교대 근무자의 혈청 비타민D와 수면의 질과의 연관성

김승현, 최재호, 민지원, 박혜란, 박기현, 정부윤, 이수형*

서울의료원 가정의학과

Association between Serum Vitamin D Level and Sleep Quality in Shift-Workers

Seunghyun Kim, Jaeho Choi, Jiwon Min, Hyerhan Park, Ki Hyun Park, Booyoon Cheung, Soohyoung Lee*

Department of Family Medicine, Seoul Medical Center, Seoul, Korea

Background: Many studies have reported a correlation between serum vitamin D (25[OH]D) level and sleep problems. This study aimed to evaluate the relation, if any, between the serum vitamin D level and sleep quality in shift workers.

Methods: Serum vitamin D levels and Insomnia Severity Index (ISI) scores for shift workers in Seoul Medical Center were retrieved from the annual physical exam records from 2019 to 2020. To compare the levels and scores across sexes and study years, independent t-test and paired t-test were used for the former and the latter, respectively. We used K-ISI score to evaluate sleep quality.

Results: Altogether, 260 eligible annual physical exam records of 130 shift workers in a medical center were collected during the study period. In logistic regression analysis, the odds of impaired sleep quality was 0.98 times that of a unit increase in serum vitamin D level when all other study variables or selected variables (age, sex, body mass index, smoking and alcohol history, and nutrition supplement intake) were controlled; however, no statistical significance was found.

Conclusion: Sleep quality may be associated with vitamin D level in shift workers. However, further research on this association is needed.

Keywords: Vitamin D; Vitamin D Deficiency; Sleep; Sleep Wake Disorders

서론

현대에 비타민D는 단순한 비타민의 수준을 넘어 신체의 다양한 기능에 관여하는 것으로 받아들여지고 있다. 비타민D는 심혈관계 질환, 당뇨, 대사 관련 질환, 피부과학적 질환 및 구루병, 골연화증 같은 근골격계 질환들에 영향을 준다고 알려져 있다.^{1,2)}

세계보건기구에 따르면 혈중 비타민D 농도가 10 ng/mL 미만인 경우 결핍, 10-20 ng/mL인 경우 부족으로 평가하고 있으며,³⁾ 체내 비타민D가 20 ng/mL 미만인 경우 심혈관계 질환, 암, 자가면역 질환 및 감염의 위험도가 올라간다고 알려져 있다.^{4,7)} 전세계적으로 비타민D 결핍증의 비율은 점점 늘어나고 있으며, 우리나라의 경우 남성

의 47.3%, 여성의 65.4%가 혈중 비타민D 농도 <20 ng/mL로 조사되었으며, 혈중 비타민D 농도 ≥30 ng/mL인 경우는 남성의 13.2%, 여성의 6.7%였다.³⁾

수면 조절을 관장하는 뇌간 부위에 비타민D 수용체가 발견됨에 따라 비타민D가 수면의 개시와 지속 등 수면 조절 시스템과도 연관이 있다고 알려져 있으며, 최근 여러 연구를 통해 낮은 비타민D 농도가 수면시간, 수면의 질을 감소시키는 데 영향을 주는 것으로 밝혀진 바 있다. 2020년 수행된 메타분석 연구에서 수면 무호흡증 같은 수면 장애를 가진 군의 혈중 비타민D 농도가 정상인보다 더 낮음을 확인하면서 비타민D와 수면장애 질환과의 연관성을 밝혀낸 바 있다. 국내에서도 여러 단면 연구를 통해 성인 남자, 고령층을 대

Received August 19, 2021 Revised November 5, 2021

Accepted December 28, 2021

Corresponding author Soohyoung Lee

Tel: +82-2-2276-8502, Fax: +82-504-141-5060

E-mail: jasinita@hanmail.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0064-0388>

Copyright © 2022 The Korean Academy of Family Medicine

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

상으로 수면시간과 비타민D 농도와 양의 관계가 있음을 도출해 낸 바 있으며, 성인 여성에서 하루 수면 시간이 4시간 이하인 경우 그 이상인 군과 비교할 때 혈중 비타민D 농도가 더 낮다는 결과를 얻은바 있다.⁸⁻¹¹⁾ 또한 2017년 일반 근로자 대상으로 진행한 연구에서는 비타민D가 수면시간뿐만 아니라 수면의 질과도 연관성이 있다고 밝혀낸 바 있다.^{12,13)}

수면 장애는 현대사회에서 일상화되고 있으며 이는 심혈관 질환, 뇌졸중, 당뇨, 우울증 등의 여러 질병 이환율을 높이는 데 연관이 있다고 알려져 있으며, 관련 연구 또한 매우 활발히 진행되어져 왔다.¹⁴⁻¹⁶⁾ 하지만 해당 기전에 대해선 아직 명확하게 밝혀진 바가 없으며, 우리 의료계 종사자의 주된 근무 형태 중 하나인 교대 근무자를 대상으로 한 비타민D와 수면과의 연관성에 대한 연구는 상대적으로 매우 부족한 실정이다.¹⁷⁻¹⁹⁾ 따라서 이 연구에서는 의료기관에 근무 중인 교대 근무자들의 혈중 비타민D 농도의 변화가 수면에 미치는

영향을 알아보고자 한다.²⁰⁾

방법

혈중 비타민D 농도와 수면의 질과의 연관성을 살펴보기 위하여 2019년부터 2020년까지 시행한 일개 공공병원의 교대 근무자 건강검진 기록 중 비타민D 농도와 불면증 심각도 지수(Insomnia Severity Index, ISI) 점수가 기록된 자료를 수집하였다. 해당 자료 사용에 대하여 서울의료원의 윤리심사위원회(Institutional Review Board)의 승인(IRB no. 2021-02-00)을 받았으며 환자 동의서는 면제 받았다. 대상자의 수면의 질을 평가하기 위한 도구로 K-ISI 점수(정상, 0-7점; 경미한 불면증, 8-14점; 중등도 불면증, 15-21점; 심한 불면증, 22-28점)를 사용하였다.²¹⁾

비타민D 농도와 ISI점수의 성별에 따른 차이를 알아보기 위해

Table 1. Baseline characteristics of Seoul Medical Center shift workers

Characteristic	Male	Female	Total	P-value ^{a,b}
Number	35 (26.9)	95 (73.1)	130 (100.0)	
Age (y)	41.8±6.9	48.5±6.8	46.7±7.4	<0.001
Body mass index (kg/m ²)	25±2.9	23.9±3.4	24.2±3.3	0.07
Comorbidity				
Hypertension	5 (14.3)	16 (16.8)	21 (16.2)	0.73
Diabetes mellitus	2 (5.7)	6 (6.3)	8 (6.2)	0.99
Alcohol consumption (time/wk)	4.3±5.0	2.2±2.9	2.7±3.7	<0.01
Smoking status				<0.001
No	16 (12.3)	94 (72.3)	110 (84.6)	
Yes	19 (14.6)	1 (0.8)	20 (15.4)	
Workout frequency (time/wk)				
Low intensity	1.1±1.3	0.8±1.5	0.9±1.4	0.16
Moderate intensity	1.7±1.6	1.5±1.5	1.6±1.5	0.59
High intensity	1.1±1.2	0.9±1.3	1.0±1.2	0.48
Nutrition supplement intake				
Calcium				0.99
No	34 (26.2)	90 (69.2)	124 (95.4)	
Yes	1 (0.8)	5 (3.8)	6 (4.6)	
Vitamin D				0.01
No	34 (26.2)	75 (57.7)	109 (83.8)	
Yes	1 (0.8)	20 (15.4)	21 (16.2)	
Serum vitamin D (ng/mL)				
2019	17.7±7.8	20.8±16.5	20.0±14.7	0.14
2020	21.9±10.9	26.3±16.3	25.1±15.1	0.08
Difference	4.27±9.06	5.46±11.47	5.14±10.85	0.58
ISI score				
2019	5.5±4.5	6.3±4.8	6.1±4.7	0.41
2020	5.6±5.8	5.0±6.3	6.1±5.2	0.48
Difference	0.03±4.28	0.01±4.29	0.02±4.27	0.98

Values are presented as number (%) or mean±standard deviation.

ISI, Insomnia Severity Index.

^aChi-squared test for categorical variables and t-test for continuous variables, except for yearly comparison of serum vitamin D level and ISI, were used. ^bPaired t-test was used to compare yearly change of serum vitamin D level and ISI.

t-검정을, 연도별 변화를 검정하기 위해 짝지은 t-검정을 사용하였고, 비타민D와 ISI 점수에 대해 조사 연도 각각 및 2개년도 사이의 차이를 이용한 상관분석을 시행하였으며 이 때 ISI 총점과 함께 7가지의 개별 ISI 문항에 대해서도 분석을 시행하였다. 또한 2개 검진 연도에서 나타난 비타민D 농도의 차이를 이용해 전체 대상자를 2019년에 비해 2020년에 비타민D 농도가 높아진 집단과 낮아진 집단으로 구분하였으며, 각각의 구분 기준에 대해 카이제곱 검정 및 t-검정을 이용해 차이를 살펴보았다. 비타민D와 ISI 점수에 대해서는 조사 연도에 따른 차이가 있는지를 확인하기 위하여 짝지은 t-검정을 시행하였다. 그리고 이러한 비타민D 농도의 증가 또는 감소가 ISI 점수의 상승 또는 하락에 미치는 영향을 확인하기 위하여 연령, 성별, 체질량 지수(body mass index, BMI), 음주 및 흡연력 등 개인적 요인, 고혈압, 당뇨 등 기저질환 요인, 비타민D, 칼슘 등 복용 여부력 등으로 보정해 로지스틱 회귀분석을 시행하였으며, 통계 분석은 SPSS Statistics for Windows, Version 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY,

USA) 패키지를 이용해 수행하였다.

결 과

2019년부터 2020년까지의 교대 근로자 건강검진 기록 중 혈중 비타민D 농도와 ISI 점수가 기록된 130명의 총 260개 자료를 수집하였다(Table 1). 조사 대상자 중 27%는 남성이었으며, 평균 연령은 남성(42세)에서보다 여성(49세)에서 더 높았다($P<0.001$). 대상자 중 16%는 고혈압 유병자였으며 6%는 당뇨 유병자였다. 주당 평균 음주 횟수는 여성(2.2회)에서보다 남성(4.3회)에서 더 높았으며($P<0.01$), 흡연자의 비율도 여성보다 남성에서 더 높게 나타났다($P<0.001$). 연구대상자 중 16.2% (남성 0.8%, 여성 15.4%)가 비타민D 복용을 하고 있었다($P=0.01$). 연구대상자들의 평균 혈중 비타민D 농도는 2019년 20.0 ng/mL였으나 2020년에는 25.1 ng/mL로 증가하였고 ISI 점수는 0.02 증가하였다.

Table 2. Comparisons of characteristics of Seoul Medical Center shift workers by level changes of vitamin D between 2019 and 2020

Characteristic	Decreased	Increased	Total	P-value ^{a,b}
Number	42 (32.3)	88 (67.7)	130 (100.0)	
Age (y)	47.1±8	46.5±7.2	46.7±7.4	0.68
Body mass index (kg/m ²)	24.0±3.5	24.2±3.3	24.2±3.3	0.77
Comorbidity				
Hypertension	9 (21.4)	12 (13.6)	21 (16.2)	0.26
Diabetes mellitus	4 (9.5)	4 (4.5)	8 (6.2)	0.27
Alcohol consumption (time/wk)	1.8±2.3	3.2±4.2	2.7±3.7	0.05
Smoking status				0.45
No	37 (28.5)	73 (56.2)	110 (84.6)	
Yes	5 (3.8)	15 (11.5)	20 (15.4)	
Workout frequency (time/wk)				
Low intensity	0.7±1.3	0.9±1.5	0.9±1.4	0.45
Moderate intensity	1.4±1.5	1.7±1.5	1.6±1.5	0.40
High intensity	0.9±1.2	1±1.3	1±1.2	0.47
Nutrition supplement intake				
Calcium				0.66
No	41 (31.5)	83 (63.8)	124 (95.4)	
Yes	1 (0.8)	5 (3.8)	6 (4.6)	
Vitamin D				0.69
No	36 (27.7)	73 (56.2)	109 (83.8)	
Yes	6 (4.6)	15 (11.5)	21 (16.2)	
Serum vitamin D (ng/mL)				
2019	26.2±22.1	17.0±8.0	20.0±14.7	0.01
2020	21.4±19.5	26.9±12.3	25.1±15.1	0.10
ISI score				
2019	6.1±4.5	6.1±4.8	6.1±4.7	0.99
2020	6.8±5.2	5.8±5.3	6.1±5.2	0.28
Difference	0.74±5.48	-0.33±3.54	0.02±4.27	0.25

Values are presented as number (%) or mean±standard deviation.

ISI, Insomnia Severity Index.

^aChi-squared test for categorical variables and t-test for continuous variables, except for yearly comparison of serum vitamin D level and ISI, were used. ^bPaired t-test was used to compare yearly change of serum vitamin D level and ISI.

연구기간 중 혈중 비타민D 농도, ISI 점수 증감에 따라 각각 2개의 군으로 나누어 각 군을 비교하였다. 연구기간 동안 혈중 비타민D 농도가 증가한 사람은 총 88명(68%)이었다. 이들에서 평균 혈중 비타민D 농도 증가량은 9.9 ng/mL였으며 감소군의 평균 감소량은 4.8 ng/mL였다. 증가군에서 평균 ISI 점수는 0.33점 감소하였고 감소군에서는 0.74점 증가하였다($P=0.25$; Table 2). 한편 연구기간 중 ISI 점수가 증가한 사람은 총 75명(58%)이었으며 평균 1.4점의 상승을 보였고 감소군에서는 평균 3.4점의 하락을 보였다. 특히 ISI 점수 증가군과 감소군 모두에서 혈중 비타민D 농도 증가가 관찰되었으며, 증가량은 각각 4.5 ng/mL, 6.1 ng/mL였다($P=0.41$; Table 3).

혈중 비타민D 농도와 수면의 질의 연관성을 알아보고자 보정 변수를 고려한 로지스틱 회귀분석을 시행하였다(Table 4). Model 1은 나이, 성별, BMI, 과거력, 신체 활동도, 흡연 여부, 음주력, 비타민D·칼슘 보충력을 통제하였다. Model 2는 Model 1의 변수에서 과거력, 신체 활동도 변수를 제외하여 통제하였다. 혈중 비타민D 농도 변화

에 따른 수면의 질 저하의 교차비는 서로 다른 보정 모형 모두에서 단위 증가량당 0.98로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다(Model 1, $P=0.28$; Model 2, $P=0.25$). 알코올 섭취에 따른 교차비(odds ratio, OR)는 0.89로 관찰되었으며($P=0.09$), Model 2에서 남성에 비해 여성에서의 수면의 질 저하 위험도가 3.77배 높게 나타났다($OR=3.77$, $P=0.04$).

고찰

본 연구는 서울의료원에 근무하는 직원 중 교대 근무자의 혈중 비타민D 농도와 수면의 질과의 연관성을 알아보고자 시행되었다. 나이, 성별, BMI, 고혈압, 당뇨, 비타민D 보충제 사용여부 및 기타 질환력 등을 고려하였고 ISI 점수를 통해 개개인의 수면의 질을 평가하였다. 그 결과 비타민D 농도 변화가 수면의 질에 영향을 주는 것으로 나타났지만 통계학적 유의성은 찾지 못하였다.

Table 3. Comparisons of characteristics of Seoul Medical Center shift workers by score changes of ISI between 2019 and 2020

Characteristic	Decreased	Increased	Total	P-value ^{a,b}
Number	55 (42.3)	75 (57.7)	130 (100.0)	
Age (y)	45.8±7.8	47.3±7.2	46.7±7.4	0.25
Body mass index (kg/m ²)	23.9±3.4	24.4±3.3	24.2±3.3	0.45
Comorbidity				
Hypertension	10 (18.2)	11 (14.7)	21 (16.2)	0.59
Diabetes mellitus	3 (5.5)	5 (6.7)	8 (6.2)	0.99
Alcohol consumption (time/wk)	3.6±4.3	2.1±3.1	2.7±3.7	0.03
Smoking status				0.79
No	46 (35.4)	64 (49.2)	110 (84.6)	
Yes	9 (6.9)	11 (8.5)	20 (15.4)	
Workout frequency (time/wk)				
Low intensity	0.9±1.1	0.9±1.7	0.9±1.4	0.92
Moderate intensity	1.6±1.3	1.6±1.6	1.6±1.5	0.96
High intensity	1±1.2	1±1.3	1±1.2	0.82
Nutrition supplement intake				
Calcium				0.70
No	52 (40.0)	72 (55.4)	124 (95.4)	
Yes	3 (2.3)	3 (2.3)	6 (4.6)	
Vitamin D				0.16
No	49 (37.7)	60 (46.2)	109 (83.8)	
Yes	6 (4.6)	15 (11.5)	21 (16.2)	
Serum vitamin D (ng/mL)				
2019	20.4±19.6	19.7±9.9	20.0±14.7	0.81
2020	26.4±18.3	24.1±12.4	25.1±15.1	0.42
Difference	6.07±10.64	4.46±11.03		0.41
ISI score				
2019	8.3±4.4	4.5±4.3	6.1±4.7	<0.001
2020	4.9±3.9	5.9±7.0	6.1±5.2	0.02

Values are presented as number (%) or mean±standard deviation.

ISI, Insomnia Severity Index.

^aChi-squared test for categorical variables and t-test for continuous variables, except for yearly comparison of serum vitamin D level and ISI, were used. ^bPaired t-test was used to compare yearly change of serum vitamin D level and ISI.

Table 4. Multivariable logistic regression on factors associated with impaired sleep quality

Characteristic	Model 1		Model 2	
	OR	P-value	OR	P-value
Vitamin D level change	0.98	0.28	0.98	0.25
Age	0.97	0.38	0.97	0.27
Sex, female	3.52	0.06	3.77	0.04
BMI	1.01	0.86	1.02	0.76
Comorbidity				
Hypertension	1.07	0.92	NA	NA
Diabetes mellitus	0.61	0.59	NA	NA
Osteopenia	0.00	0.99	NA	NA
Smoking history	1.06	0.22	1.07	0.17
Alcohol consumption	0.89	0.09	0.89	0.09
Workout frequency				
Low intensity	0.99	0.96	NA	NA
Moderate intensity	0.94	0.69	NA	NA
High intensity	1.05	0.82	NA	NA
Nutrition supplement intake				
Vitamin D	1.47	0.50	1.42	0.53
Calcium	0.37	0.44	0.32	0.34

Impaired sleep quality is defined by Insomnia Severity Index scoring 8 or higher. Model 1 was adjusted for age, sex, BMI, comorbidities, smoking and alcohol history, exercise habit and nutrition supplement intake. Model 2 was adjusted for age, sex, BMI, smoking and alcohol history and nutrition supplement intake. OR, odds ratio estimated by multivariable logistic regression; BMI, body mass index; NA, not assessed due to insufficient samples.

음주가 비타민D 대사에 미치는 영향은 복합적인 것으로 알려져 있으나, 과도한 음주는 비타민D 대사에 직접적인 영향을 주어 혈중 비타민D 농도를 감소시키는 것으로 알려져 있다.²²⁻²⁴⁾ 하지만 본 연구의 경우 알코올 섭취가 더 많은 군에서 비타민D 수치의 증가, 수면의 질이 호전되는 경향을 보였다. 그 이유는 연구대상군이 섭취한 주종 및 섭취량에 대한 변수가 반영되지 않은 한계점 때문이라고 유추할 수 있다. 비타민D의 경우 식품으로 섭취되는 양보다 피부를 통해 생성되는 경우가 많기 때문에 본 연구에서 측정된 혈중 비타민D 농도는 개개인의 야외활동 정도에 따른 영향을 받을 수 있다.^{1,25-29)} 그러나 본 연구에서는 검사가 행해진 계절, 자외선 차단제 등의 외적 물리적인 요소 및 일조량 차이가 있다는 점을 고려하지 못하였으며, 현재까지 행해진 국내 여러 연구의 한계점과 같이 수면의 질을 평가하는 도구가 자가 설문지 형식이기 때문에 수면의 질 평가에 따른 정확도 및 객관성 문제가 있다는 한계점이 있다. 또한 본 연구대상자의 경우 대부분 의료인으로 비타민D에 대한 충분한 교육과 노출로 인해 관련 행태에도 영향을 주었을 수도 있다. 또한 수면에 직접적인 영향을 줄 수 있는 약물 복용력을 고려하지 못한 제한점이 있다.

혈청 비타민D 농도와 수면 장애와의 가설을 규명하는 여러 연구가 있었지만 아직까지 명확한 인과관계가 규명되지 않았기에 비타민D와 수면과의 인과성을 확인하기 위해선 전향적 코호트 연구 등이 필요할 것이라 생각되며,⁹⁾ 본 연구가 가진 여러 가지 한계점에 따

라 해당 분야에 대해서 향후 대규모 연구군을 바탕으로 한 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

연구배경: 최근 혈청 비타민D 수치와 수면 문제와의 연관성에 대한 연구들이 많이 발표되었다. 하지만 교대 근무자들을 대상으로 한 연구의 수는 충분치 않았다. 따라서 본 연구의 목적은 교대 근무자들의 비타민D 수치와 수면의 질을 비교하여 둘 사이의 연관성을 알아내고자 하는 데 있다.

방법: 서울의료원 종사자 중 교대 근무자를 대상으로 연구를 진행하였으며 해당 연구군의 2019년 1월부터 2020년 12월 사이의 정기 검진 및 특수 검진 결과를 살펴보았다. 총 130명의 데이터가 수집되었고 연구군의 불면증 심각도 지수(Insomnia Severity Index, ISI) 점수로 수면의 질을 평가하였으며 나이, 성별, 동반 질환 유무 등을 통제하여 분석을 시행하였다. 그리고 혈중 비타민D 농도의 증가 또는 감소가 ISI 점수의 상승 또는 하락에 미치는 영향을 확인하기 위하여 연령, 성별, 체질량 지수, 음주 및 흡연력 등 개인적 요인, 고혈압, 당뇨 등 기저질환 요인, 비타민D, 칼슘 등 복용 여부 등으로 보정해 로지스틱 회귀분석을 시행하였다.

결과: 비타민D 증가군에서 ISI 점수가 감소하였고, 비타민D 감소군에서는 ISI 점수가 상승하였으나 통계학적으로 유의하지 않았다

($P=0.25$). 주요 인자를 통제하여 시행한 로지스틱 회귀분석 결과 비타민D 변화와 수면의 질 저하 사이에서 유의한 연관성을 보여주지 못하였다($P=0.25$).

결론: 비타민D가 증가하는 경우 수면의 질 향상, 감소군에서는 수면의 질 저하를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 추후 해당 분야에 대한 대규모의 전향적인 연구를 통해 수면과 비타민D와의 명확한 인과관계를 밝히는 것이 필요하다.

중심단어: 비타민D; 비타민D 부족; 수면; 수면 장애

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Seunghyun Kim, <https://orcid.org/0000-0002-1270-4270>

Jaeho Choi, <https://orcid.org/0000-0002-5698-8826>

Jiwon Min, <https://orcid.org/0000-0003-1362-5117>

Hyerhan Park, <https://orcid.org/0000-0001-8220-0791>

Ki Hyun Park, <https://orcid.org/0000-0003-4374-3886>

Booyoon Cheung, <https://orcid.org/0000-0003-1874-641X>

Soohyoung Lee, <https://orcid.org/0000-0002-0064-0388>

REFERENCES

- Giustina A, Adler RA, Binkley N, Bouillon R, Ebeling PR, Lazaretti-Castro M, et al. Controversies in vitamin D: summary statement from an international conference. *J Clin Endocrinol Metab* 2019; 104: 234-40.
- Prentice A. Vitamin D deficiency: a global perspective. *Nutr Rev* 2008; 66(10 Suppl 2): S153-64.
- Choi HS. Vitamin D status in Korea. *Endocrinol Metab (Seoul)* 2013; 28: 12-6.
- Bouillon R, Van Schoor NM, Gielen E, Boonen S, Mathieu C, Vanderschueren D, et al. Optimal vitamin D status: a critical analysis on the basis of evidence-based medicine. *J Clin Endocrinol Metab* 2013; 98: E1283-304.
- Rosen CJ, Adams JS, Bikle DD, Black DM, Demay MB, Manson JE, et al. The nonskeletal effects of vitamin D: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev* 2012; 33: 456-92.
- Kupferschmidt K. Uncertain verdict as vitamin D goes on trial. *Science* 2012; 337: 1476-8.
- Bouillon R, Marcocci C, Carmeliet G, Bikle D, White JH, Dawson-Hughes B, et al. Skeletal and extraskeletal actions of vitamin D: current evidence and outstanding questions. *Endocr Rev* 2019; 40: 1109-51.
- Lee HJ, Lee HD, Hwang HS, Park HK, Kim SE. Associations between serum vitamin D level and mean hours of sleep: 2011 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Fam Pract* 2014; 4: 293-8.
- Kim JH, Chang JH, Kim DY, Kang JW. Association between self-reported sleep duration and serum vitamin D level in elderly Korean adults. *J Am Geriatr Soc* 2014; 62: 2327-32.
- Kim JW, Lee WJ, Kweon HJ, Oh EJ, Ahn AL, Lee JS, et al. Associations between sleep duration and serum vitamin D level in Korean women. *Korean J Fam Pract* 2016; 6: 586-91.
- Ko AR, Kim KW, Han SV, Kim SG, Park SM. Association between sleep duration and vitamin D deficiency in Korean women: Korea National Health and Nutrition Examination Survey IV-V. *Korean J Fam Pract* 2018; 8: 557-64.
- Jung YS, Chae CH, Kim YO, Son JS, Kim CW, Park HO, et al. The relationship between serum vitamin D levels and sleep quality in fixed day indoor field workers in the electronics manufacturing industry in Korea. *Ann Occup Environ Med* 2017; 29: 25.
- Muscogiuri G, Barrea L, Scannapieco M, Di Somma C, Scacchi M, Aimaretti G, et al. The lullaby of the sun: the role of vitamin D in sleep disturbance. *Sleep Med* 2019; 54: 262-5.
- Bonnet MH, Arand DL. We are chronically sleep deprived. *Sleep* 1995; 18: 908-11.
- Grant WB, Schwalfenberg GK, Genuis SJ, Whiting SJ. An estimate of the economic burden and premature deaths due to vitamin D deficiency in Canada. *Mol Nutr Food Res* 2010; 54: 1172-81.
- Stumpf WE. Vitamin D--solitrol the heliogenic steroid hormone: somatotropic activator and modulator. Discoveries from histochemical studies lead to new concepts. *Histochemistry* 1988; 89: 209-19.
- Jeong H, Hong S, Heo Y, Chun H, Kim D, Park J, et al. Vitamin D status and associated occupational factors in Korean wage workers: data from the 5th Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES 2010-2012). *Ann Occup Environ Med* 2014; 26: 28.
- Wang F, Zhang L, Zhang Y, Zhang B, He Y, Xie S, et al. Meta-analysis on night shift work and risk of metabolic syndrome. *Obes Rev* 2014; 15: 709-20.
- Itoh H, Weng Z, Saito H, Ogawa Y, Nakayama K, Hasegawa-Ohira M, et al. Association between night-shift work and serum 25-hydroxyvitamin D levels in Japanese male indoor workers: a cross-sectional study. *Ind Health* 2011; 49: 658-62.
- Majid MS, Ahmad HS, Bizhan H, Hosein HZM, Mohammad A. The effect of vitamin D supplement on the score and quality of sleep in 20-50 year-old people with sleep disorders compared with control group. *Nutr Neurosci* 2018; 21: 511-9.
- Cho YW, Song ML, Morin CM. Validation of a Korean version of the insomnia severity index. *J Clin Neurol* 2014; 10: 210-5.
- Lee YA, Kim HY, Hong H, Kim JY, Kwon HJ, Shin CH, et al. Risk factors for low vitamin D status in Korean adolescents: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2008-2009. *Public Health Nutr* 2014; 17: 764-71.
- Touvier M, Deschasaux M, Montourcy M, Sutton A, Charneau N, Kesse-Guyot E, et al. Determinants of vitamin D status in Caucasian adults: influence of sun exposure, dietary intake, sociodemographic, lifestyle, anthropometric, and genetic factors. *J Invest Dermatol* 2015; 135: 378-88.
- Kang JE, Choi HS, Choi JH, Jung ST, Yeo SH, Kim MH. The comparative study of dietary habits according to the alcohol drinking among university

- students. *J East Asian Soc Diet Life* 2013; 23: 681-9.
25. Holick MF. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clin Proc* 2006; 81: 353-73.
 26. Bischoff-Ferrari HA, Giovannucci E, Willett WC, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 18-28. Erratum in: *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 1253. Erratum in: *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 809.
 27. Malabanan A, Veronikis IE, Holick MF. Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet* 1998; 351: 805-6.
 28. Thomas MK, Lloyd-Jones DM, Thadhani RI, Shaw AC, Deraska DJ, Kitch BT, et al. Hypovitaminosis D in medical inpatients. *N Engl J Med* 1998; 338: 777-83.
 29. Bjelakovic G, Nikolova D, Bjelakovic M, Gluud C. Vitamin D supplementation for chronic liver diseases in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 11: CD011564.