

청소년의 신체활동 강도가 비타민 D 결핍에 미치는 영향

김지윤¹ · 최숙자² · 이윤정³

가천대학교 간호대학¹, 중앙대학교 적십자간호대학², 경인여자대학교 간호학과³

The Effect of the Strength of Physical Activity on Vitamin D Deficiency among Korean Adolescents

Jiyun Kim¹ · Sookja Choi² · Yunjeong Yi³

¹College of Nursing, Gachon University, ²Red Cross College of Nursing, Chung-Ang University,
³Department of Nursing, Kyung-In Women's University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to identify the association between physical activity and vitamin D deficiency status among Korean adolescents. **Methods:** This is cross-sectional analysis of Korean adolescents aged 10-18 years from the 5th Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES 2010-2012; n=2,384). We estimated the prevalence of vitamin D deficiency and identified the correlations with the strength of physical activity. χ^2 test, t-test, and multiple logistic regression using complex sample analysis were done. The odds ratio of vitamin D deficiency by physical activity was calculated using complex sample multivariate logistic regression analysis. **Results:** The prevalence of vitamin D deficiency was 78.2%. The mean serum 25 (OH) D level in deficiency group and non-deficiency group was 14.4ng/mL, 23.7ng/mL respectively. Differences by age strata (the prevalence ranging from 68.5% to 86.3%) and gender (78.6% for boy and 84.5% for girl) were identified. Among adolescents aged 16-18 or girl in vigorous physical activity, a significant correlation between vitamin D deficiency and physical activity was observed, whereas no significant correlation were found among adolescents in moderate physical activity. **Conclusion:** In conclusion, vigorous physical activity was associated with vitamin D deficit in Korean adolescents. Thus, intervention programs enhancing vigorous activity than moderate activity need to be developed in schools and community.

Key Words: Adolescent, Physical activity, Vitamin D, Vitamin D deficiency, KNHANES

서론

1. 연구의 필요성

비타민 D는 청소년기 뼈의 성장에 중요한 역할을 하며, 뼈의 무기질화에 영향을 미친다[1]. 일반적으로 우리 몸에 있는 비타민 D는 햇빛 노출에 의해 생성되고, 식품 혹은 영양보조

제의 섭취를 통해 생성이 된다[2]. 혈청 비타민 D는 serum 25-hydroxyvitamin D 즉, 25 (OH)D의 형태로 혈중에서 순환하고 있으며, 이것은 일반적으로 비타민 D 수준을 결정하는 인자로 활용된다[3].

비타민 D 결핍은 청소년기 대사증후군의 주요 지표인 허리둘레[4-6], 혈압[4,7], 비만[6,8-10], 이상지질혈증[7], 당뇨[7] 등과 매우 밀접한 관련성이 있는 것으로 밝혀져 있다. 청소년

Corresponding author: Yunjeong Yi

Department of Nursing, Kyung-In Women's University, 63 Gyeongsan-ro, Gyeong-gu, Incheon 21041, Korea.
Tel: +82-32-540-0453, Fax: +82-32-555-2614, E-mail: yinyis@kiwu.ac.kr

Received: Jun 11, 2017 / Revised: Jul 6, 2017 / Accepted: Jul 27, 2017

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.

기의 비타민 D 결핍은 성인기의 골다공증의 잠재적 위험인자가 되기도 한다[1]. 비타민 D는 면역체계의 성숙에 중요한 영향을 미치므로, 비타민 D가 충분할 경우 성인기의 천식이나 호흡기계 감염질환의 가능성을 낮춘다[11].

2010년 국민건강영양조사 결과, 우리나라의 만 10~18세 청소년의 비타민 D 결핍 수준은 78%이다[4]. 다양한 다른 나라들과 비교해보면, 네덜란드 6세 아동 대상의 6.2%가 심한결핍, 23.6%가 결핍[2], 핀란드의 6~8세 아동 19.5%가 결핍[3], 사우디아라비아의 4~18세 아동 98.1%가 결핍[12], 터키 6~17세 아동의 62.3%가 결핍[7], 한국 7~18세 청소년의 72.3%가 결핍, 이탈리아 10~21세 청소년의 82.2%가 결핍[8], 벨기에의 4~11세 아동의 5%가 결핍, 40%가 부족[13], 영국의 4~18세 청소년의 35%가 부족[9], 1~21세 미국 아동 청소년의 9%가 결핍, 61%가 부족[10]으로 보고되고 있다. 나라마다 조금씩 수치는 다르지만 공통된 것은 청소년의 다수가 비타민 D 결핍 상태를 나타내고 있다. 그러므로 청소년기에 적절한 비타민 D 수준을 유지하는 것이 성인기 건강관리를 위하여 매우 중요하다.

청소년의 비타민 D 결핍과 관련성이 있는 인구사회학적 특성으로는 연령과 성별이 보고되고 있다. 연령의 증가는 혈중 비타민 D의 농도를 낮추는 중요한 요인으로 알려져 있다[9, 10]. 성별과 비타민 D의 관련성에 대해서는 관련이 있다는 연구와[3,10] 그렇지 않다는 연구들이 다양하게 혼재되어 있으나[8,9,13], 성별이 직접적으로 비타민 D의 농도에 영향을 미치기 보다는 여자가 남자보다 활동부족, 햇빛에 덜 노출되는 행동 특성을 가지기 때문이라는 해석이 대부분이다.

그 외 비타민 D의 결핍과 관련된 요인으로 실외활동, 신체활동 등이 있다[2]. 신체활동과 비타민 D 수준과의 관련성은 많은 연구에서 밝혀지고 있다. Wanner 등은 가속도계를 활용한 객관적인 신체활동 수준과 자가보고 형태의 주관적인 신체활동 수준을 측정 한 후 비타민 D와의 관련성을 연구하였다[14]. 연구결과, 두 가지 측정방법 모두 비타민 D 수준과 관련성이 확인되었으며, '중등도'부터 '격렬한' 신체활동을 하는 경우에 비하여 신체활동이 부족하면 비타민 D의 결핍 가능성이 1.32배 높아진다고 하였다[14]. 아동이 바깥에서 노는 시간과 비타민 D 결핍이 관련 있으며[2], 하루 실외활동 시간이 30분 미만인 경우에 비타민 D 결핍이 될 가능성이 1.5배 높고[9], Dong 등 역시 격렬한 신체활동과 비타민 D와 관련성을 분석한 바 있다[5]. 신체활동과 비타민 D와의 관련성은 성인[15], 노인[16] 등에서 이루어지고 있으나 청소년기에도 다양하게 연구되고 있다[5,8,17]. 그러나 우리나라에서 전국 조사를 활용하여 그 관련성이 확인된 연구는 미비하다.

이에 본 연구에서는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국 청소년의 비타민 D 결핍의 원인을 확인함으로써 청소년 건강향상을 위한 정책적 자료를 제시하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 청소년의 신체활동 강도가 혈중 비타민 D 농도의 결핍에 미치는 영향을 파악하여 청소년 신체활동의 필요성과 수준을 확인하고자 실시하였다.

연구방법

1. 연구자료 및 대상

본 연구는 국민건강영양조사 제5기 원시자료를 이용하였다. 본 자료는 질병관리본부의 원시자료 공개 및 관리규정에 의거하여 제공받아 활용하였고, 질병관리본부 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 수행하였다(질병관리본부 연구윤리심의위원회 승인번호 2010-02CON-21-C, 201102CON-06-C, 201201EXP-01-2C).

국민건강영양조사는 국민의 건강수준, 건강 관련 의식 및 행태, 식품 및 영양 섭취실태를 파악하는 기초통계를 산출하고자 실시되고 있으며 건강설문조사, 검진조사, 영양조사로 구성되어 있다. 조사연도에 따라 제1기(1998), 제2기(2001), 제3기(2005), 제4기(2007~2009), 제5기(2010~2012)로 구분한다. 제5기에는 전국을 시도별로 1차 층화하고 성별, 연령대별 인구비율 등을 기준으로 2차 층화한 후 추출하여 조사구를 설정하였는데 매년 192개 표본 조사구를 추출하여 3,800가구의 만 1세 이상 가구원 전체를 대상으로 조사하였다. 만 1세 이상 전체 참여자 수는 2010년 8,958명, 2011년 8,518명, 2012년 8,057명으로 전체 대상자 중 참여자의 비율은 약 80%였다.

본 연구대상자는 2010~2012년 조사 대상자 25,533명 중 만 10세~18세의 청소년으로, 국민건강영양조사 중 혈액검사 항목 중 하나인 혈청 비타민 D 결과치가 있는 2,384명을 최종대상자로 선정하였다.

2. 변수정의

비타민 D 결핍은 혈청 비타민 D의 최적수준에 대한 일치된 의견은 없으나, 일반적으로 혈청 비타민 D 형태인 serum 25-hydroxyvitamin D 즉, 25 (OH)D 수준이 20 ng/mL (50

nmol/L)일 경우 결핍이 있다고 정의하고 있다[18-20]. 따라서 본 연구에서도 이 기준을 적용하여 혈중 비타민 D 수준이 20 ng/mL 미만이면 '결핍' 그 이상이면 '결핍아님'으로 정의하였다.

신체활동에 대해서는 격렬한 신체활동 실천율은 '최근 1주일 동안 평소보다 몸이 매우 힘들거나 숨이 많이 가쁜 격렬한 신체활동을 1회 20분 이상, 주 3일 이상 실천한 비율'로 정의하였고, 중등도 신체활동 실천율은 '최근 1주일 동안 평소보다 몸이 조금 힘들거나 숨이 약간 가쁜 중등도 신체활동을 1회 30분 이상, 주 5일 이상 실천한 비율'로 정의하였으며, 각각에 대해 '예, 아니오'의 이분형 변수로 측정하였다. 체내 비타민 D 수준과 식생활 혹은 청소년의 영양상태가 영향을 미칠 수도 있어, 이에 대한 대리변수로 가구소득을 사용하였다. 이는 전체 가구소득을 4분위로 나누어 '하, 중하, 중상, 상'의 네 범주로 나누어 측정하였다. 비만은 자가 보고한 신장과 체중자료로 BMI (kg/m^2)를 이용하였으며, 2007년 소아청소년 성장도표에 근거하여 연령대별 각각 저체중(5백분위수 미만), 정상(5백분위수 이상 85백분위수 미만), 과체중(85백분위수 이상)으로 분류하였다. 그 외에 연령변수로 초등학교에 해당되는 만 10~12세 연령군, 중학생, 고등학교 연령군에 해당되는 13~15세, 16~18세 등 세 그룹으로 나누었고, 성별은 '남, 녀'로 구분하였다.

3. 모형

본 연구의 목적인 청소년의 신체활동 강도가 비타민 D 결핍에 미치는 영향을 규명하기 위해 다음과 같이 순차적인 모형을 적용하였다.

모형 1은 청소년의 격렬한 신체활동여부에 따른 비타민 D 결핍유무를 설명하였고, 여기에 성별과 연령그룹을 추가하여 보정한 모형 2, 그리고 가구소득과 비만도를 추가적으로 보정한 모형 3의 단계적 분석을 실시하였다. 이때, 신체활동의 강도 차이가 비타민 D 결핍에 미치는 영향이 다를 것으로 판단되어, 중등도 신체활동여부도 동일한 과정으로 분석하였다.

$$\text{Model 1} = \log\left[\frac{\Pr(Y=1)}{1-\Pr(Y=1)}\right] = \alpha + \beta \text{Physical Activity} + \epsilon$$

Y=vitamin D deficiency

Model 2=Model 1 +(age group, sex)

Model 3=Model 2 +(house income, BMI)

4. 자료분석

국민건강영양조사는 복합표본설계방법을 사용하였으므로

모집단에 대한 대표성을 확보하기 위해 가중치변수(weight), 층화변수(strata), 집락변수(cluster)를 적용하여 통계분석을 하였다. 3개년 자료의 통합가중치를 산출할 때 2010년, 2011년, 2012년 모두 1/3의 가중치를 주었다. 통합가중치, 층화변수, 집락변수를 적용하여 분석하면 조사결과를 모든 국민에게 일반화한 추정빈도와 값이 산출되므로 본 연구에서는 조사값과 추정값을 중심으로 결과를 산출하였고, 자료는 SAS ver.9.4 프로그램을 이용하여 분석하였다.

대상자의 일반적인 특성에 따른 비타민 D 결핍 유무별로 그 빈도와 평균값을 비교하기 위해 복합표본 기술통계로 분석하였다. 또한 각 변수별 그룹 간 차이분석을 위해 복합표본설계를 고려해 Pearson 카이제곱 검정이 수정된 Rao-Scott 카이제곱검정과 t-검정을 실시하였다. 대상자의 특성이 비타민 D 결핍에 영향을 미치는지 여부를 확인하기 위해 SurveyLogistic 구문을 사용하여 복합표본 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하여, 오즈비(Odds Ratio, OR)와 95% 신뢰구간(95% Confidence Interval, 95%CI)를 제시하였다. 모든 검정은 양측검정으로 시행하였고, p값이 .05 미만일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판단하였다.

연구결과

1. 대상자의 일반적 특성에 따른 비타민 D 결핍

비타민 D 결핍 유무에 따른 대상자의 일반적 특성의 차이를 분석한 결과, BMI를 제외한 모든 변수에서 유의한 차이를 보였다(Table 1). 분석 대상자 중 78.2%(1,863명)가 비타민 D가 20ng/mL 미만으로 청소년 집단의 비타민 D 결핍의 유병률이 매우 높았다. 비타민 D 결핍이 있는 학생들의 평균 혈청 25(OH)D 농도는 14.40 ng/mL이었고, 결핍이 없는 학생집단의 평균 농도는 23.73 ng/mL로 약 10 ng/mL 정도 차이가 있었다. 연령별로 봤을 때, 10~12세 연령군보다는 13~15세 연령군, 16~18세 연령군으로 올라갈수록 결핍대상자의 빈도가 높아졌고, 특히 16~18세의 연령군에 속한 학생 중 86.3%의 대상자가 비타민 D 결핍 상태인 것으로 나타났다. 전체 여학생 중 85%에 근접하는 학생들이 비타민 D 결핍 수준으로 남학생들보다 더 심각하였다. 소득수준별로는 저소득층 학생의 88.2%, 고소득층 학생의 73.8%가 비타민 D 결핍인 것으로 나타났다. 신체활동을 하고 있는 그룹과 그렇지 않는 그룹 간에도 통계적으로 유의한 수준에서 그룹 간 차이가 발견되었다.

Table 1. General Characteristics of Subjects by Vitamin D Deficiency

Variables	Categories	Vitamin D deficiency status			χ^2 or t	p
		Yes (n=1,863)	No (n=521)	Total		
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n		
Age group (year)	10~12	600 (68.5)	265 (31.5)	865	73.03	< .001
	13~15	681 (78.9)	165 (21.1)	846		
	16~18	582 (86.3)	91 (13.7)	673		
		14.49±2.47	13.34±2.42			
Gender	Male	929 (73.6)	352 (26.4)	1,281	41.53	< .001
	Female	934 (84.5)	169 (15.5)	1,103		
House income	Low	217 (88.2)	48 (16.8)	265	14.22	.030
	Middle low	474 (79.1)	123 (20.9)	597		
	Middle high	586 (80.3)	152 (19.7)	738		
	High	564 (73.8)	189 (26.2)	753		
BMI category	Underweight	84 (82.2)	22 (17.8)	106	2.80	.318
	Normal	1448 (77.9)	411 (22.1)	1,859		
	Overweight	331 (81.1)	88 (18.9)	419		
	M±SD	20.82 (3.67)	19.99 (3.42)			
Vigorous physical activity	No	1067 (85.2)	189 (14.8)	1,256	36.76	< .001
	Yes	402 (73.1)	136 (26.9)	538		
Moderate physical activity	No	1365 (82.3)	288 (17.7)	1,653	8.87	.006
	Yes	103 (72.0)	37 (28.0)	140		
Serum 25 (OH)D*	M±SD	14.40 (3.23)	23.73 (3.26)		-40.28	< .001

*Serum 25 (OH)D=Serum 25-hydroxyvitamin D.

2. 신체활동 정도에 따른 혈청내 비타민D 수준

신체활동 정도에 따라 학년별 혈청내 비타민 D 평균값을 비교한 결과 다음과 같은 양상을 보였다(Figure 1). 격렬한 신체활동 유무에 따라 각 연령군별로 혈청내 비타민 D 농도의 집단 간 차이는 통계적으로 유의했으나, 중등도의 신체활동을 하고 있는 그룹에서는 각 연령군별 비타민 D 농도의 차이가 없었다.

격렬한 운동을 하고 있는 그룹과 그렇지 않은 그룹 간 혈청내 비타민 D 농도는 10~12세 연령군과 13~15세 연령군에서 큰 차이를 보였고, 16~18세 연령인 경우 다소 감소하였다. 그러나 중등도의 운동을 하고 있는 그룹과 그렇지 않은 그룹 간 혈청내 비타민 D 농도는 초등학교의 경우 두 그룹 간의 평균 농도차이가 거의 없었고, 연령이 높아질수록 그 차이가 더 커졌다. 또한 신체활동을 하고 있는 그룹에서는, 10~12세 연령군의 경우 중등도 신체활동을 하는 그룹보다는 격렬한 신체활동을 하는 그룹의 평균 비타민 D 농도가 더 높았으나, 그 이상의 연령군에서는 격렬한 신체활동보다는 중등도의 신체활동을 하는 경우 평균 비타민 D의 농도가 더 높았다.

3. 신체적 활동의 강도가 비타민D 결핍에 미치는 영향

기본모형인 격렬한 신체활동여부가 비타민 D 결핍에 미치는 영향을 분석한 결과(Table 2), 격렬한 신체활동을 하지 않는 그룹이 격렬한 신체활동을 하는 그룹에 비해 비타민 D 결핍이 될 가능성이 약 2.12배였고, 이는 통계적으로 유의했다. 기본 모형에 성별과 연령으로 보정한 모형에서 신체활동의 오즈비가 다소 감소하였으나(1.70) 여전히 통계적으로 유의했고, 특히 남학생에 비해 여학생인 경우 오즈비가 1.73배, 그리고 10~12세 연령군에 비해 16~18세 연령군의 오즈비가 2.19배 증가하는 것으로 나타났다. 성별과 연령에 따른 교호작용 여부를 확인한 결과 성별 및 연령 변수 간 상호작용은 없었다. 모형 2에 소득과 BMI 변수를 추가하여 보정한 모형에서는, 신체활동여부의 계수 값의 변화는 나타나지 않았다.

중등도 신체활동여부가 비타민D 결핍에 미치는 영향을 규명하고자 동일한 단계로 분석한 결과, 중등도의 신체활동을 하는 그룹에 비해 그렇지 않은 그룹의 비타민 D 결핍 가능성은 0.55배(45%) 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 성별과 연령을 보정하면서 중등도의 신체활동 여부의 유의성은 사라지게 되었고, 여학생인 경우와 16~18세 연령군인 경우 비타민 D 결

핍에 유의한 영향을 미치는 변수로 설명되었다.

논 의

본 연구결과 우리나라 청소년의 신체활동과 비타민 D 결핍의 관련성이 확인되었으며, 이러한 결과는 선행연구의 결과와 일치하고 있다[5,14]. 신체활동은 햇빛 노출 정도를 측정하기 위한 대체적 요인이라고 알려져 있지만[17], 신체활동 자체가 비타민 D를 증가시키는 역할도 한다. 신체활동은 뼈 내의 골질량을 증가시키고, 칼슘의 배출을 줄이며 흡수율을 높인다고 알려져 있고, 혈중 칼슘이 증가하면 혈중 비타민 D의 손실을 줄일 수 있다[21]. 어린이를 대상으로 한 연구에서 햇빛 노출을

통제한 경우에도 신체활동이 늘어날수록 혈중 비타민 D의 양이 증가하는 것으로 확인되었다[22].

본 연구에서는 격렬한 운동유무를 측정하기 위하여 국민건강영양조사 설문항목을 이용하였으며, 격렬한 활동은 달리기(조깅), 등산, 빠른 속도로 자전거 타기, 빠른 수영, 축구, 농구, 줄넘기, 스쿼시, 단식테니스, 무거운 물건 나르기 등의 직업활동 및 체육활동 등이었다. 활동은 빠른 수영과 농구, 스쿼시를 제외하면 야외에서 하는 체육활동으로 이루어진 것을 알 수 있다. 비타민 D는 햇빛에 의하여 생성되기 때문에 비타민 D 결핍유무와 격렬한 운동유무의 상관성은 운동의 강도뿐만 아니라 야외에서 하는 활동이 많이 포함되었기 때문일 것이라 사료된다.

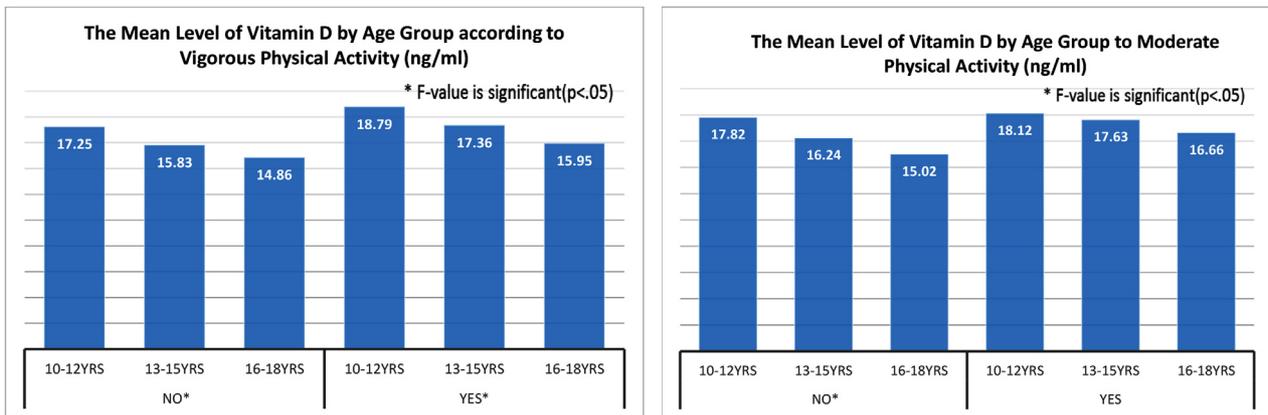


Figure 1. The difference of vitamin d level by age group according to physical activity.

Table 2. Association between Vigorous Physical Activity and Vitamin D Deficiency

Variables	Categories	Model1		Model2		Model3	
		OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
Vigorous physical activity	Yes (ref)						
	No	2.12	1.58~2.84***	1.70	1.27~2.28**	1.75	1.29~2.37**
Age group (year)	10~12 (ref)						
	13~15			1.34	0.89~2.04	1.34	0.89~2.04
	16~18			2.19	1.32~3.63**	2.19	1.32~3.65**
Gender	Male (ref)						
	Female			1.73	1.28~2.34***	1.72	1.27~2.33***
House income	High (ref)						
	Low					1.47	0.90~2.40
	Middle low					1.45	0.98~2.10
	Middle high					1.43	0.98~2.10
BMI category	underweight (ref)						
	normal					0.63	0.28~1.52
	overweight					1.07	0.44~2.60

*p < .05, **p < .01, ***p < .001.

OR=Odds ratio; 95%CI=95% Confidence interval; Only 1,794 subjects with information on physical activity were included in this analysis.

Table 3. Association between Moderate Physical Activity and Vitamin D Deficiency

Variables	Categories	Model1		Model2		Model3	
		OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
Moderate physical activity	Yes (ref)						
	No	0.55	0.35~0.84**	0.64	0.40~1.01	0.69	0.44~1.09
Age group (year)	10~12 (ref)						
	13~15			1.34	0.89~2.04	1.35	0.89~2.04
	16~18			2.31	1.39~3.84**	2.31	1.39~3.86**
Gender	Male (ref)						
	Female			1.93	1.43~2.60***	1.93	1.43~2.61***
House income	High (ref)						
	Low					1.48	0.90~2.42
	Middle low					1.46	0.94~2.27
	Middle high					1.40	0.96~2.04
BMI category	Underweight (ref)						
	Normal					0.60	0.26~1.40
	Overweight					0.91	0.38~2.18

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

OR=Odds ratio; 95%CI=95% Confidence interval; Only 1,794 subjects with information on physical activity were included in this analysis.

중등도 운동유무에 따라 비타민 D 결핍의 차이가 있었지만 연령, 성별, 소득수준, BMI를 통제하였을 때 관련성이 유의하게 나타나지 않았다. 국민건강영양조사에서 사용된 질문지에서 중등도 활동에 사용된 체육활동의 예는 천천히 하는 수영, 복식테니스, 배구, 배드민턴, 탁구, 가벼운 물건 나르기 등의 직업활동 및 체육활동이었다. 체육활동의 예가 주로 실내에서 하는 운동으로 이루어진 것이기 때문에 비교적 격렬한 신체활동보다 중등도 신체활동은 햇볕 노출량이 적었을 것이라고 사료된다. 그러나 국민건강영양조사에서는 신체활동 여부를 직접 측정하지 않고 응답자의 주관적인 답을 통해 측정하였고, 햇볕 노출시간을 함께 측정하지 않았기 때문에 신체활동 자체의 영향 이외에 햇볕 노출의 관련성을 해석함에 있어서 신중해야 할 것이다.

그 외 비타민 D 결핍과 관련이 있는 요인은 연령과 성별인 것으로 분석되었다. 10~12세 연령군에 비하여 16~18세 연령군의 비타민 D 결핍 가능성이 2.19배 높게 나타났으며, 여학생의 경우 남학생에 비해 비타민 D 결핍 가능성이 1.73배나 높게 나타났다. 연령이 높아짐에 따라 비타민 D 결핍 가능성이 높다는 결과는 선행연구와 일치하고 있다[2,3]. 연령과 비타민 D 결핍과 양의 관련성이 나타난 것은 연령이 높을수록 바깥에서 신체활동을 할 확률이 낮고 체지방성분이 높아질 가능성이 높기 때문이라고 할 수 있다[3]. 이것은 우리나라와 같이 입시위주의 교육이 이루어지고 있는 문화에서는 고학년으로 올라갈수록 수업시간의 양이 절대적으로 많아지는 것이 영향을 미쳤

을 것으로 생각된다. 더불어 7차 교육과정의 시작과 함께 고등학생은 체육을 선택으로, 중학교에서조차도 최소단위의 체육수업만 받을 수 있는 형태로 교육과정이 개편되면서 체육수업시간이 많이 줄어들었다. 이러한 학교교육과정의 문제와 입시경쟁에서 긴 시간을 학업에 투자하는 청소년에게서 격렬한 신체활동 실천율이 낮아지고 그 결과로 비타민 D 결핍률이 증가한 것으로 파악된다.

한편 비타민 D 결핍은 성별과도 관련성이 있었다. 여학생의 비타민 D 결핍 가능성이 높다는 것은 여러 연구들을 통해 입증되었다[23]. 이는 단순한 성별 차이라기보다는 남학생이 여학생에 비하여 신체활동을 더 많이 하고, 칼슘을 섭취할 가능성이 더 높으며[24], 여성이 햇볕을 가리는 의상을 많이 입거나 썬크림을 바르거나 화장을 더 많이 하기 때문인 것으로 설명되고 있다[25].

본 연구에서는 청소년 기준에 따른 BMI 수준과 비타민 D와의 관련성이 나타나지 않았다. 그러나 메타분석 연구에 의하면 비만은 비타민 D 결핍과 관련성이 있다고 하였고[26], 학생 인구집단에서도 비만과 비타민 D 결핍과의 관련성이 확인되었다[5,27]. 비만과 비타민 D의 관련성은 특정 비타민 D 수용기가 비만과 관련이 있거나[28], 비타민 D 결핍이 부갑상선 호르몬(PTH)의 분비에 영향을 주기 때문인 것으로 설명된다[29]. 한편 학생 인구에서 비타민 D 결핍과 비만의 관련성이 확인되지 않은 선행연구들도 있다[2,3]. 그런데 이들 연구 중 본 연구에서와 같이 체중을 기준으로 비만을 측정할 경우에는

BMI와 관련성이 나타나지 않은 공통점이 발견되었다[2]. 그러나 비타민 D 결핍과 비만의 관련성을 볼 때 체지방을 변수로 선택해서 분석한 연구에서는 체지방과 격렬한 신체활동이 관련 있는 것으로 확인되었다[30]. 따라서 향후 우리나라 청소년의 비타민 D 결핍과 비만수준과의 관련성을 확인하기 위해서는 체지방이나 허리둘레 등을 고려하여 측정할 필요가 있다.

본 연구는 제5기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 비타민 D 결핍과 관련된 분석을 함으로써 우리나라 청소년에 대해 이 결과를 일반화할 수 있다는 강점을 지닌다. 그러나 몇 가지 연구의 제한점이 있다. 첫째는 신체활동을 측정하는데 주관적인 측정법을 사용한 점이다. 신체활동을 객관적인 방법으로 측정하기 위하여 가속도계 등 다양한 측정계기를 이용할 수 있을 것이며, 비타민 D 결핍과의 관련성은 객관적 측정치가 주관적 측정치보다 더 유의한 상관관계를 나타낸다는 선행연구 결과가 있었다[14]. 향후 후속 연구에서 신체활동을 객관적으로 측정하여 비타민 D와 신체활동과의 관계를 더 명확하게 파악할 필요가 있다. 그리고 신체활동 여부를 측정할 때 햇볕에 대한 노출시간을 고려하지 않고 측정한 점이다. 비타민 D는 주로 햇볕에 의해 생성되므로 신체활동을 측정할 때 야외활동을 통한 신체활동인지 실내에서 이루어진 신체활동인지를 구분하지 못한 자료이므로 이와 관련한 결과 해석에 주의가 필요하다. 따라서 향후 실외 활동 시간과 강도를 보완하여 후속 연구가 이루어질 필요가 있다. 두 번째 제한점은 소득수준으로 대체하였으나 비타민 D 수준을 높이기 위한 보조제 및 식이 특성에 대하여 고려하지 못하였다는 점이다. 혈중 비타민 D 수준에 영향을 미치는 식이 특성이 통제된 상태에서 신체활동이 비타민 D에 미치는 영향을 파악하는 것이 정확한 연구결과를 산출할 것이므로 향후 연구에서는 이러한 변수를 고려해야 할 것이다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 우리나라 청소년의 비타민 D 결핍과 신체활동 간의 관계를 확인하여, 향후 학교에서 체육활동과 학교보건활동 시 실외 신체활동 시간이 늘어나야 함에 대한 근거자료로서 의미가 있다. 일반적으로 비타민 D 결핍은 햇볕에 대한 노출빈도가 적고, 충분한 신체활동을 하지 않는 청소년에서 많이 나타나고 있으며, 이를 해결하기 위해서 무엇보다도 학교에서 많은 시간을 보내는 청소년의 실외 활동을 통해 충분한 정도의 신체활동 시간을 확보하는 전략이 필요하다고 사료된다.

결 론

본 연구는 우리나라 청소년의 신체활동과 비타민 D 결핍의

관계를 확인하기 위하여 수행되었다. 제5기 국민건강영양조사 자료를 분석한 결과 비타민 D 결핍은 연령, 성별 및 격렬한 신체활동과 관련성이 있었다. 관련요인 중에서 수정 가능한 요인은 신체활동이었으며, 그 중에서 격렬한 신체활동 유무에 따라 비타민 D 결핍유무가 유의한 관련성을 나타내고 있었고 성별과 연령의 오즈비도 감소하고 있었다. 따라서 향후 청소년의 비타민 D 결핍을 해결하기 위한 방안으로 학교에서 신체활동을 증진시키기 위한 시간의 확보 및 다양한 신체활동 향상 프로그램의 개발이 필요할 것이라 사료된다.

이해관계

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Smith TJ, Lanham-New SA, Hart KH. Vitamin D in adolescents: Are current recommendations enough? *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 2017 Feb 16. pii:S0960-0760(17)30045-6. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.02.010>
- Voortman T, van den Hooven EH, Heijboer AC, Hofman A, Jaddoe VW, Franco OH. Vitamin D deficiency in school-age children is associated with sociodemographic and lifestyle factors. *The Journal of Nutrition*. 2015;145(4):791-798. <https://doi.org/10.3945/jn.114.208280>
- Soininen S, Eloranta AM, Lindi V, Venalainen T, Zaproudina N, Mahonen A, et al. Determinants of serum 25-hydroxyvitamin D concentration in Finnish children: The Physical Activity and Nutrition in Children (PANIC) study. *The British Journal of Nutrition*. 2016;115(6):1080-1091. <https://doi.org/10.1017/s0007114515005292>
- Yoo HN. Related factors of vitamin D deficiency and metabolic syndrome in children and adolescents - Based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey, (KNHANES). Seoul: Hanyang University; 2015.
- Dong Y, Pollock N, Stallmann-Jorgensen IS, Gutin B, Lan L, Chen TC, et al. Low 25-hydroxyvitamin D levels in adolescents: Race, season, adiposity, physical activity, and fitness. *Pediatrics*. 2010;125(6):1104-1111. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2055>
- Nam G. 25-Hydroxyvitamin D insufficiency is associated with cardiometabolic risk in Korean adolescents: The 2008 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). Seoul: Korea University; 2012.
- Gul A, Ozer S, Yilmaz R, Sonmezgoz E, Kasap T, Takci S, et al. Association between vitamin D levels and cardiovascular risk factors in obese children and adolescents. *Nutrición Hospitalaria*. 2017;34(2):323-329.

8. Vierucci F, Del Pistoia M, Fanos M, Erba P, Saggese G. Prevalence of hypovitaminosis D and predictors of vitamin D status in Italian healthy adolescents. *Italian Journal of Pediatrics*. 2014;40(1):54.
9. Absoud M, Cummins C, Lim MJ, Wassmer E, Shaw N. Prevalence and predictors of vitamin D insufficiency in children: A Great Britain population based study. *PLoS one*. 2011;6(7):e22179.
10. Kumar J, Muntner P, Kaskel FJ, Hailpern SM, Melamed ML. Prevalence and associations of 25-hydroxyvitamin D deficiency in US children: NHANES 2001-2004. *Pediatrics*. 2009;124(3):e362-e370.
11. Bozzetto S, Carraro S, Giordano G, Boner A, Baraldi E. Asthma, allergy and respiratory infections: The vitamin D hypothesis. *Allergy*. 2012; 67:10-17.
12. Almehmadi B, Fallata E, Alqahtani S, Al-Agha A. The effects of physical activity and sun exposure on vitamin D status among children from Jeddah, Saudi Arabia. *Journal of Pediatric Care*. 2016.
13. Sioen I, Mouratidou T, Kaufman J-M, Bammann K, Michels N, Pigeot I, et al. Determinants of vitamin D status in young children: ResulDong Yts from the Belgian arm of the IDEFICS (Identification and Prevention of Dietary-and Lifestyle-Induced Health Effects in Children and Infants) Study. *Public Health Nutrition*. 2012; 15(06):1093-1099.
14. 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(6):881-891 .
15. Touvier M, Deschasaux M, Montourcy M, Sutton A, Charnaux N, Kesse-Guyot E, et al. Determinants of vitamin D status in Caucasian adults: Influence of sun exposure, dietary intake, socio-demographic, lifestyle, anthropometric, and genetic factors. *Journal of Investigative Dermatology*. 2015;28:135(2):378-388.
16. Scott D, Blizzard L, Fell J, Ding C, Winzenberg T, Jones G. A prospective study of the associations between 25-hydroxy-vitamin D, sarcopenia progression and physical activity in older adults. *Clinical Endocrinology*. 2010;73(5):581-587.
17. Al-Othman A, Al-Musharaf S, Al-Daghri NM, Krishnaswamy S, Yusuf DS, Alkharfy KM, et al. Effect of physical activity and sun exposure on vitamin D status of Saudi children and adolescents. *BMC Pediatrics*. 2012;12(1):92.
18. Kratz A, Sluss PM, Lewandrowski KB. Normal serum vitamin D levels. *New England Journal of Medicine*. 2005;352:515-516.
19. Holick MF. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clinic Proceedings*. 2006;81(3):353-373.
20. Malabanan A, Veronikis I, Holick M. Redefining vitamin D insufficiency. *The Lancet*. 1998;351(9105):805-806.
21. Specker BL. Evidence for an interaction between calcium intake and physical activity on changes in bone mineral density. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1996;11(10):1539-1544.
22. Jones G, Dwyer T, Hynes KL, Parameswaran V, Greenaway TM. Vitamin D insufficiency in adolescent males in Southern Tasmania: Prevalence, determinants, and relationship to bone turnover markers. *Osteoporosis International*. 2005;16:636-641.
23. Lee A, Kim SH, Nam CM, Kim Y-J, Joo S-H, Lee K-R. Prevalence of Vitamin D Deficiency and Insufficiency in Korean Children and Adolescents and Associated Factors. *Laboratory Medicine Online*. 2016;6(2):70-78.
24. Moore C, Murphy MM, Keast DR, Holick MF. Vitamin D intake in the United States. *Journal of the American Dietetic Association*. 2004;104(6):980-983.
25. Hatun S, Islam Ö, Cizmecioglu F, Kara B, Babaoglu K, Berk F, et al. Subclinical vitamin D deficiency is increased in adolescent girls who wear concealing clothing. *The Journal of Nutrition*. 2005;135(2):218-222.
26. Yao Y, Zhu L, He L, Duan Y, Liang W, Nie Z, et al. A meta-analysis of the relationship between vitamin D deficiency and obesity. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2015;8(9):14977-14984.
27. Gilbert-Diamond D, Baylin A, Mora-Plazas M, Marin C, Arsenault JE, Hughes MD, et al. Vitamin D deficiency and anthropometric indicators of adiposity in school-age children: A prospective study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2010; 92(6):1446-1451. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29746>
28. Wong KE, Kong J, Zhang W, Szeto FL, Ye H, Deb DK, et al. Targeted expression of human vitamin D receptor in adipocytes decreases energy expenditure and induces obesity in mice. *Journal of Biological Chemistry*. 2011;286(39):33804-338010.
29. Hjeltnesæth J, Hofso D, Aasheim ET, Jenssen T, Moan J, Hager H, et al. Parathyroid hormone, but not vitamin D, is associated with the metabolic syndrome in morbidly obese women and men: A cross-sectional study. *Cardiovascular diabetology*. 2009; 8(1):7.
30. Ha CD, Cho JK, Lee SH, Kang HS. Serum vitamin D, physical activity, and metabolic risk factors in Korean children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2013;45(1):102-108. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31826c6956>