비타민D 섭취가 잠수함 생활하는 해군의 장건강에 미치는 영향

이소록¹ MS, 안미영¹ MS, 윤진환² PhD, 박은미³ PhD, 조진아¹ PhD

¹충남대학교 식품영양학과, ²한남대학교 스포츠과학과, ³한남대학교 식품영양학과

Effect of Vitamin D Intake on the Gut Health of the Military Submariners

So Rok Lee¹ MS, Mi-Yeong An¹ MS, Jin Hwan Yoon² PhD, Eun Mi Park³ PhD, Jin Ah Cho¹ PhD

¹Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon; ²Department of Sports Science, Hannam University, Daejeon; ³Department of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon, Korea

PURPOSE: The association of vitamin D supplementation and the gut health was examined on the military submariners whose vitamin D biosynthesis might be deficient due to life in a submarine.

METHODS: Twenty-eight men were divided into the Placebo group (n=14) and the Vitamin D supplementation group (n=14) and took either placebo or vitamin D tablet for 4 weeks in a submarine. Questionnaires related to bowel movements and the general gut health were conducted before and after boarding on the submarine.

RESULTS: When comparing before and after boarding, there were decreases in the number of bowel movements with an increase in the time required for bowel movements per week in the control group. In addition, there were decreases of stool size to change in the hardness of the stool. However, there was no significant change in the vitamin D supplementation group before and after boarding.

CONCLUSIONS: These results show that vitamin D intake or supplementation might help the bowel movements and the general gut health when the alternative way to biosynthesize vitamin D from sunlight is blocked.

Key words: Vitamin D supplementation, Bowel movement, Sun exposure, Military submariner

서 론

비타민 D는 골 대사 작용과 더불어 선천적 면역 및 적응 면역 체계, 세포 증식과 관련된 다양한 작용들을 한다고 증명되어 중요성이 더욱 강조되고 있다[1]. 비타민 D는 난황, 생선, 유제품 등의 동물성 식품을 통해서 섭취할 수도 있으나 15-20분 동안 햇빛의 자외선에 전신이 노출 되었을 때 최대 250 µg (1,000 IU)의 비타민 D가 체내에서 생성되기도 한다. 비타민 D의 체내 합성은 콜레스테롤 전구체 중 하나인 7-dehydrocholesterol (provitamin D₃)이 자외선 B (Ultra violet-B, UV-B)의 자극을 받아 previtamin D₃로 전환되면서 시작된다[2]. 합성된 previtamin

D₃는 간과 신장의 수산화효소에 의해 1,25 (OH)₂ D₃ (Calcitriol) 형태로 신체가 활용할 수 있는 활성형이 된다. 햇빛에 노출됨으로써 위의 합성 과정을 이용하여 비타민 D를 쉽게 생성할 수 있음에도 불구하고, 4 세 미만의 영유아, 임신부 또는 모유수유 중인 여성, 65세 이상의 노인, 햇빛의 노출이 적은 사람과 같이 연령, 성별, 인구, 환경 등의 요인으로 다양한 집단에서 비타민 D 결핍은 높은 비율로 나타난다[3]. 우리나라는 비타민 D의 결핍 또는 부족이 많은 국가 중 하나로, 최근 비타민 D에 대한 관심이 급증하고 있다. 또한 비타민 D 결핍은 기능성 만성 변비, 염증성 장 질환, 과민성 대장증후군과 같은 장 질환과 연관되어 있으며, 특히 염증성 장 질환 환자에서 비타민 D 결핍의 확률이 높은

Corresponding author: Jin Ah Cho Tel +82-42-821-6833 Fax +82-42-821-8887 E-mail jacho@cnu.ac.kr

*This work was supported by Research Scholarship of Chungnam National University.

Keywords 비타민 D 보충제, 배변활동, 햇빛 노출, 잠수함 해군

Received 11 Sep 2020 **Revised** 19 Oct 2020 **Accepted** 26 Oct 2020

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

것으로 나타났다[4,5].

배변 활동은 혈압, 심박수 및 호흡과 마찬가지로 신체 상태와 기능을 보여주는 중요한 신호이다. 배변활동이 원활하게 이루어지지 않을 경우 몸의 독소를 배출하지 못하고, 결장 내 압력을 증가시켜 치질, 변비와 같은 질환을 유발한다. 최근 연구에 의하면 비타민 D결핍과 배변 활동과 관련된 질병인 기능성 만성변비와 관련되어 있음이 보고된다[4]. 또한 장 건강과 관련되어 비타민 D는 ZO-1 (Zonula occludens-1), Occludin, Claudin-2와 같은 tight junction 단백질을 조절하여 장벽을 보호하고, 장내 미생물총의 균형을 조절하여 장 건강 증진에 기여하는 것으로 알려져 있다[6,7].

잠수함 생활을 하는 해군의 경우 각종 소음 및 진동, 공간의 제약 등과 같은 환경적요인의 노출로 인해 스트레스에 취약한 것으로 보고된다[8,9]. 또한 잠수함의 특성상 운동이 제한되고, 일정 기간 햇빛이 차단된 생활을 하기 때문에 장 운동의 문제점과 비타민 D의 결핍이 나타날 가능성이 있다. 최근 군인을 대상으로 발표된 논문에 따르면 비타민 D 보충제를 섭취하였을 경우 근육격계에 유의한 효과가 보고된다는 결과가 있지만[10], 장건강과 관련된 연구는 희소한 실정이다. 따라서 본 연구는 잠수함 생활을 하는 해군을 대상으로 비타민D를 식이로 섭취했을 경우 장 건강 및 배변 활동과 관련된 연관성을 알아보았다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 대한민국 해군 잠수함 승조원 군인으로, 약물을 복용하지 않고 의학적 소견이 없는 건강한 성인 남성 32명을 대상으로 하였다(AFMC-18023-IRB-18-020). 비타민 D 복용군은 하루 2,000 IU 용량의 알약을, 대조군(placebo)은 비타민 D복용군과 같은 모양의 위약을 섭취하도록 하였다. 비타민 D와 위약의 섭취 기간은 4주였으며, 이는 잠수함에서 생활하는 기간과 동일한 기간이다. 연구활동에 참여한 32명 연구대상자의 신체 상태 및 배변활동 설문조사는 총 2번 진행되었으며, 승선 전의 경우 2018년 4월에 실시되었고, 승선 후 설문조사의 경우 5월에 실시되었다. 설문조사 방법으로는 자가기입식 설문조사를 이용하였다. 이 설문조사 과정 중 개인적인 건강으로 인한 중도 탈락자 1명, 설문조사 항목의 무응답자 3명을 제외하였고, 최종적으로 설문조사에 참여한 대상자는 28명으로 연구를 진행하였다.

2. 연구절차

1) 신체 계측

신체항목으로는 신장, 체중, 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 체지방률, 수축기 혈압, 이완기 혈압을 측정하였다. 신장, 체중, 체지방률은 전기의 흐름 차이를 이용하는 생체 전기저항분석법(bioelectrical

impedance analysis, BIA)을 사용하는 Inbody 720 (Biospace vCo, Korea)를 이용하여 측정하였다. 체질량지수는 신체계측지로부터 얻은 체중을 신장의 제곱근으로 나누어 계산하였다.

2) 배변 활동에 관한 설문조사

연구대상자의 배변 활동을 조사하기 위해 11개의 항목을 조사하였다. 11개의 항목으로 장 건강 상태, 배변 횟수, 배변소요시간, 비정상적인 배변 활동의 횟수 및 증상, 배변의 양, 변의 상태(단단함), 배변 시 힘주기, 배변 후 기분, 변비의 빈도, 물 섭취량이 조사되었다. 잠수함을 타기 전과 잠수함을 타고 난 후 설문 조사를 실시하였고, 두 번의 설문조사는 동일한 설문지를 사용하였다.

3. 자료처리방법

통계분석은 SPSS 24/Window 24.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하였다. 대조군과 비타민 D 복용군의 배변 활동 차이를 알아보기 위하여 빈도분석 및 교차분석(χ^2 test)을 이용하였으며, 신체항목 및 배변 활동 점수의 차이는 대응 표본-T 검정(Paired t test)을 사용하여 분석하였다. 비정상적인 배변 활동을 하는 사람의 활동 증상은 빈도 분석을 이용하였다. 통계적 유의성은 $p < .05$ 의 값을 가질 때 통계적으로 유의성을 정의하였다.

연구 결과

1. 비타민 D 섭취 여부에 따른 일반적 및 신체계측의 변화

본 연구에 참가한 두 그룹의 승선 전후에 따른 일반적 및 신체계측의 변화는 Table 1과 같다. 대조군의 평균 나이는 27.3세이며, 신장, 체중, 체지방률, BMI, 수축기 혈압은 승선 전과 승선 후의 유의적인 차이가 없었다. 그러나 이완기 혈압은 승선 전 69.3 mmHg, 승선 후 74 mmHg로 유의적인 증가를 보였다. 비타민 D복용군의 평균 나이는 28.4세이며, 신장은 승선 전 174.6 cm, 승선 후 175.1 cm로 유의적인 차이가 나타났다. 그러나 체중, 체지방률, BMI, 수축기 혈압, 이완기 혈압에서는 유의적인 차이는 확인할 수 없었다.

2. 비타민 D 섭취 여부에 따라 승선 전후의 장 건강 및 배변 활동의 차이

Table 2는 연구 대상자들이 비타민 D의 섭취 여부에 따라 잠수함 승선 전과 후에 각각 아래 제시된 항목에 자신이 해당하는 장 건강과 배변 활동에 응답한 결과이다. 비타민 D는 감염 및 염증으로부터 장을 보호하는 역할을 하여 장 건강에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[11].

대조군에서 장 건강 상태는 승선 전과 승선 후가 통계적으로 유의

Table 1. Changes in general and physical measurements according to vitamin D intake

Variable	Placebo (n = 14)			Vitamin D (n = 14)		
	Before boarding	After boarding	t-value	Before boarding	After boarding	t-value
Age (yr)	27.3±4.9		-	28.4±5.8		-
Height (cm)	177.6±5.2	177.9±5.4	-1.98	174.6±5.7	175.1±6.0	-3.29*
Weight (kg)	85±11.2	84.2±11.7	1.64	81.7±12.3	81.1±11.2	1.41
BF (%)	22.9±7.1	23.2±6.6	-63	22.3±5.4	23±4.8	-1.80
BMI (kg/m ²)	27±4.0	26.7±4.1	2.16	26.8±3.9	26.5±3.5	1.90
SBP (mmHg)	119.8±9.5	120.4±14.2	-19	122.4±12.9	122.9±10.0	-1.16
DBP (mmHg)	69.3±8.3	74±10.7	-2.47*	71.9±10.1	75.9±8.0	-1.49

Values are shown as means±standard deviations. The t-value was derived from the paired t-test.

BF, Body fat; BMI, Body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

**p*<.05.

적인 차이가 나타나지 않았다. 주당 배변 횟수 항목에서 승선 전 매일에 해당하는 경우는 64.3%, 이틀에 한번 해당하는 경우는 35.7%였고, 승선 후 매일에 해당하는 경우는 42.9%, 이틀에 한번에 해당하는 사람이 50%, 7일에 한번에 해당하는 사람이 7.1%로 승선 전보다 승선 후에 주당 배변 횟수의 유의적인 감소가 나타났다(*p*<.05). 배변 소요 시간의 경우 승선 전 3분 이하에 해당하는 경우는 21.4%, 3-5분에 해당하는 경우는 35.7%, 5-10분에 해당하는 경우 35.7%, 10-20분에 해당하는 경우 7.1%였고, 20분 이상에 해당하는 경우는 0%였다. 승선 후에는 3분 이하에 해당하는 경우가 14.3%, 3-5분에 해당하는 경우 35.7%, 5-10분에 해당하는 경우 42.9%, 10-20분에 해당하는 경우 7.1%, 20분 이상에 해당하는 경우 0%로 승선 전과 비교하여 승선 후에 배변 소요 시간이 증가한 것을 알 수 있었다. 1회 배변량의 경우 승선 전 소량에 해당하는 경우 7.1%, 보통에 92.9%였으나, 승선 후에는 소량에 해당하는 사람이 21.4%로 유의적으로 증가하였다(*p*<.05). 배변 시 변의 단단함을 알아보는 항목에서 보통에 해당하는 사람이 78.6%로 제일 높은 비율을 차지했으나, 승선 후 보통에 해당하는 사람이 64.3%로 유의적인 감소가 나타났다. 배변 시 힘을 많이 주는 지 알아보는 항목에서 승선 전 네에 응답한 사람은 21.4%, 아니요에 응답한 사람은 78.6%였으나, 승선 후 네에 응답한 사람이 35.7%로 유의적인 증가를 보였다. 배변 후 기분의 알아보는 항목에서 승선 전과 승선 후의 차이가 나타나지 않았다. 변비 횟수의 경우 승선 전에 전혀 없음 42.9%, 거의 없음 35.7%, 종종 14.3%, 자주 7.1%였고, 승선 후 전혀 없음 35.7%, 거의 없음 28.6%, 종종 35.7%로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 또한 하루의 물 섭취량의 경우 승선 전과 승선 후의 차이가 나타나지 않았다.

비타민 D 복용군의 장 건강 상태, 주당 배변 횟수, 1회 배변량, 변의 단단함을 알아보는 문항에서 승선 전과 승선 후의 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 변의 단단함을 알아보는 문항의 경우 승선 전 모두 보통에 응답하였으나 승선 후 매우 단단함 7.1%, 조금 단단함 21.4%, 보통 57.1%, 무름 14.3%로 응답하였다. 배변 소요 시간의 경우 승선 전에서 3분이하에 응답한 경우 21.4%, 3-5분에 응답한 경우

57.7%, 5-10분에 응답한 경우 21.4%였고 승선 후에는 3분 이하 28.6%, 3-5분 50%, 5-10분 21.4%로 유의적인 차이가 나타났다. 배변 시 힘을 많이 주는 지 알아보는 항목에서 승선 전 네에 응답한 사람은 42.9%, 아니요에 응답한 사람은 57.1%이며, 승선 후 네에 응답한 사람은 57.1%, 아니요에 응답한 사람은 42.9%로 유의적인 차이가 나타났다. 배변 후 기분을 알아보는 항목에서는 승선 전 상쾌에 응답한 경우 78.6%, 잔여감이 있다고 응답한 경우 21.4%였고, 승선 후 상쾌에 응답한 경우 35.7%, 잔여감이 있다고 응답한 경우 64.3%로 승선 후 배변 후 기분 변화가 나타났지만 통계적으로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 변비의 횟수를 알아보는 항목에서 승선 전의 경우 전혀 없음에 응답한 경우 57.1%, 거의 없음에 응답한 경우 42.9%였고, 승선 후 변비 횟수를 알아본 결과 전혀 없음 42.9%, 거의 없음 50%, 종종 7.1%로 유의적인 차이가 나타났다(*p*<.05). 하루 물 섭취량을 알아본 결과 승선 전일 때 1컵 이하 7.1%, 1-2컵 사이 14.3%, 2-3컵 사이 21.4%, 3-4컵 사이 7.1%, 4컵 이상 50% 였으며, 승선 후의 경우 1-2컵 사이 7.1%, 2-3컵 사이 21.4%, 4컵 이상 71.4%로 승선 후 4컵 이상에 응답한 경우가 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

그러므로 본 연구에서 빈도 분석을 이용하여 분석한 결과, 대조군에서 승선 전보다 승선 후에 주당 배변 횟수가 감소하고, 배변 소요 시간은 증가하였으며, 1회 배변량이 감소하고, 변의 단단함이 변화하였으며, 배변 활동 시 복부 힘의 증가가 일어난 것으로 보아 4주간의 잠수함 생활로 인해 배변 활동이 원활하지 않은 것으로 사료된다. 비타민 D 복용군에서 승선 전과 승선 후를 비교하였을 때 승선 후에 배변 활동 시 복부 힘의 증가, 변비의 횟수의 증가, 배변 소요 시간의 유의적인 감소, 변의 단단함을 알아보는 항목에서는 유의적이지는 않았지만 빈도 변화가 나타났다. 대조군의 주당 배변 횟수 및 1회 배변량에서 승선 전과 승선 후 유의적인 차이가 나타난 반면에, 비타민 D 복용군의 주당 배변 횟수 및 1회 배변량에서 승선 전과 승선 후의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이것으로 보아 비타민 D의 섭취가 배변 횟수, 배변량 그리고 배변 소요 시간에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

Table 2. Difference of bowel movement activity

N (%)

		Placebo (n = 14)			Vitamin D (n = 14)		
		Before boarding	After boarding	χ^2	Before boarding	After boarding	χ^2
Bowel health	Good condition	12 (85.7)	11 (78.6)	1.31	13 (92.9)	12 (85.7)	0.18
	Bad condition	2 (14.3)	3 (21.4)		1 (7.1)	2 (14.3)	
Bowel movement frequency	Everyday	9 (64.3)	6 (42.9)	7.78*	9 (64.3)	9 (64.3)	6.31
	Once every 2 days	5 (35.7)	7 (50)		4 (14.3)	4 (28.6)	
	Once in 3 days	0	0		1 (7.1)	1 (7.1)	
	Once in 4 days	0	0		0	0	
	Once a week	0	1 (7.1)		0	0	
Time required for bowel movement	3 min or less	3 (21.4)	2 (14.3)	27.56*	3 (21.4)	4 (28.6)	23.19***
	3-5 min	5 (35.7)	5 (35.7)		8 (57.7)	7 (50)	
	5-10 min	5 (35.7)	6 (42.9)		3 (21.4)	3 (21.4)	
	10-20 min	1 (7.1)	1 (7.1)		0	0	
	20 min or more	0	0		0	0	
Number of abnormal bowel movements per week	2 or less times	12 (85.7)	12 (85.7)	2.43	12 (85.7)	12 (85.7)	6.51*
	3-6 times	2 (14.3)	2 (14.3)		2 (14.3)	1 (7.1)	
	7 times	0	0		0	1 (7.1)	
	7 or more times	0	0		0	0	
Amount of excreted feces per bowel movement	Very small amount	0	0	3.95*	0	0	0.08
	Small amount	1 (7.1)	3 (21.4)		1 (7.1)	1 (7.1)	
	Usually	13 (92.9)	11 (78.6)		13 (92.9)	13 (92.9)	
	A lot of	0	0		0	0	
Fecal hardness	Very hard	0	0	20.79*	0	1 (7.1)	-
	A little hard	1 (7.1)	2 (14.3)		0	3 (21.4)	
	Usually	11 (78.6)	9 (64.3)		14 (100)	8 (57.1)	
	Soft	1 (7.1)	2 (14.3)		0	2 (14.3)	
	Very soft	1 (7.1)	1 (7.1)		0	0	
Gives a lot of strength when bowel movement	Yes	3 (21.4)	5 (35.7)	6.87*	6 (42.9)	8 (57.1)	7.88*
	No	11 (78.6)	9 (64.3)		8 (57.1)	6 (42.9)	
Mood after bowel movement	Refreshing	10 (71.4)	10 (71.4)	1.26	11 (78.6)	5 (35.7)	0.01
	Residual	4 (28.6)	4 (28.6)		3 (21.4)	9 (64.3)	
	Abdominal pain	0	0		0	0	
Frequency of constipation	None	6 (42.9)	5 (35.7)	8.66	8 (57.1)	6 (42.9)	8.17*
	Almost none	5 (35.7)	4 (28.6)		6 (42.9)	7 (50)	
	With short	2 (14.3)	5 (35.7)		0	1 (7.1)	
	Often	1 (7.1)	0		0	0	
	Always	0	0		0	0	
Water intake per day	1 cup or less	0	0	28	1 (7.1)	0	14.62
	1-2 cup	1 (7.1)	1 (7.1)		2 (14.3)	1 (7.1)	
	2-3 cup	6 (42.9)	6 (42.9)		3 (21.4)	3 (21.4)	
	3-4 cup	0	0		1 (7.1)	0	
	4 cup or more	7 (50)	7 (50)		7 (50)	10 (71.4)	

* $p < .05$, *** $p < .001$ by χ^2 -test.

3. 승선 전후의 배변 활동 점수

Table 3은 배변 시 주당 배변 횟수, 배변 후 기분, 변비 횟수를 점수화하여 나타난 결과이다. 주당 배변 횟수의 경우 매일에 해당할 경우 10점, 이틀에 한 번인 경우 7점, 3일에 한 번인 경우 5점, 4일에 한 번인 경우 3점, 7일에 한 번인 경우 1점으로 점수화 하였다. 배변 후 기분의 경우 상쾌에 응답했을 경우 10점, 잔여감이 있다고 응답할 경우 5점, 복

부 통증이 있다고 응답한 경우 1점으로 점수화 하였다. 변비 횟수의 경우 전혀 없음 10점, 거의 없음 7점, 종종 5점, 자주에 해당할 경우 3점, 항상에 해당할 경우 1점으로 점수화 하였다.

그러므로 대응 표본 T검정 분석 결과, 주당 배변 횟수, 배변 후 기분, 변비 횟수와 관련한 3가지 질문에 관하여 대조군의 승선 전과 승선 후에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 비타민 D 복용군의 경우 또한

Table 3. Changes in defecation activity score before and after boarding

	Placebo (n = 14)			Vitamin D (n = 14)		
	Before boarding	After boarding	t-value	Before boarding	After boarding	t-value
Bowel movement frequency	8.92±0.39	7.85±0.66	1.59	8.78±0.47	8.57±0.48	0.49
Mood after bowel movement	8.57±0.62	8.57±0.62	0	8.92±0.56	6.78±0.66	2.48*
Frequency of constipation	7.71±0.62	7.35±0.58	0.58	8.71±0.41	8.14±0.46	1.85

Values are shown as means ± standard deviations. The *p*-value was derived from the paired *t*-test.

**p* < .05.

Table 4. Symptoms change during bowel movements activity

N (%)

		Placebo (n = 14)		Vitamin D (n = 14)	
		Before boarding	After boarding	Before boarding	After boarding
Symptoms during bowel movements activity	None	7 (50)	5 (35.7)	3 (21.4)	2 (14.3)
	Hardened fecal	2 (14.3)	3 (21.4)	4 (28.6)	7 (50)
	Abdominal gas	2 (14.3)	2 (14.3)	3 (21.4)	4 (28.6)
	Abdominal pain	0	0	1 (7.1)	0 (0)
	Incomplete evacuation	3 (21.4)	6 (42.9)	2 (14.3)	2 (14.3)
	Soft fecal	2 (14.3)	1 (7.1)	4 (28.6)	5 (35.7)
	Irregular Bowel movements	2 (14.3)	1 (7.1)	3 (21.4)	3 (21.4)

주당 배변 횟수, 변비 횟수에서 승선 전과 승선 후의 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 배변 후 기분은 승선 전과 승선 후 유의적인 차이가 나타나, 승선 전보다 승선 후의 기분이 좋아지지 않았음을 확인할 수 있었다(*p* < .05).

4. 비정상적인 배변 활동의 빈도

Table 4는 연구 대상자의 승선 전후의 비정상적인 배변 활동의 증상을 조사하여 빈도 분석 후 나타낸 결과이며 중복 응답을 허용하였다. 대조군 14명 중 승선 전 배변 활동 시 나타나는 증상이 없음에 해당하는 사람은 50%이며, 굳은 변 14.3%, 복부 가스 14.3%, 잔변감 21.4%, 묽은 변 14.3%, 불규칙한 배변 14.3%로 나타났다. 승선 후 배변 활동 시 나타나는 증상이 없음에 해당하는 사람은 35.7%이며, 굳은 변 21.4%, 복부 가스 14.3%, 잔변감 42.9%, 묽은 변 7.1%, 불규칙한 배변 7.1%로 나타났다. 비타민 D 복용군에서 승선 전 배변 활동 시 나타나는 증상이 없는 사람은 21.4%이며, 굳은 변 28.6%, 복부 가스 21.4%, 복통 동반 7.1%, 잔변감 14.3%, 묽은 변 28.6%, 불규칙한 배변 21.4%로 나타났다. 승선 후 배변 활동 시 나타나는 증상이 없는 사람은 14.3%이며, 굳은 변 50%, 복부 가스 28.6%, 잔변감 14.3%, 묽은 변 35.7%, 불규칙한 배변 21.4%로 나타났다. 그러므로 본 설문지를 통하여 배변 활동 시 나타나는 증상을 알아본 결과 대조군에서는 승선 전보다 승선 후에 굳은 변, 잔변감을 가진 사람이 증가하였고, 비타민 D 복용군에서는 굳은 변, 복부 가스, 묽은 변의 증상을 가진 사람이 증가하여 대조군과 비타민 D 복용군 모두 승선 후에 변의 변화가 있는 것을 확인하였다.

논 의

본 연구는 한달동안 햇빛이 차단된 생활을 하는 해군을 대상으로 비타민 D를 식이 보충제를 추가로 섭취한 후 배변 활동에 미치는 영향을 알아보았다.

대조군과 비타민 D 복용군의 승선 전과 승선 후의 BMI를 확인한 결과 두 군 모두 평균 BMI가 25 kg/m²이며, 대한비만학회 비만 진료지침 2018을 기준으로 1단계 비만에 해당한다. 현재까지 연구된 바에 의하면 BMI가 높을 수록 혈청 비타민 D의 수치가 낮은 것으로 알려져 있다[12]. 신체계측 지표에서도 대조군과 비타민 D군의 차이는 나타나지 않았으나, 대조군에서 승선 전과 후의 차이를 알아보았을 때 이완기 혈압이 통계적으로 유의하게 증가하였다. 보고된 바에 의하면 비타민 D 부족은 심혈관 질환, 당뇨병 및 대사 증후군과 연관성이 깊은 것으로 알려졌다[13]. 그러므로 본 연구에서는 햇빛이 차단된 환경에서 지내는 잠수함 승조원이 승선에 의해 이완기 혈압이 증가하나 비타민 D 섭취로 이를 예방할 수 있을 것으로 사료된다. 비타민 D의 영양상태는 고령으로 갈수록 햇빛 노출의 제한됨으로 인해 비타민 D의 생성능력이 저하되는 것으로 알려져 있다[14]. 그러나 본 연구에 참여한 연구자들의 경우 평균 20대 후반의 성인 남성으로 신체 계측의 결과 이완기 혈압 이외의 다른 항목에서 변화가 나타나지 않았다.

잠수함 승선으로 인한 햇빛 차단은 비타민 D의 합성 감소로 인해 장건강을 악화시킬 수 있는 원인으로 야기될 수 있으므로 비타민 D의 적절한 식이 섭취가 필요하다. 비타민 D의 결핍이 흔히 발생하는 질환 중 하나로 염증성 장질환이 있으며, 염증성 장 질환 환자를 대상으로

비타민 D 결핍을 평가한 연구 결과 일반 사람보다 염증성 장질환을 가진 사람에서 비타민 D 결핍률이 더 높은 것으로 보고된다[15]. 또한 염증성 장질환으로 알려진 크론병 및 궤양성 대장염의 비타민 D 결핍률을 비교한 결과, 크론병 환자에서 비타민 D 결핍률이 더 높은 것으로 알려졌다[15]. 비타민 D와 염증성 장질환 사이의 관련성이 있다고 알려진 것과 달리 비타민 D와 배변 활동의 관련성은 아직 분명하지 않다. 본 연구에서 대조군의 경우 승선 전과 비교하여 승선 후 배변 횟수, 배변량의 감소 및 배변 소요시간의 증가가 유의적으로 나타났으므로 잠수함 승선 생활이 배변활동을 원활하지 않게 하는 것으로 사료된다. 비타민 D 복용군의 경우 배변의 횟수, 배변량에서 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 배변 소요시간이 유의적으로 짧아졌으므로 비타민 D를 섭취함으로써 배변활동이 악화되지 않았음을 보여준다. 현재까지 밝혀진 연구에 의하면 비타민 D가 결핍되지 않은 마우스와 비교하여 비타민 D가 결핍된 마우스에서 결장의 염증이 더 심하게 나타나는 것으로 알려져 있으며, 화학 물질(dextran sodium sulfate)로 유도된 대장염 모델에서는 비타민 D를 섭취했을 경우 장의 Tight junction 단백질의 발현이 증가하는 것으로 나타났다[16,17].

장은 제2의 뇌로 불리며, 장과 뇌 사이에는 장-뇌 축(Brain-gut axis) 경로가 알려져 있다. 장-뇌 축은 장 신경계와 중추 신경계를 연결하여 정신 질환의 병인에 관여하기 때문에 다양한 정신 장애에서 장내 박테리아 종의 수가 감소한 것으로 보고된다[18,19]. 또한 장내세균 조성의 불균형(Dysbiosis)과 관련이 있기 때문에 장 점막의 투과성을 증가시켜 면역 반응을 일으키고 정신 질환의 주요 원인인 만성 신경 염증을 유발한다[20,21]. 그러므로 추후 장과 우울증의 관련성을 이용하여 대상자들이 식이로 비타민 D를 섭취하였을 때 승선에 의한 스트레스나 우울감 완화 관련 연구, 장내 미생물 군총의 변화 관련 연구 등 다양한 방향으로의 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서 비타민 D를 식이로 섭취하였을 경우 승선에 의한 스트레스가 배변 활동에 미치는 영향을 알아보았다. 대조군에서는 승선 전후를 비교하였을 때 주당 배변 횟수 감소, 배변 소요시간의 증가, 1회 배변량의 감소, 변의 단단함의 변화가 관찰되었다. 이는 잠수함을 승선하여 생활함으로써 발생하는 스트레스로 인한 배변 활동의 변화를 확인하였다. 그러나 비타민 D군의 경우 승선 전후를 비교하였을 때 큰 변화가 나타나지 않았다. 이 결과를 통하여 햇빛에 의한 비타민 D 합성이 부족한 환경에서 비타민 D를 식이로 충분히 섭취한 경우 배변 활동의 악화를 막아주는 것으로 보아 전반적으로 배변 활동에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: JH Yoon, EM Park; Data curation: S Lee; Formal analysis: S Lee; Methodology: S Lee, M AN; Project administration: JH Yoon, EM Park; Visualization: S Lee; Writing-original draft: S Lee, JA Cho; Writing-review & editing: S Lee, JH Yoon, JA Cho.

ORCID

So Rok Lee <https://orcid.org/0000-0001-9917-6652>

Mi-Yeong An <https://orcid.org/0000-0002-9124-2915>

Jin Hwan Yoon <https://orcid.org/0000-0001-9026-6416>

Eun Mi Park <https://orcid.org/0000-0002-1911-4652>

Jin Ah Cho <https://orcid.org/0000-0001-9265-2409>

REFERENCES

1. Bikle D. Nonclassic actions of vitamin D. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;94(1):26-34.
2. Bikle DD. Vitamin D metabolism, mechanism of action, and clinical applications. *Chem Biol.* 2014;21(3):319-29.
3. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011;96(7):1911-30.
4. Panarese A, Pesce F, Porcelli P, Riezzo G, Iacovazzi PA, et al. Chronic functional constipation is strongly linked to vitamin D deficiency. *World J Gastroenterol.* 2019;25(14):1729.
5. Khayyat Y, Attar S. Vitamin D deficiency in patients with irritable bowel syndrome: does it exist?. *Oman Med J.* 2015;30(2):115.
6. Zhang YG, Wu S, Sun J. Vitamin D, vitamin D receptor and tissue barriers. *Tissue barriers.* 2013;1(1):e23118.
7. Ly NP, Litonjua A, Gold DR, Celedón JC. Gut microbiota, probiotics, and vitamin D: interrelated exposures influencing allergy, asthma, and obesity?. *J Allergy Clin Immunol.* 2011;127(5):1087-94.

8. Nam KW, Kim KI. The relationship among exercise satisfaction, adaptation to military life and loyalty of submarine crewmember. *KJS*. 2020;18(2):461-71.
9. Kim YK, Oh EG. Health behavior and quality of life among korean na. *Korean Journal of Military Nursing Research*. 2015;33(1):53-66.
10. Sivakumar G, Koziarz A, Farrokhyar F. Vitamin D supplementation in military personnel: a systematic review of randomized controlled trials. *SPH*. 2019;11(5):425-31.
11. Ooi JH, Li Y, Rogers CJ, Cantorna MT. Vitamin D regulates the gut microbiome and protects mice from dextran sodium sulfate-induced colitis. *JN*. 2013;143(10):1679-86.
12. Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):690-3.
13. Judd S, Tangpricha V. Vitamin D deficiency and risk for cardiovascular disease. *Circulation*. 2008;117(4):503.
14. Wicherts IS, van Schoor NM, Boeke AJP, Visser M, Deeg DJ, et al. Vitamin D status predicts physical performance and its decline in older persons. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(6):2058-65.
15. Margulies SL, Kurian D, Elliott MS, Han Z. Vitamin D deficiency in patients with intestinal malabsorption syndromes—think in and outside the gut. *J Dig Dis*. 2015;16(11):617-33.
16. Zhao H, Zhang H, Wu H, Li H, Liu L, et al. Protective role of 1, 25 (OH) 2 vitamin D 3 in the mucosal injury and epithelial barrier disruption in DSS-induced acute colitis in mice. *BMC gastroenterol*. 2012;12(1):1-14.
17. Kong J, Zhang Z, Musch MW, Ning G, Sun J, et al. Novel role of the vitamin D receptor in maintaining the integrity of the intestinal mucosal barrier. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2008;294(1):G208-16.
18. Lee P. Vitamin D metabolism and deficiency in critical illness. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2011;25(5):769-81.
19. Vellekkatt F, Menon V. Efficacy of vitamin D supplementation in major depression: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Postgrad Med*. 2019;65(2):74.
20. Foster JA, Neufeld K-AM. Gut-brain axis: how the microbiome influences anxiety and depression. *Trends Neurosci*. 2013;36(5):305-12.
21. Capuco A, Urits I, Hasoon J, Chun R, Gerald B, et al. Gut Microbiome Dysbiosis and Depression: a Comprehensive Review. *Curr Pain Headache Rep* 2020;24(7):36.