

【W3-3】

비타민의 노출량평가 및 안전수준

이효민

식품의약품안전청 국립독성연구원 위해성평가과

비타민은 우리 몸에 반드시 필요한 영양성분으로, 매일 식품 등을 통해 일정량을 섭취해야 한다. 대다수 비타민의 경우 과잉 섭취시는 노를 통해 배설되는데 일부는 부작용 발생이 우려 되어 과잉섭취를 조절해야 하거나, 특정 질환이 있어 섭취량을 조절해야 하는 등 세심한 주의가 요구되기도 한다.

평균 필요량 섭취에 집중하던 과거와는 달리, 최근의 관심은 건강기능식품 등과 같은 영양보조제의 섭취로 인한 비타민의 과잉 노출과 개인의 건강상태를 고려한 비타민 섭취조절 등에 비중을 두고 있다. 또한 위해성평가와 같은 독성연구 기술의 발전으로 동물자료와 인체자료를 활용한 상한섭취량 (tolerable upper intake level, UL) 설정으로 과잉섭취를 조절할 수 있다. 본 논지에서는 우리나라 성인들을 중심으로 실생활에서 발생할 수 있는 비타민 노출시나리오를 설정하고, 시나리오별 노출량을 계산하는 방법과, 다양한 영양섭취 기준들과 비교하므로 과잉섭취에 의한 안전지수 (유해영향 발생확률)등을 산출하는 방법 등을 소개하므로 향후 비타민 노출량 평가와 안전수준 판단을 위하여 국내 연구 분야에서 수행해야 할 일들을 제안하고자 하였다.

표1은 현재 우리나라 사람들을 대상으로 영양권장량 (RDA, recommended dietary allowance, 한국영양학회)이 설정되어 있는 비타민 종류를 대상으로 일반 성인들의 식품을 통한 비타민 섭취, 영양보조제등의 추가 섭취에 의한 일상생활에서 일어날 수 있는 다양한 비타민 섭취 시나리오 등을 고려하여 1일 비타민 노출량을 산출하고, 우리나라의 RDA, 미국의 UL 등과 비교하므로 현 섭취량의 안전 여부를 판단하기 위한 안전지수 등을 산출한 예시이다.

표 1. 비타민의 노출량평가를 위한 노출 시나리오 설정과 안전여부 판단 예
(4가지 비타민을 중심으로)

비타민	노출시나리오	1일 섭취량 ^a	결핍지수(DI _{RDA}) ^c /위해지수(HI _{UL}) ^d	부작용	과잉증
비타민 A · RDA(한국) :700 μ gRE/day · UL(미국) :3000 μ gRE/day	우리나라 일반 성인의 식품을 통한 섭취	699.5 μ gRE/day	DI _{RDA} = 1.00 HI _{UL} = 0.23	각막 건조증, 각막연화증, 야맹증, 시력 저하, 호흡기 도기능저하, 생식기계질환, 위장관계 질환 등	피로감, 두통, 오심, 식욕부진, 설사, 체중, 피부 벗겨짐, 간·비장비대, 관절통 등
	식품섭취+1일용량 영양제섭취 (의약품)	699.5 μ gRE/day + 150~3000 μ gRE/day ^b = 849.5~3699.5 μ gRE/day	HI _{UL} = 0.28~1.23		
	식품섭취+1일용량영양제 섭취 (의약품) + 영양 보조제 섭취	699.5 μ gRE/day + 150~3000 μ gRE/day ^b + 추가섭취 = 3699.5 μ gRE/day 이상섭취 가능	HI _{UL} = 1.23 이상 발생가능		
비타민 C · RDA(한국) : 70 mg/day · UL(미국) : 2000mg/day	우리나라 일반 성인의 식품을 통한 섭취	144.4mg/day	DI _{RDA} = 0.48 HI _{UL} = 0.07	피혈병, 관절염, 근육통, 허약, 결석	이노작용으로 인한 탈수증, 동맥경화로 인한 심장질환 등
	식품섭취+1일용량 영양제섭취 (의약품)	144.4 mg/day + 50~1500 mg/day ^b = 194.5~1644.4 mg/day	HI _{UL} = 0.097~0.82		
	식품섭취+1일용량 영양제 섭취 (의약품)+영양보조제 섭취	144.4 mg/day + 50~1500 mg/day ^b =1644.4mg/day이상섭취 가능	HI _{UL} = 0.82이상 발생가능		
비타민 B ₃ (Niacin) · RDA(한국) :13~18mg/day · UL(미국) : 35 mg/day	우리나라 일반 성인의 식품을 통한 섭취	18.37mg/day	DI _{RDA} = 0.71~0.98 HI _{UL} = 0.52	펠라그라, 체중감소, 식욕부진, 피부병변, 구내염, 위염, 설사 등	간장손상, 혈관확장, 신경증, 안면홍조
	식품섭취+1일용량 영양제섭취 (의약품)	18.37 mg/day + 10~500 mg/day ^b = 28.37~518.37 mg/day	HI _{UL} = 0.81~148		
	식품섭취+1일용량 영양제섭취 (의약품)+영양보조제 섭취	18.37 mg/day+10~500mg/day ^b +추가섭취 =518.37mg/day이상섭취 가능	HI _{UL} = 14.8 이상 발생가능		
비타민 B ₁ (Thiamin) · RDA(한국) :1.4~1.5mg/day · UL(미국) : 100 mg/day	우리나라 일반 성인의 식품을 통한 섭취	1.36mg/day	DI _{RDA} = 1.03~1.10 HI _{UL} = 0.01	식욕감퇴, 체중감소, 심장장애, 신경장애, 각기병 등	신경과민증, 가려움증, 피부가 얼얼한 느낌 등
	식품섭취+1일용량 영양제섭취 (의약품)	1.36 mg/day + 25~50 mg/day ^b = 26.36~51.36 mg/day	HI _{UL} = 0.26~0.51		
	식품섭취+1일용량 영양제 섭취 (의약품)+영양보조제 섭취	1.36 mg/day+ 25~50mg/day ^b +추가섭취 =51.36mg/day이상섭취 가능	HI _{UL} = 0.51 이상 발생가능		

- a. 보건복지부, 2001국민건강영양조사보고서 (2002)
- b. 1일용량 영양제섭취 (의약품), 식품의약품안전청, 식품등의 표시기준 (2002)
- c. 결핍지수(Deficiency Index, DI_{RDA})
 - = 1일권장량(RDA - recommended dietary allowance, mg/day)/1일섭취량(mg/day)
 - : $DI_{RDA} \leq 1$ (97~98%의 건강한 대다수 인구집단의 영양필요량을 충족, 상회하고 있음)
- d. 위해지수(Hazard Index, HI_{UL})
 - = 1일섭취량(mg/day) / 상한섭취량(UL- tolerance upper intake level mg/day)
 - : $HI_{UL} > 1$ (비타민을 과다섭취 하는 건강한 인구집단에서 일어날 수 있는 경우로 부작용 발생이 우려됨)

1일 섭취량과 생리적 필요량(PR, physiological requirement) 영양권장량(RDA), 상한섭취량(UL) 등을 비교하므로 다음과 같은 수치가 산출될 수 있고, 가시적인 안전여부를 판단할 수 있다.

- HI (hazard index, 위해지수) $_{PR}$
 - =
$$\frac{\text{비타민의 생리적 필요량, PR(mg/day)}}{\text{1일 비타민 섭취량(mg/day)}}$$
 - : 생리적 필요량(PR : physiological requirement)
 - : $HI_{PR} > 1$ 건강한 인구집단에게서 결핍증(건강상위해) 발생이 우려됨
- DI (deficiency index, 결핍지수) $_{RDA}$
 - =
$$\frac{\text{비타민의 영양 권장량, RDA(mg/day)}}{\text{1일 비타민 섭취량(mg/day)}}$$
 - : 영양권장량(RDA: recommended dietary allowance)
 - : $DI_{RDA} \leq 1$ 건강한 대다수 인구집단 (97~98%)의 영양필요량을 충족 혹은 상회하고 있음.
- HI (hazard index, 위해지수) $_{UL}$
 - =
$$\frac{\text{1일 비타민 섭취량(mg/day)}}{\text{비타민의 상한 섭취량, UL(mg/day)}}$$
 - : 상한 섭취량(UL : tolerable upper intake level)
 - : $HI_{UL} > 1$ 비타민을 과잉 섭취하는 건강한 인구집단에게서 일어날 수 있는 경우로서 부작용 발생이 우려됨

표 2는 비타민의 섭취안전수준 판단에 필요한 자료들을 열거한 것으로 국내에서 설정되어 있거나 향후 설정이 요구되는 내용들을 정리한 것이다. 현재 값이 제안되지 않은 부분들은 향후 연구를 통해 제안되어야 하는 부분들이며, UL의 경우도 우리나라 자체값을 확보하기 위한 연구를 수행하여야 할 것이다. 또한, 특정 기초질환이나 비타민의 특이 섭취가 요구되는 인구집단에 대한 연구도 필요하며, 식품을 통한 비타민섭취량 이외에 우리나라 국민들의 의약품을 통한 비타민 섭취 실태조사 및 기타 건강기능식품 등의 영양보조제 섭취실태를 규명하는 연구도 필요함을 알 수 있다.

표2. 비타민의 섭취안전수준 평가에 필요한 자료

Vitamin 종류	식품을 통한 섭취량 ^a	한국 RDA ^c (mg/day)	미국UL ^d (mg/day)	비 고
Vitamin A	699.5 μg RE/day	700 μg RE/day	3000 μg RE/day	낭포성 섬유증 환자에게서 지질과산화에 대한 β-carotene 섭취의 효과가 크므로 더 많은 양의 섭취가 요구됨 ^e .
Vitamin B ₁ (Thiamin)	1.34 mg/day	1.17 mg/day	ND	말초신경 장애증상 환자에게서 더 많은 섭취량이 요구됨 ^f .
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	1.17 mg/day	1.37 mg/day	ND	-
Vitamin B ₃ (Niacin)	18.37 mg/day	15 mg/day	35 mg/day	알코올 중독자들은 더 많은 섭취량이 요구됨 ^f .
Vitamin B ₆ (Pyridoxin)	ND	ND	100 mg/day	-
Vitamin B ₁₂	ND	ND	ND	-
Vitamin C*	144.4 mg/day	70 mg/day	2000 mg/day	담배 한개피 흡연시 흡연자에게서 25 mg의 Vitamin C 체내 소모가 일어나므로 보충적 섭취가 요구됨 ^f .
Vitamin D	ND	ND	50 μg/day	-
Vitamin E	ND	ND	ND	심장질환 환자와 콜레스테롤이 높은 흡연자에게서 절실히 요구됨 ^e .
Vitamin K	ND	ND	ND	-
Choline	ND	ND	3500 mg/day	-
Biotin	ND	ND	ND	-
Folic acid	0.124 mg/day ^b	0.25 mg/day	1000 μg/day	여성에게 결핍이 우려됨. 임신부가 0.4mg/day이하 섭취시 태아에게 발생독성(신경 및 심장기능 결함)이 우려됨. 임신부의 RDA는 0.5 mg/day로 제안되고 있음 ^f .
Pantothenic acid	ND	ND	ND	-

^a 우리나라 성인(20~64세)의 식품을 통한 평균 섭취량, 보건복지부, 국민건강·영양조사 (2001)

^b 우리나라 가임여성(20~49세) 식품을 통한 평균섭취량, 장남수 외, 메드시티

(www.medicity.com/chat/shop/vitamin/vitaminb.html) 비타민정보

- ^c 한국영양학회, 한국인영양권장량 (2000)
 - ^d 미국 성인(19~70세, 건강한 인구집단의 97.5%)을 대상으로 한 UL, The National Academies, Dietary Reference Intake (2001)
 - ^e www.hoseo.ac.kr/~fn/park/study/hfd/22. 항산화비타민.txt
 - ^f www.medicity.com/chat/shop/vitamin/vitaminc.html
- ND : Not determine (자료부족에 기인)

미국 UL의 경우, vitamin B₁을 비롯한 7종의 비타민들에 대한 자료부족으로 UL 값이 제안되어 있지 않은 실정이어서 관련연구를 계속하고 있다.

이와 같은 점들을 감안할 때 향후 국내에서 수행되어야 할 연구내용 등을 제안하면 다음과 같다..

첫째, 한국인의 성별, 연령별, 계절별, 기초질환 그룹을 포함한 특정인구집단별, 경제수준별, 영양상태·섭취실태를 파악하기 위하여 모집단을 대상으로 한 역학적 연구와 관련 시험연구들이 수행되어야 할 것이다.

둘째, 식품전문가, 독성전문가, 위해성평가전문가, 통계전문가, 보건역학 전문가들의 협력연구를 통해 한국인을 대상으로 한 평균필요량(EAR, Estimated Average Requirement)과 영양권장량(RDA) 상한섭취량(UL) 등을 설정해야 할 것이다.