태에 관한 연구(7)에 의하면 30~49세 폐경전 성인직장여성들의 겨울철

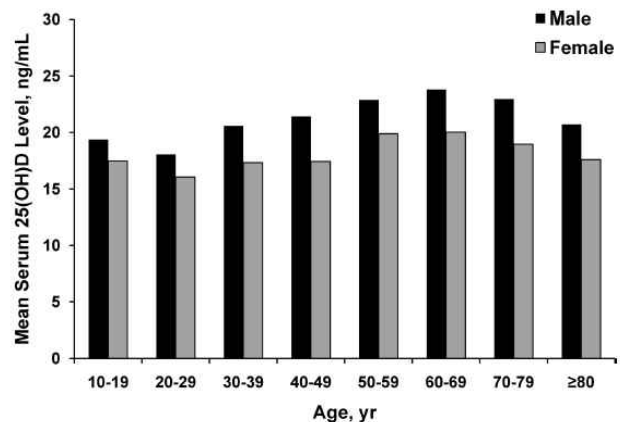


Fig. 2. Change of mean serum 25(OH)D levels stratified by 10-year age categories. Data are from Choi H.S. *et al.*, *J Clin Endocrinol Metab.* 96, 463 (2011).

1일 평균 비타민 D 섭취량은 4.24 μg 으로 권장량(RDA 7th ed.)의 84.9%였고, 권장량의 75% 미만을 섭취한 사람들의 비율은 56.0%였다. 자외선 노출과 관련된 변수인 옥외활동시간은 1일 평균 43.9분으로 낮은 수준으로 나타났다. 혈청 25(OH)D 농도는 평균 25.7 ng/mL로 조사되었고, 전체 대상자 72%의 혈청 25(OH)D 농도는 7~30 ng/mL에 해당되는 것으로 나타나 조사대상자의 겨울철 비타민 D 영양상태는 양호하지 못한 것으로 보고되었다.

최 등(15)의 연구에 의하면 고령인구 비율이 높은 지역에 거주하는 성인의 비타민 D 섭취량은 남, 여 각각 2.67, 2.74 μg 으로 남, 여 모두 권장량(RDA 7th ed.)의 50% 이하로 나타나 섭취율이 매우 낮았으며, 권장량 대비 75% 미만으로 섭취하는 비율이 다른 영양소에 비해 가장 높은 것으로 보고되었다.

손 등(16)의 연구에서 도시 거주 저소득층 노인들의 비타민 D 섭취량을 조사한 결과 남, 여 각각 1.89, 1.21 μg 으로 나타나 비타민 D 섭취상태가 매우 불량한 것으로 나타났다. 또한 혈청 25(OH)D₃ 수준은 남, 여 각각 19.15, 17.00 ng/mL로 조사되었고, 조사대상자 중 남자 23.7%, 여자 35.0%가 비타민 D 결핍증(10 ng/mL 이하)에 해당되었다. 허 등(17)은 50세 이상 폐경 여성의 섭취량을 조사한 결과 50~64세 및 65세 이상 여성의 섭취량이 각각 6.6, 5.0 μg 으로 권장기준인 충분섭취량(KDRIs, 2005)의 66%, 51% 수준으로 비타민 D 섭취가 매우 부족한 것으로 보고하였다. 또한 비타민 D 섭취는 연령이 증가함에 따라 더욱 감소하는 것으로 나타났다.

나 등(18)의 연구에 의하면 산모와 신생아의 혈청 25(OH)D₃ 농도는 각각 23.4, 16.9 ng/mL으로 나타났고, 산모 중 8.3%는 비타민 D 결핍증(10 ng/mL 이하), 70.2%는 비타민 D 불충분(10~30 ng/mL) 상태에 있었으며, 신생아

중 22.2%가 비타민 D 결핍증, 70.0%가 비타민 D 불충분 상태로 조사되었다. 산모의 일일 평균 비타민 D 섭취량은 8.10 μg 으로 일일 비타민 D 권장량(RDA 7th ed.) 보다 부족하게 섭취하는 것으로 나타났다. 산모와 신생아의 혈청 25(OH)D₃ 농도는 하절기의 경우 동절기에 비해 높은 것으로 나타나 출산계절이 비타민 D 영양 상태에 영향을 주는 것으로 보고되었다.

2008년 시행된 국민건강영양조사(19)를 바탕으로 10세 이상 한국인의 비타민 D 영양 상태를 조사한 결과 혈청 25(OH)D의 평균 농도가 남성에서 21.2 ± 7.5 ng/mL, 여성에서 18.2 ± 7.1 ng/mL로 나타났다. 혈청 25(OH)D 농도가 20 ng/mL 미만인 경우를 비타민 D 부족증으로 정의할 때 남자의 47.3%, 여자의 64.5%가 비타민 D 부족군이었으며, 30 ng/mL 미만인 경우를 비타민 D 부족증으로 정의할 경우, 남자의 86.8%, 여자의 93.3%가 비타민 D 부족군이였다. 연령별로 살펴보면 남녀 모두에서 비타민 D 부족증이 20대에서 가장 많았으며(남자 65.0%, 여자 79.9%), 20대 이후 감소하여 남성에서는 60대, 여성에서는 50대에서 비타민 D 부족증이 가장 적었고 이후 다시 증가하는 양상을 보였다. 직업에 따른 비타민 D 부족증 발생율을 조사한 결과 주로 실내에서 일하고 햇빛에 적게 노출되는 직업을 가진 사람이 비타민 D 부족증 발생율이 높은 것으로 나타났다. 성인에 있어서 비타민 D 부족증의 예측인자는 젊은 연령, 봄과 겨울, 도시 거주, 실내에서 일하는 직업이었다. 일반적으로 노화가 진행되면 피부에서 합성되는 비타민 D가 감소하므로, 노인의 비타민 D 영양상태가 불량하다고 인식되고 있으나, 우리나라의 경우 20대 젊은 층의 비타민 D 영양상태가 매우 취약한 것으로 나타났다. 따라서 성인 특히 젊은 층의 비타민 D 권장기준을 증가시킬 필요성이 있음을 제시하였다. 신 등(20)의 연구에 의하면 서울

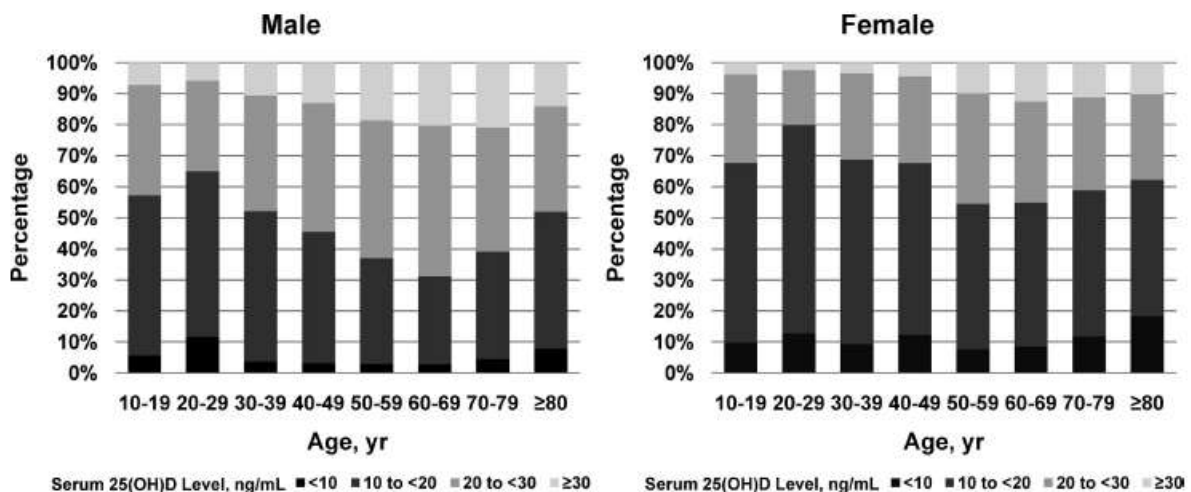


Fig. 3. The numbers of participants with serum 25(OH)D level of less than 10, 10 to <20, 20 to <30, and 30 ng/mL or greater stratified by 10-year age categories. Data are from Choi H.S. et al., *J Clin Endocrinol Metab.* 96, 463 (2011).

에 거주하는 청소년들의 혈청 25(OH)D 농도는 남학생, 여학생이 각각 14.5 ± 5.3 , 10.8 ± 3.1 ng/mL로 매우 낮은 것으로 나타났고, 혈액지표와의 상관관계를 분석한 결과 혈청 25(OH)D 농도는 인슐린 저항성지표인 Homeostasis model of assessment-insulin resistance (HOMA-IR), 중성지방 및 LDL-콜레스테롤과 음의 상관관계가 있다고 보고되었다. 따라서 대부분의 연구에서 한국인의 비타민 D 섭취량은 권장기준에 비해 부족한 실정이며, 비타민 D 영양상태가 불량한 것으로 나타났다. 따라서 비타민 D를 충분히 섭취하고 적절한 실외활동을 통해 피부에서 비타민 D를 합성하여 비타민 D 영양상태를 개선할 필요성이 큰 것으로 사료된다.

결론

비타민 D의 중요성이 점차 강조되고 있으나, 섭취량 및 영양상태에 대한 연구는 미비한 실정이다. 대부분의 연구에서 한국인의 비타민 D 섭취량이 부족하고 영양상태 또한 불량한 것으로 보고되었다. 따라서 자연식품과 강화식품을 통해 비타민 D 섭취를 증가시키고 햇볕에 충분히 노출되어 비타민 D를 합성할 수 있도록 생활습관을 변화시킬 필요가 있다. 또한 한국인 비타민 D 영양섭취기준을 상향조정할 수 있도록 충분한 검토가 이루어져야 한다고 사료된다.

문헌

- Natasja S. 2011. Worldwide vitamin D status. *J Best Pract Res Clin Haematol* 25: 671-686.
- Poole KE, Loveridge N, Barker PJ, Halsall DJ, Rose C, Reeve J, Warburton EA. 2006. Reduced vitamin D in acute stroke. *Stroke* 37: 243-245.
- Pittas AG, Lau J, Hu FB, Dawson-Hughes B. 2007. The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocr Metab* 92: 2017-2029.
- Lin J, Manson JE, Lee IM, Cook NR, Buring JE, Zhang SM. 2007. Intakes of calcium and vitamin D and breast cancer risk in women. *Arch Intern Med* 167: 1050-1059.
- Holick MF. 1994. Vitamin D: New horizons for the 21st century, McCollum Award Lecture A. *J Clin Nutr* 60: 619-630.
- Lim HJ. 2005. Serum 25-hydroxyvitamin D status and associated factors in premenopausal working women. *Korean J Community Nutr* 10: 79-90.
- Lim HJ, Kim JI. 2006. Serum 25-hydroxyvitamin D status in wintertime in premenopausal working women. *Korean J Nutr* 39: 649-660.
- Choi SH, Lee DJ, Kim KM, Kim BT. 2011. Association between seasonal changes in vitamin D and bone mineral density. *J Korean Soc Menopause* 17: 88-93.
- Jang SY, Lee JY, Bae JM, Lee CM, Hong SN, Kim AR, Kim HY. 2012. 25-Hydroxyvitamin D levels and body mass index in healthy postmenopausal women. *Korean J Obstet Gynecol* 55: 378-383.
- Binkley N, Krueger D, Cowgill CS, Plum L, Lake E, Hansen KE, DeLuca HF, Drezner MK. 2004. Assay variation confounds the diagnosis of hypovitaminosis D: a call for standardization. *J Clin Endocr Metab* 89: 3152-3157.
- Lips P. 2001. Vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocr Rev* 22: 477-501.
- Korean Nutrition Society. 2005. Dietary reference intakes for Koreans. Korean Nutrition Society, Seoul, Korea.
- Institute of Medicine. 1997. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. The National Academics Press, Washington, DC, USA.
- Institute of Medicine. 2011. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. The National Academics Press, Washington, DC, USA.
- Choe JS, Paik HY. 2004. Seasonal variation of nutritional intake and quality in adults in longevity areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 668-678.
- Son SM, Chun YN. 2004. Association between bone mineral density and bone nutrition indicators in elderly residing in low income area of the city. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 107-113.
- Heo JM, Park YS, Park HM. 2011. Dietary intake of nutrients and food in postmenopausal Korean women. *J Korean Soc Menopause* 17: 12-20.
- Na BM, No SJ, Kim MJ, Han HS, Jeong EH, Han YH, Hyeon TS. 2007. Nutritional status of vitamin D in Korean mothers and their newborn infants. *Korean J Perinatol* 18: 399-406.
- Choi HS, Oh HJ, Choi H, Choi WH, Kim JG, Kim KM, Kim KJ, Rhee Y, Lim SK. 2011. Vitamin D insufficiency in Korea—A greater threat to younger generation: the Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES) 2008. *J Clin Endocr Metab* 96: 463-651.
- Shin YH, Kim KE, Lee CA, Shin HY, Kang MS, Lee HR, Lee YJ. 2012. High prevalence of vitamin D insufficiency or deficiency in young adolescents in Korea. *Eur J Pediatr* 171: 1475-1480.