KJFP
https://doi.org/10.21215/kjfp.2016.6.6.586
eISSN 2233-9116
Korean J Fam Pract. 2016;6(6):586-591

Original Article

Korean Journal of Family Practice

한국 성인 여성에서의 수면시간과 혈중 비타민 D 농도와의 연관성

김지원, 이우진, 권혁중*, 오은정, 안아름, 이지선, 최재경, 조동영
건국대학교 의학전문대학원 가정의학교실

Associations between Sleep Duration and Serum Vitamin D Level in Korean Women

Jiwon Kim, Woojin Lee, Hyukjung Kweon*, Eunjung Oh, Ahleum Ahn, Jisun Lee, Jaekyung Choi, Dongyung Cho
Department of Family Medicine, Konkuk University School of Medicine, Seoul, Korea

Background: Vitamin D deficiency and sleep disturbance are common problems in Korean women. The objective of this study was to investigate the association between self-reported sleep duration and serum vitamin D level in Korean women.

Methods: A cross-sectional data analysis was performed by using data from the 2013 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. The confounding variables were serum 25-hydroxy vitamin D level, age, sex, body mass index, smoking history, alcohol consumption, menopausal status, depressive mood, self-reported daily sleep duration, physical activity, and daily sitting hours. Self-reported daily sleep duration was divided into four groups as follows; Q1 (≤4 hours), Q2 (5–6 hours), Q3 (7–8 hours), and Q4 (≥9 hours).

Results: The mean serum vitamin D levels of the subjects in the Q1, Q2, Q3, and Q4 groups were 12.96, 16.21, 15.50, and 15.72 ng/mL, respectively. In a multivariate linear regression analysis, the subjects in the Q2 (B=3.547, 95% confidence interval [CI]=1.655–5.438), Q3 (B=3.221, 95% CI=1.428–5.013), and Q4 groups (B=2.910, 95% CI=0.422–5.399) had significantly higher serum vitamin D levels than the subjects in the Q1 group.

Conclusion: Shorter sleep duration (≤4 hours) may be associated with lower vitamin D levels in Korean women.

Keywords: *Sleep Duration; Sleep; Vitamin D; Women*

서 론

비타민 D는 이제 단순히 근골격계 건강에만 관여하는 비타민이 아니라 신체의 다양한 기능에 관여하는 일종의 호르몬으로 받아들여지고 있다.[1,2] 비타민 D의 결핍은 심혈관 질환, 암, 만성 통증, 및 정신건강 등 다양한 질병과의 연관성이 있다는 연구가 활발히 이루어지고 있다.[1-3]

하지만 전세계적으로 비타민 D 결핍증의 비율은 점점 늘어나고 있는 실정이다.[2,3] 특히 우리나라의 경우 비타민 D 결핍이 가장 심한 국가 중 하나로, 혈중 비타민 D (25 hydroxy vitamin D3, 25(OH)D) 농도 20 ng/mL 이하를 비타민 D 부족의 기준으로 하였을 때, 한국인의 비타민 D 부족 비율은 남성 47.3%, 여성 65.4%에 달한다.[4] 국내 인구의 절반 이상이 비타민 D 부족에 해당하며, 그 비율은 여성에서 더 많다.

수면은 건강에 중요한 영향을 미친다. 수면이 부족하면 만성 피로, 낮시간 졸림(excessive daytime sleepiness, EDS) 및 심혈관 질환과 같은 각종 질병 이환율이 높아진다는 것은 잘 알려진 사실이지만, 현대인의 수면부족은 일상화되고 있다.[5] 특히 여성은 일반적으로 남성에 비해 수면장애를 겪을 가능성이 높다고 알려져 있다.[6] 일례로 2009년 이루어진 한 연구발표에서 한국인의 EDS 유병률은 12.2%로, 남성 10.7%, 여성 13.5%였으며,[7] 5,000명을 대상으로 이루어진 불면증 유병률에 대한 연구에서는 한국 성인의 20% 이상에서 불면증상을 호소하였고 그 비율은 여성 25.3%, 남성 20.2 %였다.[8]

수면의 다양한 측면과 혈청 비타민 D 농도와의 관련성에 대한 연

Received March 22, 2016 **Revised** June 8, 2016 **Accepted** July 22, 2016
Corresponding author Hyukjung Kweon
Tel: +82-43-840-8660, Fax: +82-43-840-8962
E-mail: fmkhj@korea.com

Copyright © 2016 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.

KJFP
Korean Journal of Family Practice

구는 비교적 최근에 시작되었다.[9] 일례로 혈중 비타민 D 농도가 낮은 경우, 즉 비타민 D 결핍 시 통증 및 심혈관계 질환 및 당뇨의 위험이 높아져 수면에 영향을 미칠 수 있다는 이론이 제기되었는데, 수면클리닉에 내원한 만성통증 환자들에게 비타민 D를 투여하여 혈중 비타민 D의 농도를 60–80 ng/mL로 유지하였을 때 상당수에서 수면장애 개선 효과가 있었다는 연구발표가 있었다.[10] 또 다른 연구에서는 혈중 비타민 D 농도와 EDS와의 관계를 연구하였는데, 인종별로 결과가 달랐다.[11] 그러나 이런 연구들의 대부분은 소규모의 인구군을 대상으로 했거나 단순히 가설에 대한 검증 수준에서 이루어졌다.

위와 비슷한 주제를 다룬 국내 연구로 노인 인구 또는 성인을 대상으로 수면시간과 비타민 D 농도와의 관련성을 밝힌 논문들이 소수 있지만,[12,13] 여성 인구군을 대상으로 한 비타민 D와 수면과의 연관성에 대한 연구는 상대적으로 매우 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 국민건강영양조사 제6기 1차년도(2013년) 자료를 이용하여 한국 성인 여성에서의 수면시간과 혈청 비타민 D 농도와의 관계를 규명하고자 한다.

방 법

1. 연구대상

통계 분석을 위하여 층화집락표본추출방법을 사용한 국민건강영양조사 제6기 1차년도(2013년) 자료를 사용하였다. 본 조사는 질병관리본부 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 수행하였다(질병관리본부 연구윤리심의위원회 승인번호 2013-07CON-03-4C).

국민건강영양조사 제6기 1차년도(2013년)에는 제6기(2013–2015년) 표본의 1/3에 해당하는 전국 192개 표본조사 구 내의 3,840개 표본가구를 조사대상으로 선정하였다.

본 연구에서는 비타민 D 농도(25(OH)D)가 측정된 만 19세 이상의 여성 인구 중 임신 중이거나, 고혈압, 뇌졸중, 암 질병군에 이환된 여성을 제외하여 총 759명을 대상으로 분석하였다.

2. 자료의 수집 및 변수

혈중 비타민 D 농도의 측정은 방사선면역측정법(radioimmunoassay) 방법을 이용하였으며 혈청 25(OH)D 수치를 ng/mL로 측정하여 일반적 특성에서 수면시간과 나이, 체질량지수, 폐경, 흡연, 음주, 우울증, 운동 여부, 앉아서 보내는 시간을 함께 비교하였다.

위 항목 중 체질량지수와 나이를 제외한 항목들은 건강 설문에 대한 자가 보고 자료를 바탕으로 분류하였다. 수면시간은 "하루에 보통 몇 시간 주무십니까"라는 설문에 1–24시간 내에서 시간 단위로 답한 자료를 바탕으로 4시간 이하(Q1), 5–6시간(Q2), 7–8시간(Q3), 9시간 이상(Q4)으로 구분하였으며, 음주는 음주 빈도로 음주 안 함, 월 1회 이하, 월 2–3회, 주 2–3회, 주 4회 이상으로 구분하였다. 우울증 유무는 현재의 상태에 따라 있고 없음으로 구분하였다. 흡연 여부는 현재 비흡연자와 흡연자로 분류하였다.

신체활동 항목 중 운동에 대해서는 걷기, 근력운동 및 유연성 운동의 여부에 따라 '전혀 하지 않음'과 '함'으로 분류하였으며 앉아 있는 시간은 "지난 7일간, 주중에 앉아서 보낸 시간이 보통 얼마나 됩니까?" 라는 질문에 "하루에 몇 시간 몇 분"으로 자가 보고한 자료를 이용하였다.

3. 통계분석

국민건강영양조사 원시자료는 전수조사가 아닌 표본조사 자료이므로, 목표모집단인 대한민국에 거주하는 국민에 대한 결과를 추정하기 위해서 복합표본설계를 반영하여 복합표본 가중치를 지정하여 분석하였다. 변수 분석을 위하여 연속 변수에 대하여는 t-test를 시행하였고 명목 변수에 대하여는 카이 제곱 검정을 사용하였다.

수면시간과 비타민 D 농도와의 연관성을 보기 위하여 다중선형회귀분석을 시행하였다.

혈중 비타민 D 농도에 영향을 미치는 관련된 변수에 대하여 선형회귀 분석(unadjusted linear regression analysis)을 시행하였다. 그 후 각각의 독립적인 영향력을 결정하기 위하여 나이, 체질량지수, 폐경 여부, 흡연 여부, 음주량, 우울증상, 활동량, 앉아 있는 시간 및 하루 평균수면시간을 보정한 후 선형회귀분석(adjusted linear regression analysis)을 시행하였다.

각각의 분석에 대하여 회귀계수 B (regression coefficient B)와 95% 신뢰구간(confidence interval)을 계산하였고, $P<0.05$인 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS Statistics ver. 23.0 for Windows (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 수면시간을 기준으로 4그룹(Q1: 4시간 이하, Q2: 5시간 이상, 6시간 이하, Q3: 7시간 이상, 8시간 이하, Q4: 9시간 이상)으로 나누어 나이, 체질량지수, 폐경 여부, 흡연 여부, 음주 습관, 우울증상, 운동 여부, 앉아 있는 시간 및 혈중 비타민 D 농도와 같은 기초적 특성들에 대해 분석하였으며 이의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

전체 대상자의 79.8%가 비타민 D 결핍을 가지고 있었고, 각각의 그룹에 따른 비타민 D의 평균 농도는 Q1 12.96 ng/mL (standard error [SE] 0.83), Q2 16.21 ng/mL (SE 0.43), Q3 15.50 ng/mL (SE 0.47), Q4 15.72 ng/mL (SE 0.81)였다(Figure 1).

Table 1. Demographic characteristics of the study population

Variable	Sleep duration (h)				
	≤4 (Q1)	5–6 (Q2)	7–8 (Q3)	≥9 (Q4)	P-value*
Number (unweighted)	25	294	366	74	
Proportion (%)	3.3	38.7	48.2	9.7	
Age (y)	52.94±2.31	43.09±0.55	39.85±0.53	42.76±1.50	<0.001
Body mass index (kg/m²)	23.23±0.41	22.89±0.13	22.34±0.12	22.85±0.34	0.794
Menopause (%)					
No	45.5	69.4	80.9	85.7	<0.001
Yes	54.5	30.6	19.1	14.3	
Smoking status (%)					
Nonsmoker	86.2	91.6	96.3	86.5	<0.001
Smoker	13.8	8.4	3.7	13.5	
Alcohol intake (%)					
No	49.2	28.0	26.5	28.8	<0.001
≤1 time/mo	14.7	22.8	24.6	25.4	
2–3 times/mo	21.5	65.0	39.0	30.7	
2–3 times/wk	9.2	11.2	8.5	9.4	
≥4 times/wk	5.4	2.9	1.4	5.6	
Depression (%)					
No	91.5	97.7	98.9	96.5	<0.001
Yes	8.5	2.3	1.1	3.5	
Physical activity (%)					
Walking					
No	70.9	62.4	64.6	77.6	0.007
Yes	29.1	37.6	35.4	22.4	
Strength exercise					
No	80.5	80.7	78.5	50.0	<0.001
Yes	19.5	19.3	21.5	50.0	
Flexibility exercise					
No	48.2	72.9	41.6	38.7	0.539
Yes	51.8	57.1	58.4	61.3	
Sitting time per day (h)	5.21±0.45	5.98±0.14	5.99±0.12	5.82±0.32	0.438
Vitamin D level (ng/mL)	12.96±0.83	16.21±0.43	15.50±0.47	15.72±0.81	
≤20	90.5	76.6	83.5	71.3	0.026
>20	9.5	23.4	16.5	28.7	

Values are presented as number only, weighted percentage only, or mean±standard error.
*By Student t-test or chi-square test.

총 연구대상의 평균 연령은 41.95세로 나이가 적을수록 수면시간이 긴 경향이 있었으며(P<0.001), 폐경 여성의 수면시간은 폐경 전 여성보다 짧은 경향을 보였다(P<0.001) (Table 1).

2. 다중선형회귀분석을 통한 하루 평균 수면시간과 비타민 D 농도와의 연관성

혈청 비타민 D 농도를 종속변수로 하여 선형회귀분석을 시행한 결과, 나이(P<0.001), 폐경 여부(P<0.001), 흡연 여부(P=0.011), 하루 평균 수면시간(P<0.001)이 혈중 비타민 D 농도와 관련된 인자로 나타났으며, 나이가 많을수록(B=0.100), 폐경 여성의 경우(B=3.473), 비흡연 여성에서(B=-1.897) 비타민 D 농도가 높았고, 하루 평균 수면시간이 4시간보다 길수록 (Q2, B=3.250; Q3, B=2.540; Q4, B=2.757) 수면시간 4시간 이하의 군보다 비타민 D 농도가 더 높았다(Table 2).

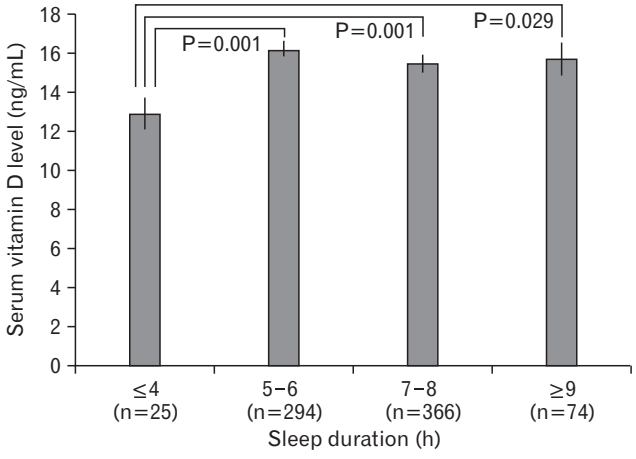

Figure 1. Mean serum vitamin D level analyzed according to daily sleep duration. Analysis of variance was used to compare mean serum vitamin D levels. The error bars represent the standard error of the mean. Daily sleep duration was determined using a self-reported survey.

Table 2. Linear regression analysis using vitamin D level as a dependent variable

Variable	Unadjusted		Adjusted	
	B* (95% CI)	P-value	B (95% CI)	P-value
Age	0.100 (0.064–0.136)	<0.001	0.048 (-0.006–0.103)	0.083
Body mass index	0.017 (-0.111–0.145)	0.794	-0.073 (-0.187–0.041)	0.207
Menopause (yes)	3.473 (2.120–4.825)	<0.001	2.458 (0.541–4.374)	0.012
Smoking (smoker)	-1.897 (-3.357–-0.437)	0.011	-1.543 (-2.973–-0.113)	0.035
Alcohol consumption (reference no)				
≤1 time/mo	0.433 (-0.868–1.735)	0.512	0.551 (-0.769–1.871)	0.411
2–3 times/mo	-0.685 (-2.089–0.719)	0.337	0.005 (-1.433–1.443)	0.994
2–3 times/wk	0.441 (-1.622–2.504)	0.674	1.486 (-0.469–3.441)	0.135
≥4 times/wk	-0.003 (-2.151–2.144)	0.997	1.119 (-1.062–3.300)	0.312
Depression (yes)	1.040 (-1.561–3.640)	0.431	0.630 (-2.061–3.322)	0.644
Walking (yes)	-0.579 (-1.563–0.405)	0.247	-0.542 (-1.548–0.463)	0.288
Strength exercise (yes)	0.526 (-0.592–1.645)	0.354	0.145 (-1.102–1.391)	0.819
Flexibility exercise (yes)	0.576 (-0.317–1.468)	0.204	0.486 (-0.511–1.483)	0.337
Sitting time per day (h)	-0.054 (-0.193–0.084)	0.438	0.025 (-0.104–0.154)	0.705
Sleep duration (reference ≤4 h)				
5–6 h	3.250 (1.467–5.033)	<0.001	3.547 (1.655–5.438)	<0.001
7–8 h	2.540 (0.851–4.229)	0.003	3.221 (1.428–5.013)	0.001
≥9 h	2.757 (0.390–5.125)	0.023	2.910 (0.422–5.399)	0.022

CI, confidence interval.
*Regression coefficient.

혈청 비타민 D 농도를 종속변수로 하여 보정 선형회귀분석을 시행한 결과, 폐경 여부(P=0.012), 흡연 여부(P=0.035) 및 하루 평균 수면시간(P<0.01)은 비타민 D 농도에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났고, 폐경 여성의 경우(B=2.458), 비흡연 여성에서 흡연 여성(B=-1.543)보다 혈중 비타민 D 농도가 높았으며, 하루 평균 수면시간이 5시간 이상인 경우(Q2, B=3.547; Q3, B=3.221; Q4, B=2.910) 수면시간 4시간 이하인 여성보다 혈중 비타민 D 농도가 높았다(Table 2).

고 찰

본 연구는 2013년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국 성인 여성에서의 수면시간과 혈청 비타민 D와의 연관성을 분석한 단면연구이다. 연령, 체질량지수, 우울증 여부, 폐경 여부, 현재 흡연 여부, 평생 음주 여부, 운동 여부, 앉아서 보내는 시간을 통제하여 분석한 결과, 수면시간이 4시간 이하인 여성의 혈중 비타민 D 농도는 수면시간이 5시간 이상인 여성에 비해 현저히 낮음을 확인할 수 있었다.

여성에서의 사망률이 가장 낮은 수면시간이 6시간 내지 7시간이라는 기존 연구 결과에 비추어 볼 때,[14] 수면시간이 4시간 이하로 부족한 여성의 경우 비타민 D 결핍 가능성이 있으며, 이는 비타민 D 결핍이 수면건강과 관련이 있을 수 있다는 점을 시사한다. 비타민 D와 수면과의 관련성을 설명할 수 있는 기전은 아직 명확히 밝혀지지 않았으나 비타민 D가 수면-각성 주기(sleep-wake cycle) 조절에 관여하는 대뇌의 간뇌(diencephalon)와 뇌간핵(brainstem nuclei)에 있는 비타민 D 수용체에 작용하여 수면에 직접적으로 관여한다는 가설이 있다.[10]

최근 외국에서는 대규모 코호트 연구군에 대하여 팔목 착용 수면기록계(wrist actigraphy)를 이용, 객관적인 수면시간 및 수면의 질을 측정하여 혈청 비타민 D 농도와 연관성을 밝히는 단면 연구가 진행되었고 그 결과 낮은 혈중 비타민 D 농도는 5시간 미만의 적은 수면시간과 낮은 수면의 질과 연관이 있다는 연구결과가 발표되었다.[15] 본 연구 역시 수면시간이 4시간 이하로 부족한 인구군에서 다른 군보다 상대적으로 낮은 비타민 D 농도를 확인할 수 있었으며 이는 기존 연구 결과들을 뒷받침한다.

본 연구의 장점으로는 그 동안 비교적 연구가 적게 이루어진 한국 성인 여성의 수면시간과 혈중 비타민 D 농도와의 연관성을 우리나라 대규모 인구군을 대표하는 최신 국민건강영양조사 자료를 이용하여 분석하였다는 점이다. 특히 연구 대상을 수면시간에 따라 네 그룹으로 분류하여 각 그룹 간의 기본적 특성을 비교함으로써 부족한 수면시간과 혈중 비타민 D 결핍과의 관련성을 명확하게 보여주는 연구 결과를 도출하였다.

또한 기존 논문에서 고려하지 않았던 폐경 여부 및 앉아서 보내는 시간을 혼란 변수로 분석에 반영하였다. 여성에서 생리주기 및 폐경 이후 겪게 되는 다양한 호르몬 변화가 수면에 미치는 영향을 고려할 때,[16,17] 폐경 여부 역시 중요한 변수라고 할 수 있다. 본 연구에서는 분석 결과 폐경 여부가 독립적으로 비타민 D 농도에 연관되는 변수임

을 확인할 수 있었다.

한편 신체 활동량이 증가할수록 혈청 비타민 D 농도가 높아진다는 기존의 연구 결과[18,19]를 참조하여 본 연구에서는 운동 여부 및 앉아서 보내는 시간을 변수로 고려하였다. 일반적으로 앉아서 보내는 시간이 길수록 일광 노출량 및 신체 활동량이 적어지는 경향이 있을 거라 추측하여 이를 혈중 비타민 D 농도에 영향을 미칠 수 있는 중요한 변수로 고려하였으나, 분석 결과 앉아서 보내는 시간과 비타민 D 농도 및 수면과의 연관성은 통계적으로 의미 있는 결과를 보이지 않았다. 그 이유로 앉아 있는 시간 자체가 일광 노출량 및 신체 활동량을 직접적으로 반영하지는 않기 때문이라고 유추할 수 있다. 또한 운동 여부 역시 혈청 비타민 D 농도와 연관성을 보이지 않았는데 단순히 운동 여부만을 변수로 분석에 반영하고 신체 활동량의 강도를 고려하지 않은 것은 본 연구의 한계점이라고 할 수 있다.

본 연구는 단면연구로 수면시간과 혈중 비타민 D 농도와의 연관성만을 보여줄 뿐 원인과 결과의 선후관계를 명확히 알기 어렵다는 단점이 있다. 비슷한 주제를 다룬 기존의 연구들에서 낮은 혈청 비타민 D 농도가 야기하는 만성통증 및 면역력 저하와 같은 여러가지 신체 상태로 인한 수면 장애와의 가설을 규명하는 연구들이 있어왔지만 역으로 이러한 신체 상태 및 수면 장애로 인하여 혈청 비타민 D 농도가 낮아지게 되는 결과를 가져올 가능성[9] 또한 간과할 수 없다. 현재까지 두 요소 간의 명확한 원인관계가 규명되지 않았기 때문에 향후 보완 연구가 필요하다고 하겠다.

그 외의 한계점으로 계절에 따른 혈중 비타민 D 농도의 변동, 연구대상자의 직업 및 사회경제적 수준에 따라 일광 노출 시간 및 활동량의 차이가 있다는 점을 고려하지 못하였으며 분석에 사용한 수면시간은 연구대상의 자가 보고로 이루어진 것으로 객관적인 수면시간 및 수면의 질을 고려하지 않았다는 점이 있다.

결론적으로 본 연구에서는 수면시간이 4시간 이하인 여성의 혈중 비타민 D 농도가 수면시간이 5시간 이상인 여성에 비해 현저히 낮음을 확인할 수 있었으며 향후 대규모 한국인 연구군을 대상으로 객관적인 수면시간 및 수면의 질과 혈청 비타민 D 농도와 연관성을 밝히는 후속 연구가 필요할 것이다.

요 약

연구배경: 본 연구에서는 한국 성인여성에서의 수면시간에 따른 일반적 특성에 대하여 분석하였고 수면시간과 혈청 비타민 D 농도(25(OH)D)와의 관계를 규명하고자 하였다.

방법: 2013년도 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국성인여성의 수면시간과 혈청 비타민 D 농도(25(OH)D)와의 연관성에 대해 다중선형회귀분석을 시행하였다. 혼란변수로는 만 연령, 체질량지수, 우울증 여부, 현재 흡연 여부, 음주 여부, 폐경 여부, 운동 여부 및 하루 중 앉아 있는 시간을 고려하였다.

결과: 혈청 비타민 D 농도(25(OH)D)와 독립적인 연관을 보인 변수로는 폐경 여부, 흡연 여부, 하루 평균 수면시간이었으며 하루 평균 수면시간이 4시간 이하인 그룹에서의 혈청 비타민 D 농도(25(OH)D)가 수면시간이 5시간 이상인 그룹보다 현저히 낮았다.

결론: 하루 4시간 이하의 부적절한 수면시간은 낮은 혈청 비타민 D 농도(25(OH)D)와 연관이 있다. 추후 후속 연구를 통해서 부적절한 수면시간과 비타민 D 결핍 간의 원인관계를 규명하고 수면에 대한 객관적인 지표를 이용한 후속연구가 필요하다.

중심단어: 수면시간; 수면; 비타민 D; 여성

REFERENCES

1. Holick MF. Vitamin D deficiency. N Engl J Med 2007; 357: 266-81.
2. Holick MF. Vitamin D: a d-lightful solution for health. J Investig Med 2011; 59: 872-80.
3. Matyjaszek-Matuszek B, Lenart-Lipińska M, Woźniakowska E. Clinical implications of vitamin D deficiency. Prz Menopauzalny 2015; 14: 75-81.
4. Choi HS. Vitamin d status in Korea. Endocrinol Metab (Seoul) 2013; 28: 12-6.
5. Bonnet MH, Arand DL. We are chronically sleep deprived. Sleep 1995; 18: 908-11.
6. Zhang B, Wing YK. Sex differences in insomnia: a meta-analysis. Sleep 2006; 29: 85-93.
7. Joo S, Baik I, Yi H, Jung K, Kim J, Shin C. Prevalence of excessive daytime sleepiness and associated factors in the adult population of Korea. Sleep Med 2009; 10: 182-8.
8. Cho YW, Shin WC, Yun CH, Hong SB, Kim J, Earley CJ. Epidemiology of insomnia in Korean adults: prevalence and associated factors. J Clin Neurol 2009; 5: 20-3.
9. Evatt ML. Vitamin D associations and sleep physiology-promising rays of information. Sleep 2015; 38: 171-2.
10. Gominak SC, Stumpf WE. The world epidemic of sleep disorders is linked to vitamin D deficiency. Med Hypotheses 2012; 79: 132-5.
11. McCarty DE, Reddy A, Keigley Q, Kim PY, Marino AA. Vitamin D, race, and excessive daytime sleepiness. J Clin Sleep Med 2012; 8: 693-7.
12. 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.
13. 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.
14. Patel SR, Ayas NT, Malhotra MR, White DP, Schernhammer ES, Speizer FE, et al. A prospective study of sleep duration and mortality risk in women. Sleep 2004; 27: 440-4.

15. Massa J, Stone KL, Wei EK, Harrison SL, Barrett-Connor E, Lane NE, et al. Vitamin D and actigraphic sleep outcomes in older community-dwelling men: the MrOS sleep study. Sleep 2015; 38: 251-7.
16. Manber R, Bootzin RR. Sleep and the menstrual cycle. Health Psychol 1997; 16: 209-14.
17. Krystal AD. Insomnia in women. Clin Cornerstone 2003; 5: 41-50.
18. Brock K, Huang WY, Fraser DR, Ke L, Tseng M, Stolzenberg-Solomon R, et al. Low vitamin D status is associated with physical inactivity, obesity and low vitamin D intake in a large US sample of healthy middle-aged men and women. J Steroid Biochem Mol Biol 2010; 121: 462-6.
19. Wanner M, Richard A, Martin B, Linseisen J, Rohrmann S. Associations between objective and self-reported physical activity and vitamin D serum levels in the US population. Cancer Causes Control 2015; 26: 881-91.