

한국 청소년의 다양한 급원을 통한 비타민과 무기질 최대섭취량 평가

한지혜^{1*} · 이현숙^{2*} · 김선효^{3§}

공주대학교 대학원 가정교육과,¹ 동서대학교 에너지생명공학부 식품영양전공,² 공주대학교 기술가정교육과³

Dietary maximum exposure assessment of vitamins and minerals from various sources in Korean adolescents

Han, Ji Hye^{1*} · Lee, Hyun Sook^{2*} · Kim, Sun Hyo^{3§}

¹Department of Home Economics Education, Graduate School of Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

²Department of Food Science & Nutrition, Dongseo University, Busan 617-716, Korea

³Department of Technology and Home Economics Education, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

ABSTRACT

Dietary supplement use is prevalent and represents an important source of nutrition. This study was conducted in order to assess the dietary maximum exposure of vitamins and minerals from various sources including regular diet, vitamin · mineral supplements for non-prescription drug (VMS-NPD), vitamin · mineral supplements for health functional foods (VMS-HFF), and fortified foods (FF). A total of 1,407 adolescent boys and girls attending middle or high schools were chosen from various cities and rural communities in Korea. Users of vitamin and mineral supplements (n = 60, 15–18 years of age) were chosen from the above 1,407 students. Intake of vitamins and minerals from a regular diet and FF was assessed by both food record method and direct interview for three days of two weekdays and one weekend, and those from VMS-NPD and VMS-HFF were assessed by both questionnaire and direct interview, and compared with the recommended nutrient intake (RNI) and the tolerable upper intake level (UL) for Korean adolescents. Daily average exposure range of vitamins and minerals from a regular diet was 0.3 to 4.4 times of the RNI. Some subjects had an excessive exposure to the UL in the following areas: from regular diets, vitamin A (1.7%) and niacin (5.0%); from only VMS-NPD, vitamin C (9.1%) and iron (5.6%); and from only VMS-HFF, niacin (8.6%) > vitamin B₆ (7.5%) > folic acid (2.9%) > vitamin C (2.3%). Nutrients of daily total intake from regular diet, VMS-NPD, VMS-HFF, and FF higher than the UL included nicotinic acid for 33.3% of subjects, and, then, in order, vitamin C (26.6%) > vitamin A (13.3%), iron (13.3%) > zinc (11.7%) > calcium (5.0%) > vitamin E (1.7%), vitamin B₆ (1.7%). Thus, findings of this study showed that subjects may potentially be at risk due to overuse of supplements, even though most of them took enough vitamins and minerals from their regular diet. Therefore, we should encourage adolescents to have sound health care habits through systematic and educational aspects. (J Nutr Health 2013; 46(5): 447 ~ 460)

KEY WORDS: vitamin and mineral exposure assessment, tolerable upper intake level (UL), vitamin · mineral supplements, adolescents.

서론

최근 국내외적으로 식사보충제 섭취가 증가하고 있다.¹⁻⁵⁾ 식사보충제 섭취는 영양소 섭취량을 높여 영양부족을 낮추고 영양적합성을 높일 뿐만 아니라, 혈압증가와 당뇨 발생 위험을 낮추는 이점을 준다. 식사보충제 섭취군에서 사람의 혈중 호모시스테인, C-반응성 단백질, 고밀도지단백-콜레스테롤, 중

성지질 농도가 바람직한 수준으로 유지되었다는 보고가 있다.²⁾ 그러나 영양적으로 충분한 식사를 하면서도 고단위 비타민 · 무기질 보충제를 무분별하게 섭취하는 것은 영양소 간의 불균형, 특정 영양소의 체내 유용도 감소 등 유해영향을 줄 수 있다. 특히 개인에 따라서 보충제를 한꺼번에 두 가지 이상 중복 섭취하는 사례가 많고,^{3,4,6,7)} 최근에는 고단위 보충제를 선호하는 추세여서 무분별한 보충제 섭취에 따른 미량영양소 과잉 섭취 문제에 대한 우려가 높다.⁸⁾ 미국의 2002 Health

Received: Aug 28, 2013 / Revised: Sep 20, 2013 / Accepted: Sep 27, 2013

*These authors contributed equally to this work.

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail: shkim@kongju.ac.kr

© 2013 The Korean Nutrition Society

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.

and Diet Survey에 의하면 18세 이상 미국 성인의 73%가 지난 1년간 식사보충제를 섭취했다. 식사보충제 섭취자 중 85%가 종합비타민제/종합무기질제를 섭취했고, 식사보충제 섭취에 따른 것으로 보이는 부작용 중 13.3%가 종합비타민제/종합무기질제 섭취와 관련이 있는 것으로 보고되었다. 이런 부작용 사례를 경험한 사람은 부작용이 없었던 사람에 비해 식사보충제와 처방약을 병행 섭취했거나 또는 치료 또는 건강문제 예방을 위해 처방약 대신 식사보충제를 섭취한 비율이 높았다.⁹ 즉 일상식사만으로 영양소를 이미 충분하게 섭취하고 있는데도 불구하고 다양한 급원으로 비타민과 무기질을 과잉 섭취하는 것이 문제이다.

한국에서 비타민·무기질 보충제에는 일반의약품 비타민·무기질 보충제 (vitamin·mineral supplements for non-prescription drug, VMS-NPD)와 건강기능식품 비타민·무기질 보충제 (vitamin·mineral supplements for health functional foods, VMS-HFF)가 있다. VMS-NPD는 의사의 처방전 없이 약국에서 구입이 가능한 일반의약품으로서 일반식품보다 많은 양의 비타민이나 무기질을 공급하기 위해 만들어진 조제품이다. 건강기능식품은 일상식사에서 결핍되기 쉬운 영양소나 인체에 유용한 기능을 가진 원료나 성분을 사용해 제조한 식품으로 건강기능식품 중의 영양보충용제품에 비타민·무기질 보충제가 포함된다.³⁾ 한편 비타민과 무기질의 또 다른 급원인 강화식품은 영양소를 인위적으로 첨가한 식품으로, 최근 간식이나 식사대용으로 자주 섭취하고 있어 무분별한 강화식품 섭취에 따른 영양소 과잉 섭취도 문제가 되고 있다.^{10,11)}

한국 청소년의 비타민·무기질 보충제 섭취에 관한 연구에 의하면 VMS-NPD의 섭취율은 청소년 31%,¹²⁾ 체육고등학교 학생 36%¹³⁾이며, 청소년처럼 성장기에 있는 초등학교 32%¹⁴⁾로 나타났다. 그리고 VMS-HFF의 섭취율은 청소년 21%로 조사되었다.¹⁵⁾ 특히 대학입시를 앞둔 고3 학생의 일반의약품, 건강기능식품, 한방보약 등을 포함한 영양보충제 섭취율은 54%로 높았다.¹⁶⁾ 따라서 한국 청소년에서 비타민·무기질 보충제 섭취가 보편화되어 있음을 알 수 있다.

한국은 2005년에 한국인 영양섭취기준에서 과잉 섭취 시 유해작용을 유발하는 비타민과 무기질에 대해 상한섭취량 (tolerable upper intake level, UL)을 처음으로 설정하였으며, 이들 영양소를 상한섭취량 미만으로 섭취할 것을 권장하였다.¹⁷⁾ 그러나 아직까지 국내외적으로 비타민과 무기질을 함유하고 있는 급원인 식사, 비타민·무기질 보충제, 강화식품, 한방보약, 물 등을 모두 포함시켜 비타민과 무기질 총섭취량을 조사하고 위해도를 평가한 자료가 거의 없어, 비타민과 무기질 섭취량의 적정성 평가, 특정 영양소의 UL 설정 필요성 여부, UL 수준 결정 등에 어려움을 안고 있다. 따라서 생애주기별로 사람

이 접하는 다양한 급원을 통한 비타민과 무기질 섭취량을 동일 대상자에 대해 조사한 객관적인 자료가 요구되고 있다. 또한 식사보충제를 과다 섭취하는 사람들의 비율과 이들의 영양소 부적합성과의 관계를 밝힐 필요가 있다.^{3,4)} 특히 한국 청소년은 신체적 급성장 및 대학입시에 따른 심신 부담 완화를 위해 각종 영양보충제를 집중적으로 섭취하는 시기에 있으므로 비타민과 무기질 과잉섭취 가능성이 높은 위험 집단이다.

따라서 본 연구는 한국 청소년을 대상으로 동일 대상자에 대한 식사, 일반의약품과 또는 건강기능식품 비타민·무기질 보충제 및 강화식품을 통한 비타민과 무기질 최대섭취량을 파악하고 위해도를 평가함으로써 이들 영양소의 상한섭취량 설정과 영양교육을 위한 기초자료로 제공하고자 실시하였다.

연구방법

조사대상자

본 연구에서 조사대상자는 2단계에 걸쳐 선정하였다. 첫단계에서는 전국에 거주하는 청소년을 조사대상자로 골고루 포함시키고자 전국의 중고등학교에 재학 중인 15~18세 청소년을 확률비례추출법 (proportional allocation)에 의해 한국 전체 지역을 읍·면지역, 중소도시, 대도시 지역으로 층화한 후, 2004년 인구 조사 결과 (National Statistic Office 2005)를 기초로 각 지역층에 거주하고 있는 청소년기 인구수에 0.04%를 곱해 지역층별 조사대상자수를 정하였다. 이때 읍·면지역 고등학교의 경우는 인구의 도시 집중으로 학생 수가 감소한 관계로, 대상자가 너무 적어 해당 지역의 청소년기 인구수에 0.1%를 곱해 정하였다. 그 다음에 지역층별로 편의추출법 (convenience sampling)에 의해 조사 대상 학교를 정하고, 각 조사 대상 학교에서 조사대상자는 연구자가 본 연구의 취지와 내용, 결과 분석 및 활용 범위에 대해 충분히 설명한 후 연구참여동의서에 서명한 학생들 중 지역층별로 정해진 대상자수, 학년 구성과 성별 구성을 고려하면서 무작위로 1,407명을 선정하였다. 두번째 단계에서는 첫단계에서 선정한 1,407명 중 일반의약품과 또는 건강기능식품 비타민·무기질 보충제를 섭취한 921명에서 비타민과 무기질 섭취량 조사를 위한 대상자를 선정하고자 본 조사에 응할 수 있고 연구자와 수시로 면담을 하면서 정확하게 조사할 수 있으며, 본 연구의 취지와 내용, 결과 분석 및 활용 범위에 대해 동의해 연구참여동의서에 서명한 학생들 중 남녀 학생 각각 30명씩 해 총 60명 (15~18세)을 무작위로 선정하여 최종 조사대상자로 삼았다.

본 연구에서 비타민·무기질 보충제 섭취자는 일반의약품과 또는 건강기능식품 비타민·무기질 보충제 중 1가지라도 조사 기간을 중심으로 지난 1년간 1개월 이상 동안 1주일에 1~2

번 이상을 섭취한 사람으로 정의하였다. 이들을 대상으로 일상식사, VMS-NPD, VMS-HFF, 강화식품을 통한 비타민과 무기질 섭취량을 자기기입식 조사지에 작성하게 하면서 직접 면담을 실시해 조사함으로써 각 급원을 통한 1일 비타민과 무기질 섭취량을 정확하게 파악하고자 하였다.

비타민과 무기질 섭취량 조사

식사조사

식사조사는 식사기록법으로 식사조사지를 작성하게 한 후 직접 면담을 실시해 2005. 6. 17.~2005. 8. 10의 기간 동안 주중 2일과 주말 1일을 포함하여 총 3일간 실시하였다. 식사조사의 오차를 줄이기 위해 식사조사 실시 전에 연구자가 조사대상자에게 그릇 실물이나 식품군별 대표식품의 1인 1회 분량 모형을 이용해 목측량에 대한 사전교육을 직접 실시하였다. 또 식사조사지 회수 시 개인 면담을 하면서 기록한 식사내용의 정확성을 확인하였다. 이때 식사조사 기간의 식사내용이 평소 식사와 다른 경우에는 조사기간을 연장해 평소와 같은 식사를 하는 날에 식사조사지를 작성하도록 하였다. 식사 영양소 섭취량은 CAN-Pro 3.0 (Korean Nutrition Society 2010)을 이용해 분석하였다. 식사를 통한 1일 비타민과 무기질 섭취량은 3일간의 식사조사에 의한 섭취량의 평균값으로 구하였다.

VMS-NPD를 통한 비타민과 무기질 섭취량 조사

VMS-NPD의 섭취는 식사조사 기간에 설문지를 작성하게 한 후 직접 면담을 실시해 조사하였다. 조사대상자가 섭취한 VMS-NPD에 대한 기억을 돕기 위해 설문지 배부 직전과 면담 시 연구자가 우리나라 청소년의 다빈도 섭취 VMS-NPD 총 50종을 수집해 제작한 사진 파일집을 보여주었다. VMS-NPD를 통한 1일 비타민과 무기질 섭취량은 조사대상자가 1일 섭취한 보충제의 단위수 (캡슐, 정 또는 포)에 Korean Drug Index,¹⁸⁾ 김스온라인 (<http://new.kimsonline.co.kr>) 및 Merk Index¹⁹⁾를 참조해 계산한 단위 보충제당 들어있는 비타민과 무기질의 순수한 함량²⁰⁾을 곱해 산출하였다.

VMS-HFF를 통한 비타민과 무기질 섭취량 조사

VMS-HFF의 섭취는 식사조사 기간에 설문지를 작성하게 한 후 직접 면담을 실시해 조사하였다. 조사대상자의 VMS-HFF 섭취에 대한 기억을 돕기 위해 설문지 배부 직전과 면담 시 연구자가 우리나라 청소년의 다빈도 섭취 VMS-HFF 총 179종을 수집해 제작한 사진 파일집을 보여주었다. VMS-HFF를 통한 1일 비타민과 무기질 섭취량은 조사대상자가 1일 섭취한 보충제의 단위수 (캡슐, 정 또는 포)에 식품의약품안전처에서 제작한 건강기능식품 DB,²¹⁾ 각종 제조회사 홈페이지에

있는 영양소 함량표시, 제품에 표시되어 있는 영양소 함량표시를 참조해 구한 비타민과 무기질의 순수한 함량을 곱해 산출하였다.

강화식품을 통한 비타민과 무기질 섭취량 조사

강화식품 섭취는 식사조사 기간에 조사대상자가 섭취한 강화식품의 종류와 섭취량을 간식조사지에 기입하도록 한 후 직접 면담을 실시해 조사하였다. 조사대상자의 강화식품 섭취에 대한 기억을 돕기 위해 간식조사지 배부 직전과 면담 시 연구자가 한국에서 시판되고 있으며 청소년들이 주로 섭취하는 강화식품 총 209종을 시중 중·대형마트, 편의점, 학교매점을 중심으로 수집해 제작한 사진 파일집을 보여주었다. 강화식품을 통한 1일 비타민과 무기질 섭취량은 먼저 조사대상자의 1일 강화식품 섭취량을 구한 다음, 여기에 강화식품 중의 실제 강화된 비타민과 무기질 함량을 곱해 계산했다. 강화식품의 실제 강화된 비타민과 무기질 함량은 해당 강화식품의 영양표시에 제시된 영양소 함량에서 식품성분표²²⁾에 나와 있는 원식품 중의 영양소 함량을 빼서 구했다. 이것은 강화식품에서 강화되기 이전인 원식품 중의 비타민과 무기질 섭취량은 식사조사의 비타민과 무기질 섭취량에 반영되었기 때문에 중복 계산을 피하기 위해서 이었다.

1일 비타민과 무기질 총섭취량, 총최대섭취량 산출 및 평가

1일 비타민과 무기질 총섭취량은 식사, VMS-NPD, VMS-HFF 및 강화식품을 통해 섭취한 각각의 비타민과 무기질 양을 합해서 구하였다. 그런데 엽산은 식사로 섭취할 경우에는 과량 섭취해도 유해작용이 발생하지 않는 영양소이어서 식사를 제외한 VMS-NPD, VMS-HFF 및 강화식품에 의한 섭취량만을 합해 주었다. 또한 각 급원을 통한 비타민과 무기질 섭취량 분포를 알아보기 위해 급원별로 영양소마다 평균, 표준편차, 50 백분위수, 95 백분위수, 97.5 백분위수를 구하였으며, 97.5 백분위수를 비타민과 무기질에서 모두 최대섭취량으로 보았다.^{23,24)} 따라서 1일 비타민과 무기질 총최대섭취량은 급원별로 영양소마다 97.5 백분위수를 합해서 구하였다. 1일 비타민과 무기질 섭취량의 위해도를 평가하고자 이를 한국인 영양섭취기준²³⁾의 청소년기 남녀 권장섭취량 (recommended nutrient intake, RNI) 및 상한섭취량과 비교하였다.

자료분석

본 연구에서 얻어진 모든 자료는 SPSS (statistical package for social science, SPPSS Inc., Chicago, USA) 14.0을 이용하여 통계 처리하였다. 일반의약품 및 건강기능식품 비타민·무기질 보충제와 강화식품 섭취 실태에 대해 빈도와 백분율을 구하였다. 또한 각 급원별 영양소 섭취량에 대해 범위, 백분

위수, 한국인 영양섭취기준²³⁾의 권장섭취량 및 상한섭취량에 대한 비율을 구하였다.

결 과

급원별 비타민과 무기질 섭취 실태

VMS-NPD와 또는 VMS-HFF를 섭취해 조사대상자로 선정된 총 60명 중 VMS-NPD 섭취자는 59명 (98.3%), VMS-HFF 섭취자는 51명 (85.0%), 강화식품 섭취자는 48명 (80.0%)이었다 (Table 1). VMS-NPD 섭취자 중 이를 두 가지 이상 중복 섭취한 사람은 17명 (28.8%)이었다. VMS-HFF 섭취자 중 이를 두 가지 이상 중복 섭취한 사람은 27명 (52.9%)이었으며, 이 중 두 가지를 중복 섭취한 사람이 19명 (37.2%)으로 가장 많았고 최대 다섯 가지를 중복 섭취한 사람도 1명 (2.0%) 있었다. VMS-NPD와 VMS-HFF를 중복 섭취한 사람 수는 22명이었는데, 이 중 두 가지를 중복 섭취한 사람이 18명 (81.8%), 3가지와 4가지를 중복 섭취한 사람이 각각 2명 (9.1%)씩이었다. 보충제 종류별 중복 섭취 패턴으로 가장 흔한 형태는 VMS-NPD 중에서는 [종합비타민제 + 비타민 C제]이었으며, VMS-HFF 중에서는 [비타민 B군제 + 칼슘제]이었다 (결과 미

Table 1. The usage prevalence of vitamin · mineral supplements for non-prescription drug, vitamin · mineral supplements for health functional foods, and fortified foods by the subjects

Supplement type	Overlapped intake	N (%)
Only VMS-NPD ¹⁾	1 supplements	42 (71.2)
	2 supplements	15 (25.4)
	3 supplements	2 (3.4)
	Total	59 (100.0)
	Only VMS-HFF ²⁾	1 supplements
2 supplements		19 (37.2)
3 supplements		5 (9.8)
4 supplements		2 (3.9)
5 supplements		1 (2.0)
Total		51 (100.0)
VMS-NPD + VMS-HFF	2 supplements	18 (81.8)
	3 supplements	2 (9.1)
	4 supplements	2 (9.1)
	Total	22 (100.0)
Fortified foods	1 fortified foods	19 (39.6)
	2 fortified foods	13 (27.1)
	3 fortified foods	7 (14.6)
	4 fortified foods	4 (8.3)
	5 fortified foods	5 (10.4)
	Total	48 (100.0)

1) VMS-NPD: vitamin · mineral supplements for non-prescription drug 2) VMS-HFF: vitamin · mineral supplements for health functional foods

제시). 그리고 강화식품을 중복 섭취한 사람은 29명 (60.4%) 있었는데, 이 중 두 가지를 중복 섭취한 사람이 13명 (27.1%)이었으며 최대 5가지를 중복 섭취한 사람도 5명 (10.4%) 있었다.

VMS-NPD의 함유 영양소 종류별 섭취자 비율은 비타민 C제가 37.0%로 가장 많았으며, 그 다음이 종합비타민제 (26.1%) > 종합비타민 · 무기질제 (23.9%) > 칼슘제 (6.5%) > 철제 (4.3%) > 비타민 A와 D제 (2.2%) 순이었다. VMS-HFF의 함유 영양소 종류별 섭취자 비율은 종합비타민 · 무기질제가 35.2%로 가장 높았으며, 그 다음이 비타민 C제 (26.0%) > 칼슘제 (22.2%) > 종합비타민제 (9.3%) > 비타민 E제 (5.5%) > 철제 (1.8%)의 순이었다 (결과 미제시).

조사대상자가 섭취한 강화식품은 9종류/42제품이었으며, 품목별로는 우유가 12가지 (28.6%)로 가장 많았다. 그 다음으로 과자와 빵이 7가지 (16.7%) > 음료 5가지 (11.9%) > 요구르트 또는 요플레, 치즈, 김이 각각 4가지 (9.5%) > 시리얼, 양갱, 초콜릿, 사탕이 각각 2가지 (4.8%)이었다 (결과 미제시). 조사대상자가 강화식품을 통해 섭취한 비타민은 10종이었으며 무기질은 4종이었다. 그 중 칼슘 섭취자 비율이 60.9%로 가장 높았으며, 그 다음은 비타민 B₁ (46.7%), 철 (46.7%) > 비타민 D (40.2%) > 비타민 C (39.1%) > 비타민 B₂ (28.3%) 등의 순이었다 (자료 미제시).

급원별 비타민과 무기질 섭취량

식사에 의한 비타민과 무기질 섭취량

조사대상자의 식사를 통한 1일 평균 비타민과 무기질 섭취량은 비타민 B₂, 엽산, 비타민 C, 칼슘, 철이 RNI²³⁾보다 낮았으며, 나머지 영양소는 RNI를 충족시켰다 (Table 2). 식사를 통한 1일 평균 비타민과 무기질 섭취량의 RNI에 대한 비율 분포는 영양소별로 0.3~4.4배로 다양하였으며, 이때 비타민 E의 최대범위가 4.4배로 가장 컸다. 비타민과 무기질의 최대섭취량을 97.5 백분위수로 간주했을 때, 최대섭취량의 RNI에 대한 평균 비율이 2배 이상 높은 영양소는 비타민 A (2.9배), 비타민 E (2.6배), 비타민 B₁ (2.1배), 비타민 B₆ (2.2배)이었으며, 최대섭취량이 RNI보다 가장 낮은 영양소는 엽산이었다. 식사만으로 UL²³⁾ 이상 섭취한 대상자가 있는 영양소는 비타민 A와 니아신으로서 각각 조사대상자의 1.7%와 5.0%에 달했다.

VMS-NPD에 의한 비타민과 무기질 섭취량

조사대상자의 VMS-NPD를 통한 1일 비타민과 무기질 섭취량은 <Table 3>에 나타내었다. 비타민 중에서 비타민 E, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 C의 VMS-NPD를 통한 1일 평균 섭취량은 다른 영양소에 비해 VMS-NPD로부터의 섭취

Table 2. Distribution of daily intakes of vitamins and minerals from the regular diet (excluding vitamin · mineral supplements and fortified foods) of the subjects

Nutrient	RNI ¹⁾		UL ¹⁾	Daily intake (n = 60)			Ratio of RNI			% less than RNI	% greater than UL	
	Males	Females		Mean ± SD	Range	50th%	95th%	97.5th%	Mean ± SD			Range
Vitamin A (μg RE)	850	600	2,400	1,032.2 ± 393.1	444.8-3,082.5 ²⁾	979.0	1,609.0	1,746.0	1.46 ± 0.56	0.5-3.6 ²⁾	18.0	1.7
Vitamin E (mg α-TE)	12	10	430	15.3 ± 6.8	5.3-52.5	14.1	23.6	25.7	1.40 ± 0.60	0.4-4.4	22.0	0
Vitamin B ₁ (mg)	1.3	1	-	1.6 ± 0.4	0.9-2.9	1.5	2.4	2.4	1.36 ± 0.34	0.8-2.2	15.0	0
Vitamin B ₂ (mg)	1.7	1.2	-	1.2 ± 0.5	0.5-3.4	1.1	1.9	2.0	0.83 ± 0.35	0.3-2.0	72.0	0
Vitamin B ₆ (mg)	1.5	1.4	90	2.4 ± 0.5	1.2-3.7	2.4	3.2	3.2	1.66 ± 0.36	0.8-2.6	2.0	0
Niacin (mg NE)	17	14	30	20.9 ± 5.3	9.8-32.6	19.5	31.0	31.2	1.35 ± 0.32	0.7-2.0	12.0	5.0
Folic acid (μg)	400	400	900 ³⁾	253.1 ± 84.9	111.4-666.8	241.9	361.0	375.0	0.63 ± 0.21	0.3-1.7	98.0	0
Vitamin C (mg)	110	100	1,600	82.7 ± 28.5	29.7-162.7	76.5	139.0	141.8	0.81 ± 0.27	0.3-1.5	73.0	0
Ca (mg)	900	800	2,500	595.7 ± 241.7	238.5-1,339.7	542.9	955.2	1,130.4	0.70 ± 0.28	0.3-1.5	83.0	0
Fe (mg)	15	17	45	15.2 ± 4.7	7.9-34.7	13.9	23.2	27.4	0.95 ± 0.31	0.5-2.3	63.0	0
Zn (mg)	10	9	30	10.5 ± 2.6	4.1-21.2	10.3	14.2	15.1	1.11 ± 0.26	0.5-2.1	33.0	0

1) Dietary Reference Intakes for Koreans²³⁾ for males and females aged 15-18 years. RNI: recommended nutrient intake, UL: tolerable upper intake level 2) Minimum~maximum values 3) For the intakes from supplements and fortified foods except regular diet

량이 특히 높아서, 각각 RNI의 5.51배, 19.64배, 5.38배, 6.59배였다. 특히 비타민 E는 최대로 많이 섭취한 사람의 경우 RNI의 75.8배를 섭취하였다. 무기질 중에서는 철과 망간만 VMS-NPD를 통한 1일 평균 섭취량이 RNI보다 많아서, 1.52배와 3.56배였다.

VMS-NPD를 통한 1일 최대섭취량 (97.5 백분위수)의 RNI에 대한 비율을 보면 비타민 A가 1,500 μg RE/d로서 RNI의 2.5배, 비타민 D가 2.5배, 비타민 E가 8.1배, 비타민 B₁이 53.0배, 비타민 B₂가 17.4배, 비타민 B₆가 14.6배, 비타민 B₁₂가 12.5배, 니아신이 14.4배, 엽산이 1.0배이었으며, 비타민 C가 23.6배로 영양소 중 이 비율이 가장 높았다. 무기질 중 칼슘은 이 비율이 0.8배, 철은 2.0배, 아연은 2.5배, 인은 0.1배, 마그네슘은 0.3배, 요오드는 1.2배, 셀레늄은 0.3배, 망간은 2.1배이었다. 따라서 영양소별로 VMS-NPD를 통한 비타민과 무기질의 최대섭취량의 RNI에 대한 비율은 0~23.6배로 넓은 범위를 나타냈다. 또한 VMS-NPD만으로도 UL 이상을 섭취한 대상자가 있는 영양소는 비타민 C (9.1%)와 철 (5.6%)이었다.

VMS-HFF에 의한 비타민과 무기질 섭취량

VMS-HFF를 통한 1일 비타민과 무기질 섭취량은 <Table 4>에 나타내었다. VMS-HFF에 의한 1일 평균섭취량이 RNI 이상을 섭취한 영양소는 비타민 E (1.58배), 비타민 B₁ (5.75배), 비타민 B₂ (3.55배), 비타민 B₆ (9.07배), 비타민 B₁₂ (21.5배), 니아신 (6.02배), 비타민 C (1.78배)였다. 그러나 무기질의 경우 VMS-HFF를 통한 1일 평균섭취량의 RNI에 대한 비율은 모두 0.0~0.56배 수준으로서 RNI보다 낮았다.

VMS-HFF를 통한 영양소별 최대섭취량 (97.5 백분위수)을 RNI와 비교해보면, 비타민의 경우 비타민 A의 최대섭취량은 817.8 μg RE/d로 RNI의 1.4배이었다. 비타민 D는 이 값이 7.4 μg/d으로 RNI의 1.5배이었으며, 비타민 E는 176.1 mg α-TE/d로 RNI의 17.6배이었다. 또한 이 비율이 비타민 B₁는 38.5배, 비타민 B₂는 29.4배, 비타민 B₆는 66.7배, 비타민 B₁₂는 69.0배, 니아신은 63.2배, 엽산은 1.3배, 비타민 C는 5.6배로서, 전반적으로 수용성 비타민이 지용성 비타민에 비해 최대섭취량이 높았다. 무기질의 경우 칼슘의 최대섭취량은 960.0 mg/d으로 RNI의 1.1배, 철은 14 mg/d으로 0.9배, 아연은 25.4 mg/d으로 2.6배이었다. VMS-HFF를 통한 비타민과 무기질 섭취량이 UL 이상에 해당되는 대상자가 있는 영양소는 니아신 (8.6%), 비타민 B₆ (7.5%), 엽산 (2.9%), 비타민 C (2.3%) 등이었다.

강화식품에 의한 비타민과 무기질 섭취량

강화식품을 통한 1일 평균 비타민과 무기질 섭취량은 RNI 대비 0.02~3.94배 수준이었다 (Table 5). 강화식품을 통한 1일 평균섭취량이 RNI 이상을 섭취한 영양소는 비타민 E (3.94

Table 3. Distribution of daily intakes of vitamins and minerals from the vitamin · mineral supplements for non-prescription drug of the subjects

Nutrient	RNI ¹⁾		N	Daily intake					Ratio of RNI		% less than RNI	% greater than UL	
	Males	Females		UL ¹⁾	Mean ± SD	Range	50th%	95th%	97.5th%	Mean ± SD			Range
Vitamin A (µg RE)	850	600	2,400	17	1,030.7 ± 542.7	1.2-1,500.0 ²⁾	857.1	1,500.0	1,500.0	1.36 ± 0.71	0.0-2.5 ²⁾	29.0	0
Vitamin D (µg)	5	5	60	16	10.8 ± 8.2	4.0-40.0	10.0	12.4	12.4	2.17 ± 1.63	0.8-8.0	6.3	0
Vitamin E (mg α-TE)	12	10	430	30	63.3 ± 161.7	4.1-910.0	30.0	90.0	97.2	5.51 ± 13.46	0.3-75.8	10.0	0
Vitamin B ₁ (mg)	1.3	1	-	38	22.2 ± 20.5	1.0-71.4	13.8	50.0	60.0	19.64 ± 18.44	0.7-60.0	2.6	0
Vitamin B ₂ (mg)	1.7	1.2	-	49	7.5 ± 8.0	0.9-40.0	4.5	21.7	24.2	5.38 ± 6.14	0.5-33.3	10.2	0
Vitamin B ₆ (mg)	1.5	1.4	90	50	6.5 ± 5.5	0.8-23.0	5.0	20.0	20.5	4.53 ± 3.78	0.6-15.3	12.0	0
Vitamin B ₁₂ (µg)	2.7	2.4	-	36	10.9 ± 7.9	1.0-31.0	9.0	30.0	30.0	4.22 ± 3.01	0.4-12.5	5.6	0
Niacin ³⁾ (mg NE)	17	14	30	31	60.2 ± 57.5	3.6-222.2	25.3	126.7	202.0	3.95 ± 3.81	0.3-15.9	22.6	0
Folic acid (µg)	400	400	900 ⁴⁾	8	219.1 ± 274.0	0.0-800.0	0.3	400.0	400.0	0.62 ± 0.70	0.0-2.0	62.5	0
Vitamin C (mg)	110	100	1,600	55	697.5 ± 622.1	40.0-2,720.0	500.0	2,200.0	2,357.1	6.59 ± 6.12	0.4-27.2	18.2	9.1
Ca (mg)	900	800	2,500	22	264.3 ± 517.4	2.6-2,400.0	103.3	606.4	680.0	0.32 ± 0.64	0.0-3.0	95.5	0
Fe (mg)	15	17	45	18	22.3 ± 11.7	0.0-50.0	27.0	30.1	30.1	1.52 ± 0.73	0.0-3.3	22.2	5.6
Zn (mg)	10	9	30	14	15.0 ± 8.4	0.0-22.5	15.0	22.5	22.5	0.12 ± 0.06	0.0-2.0	100.0	0
P (mg)	1,000	800	3,500	2	259.2 ± 290.2	54.0-464.4	54.0	54.0	54.0	0.26 ± 0.29	0.1-0.5	100.0	0
Mg (mg)	400	340	350 ⁵⁾	18	65.9 ± 72.0	0.0-300.0	50.0	100.0	100.0	0.18 ± 0.18	0.0-0.8	100.0	0
Cu (µg)	860	860	8,000	14	2.2 ± 1.1	0.0-3.0	3.0	3.0	3.0	0.00 ± 0.00	0.0-0.0	100.0	0
I (µg)	130	130	1,900	12	126.8 ± 49.2	0.0-155.7	150.0	150.0	150.0	0.21 ± 0.44	0.0-1.2	17.0	0
Se (µg)	60	60	300	6	19.2 ± 21.6	0.0-50.0	5.7	15.0	15.0	0.37 ± 0.36	0.0-0.8	100.0	0
Mn (mg)	4	3.5	9	11	12.9 ± 27.7	1.0-100.0	7.5	7.5	7.5	3.56 ± 7.16	0.1-25.0	27.2	0

1) Dietary Reference Intakes for Koreans²³⁾ for males and females aged 15-18 years. RNI: recommended nutrient intake. UL: tolerable upper intake level 2) Minimum~maximum values 3) nicotinic acid 4) For the intakes from supplements and fortified foods except regular diet 5) For the intakes from supplements

Table 4. Distribution of daily intakes of vitamins and minerals from the vitamin · mineral supplements for health functional foods of the subjects

Nutrient	RNI ¹⁾		UL ²⁾	N	Daily intake				Ratio of RNI		% less than RNI	% greater than UL	
	Males	Females			Mean ± SD	Range	50th%	95th%	97.5th%	Mean ± SD			Range
Vitamin A (µg RE)	850	600	2,400	32	240.6 ± 275.9	2.4–1,090.4 ²⁾	133.6	700.0	817.8	0.35 ± 0.73	0.0–1.3 ²⁾	94.0	0
Vitamin D (µg)	5	5	60	33	2.8 ± 2.3	0.0–9.0	2.0	6.5	7.4	0.56 ± 0.45	0.0–1.8	85.0	0
Vitamin E (mg α-TE)	12	10	430	35	40.7 ± 49.6	3.6–200.0	16.9	124.9	176.1	1.58 ± 3.75	0.3–17.6	23.0	0
Vitamin B ₁ (mg)	1.3	1	–	40	7.2 ± 16.0	0.0–75.1	0.6	42.2	50.0	5.75 ± 12.41	0.0–57.7	58.0	0
Vitamin B ₂ (mg)	1.7	1.2	–	40	5.8 ± 15.6	0.0–85.0	0.7	22.0	50.0	3.55 ± 9.19	0.0–50.0	63.0	0
Vitamin B ₆ (mg)	1.5	1.4	90	40	13.5 ± 30.7	0.0–122.8	1.0	92.1	100.0	9.07 ± 20.59	0.0–81.9	68.0	7.5
Vitamin B ₁₂ (µg)	2.7	2.4	–	18	57.1 ± 94.1	0.0–300.0	3.0	186.3	186.3	21.50 ± 37.07	0.0–111.0	28.0	0
Niacin ³⁾ (mg NE)	17	14	30	35	95.6 ± 279.1	0.0–1,000.4	6.9	976.0	1,000.0	6.02 ± 17.7	0.0–62.5	66.0	8.6
Folic acid (µg)	400	400	900 ⁴⁾	35	174.2 ± 344.2	0.0–2,000.9	50.3	383.3	500.0	0.44 ± 0.86	0.0–5.0	94.0	2.9
Vitamin C (mg)	110	100	1,600	44	182.9 ± 361.4	0.1–2,055.0	40.0	501.1	570.0	1.78 ± 3.60	0.0–20.6	66.0	2.3
Ca (mg)	900	800	2,500	41	239.8 ± 307.7	2.9–1,313.9	121.9	710.0	960.0	0.28 ± 0.36	0.0–1.6	93.0	0
Fe (mg)	15	17	45	32	4.3 ± 4.7	0.1–17.6	2.9	13.2	14.0	0.28 ± 0.31	0.0–1.2	97.0	0
Zn (mg)	10	9	30	32	5.5 ± 7.7	0.0–30.0	1.0	19.1	25.4	0.56 ± 0.78	0.0–3.0	78.0	0
P (mg)	1,000	800	3,500	5	45.9 ± 32.5	0.0–91.8	23.0	45.9	45.9	0.06 ± 0.03	0.0–0.1	100.0	0
Mg (mg)	400	340	350 ⁵⁾	29	48.1 ± 58.7	0.8–220.0	26.9	143.3	200.0	0.13 ± 0.15	0.0–0.6	100.0	0
Cu (µg)	860	860	8,000	24	0.4 ± 0.5	0.0–1.5	0.003	1.0	1.4	0.00 ± 0.00	0.0–0.0	100.0	0
I (µg)	130	130	1,900	24	31.1 ± 52.5	0.0–200.0	0.034	100.0	100.0	0.24 ± 0.40	0.0–1.5	96.0	0
Mn (mg)	4	3.5	9	29	0.8 ± 1.0	0.0–4.2	0.3	2.1	3.2	0.20 ± 0.26	0.0–1.1	97.0	0

1) Dietary Reference Intakes²³⁾ for Koreans for males and females aged 15–18 years. RNI: recommended nutrient intake. UL: tolerable upper intake level 2) Minimum–maximum values 3) nicotinic acid 4) For the intakes from supplements and fortified foods except regular diet 5) For the intakes from supplements

Table 5. Distribution of daily intakes of vitamins and minerals from the fortified foods of the subjects

Nutrient	RNI ¹⁾		UL ²⁾	N	Daily intake			Ratio of RNI			% less than RNI	% greater than UL	
	Males	Females			Mean ± SD	Range	50th%	95th%	97.5th%	Mean ± SD			Range
Vitamin A (μg RE)	850	600	2,400	13	138.4 ± 183.3	0.7-599.1 ²⁾	13.0	376.0	376.0	0.18 ± 0.22	0.0-0.7 ²⁾	100.0	0
Vitamin D (μg)	5	5	60	26	4.3 ± 4.3	0.3-15.2	2.0	12.3	14.4	0.86 ± 0.86	0.1-3.0	73.0	0
Vitamin E (mg α-TE)	12	10	430	13	1.7 ± 1.6	0.5-3.9	1.0	3.9	3.9	3.94 ± 4.99	0.0-0.4	62.0	0
Vitamin B ₁ (mg)	1.3	1	-	21	0.4 ± 0.3	0.1-1.2	0.2	0.8	0.8	0.32 ± 0.25	0.1-0.9	100.0	0
Vitamin B ₂ (mg)	1.7	1.2	-	6	0.4 ± 0.2	0.2-0.6	0.5	0.6	0.6	0.30 ± 1.65	0.1-0.5	100.0	0
Vitamin B ₆ (mg)	1.5	1.4	90	7	0.4 ± 0.3	0.1-0.8	0.3	0.7	0.7	0.25 ± 0.17	0.1-0.6	100.0	0
Vitamin B ₁₂ (μg)	2.7	2.4	-	3	2.3 ± 1.9	0.9-3.6	0.9	0.9	0.9	0.85 ± 0.67	0.4-1.3	50.0	0
Niacin ³⁾ (mg NE)	17	14	30	14	2.7 ± 4.9	0.1-19.6	1.3	5.1	5.1	0.16 ± 0.28	0.0-1.2	93.0	0
Folic acid (μg)	400	400	900 ⁴⁾	16	23.8 ± 18.7	2.0-49.5	15.0	47.6	47.6	0.06 ± 0.04	0.0-0.1	100.0	0
Vitamin C (mg)	110	100	1,600	23	235.1 ± 322.0	5.0-997.7	2.0	12.3	14.4	2.26 ± 3.12	0.0-9.3	57.0	0
Ca (mg)	900	800	2,500	38	300.0 ± 345.9	3.0-1,744.6	193.0	614.0	1,152.0	0.35 ± 0.39	0.0-2.1	95.0	0
Fe (mg)	15	17	45	25	3.9 ± 4.4	0.2-18.0	2.4	9.8	13.2	0.25 ± 0.28	0.0-1.2	96.0	0
Zn (mg)	10	9	30	15	1.7 ± 1.9	0.1-6.9	0.8	5.6	5.6	0.17 ± 0.18	0.0-0.7	100.0	0
P (mg)	1,000	800	3,500	9	20.2 ± 9.4	14.0-45.0	18.0	18.0	18.0	0.02 ± 0.00	0.0-0.1	100.0	0

1) Dietary Reference Intakes for Koreans²³⁾ for males and females aged 15-18 years. RNI: recommended nutrient intake. UL: tolerable upper intake level 2) Minimum~maximum values 3) nicotinamide 4) For the intakes from supplements and fortified foods except regular diet

배)와 비타민 C (2.26배)이었다. 1일 최대섭취량 (97.5 백분위수)의 RNI에 대한 비율은 비타민 D와 칼슘이 각각 2.9배와 1.3배로 RNI보다 높았으나, 나머지 영양소들은 이 비율이 0~0.8배 수준이어서 강화식품 섭취만으로는 RNI를 충족시키지 못했다. 또한 강화식품을 통한 비타민과 무기질 섭취량이 UL 이상인 대상자는 없었다.

각 급원에 의한 비타민과 무기질 총섭취량, 총최대섭취량 및 평가

조사대상자의 1일 비타민과 무기질 총섭취량은 식사, VMS-NPD, VMS-HFF 및 강화식품을 통해 각각 섭취한 비타민과 무기질 섭취량을 합해서 구하였다. 영양소별로 1일 총최대섭취량 (97.5 백분위수)을 보면 비타민 A는 2,801.9 μg RE/d로 RNI의 3.3배, 비타민 D는 19.9 μg/d로 RNI의 4.0배, 비타민 E는 259.9 mg α-TE/d로 RNI의 26.0배이었다 (Table 6). 또한 이 비율이 비타민 B₁는 56.5배, 비타민 B₂는 35.0배, 비타민 B₆는 25.1배, 비타민 B₁₂는 11.5배, 니코틴산은 69.7배, 비타민 C는 28.7배이었다. 그리고 엽산은 식사를 제외한 VMS-NPD, VMS-HFF, 강화식품으로 섭취한 1일 총최대섭취량이 RNI의 1.8배이어서, 전반적으로 비타민의 1일 총최대섭취량이 높게 나타났다. 무기질의 경우 칼슘의 1일 총최대섭취량은 3,310.0 mg/d로 RNI의 4.1배, 철은 63.2 mg/d로 4.2배, 아연은 45.0 mg/d로 4.5배, 인은 2,137.3 mg/d로 2.1배이었다.

1일 비타민과 무기질 총최대섭취량을 UL과 비교해보면, 비타민 A는 UL의 116.7%, 비타민 D는 33.2%, 비타민 E는 60.4%, 비타민 B₆는 41.9%, 니코틴산은 3,253.3%, 엽산 (식사를 제외한 VMS-NPD, VMS-HFF, 강화식품으로 섭취한 총최대섭취량임) 81.5%, 비타민 C는 197.2%로서, 영양소별로 UL의 33.2~3,253.3% 수준이었다. 무기질의 경우 칼슘은 이 값이 132.4%, 인은 61.1%, 철은 140.4%, 아연은 150.0% 수준이었다.

비타민 A의 1일 총섭취량 범위는 542.7~3,345.0 μg RE/d로 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 16.7%이었으며, UL보다 높게 섭취한 대상자 비율은 13.3%이었다 (Fig. 1). 비타민 E의 1일 총섭취량 범위는 8.3~929.2 mg α-TE/d로 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 10%이었으며, UL보다 높게 섭취한 대상자 비율은 1.7%이었다. 비타민 B₆의 1일 총섭취량 범위는 1.5~111.1 mg/d로 RNI보다 적게 섭취한 대상자는 한 명도 없었으며, UL보다 높게 섭취한 대상자 비율은 1.7%이었다. 니코틴산 형태로 섭취한 니아신의 1일 총섭취량 범위는 0~1,001.4 mg NE/d이었으며 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 26.7%이었고, UL보다 많이 섭취한 대상자 비율은 33.3%이었다. 엽산의 식사를 제외한 VMS-NPD, VMS-HFF,

Table 6. Distribution of daily total intakes of vitamins and minerals from the regular diet, vitamin · mineral supplements for non-prescription drug (VMS-NPD), vitamin · mineral supplements for health functional foods (VMS-HFF), and fortified foods of the subjects

Nutrient	RNI ¹⁾		Daily intake					Ratio of RNI		% less than RNI	Range for ratio of UL	% greater than UL		
	Males	Females	Mean ± SD	Range	50th%	95th%	97.5th%	Mean ± SD	Range					
Vitamin A (µg RE)	850	600	2,400	2,400	1,294.7 ± 694.0	542.7–3,345.0 ²⁾	1,017.0	2,660.9	2,801.9	1.80 ± 0.89	0.6–4.4 ²⁾	16.7	0.2–1.4	13.3
Vitamin D (µg)	5	5	60	60	6.2 ± 7.8	0.0–40.0	2.9	19.4	19.9	1.20 ± 1.53	0.0–8.0	40.9	0.0–0.7	0.0
Vitamin E (mg α-TE)	12	10	430	430	75.1 ± 127.8	8.3–929.2	40.5	231.2	259.9	6.65 ± 10.80	0.7–77.4	10.0	0.0–2.1	1.7
Vitamin B ₁ (mg)	1.3	1	–	–	19.5 ± 23.4	1.0–93.2	7.4	62.1	73.4	17.12 ± 20.17	0.8–71.7	1.7	–	–
Vitamin B ₂ (mg)	1.7	1.2	–	–	11.9 ± 15.0	0.7–91.1	5.7	31.6	41.9	7.82 ± 9.76	0.5–53.6	6.7	–	–
Vitamin B ₆ (mg)	1.5	1.4	90	90	12.2 ± 15.9	1.5–111.1	7.3	30.6	37.7	8.33 ± 10.62	1.0–74.1	0.0	0.0–1.2	1.7
Vitamin B ₁₂ (µg)	2.7	2.4	–	–	13.6 ± 40.5	0.0–309.0	5.0	30.0	31.0	5.16 ± 14.99	0.0–114.4	14.2	–	–
Niacin (mg NE)	17	14	Nicotinic acid 30	Nicotinic acid 30	21.6 ± 6.1	0.0–1,001.4	19.4	222.2	976.0	5.60 ± 14.40	0.0–61.3	26.7	Nicotinic acid 0.0–33.4	33.3
Folic acid (µg)	400	400	900 ³⁾	900 ³⁾	124.7 ± 346.3 ⁴⁾	0.0–2,400.9	3.5	545.9	733.5	0.31 ± 0.87	0.0–6.0	85.0	0.0–2.7	2.5
Vitamin C (mg)	110	100	1,600	1,600	377.0 ± 368.7 ⁵⁾	142.4–2,732.4	266.9	778.6	1,004.5	0.94 ± 0.92	0.4–6.8	78.3	–	–
Ca (mg)	900	800	2,500	2,500	1,233.5 ± 976.5	81.4–4,196.7	894.4	3,114.5	3,155.0	11.82 ± 9.51	0.7–41.9	3.3	0.1–2.6	26.6
Fe (mg)	15	17	45	45	25.7 ± 15.5	9.7–66.4	18.8	63.0	63.2	1.63 ± 1.02	0.6–4.4	31.7	0.2–1.5	13.3
Zn (mg)	10	9	30	30	17.0 ± 11.6	4.3–56.6	11.9	44.6	45.0	1.84 ± 1.24	0.5–6.3	18.3	0.1–1.9	11.7
P (mg)	1,000	800	3,500	3,500	1,196.7 ± 335.0	656.9–2,228.4	1,110.6	1,812.7	2,137.3	1.34 ± 0.36	0.8–2.3	11.6	0.2–0.6	0.0

1) Dietary Reference intakes for Koreans²³⁾ for males and females aged 15-18 years. RNI: recommended nutrient intake, UL: tolerable upper intake level 2) Minimum-maximum values 3) For the intakes from supplements and fortified foods except regular diet 4) Daily total intake of folic acid from VMS-NPD, VMS-HFF, and fortified foods except regular diet 5) Daily total intake of folic acid from regular diet, VMS-NPD, VMS-HFF, and fortified foods

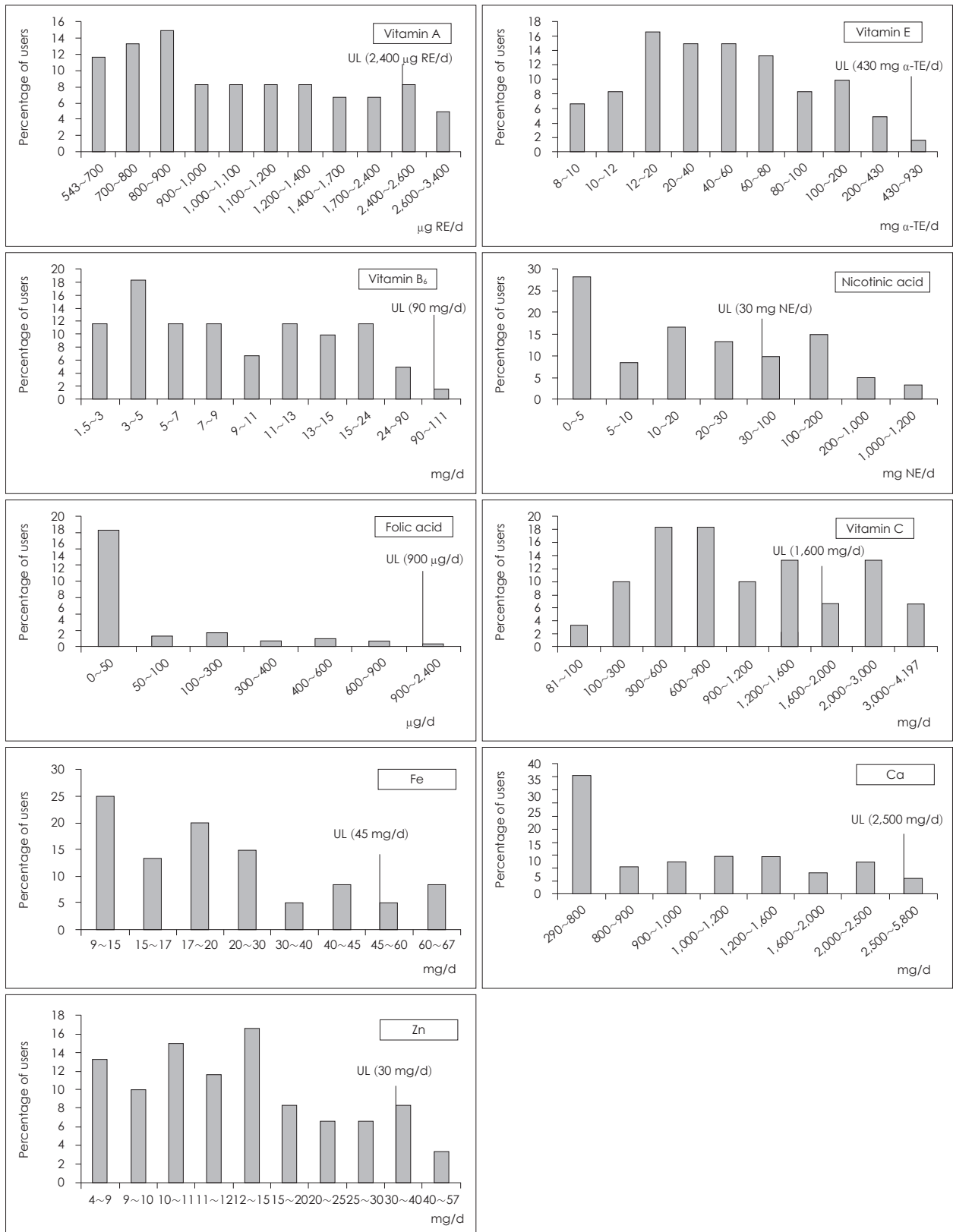


Fig. 1. Distribution of daily total intakes of vitamin and mineral from various sources including regular diet, vitamin · mineral supplements for non-prescription drug, vitamin · mineral supplements for health functional foods, and fortified foods of the subjects. UL: tolerable upper intake level.²³⁾

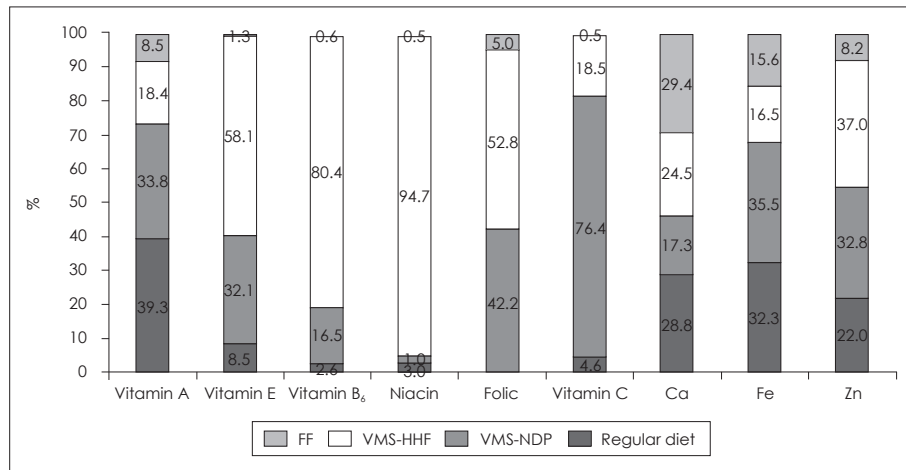


Fig. 2. Percentage of each source of daily total maximum intakes (97.5th percentile) of vitamins and minerals from regular diet, vitamin · mineral supplements for non-prescription drug (VMS-NPD), vitamin · mineral supplements for health functional foods (VMS-HFF), and fortified foods (FF) of the subjects. Folic acid was expressed by the ratio of intake from VMS-NPD, VMS-HFF, and fortified foods except regular diet.

강화식품으로부터 섭취한 1일 총섭취량 범위는 0~2,400.9 $\mu\text{g}/\text{d}$ 으로 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 85.0%로 대부분의 대상자에게서 엽산 섭취가 낮았으나, 반면에 엽산을 UL보다 많이 섭취한 대상자 비율도 2.5%이었다. 비타민 C의 1일 총섭취량 범위는 81.4~4,196.7 mg/d 으로 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 3.3%이었으며, UL보다 높게 섭취한 대상자 비율은 26.6%이었다. 칼슘의 1일 총섭취량 범위는 297.6~5,799.0 mg/d 으로 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 41.7%이었으며, UL보다 많이 섭취한 대상자 비율은 5.0%로 나타났다. 철의 1일 총섭취량 범위는 9.7~66.4 mg/d 으로 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 31.7%이었으며, UL보다 많이 섭취한 대상자 비율은 13.3%로 나타났다. 아연의 1일 총섭취량 범위는 4.3~56.6 mg/d 으로 RNI보다 적게 섭취한 대상자 비율은 18.3%이었으며, UL보다 많이 섭취한 대상자 비율은 11.7%로 나타났다. 따라서 1일 총섭취량이 UL 이상인 대상자가 있는 영양소는 니코틴산이 33.3%로 가장 높았으며, 그 다음으로 비타민 C (26.6%) > 비타민 A (13.3%), 철 (13.3%) > 아연 (11.7%) > 칼슘 (5.0%) > 비타민 E (1.7%), 비타민 B₆ (1.7%)의 순이었다. 그리고 엽산은 식사로부터 섭취할 경우는 과량 섭취해도 유해작용이 발생하지 않는 영양소이어서 VMS-NPD + VMS-HFF + 강화식품을 통한 총섭취량만을 가지고 볼 때 UL을 초과한 대상자 비율이 2.5%이었다.

급원별 1일 비타민과 무기질 총최대섭취량에 대한 비율을 살펴보면, Fig. 2와 같이 식사에 의한 비율은 비타민 A (39.3%), 철 (32.3%), 칼슘 (28.8%)에서 가장 높았다. VMS-NPD에 의한 비율은 비타민 C (76.4%), 엽산 (42.2%), 철 (35.5%), 비타민 A (33.8%), 아연 (32.8%), 비타민 E (32.1%)에서 가장 높았다. VMS-HFF에 의한 비율은 니아신 (94.7%), 비타민 B₆ (80.4%),

비타민 E (58.1%), 엽산 (52.8%), 아연 (37.0%)에서 가장 높았다. 강화식품에 의한 비율은 칼슘 (29.4%)과 철 (15.6%)을 제외한 영양소에서 0~9% 미만 수준으로 낮았다.

고 찰

현대사회의 풍요로운 식생활 환경에서는 영양 섭취 부족으로 인한 건강 위험 발생 빈도는 낮은 반면에, 지나친 음식 섭취와 함께 영양보충제와 강화식품의 빈번한 섭취에 따른 영양 섭취 과잉으로 인한 건강 위험 발생 빈도가 높은 실정이다. 따라서 비타민과 무기질을 과잉 섭취할 때 나타나는 유해작용을 방지하기 위해서 비타민과 무기질의 총섭취량이 UL 미만이 되도록 할 것을 권장하고 있다.^{23,25,26)} UL은 인체 건강에 유해영향이 나타나지 않는 최대 영양소 섭취 수준으로 과잉 섭취 시 유해영향 발생에 관한 자료가 있는 경우에 설정이 가능하다. 한국은 2005년에 처음으로 과잉 섭취 시 유해영향이 발생하는 비타민과 무기질에 대해 처음으로 UL을 설정하였고 그 후 2010년에 개정하였다.^{17,23)} 한국 청소년에 대한 비타민과 무기질에 대한 UL 설정 방법은 그들 연령층에 대한 정확한 섭취량과 과잉증 (adverse effects)에 근거해서 정한 것이 아니라, 성인의 UL을 그대로 적용 (비타민 D, 칼슘, 마그네슘, 철, 불소)하거나 성인의 UL에 체중비를 적용하여 외삽해 (비타민 A, 비타민 E, 비타민 C, 니코틴산, 니코틴아미드, 비타민 B₆, 엽산, 아연, 구리, 망간, 요오드, 셀레늄, 몰리브덴) 설정하였다.²³⁾ 따라서 한국 청소년의 식사와 보충제를 통한 정확한 비타민, 무기질 섭취량과 문제점을 파악해 보다 과학적인 근거에 입각해 UL을 설정할 필요가 있다.

미국의 NHANES 자료 (1999~2000, 2003~2006)에 의하

면 미국인 (나이 \geq 1세)의 약 50%가 식사보충제를 섭취했고,^{1,27)} 35%는 종합비타민제와 무기질제를 정기적으로 섭취한 것으로 나타났다.²⁷⁾ 어린이는 전체 연령과 비슷한 식사보충제 섭취율을 보이는 반면, 청소년의 경우는 이보다 낮았다.²⁷⁾ 미국 청소년 423명을 대상으로 한 연구에서 1/3의 청소년이 보충제를 섭취했는데, 이중 65.5%가 종합비타민제를 섭취했으며, 보충제 섭취자의 1/3만이 개별 비타민제 또는 개별 무기질제를 섭취했다.²⁸⁾ 미국에서 가장 많이 섭취하는 식사보충제가 종합비타민제임은 다른 연구에서도 보고되었다.²⁹⁾ 이들 제품의 대부분은 권장섭취량 (또는 충분섭취량)에 적합하게 영양소를 함유하고 있지만, 상당수는 이보다 상당히 많은 양을 함유하고 있기도 한다. 이들 제품들은 대개 1일 보충량에 맞게 제조되어 있는데 어떤 사람들은 이런 보충제를 여러 가지 함께 섭취하기도 한다.²⁹⁾ 본 연구에서도 비타민·무기질 보충제 섭취자들에서 중복 섭취율이 높게 나타났다.

1일 비타민과 무기질 총섭취량에 대한 자료는 국내외에서 매우 부족한 실정이나 일부 보고에 따르면 보충제 섭취군에서 비타민과 무기질을 UL 이상으로 섭취하는 사례가 조사되었다. 미국 2003~2006 NHANES 자료에 의하면 모든 급원을 통한 총섭취량 (자연식품, 강화식품 및 식사보충제로 섭취한 총섭취량)이 UL 이상인 영양소는 니아신과 아연으로서 각각 10.3%와 8.4%의 사람들이 UL 이상으로 섭취했다. 한편 강화식품과 또는 보충제를 섭취하지 않는 미국인 중 상당수는 미량영양소를 영양섭취기준에 도달하지 못하게 섭취하고 있었다.³⁰⁾ 미국 유아와 학령전기 아동 대상으로 한 연구에서도 합성된 엽산, 비타민 A 전구체, 아연을 UL 이상 섭취한 비율이 높았다.³¹⁾ 하와이-로스엔젤레스 다인종 코호트연구 (Hawaii-Los Angeles Multiethnic Cohort Study)에서 만성질환이 없는 남자와 여자 각각 48%와 56%가 지난 해에 적어도 매주 종합비타민제를 섭취한 것으로 보고되었다.⁹⁾ 이 연구에서, 종합비타민·무기질 보충제와 또는 허브 또는 식물성 성분 (botanic components)까지 함께 먹는 경우, 45~75세 성인의 영양소 섭취 적합 비율이 유의적으로 증가하였다. 특히 비타민 A, 비타민 E, 아연 섭취량이 유의적으로 개선되었다. 그리고 보충제 섭취군에서 과잉 섭취할 가능성이 있는 영양소는 비타민 A, 철, 아연에서 10~15%이었으며, 그 외 니아신과 엽산도 과잉 섭취할 가능성이 높아졌다. 한국 중년을 대상으로 한 연구에서 식사, 강화식품 및 건강기능식품 비타민·무기질 보충제를 통한 비타민과 무기질 총섭취량을 조사한 결과, 비타민 B₆, 비타민 C, 칼슘, 철, 아연이 UL을 초과했다.⁴⁾ 이런 결과들로 보면 나라마다, 또 같은 나라에서도 조사대상자의 연령에 따라 보충제 섭취율도, UL 이상을 초과해 섭취하는 영양소의 종류도 다르지만, 식사보충제와 강화식품 등을 섭취하는 경우 대

체로 비타민 중에서는 니아신과 비타민 A가, 무기질 중에서는 아연과 철이 UL 이상으로 초과 섭취될 가능성이 가장 큰 것으로 보인다.

본 연구에서 식사를 통한 1일 평균 비타민과 무기질의 섭취량은 비타민 B₂, 엽산, 비타민 C, 칼슘, 철이 RNI보다 낮았으며, 나머지 영양소는 RNI를 충족시켰다 (Table 2). 식사만으로도 UL 이상 섭취한 대상자가 있는 영양소는 비타민 A와 니아신으로서, 각각 전체 대상자의 1.7%와 5.0%로 소수이기는 하나 일부 대상자는 식사만으로도 UL 이상을 섭취하고 있었다. 이것은 한국의 제3기 국민건강영양조사 결과와는 다소 차이가 있다. 제3기 국민건강영양조사에서 한국 청소년의 1일 평균 식사를 통한 미량영양소 섭취량이 평균필요량 (estimated average requirement, EAR) 미만에 해당되는 비율은 칼슘 81.2%, 철 55.0%, 비타민 A 43.5%, 니아신 29.8%이었으며, 또한 1일 평균 식이를 통한 미량영양소 섭취량이 UL 이상에 해당되는 비율은 칼슘 0.1%, 철 0.9%, 비타민 A 1.3%, 니아신 8.9%이었다.³²⁾ 본 연구에서 VMS-NPD를 통한 섭취량이 많은 영양소는 비타민 E, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 C, 철, 망간으로서 각각 RNI의 5.51배, 19.64배, 5.38배, 6.59배, 1.52배, 3.56배에 달했다 (Table 3). VMS-NPD 섭취만으로도 UL 이상을 섭취하는 사람이 있는 영양소는 비타민 C (9.1%)와 철 (5.6%)이었다. VMS-HFF를 통한 섭취량이 많은 영양소는 비타민 E, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₆, 비타민 B₁₂, 니아신, 비타민 C으로서 각각 RNI의 1.58배, 5.75배, 3.55배, 9.07배, 21.50배, 6.02배, 1.78배였다 (Table 4). VMS-HFF 섭취만으로 UL 이상을 섭취한 영양소는 니아신 (8.6%), 비타민 B₆ (7.5%), 엽산 (2.9%), 비타민 C (2.3%) 등이었다. 강화식품을 통해 RNI 이상을 섭취한 영양소는 비타민 E (3.94배)와 비타민 C (2.26배)였다 (Table 5). 강화식품을 통한 비타민과 무기질 섭취량이 UL 이상인 경우는 없었다. 식사, 비타민·무기질보충제 및 강화식품을 통한 1일 총최대섭취량이 UL을 초과한 영양소는 비타민 A, 비타민 E, 비타민 B₆, 니아신, 비타민 C, 칼슘, 철, 아연이었다 (Table 6). 그리고 엽산은 식사로 과량 섭취해도 유해작용이 발생하지 않는 영양소여서 비타민·무기질 보충제와 강화식품을 통한 1일 총최대섭취량만을 가지고 볼 때 UL을 초과하였다. 이 중 니아신 (니코틴산)과 비타민 C는 각각 조사대상자의 33.3%와 26.6%가 UL을 초과하였으며, 비타민 A, 철, 아연, 칼슘, 엽산, 비타민 E, 비타민 B₆는 각각 13.3%, 13.3%, 11.7%, 5.0%, 2.5%, 1.7%, 1.7%의 대상자가 UL을 초과 섭취하였다. 이런 결과로 볼 때 본 연구의 조사대상자는 식사만으로도 비타민 B₂, 엽산, 비타민 C, 칼슘, 철을 제외한 영양소를 충분히 섭취하고 있었다. 비타민·무기질 보충제 중에서 일반의약품보다는 건강기능식

품을 통해 과잉 섭취하는 영양소가 많았다. 강화식품을 통해서 UL 이상 섭취하는 영양소가 없는 것으로 보아 비타민·무기질 보충제 자체가 비타민과 무기질을 과잉 섭취하게 하는 주원인임을 알 수 있었다. 또한 비타민·무기질 보충제나 강화식품을 통한 영양소 과잉섭취 수준은 낮은 편이나 이들 보충제가 2가지 이상 중복 섭취되고 또한 식사와 강화식품으로 섭취하는 양까지 합치하면 상당수의 영양소에서 그 섭취량이 UL을 초과하게 됨을 알 수 있었다.

비타민·무기질 보충제와 강화식품을 무분별하게 섭취해 비타민과 무기질의 1일 총섭취량이 UL을 초과함으로써 부작용이 우려되는 상황은 다른 연구에서도 보고되었다.^{5,27)} 한편으로는 보충제를 섭취하는 청소년은 보충제 비섭취 청소년보다 식사를 통한 대부분의 미량영양소 평균섭취량은 높았고, 총지방과 포화지방의 섭취량은 낮아서 더 건강한 식사를 하고 있는 것으로 조사되었다.^{27,28)} 따라서 영양섭취의 안전을 지키기 위해 1일 비타민과 무기질 총섭취량을 지속적으로 모니터링해 위해도 평가를 실시하고 이 자료를 영양소별 UL을 설정하는 데에 반영할 필요가 있다. 또한 종합비타민·무기질제는 앞으로 부적절하게 섭취하는 비율을 낮추고 과잉섭취 위험을 낮추도록 제조기준을 더 합목적으로 조정할 필요가 있다.⁵⁾ 네덜란드에서는 권장섭취량과 상한섭취량 사이의 간격이 좁고, 이들 영양소의 영양학적 필요성에 대한 근거가 부족하다는 이유로 비타민 A, 비타민 D, 엽산, 셀레늄, 구리, 아연 등 6가지 영양소를 식품에 강화하는 것을 금지하였다가 2004년 유럽 법정 (European Court of Justice)에서 유럽국가가 자유무역 원칙에 위배된다는 판결을 받기도 했다. 강화식품의 경우 식품에 어떤 영양소를 얼마나 강화하는 것이 안전한지에 대해서는 여전히 논란 중이다.³⁴⁾

이상의 연구 결과로 볼 때, 일부 한국 청소년에서 식사, VMS-NPD, VMS-HFF, 강화식품을 통한 1일 비타민과 무기질의 총섭취량이 UL 이상에 해당하는 영양소는 니코틴산을 비롯해 비타민 C, 비타민 A, 철, 아연, 칼슘, 비타민 E, 비타민 B₆, 엽산 (식사로 인한 섭취량 제외)으로서, 다양한 비타민과 무기질이 해당되었다. 본 연구 결과는 일상식사에서 충분한 비타민과 무기질을 섭취함에도 불구하고 과량의 보충제와 강화식품을 섭취하는 청소년의 경우 건강에 부정적 영향을 줄 가능성이 큼을 보여준다. 따라서 청소년의 건강한 식생활을 도모할 수 있는 체계적인 영양교육이 필요하다. 또한 청소년기 외에도 모든 생애주기에 걸쳐 비타민과 무기질 섭취량 평가가 이루어질 필요가 있으며, 이것은 보다 더 과학적인 기초하에 UL을 설정할 수 있는 근거로 활용될 것이다. 본 연구는 다양한 급원에 의한 비타민과 무기질 섭취량을 파악하기 위해 조사지 기입과 함께 직접 면담을 병행하면서 심층적으로

조사를 해야 하는 관계로 표본수가 적어 한국 청소년을 대표하기에는 매우 부족하고, 식수와 한약재에 의한 섭취 등 비타민과 무기질의 모든 급원을 조사하지 못한 제한점이 있다. 따라서 앞으로 표본수를 늘리고, 다른 급원도 포함시키고, 여러 계절에 걸쳐 조사해 계절 간의 차이도 분석하는 등 비타민과 무기질 최대섭취량에 대한 유용한 자료를 지속적으로 수집·제공할 필요가 있다고 하겠다.

요 약

본 연구는 전국의 1,407명의 청소년 중 일반의약품과 또는 건강기능식품 비타민·무기질 보충제를 섭취한다고 응답한 청소년 921명 중 조사지 기입과 상시 면담이 가능한 남녀 각각 30명씩 총 60명 (15~18세)을 선정해, 조사지 작성 및 직접 면담을 통해 일반의약품 및 건강기능식품 비타민·무기질 보충제, 3일간의 식사, 간식 섭취 실태를 조사함으로써 비타민과 무기질 최대섭취량을 파악하고 위해도를 평가하였다. 일상식사, 일반의약품과 건강기능식품 비타민·무기질 보충제 및 강화식품 섭취를 통한 비타민과 무기질 섭취량을 산출해 평균, 97.5 백분위수 (최대섭취량) 등을 구하고 권장섭취량 및 상한섭취량과 비교하였다. 일상식사를 통한 비타민과 무기질 섭취량은 권장섭취량의 0.3~4.4배이었다. 각각의 급원에서 상한섭취량 이상을 섭취한 대상자가 있는 영양소는 식사로는 비타민 A (1.7%)와 니아신 (5.0%), 일반의약품 비타민·무기질 보충제로는 비타민 C (9.1%)와 철 (5.6%), 건강기능식품 비타민·무기질 보충제로는 니아신 (8.6%), 비타민 B₆ (7.5%), 엽산 (2.9%), 비타민 C (2.3%)이었다. 식사, 일반의약품과 또는 건강기능식품 비타민·무기질 보충제, 강화식품을 통한 총섭취량이 상한섭취량 이상인 대상자가 가장 많은 영양소는 니코틴산 (33.3%)이었으며, 그 다음 비타민 C (26.6%) > 비타민 A (13.3%), 철 (13.3%) > 아연 (11.7%) > 칼슘 (5.0%) > 비타민 E (1.7%), 비타민 B₆ (1.7%)이었다. 이런 연구 결과로 볼 때, 한국 청소년 중 일상식사를 통해 충분한 비타민과 무기질을 섭취하는 경우 비타민·무기질 보충제와 강화식품을 섭취하면 비타민과 무기질 과잉섭취로 인한 부작용이 나타날 가능성이 클 것으로 여겨진다. 앞으로 더 큰 표본을 대상으로 정확한 섭취량 평가가 이루어져 비타민과 무기질의 상한섭취량 설정 및 바른 비타민·무기질 보충제와 강화식품 섭취에 대한 근거를 마련해야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Bailey RL, Gahche JJ, Lentino CV, Dwyer JT, Engel JS, Thomas

- PR, Betz JM, Sempos CT, Picciano MF. Dietary supplement use in the United States, 2003-2006. *J Nutr* 2011; 141(2): 261-266
- 2) Block G, Jensen CD, Norkus EP, Dalvi TB, Wong LG, McManus JF, Hudes ML. Usage patterns, health, and nutritional status of long-term multiple dietary supplement users: a cross-sectional study. *Nutr J* 2007; 6: 30
 - 3) Kim SH, Han JH, Kim WY. Health functional food use and related variables among the middle-aged in Korea. *Korean J Nutr* 2010; 43(3): 294-303
 - 4) Kim SH, Lee SH, Hwang YJ, Kim WY. Exposure assessment of vitamins and minerals from various sources of Koreans. *Korean J Nutr* 2006; 39(6): 539-548
 - 5) Murphy SP, White KK, Park SY, Sharma S. Multivitamin-multimineral supplements' effect on total nutrient intake. *Am J Clin Nutr* 2007; 85(1): 280S-284S
 - 6) Han JH, Kim SH. Behaviors of vitamin, mineral supplement usage by healthy adolescents attending general middle or high schools in Korean. *Korean J Nutr* 2000; 33(3): 332-342
 - 7) Merkel JM, Crockett SJ, Mullis R. Vitamin and mineral supplement use by women with school-age children. *J Am Diet Assoc* 1990; 90(3): 426-428
 - 8) Walter P. Towards ensuring the safety of vitamins and minerals. *Toxicol Lett* 2001; 120(1-3): 83-87
 - 9) Timbo BB, Ross MP, McCarthy PV, Lin CT. Dietary supplements in a national survey: prevalence of use and reports of adverse events. *J Am Diet Assoc* 2006; 106(12): 1966-1974
 - 10) Yang JK, Kim SH. Patterns of fortified food use among teenagers in Chungnam province and Daejeon city in Korea. *Korean J Food Cult* 2004; 19(4): 447-459
 - 11) Brown A. Chemistry of food composition. In: Brown A, editor. *Understanding Food: Principles and Preparation*. Belmont (CA): Wadsworth; 2000. p.43-46
 - 12) Han JH, Kim SH. Vitamin, mineral supplement use and related variables by Korean adolescents. *Korean J Nutr* 1999; 32(3): 268-276
 - 13) Kim SH, Keen CL. Patterns of vitamin/mineral supplement usage by adolescents attending athletic high schools in Korea. *Int J Sport Nutr* 1999; 9(4): 391-405
 - 14) Kim SH, Keen CL. Vitamin and mineral supplement use among children attending elementary schools in Korea: a survey of eating habits and dietary consequences. *Nutr Res* 2002; 22(4): 433-448
 - 15) Kim SH, Han JH, Hwang YJ, Kim WY. Use of functional foods for health by 14-18 year old students attending general junior or senior high schools in Korea. *Korean J Nutr* 2005; 38(10): 864-872
 - 16) Kim SH, Han JH, Zhu QY, Keen CL. Use of vitamins, minerals, and other dietary supplements by 17- and 18-year-old students in Korea. *J Med Food* 2003; 6(1): 27-42
 - 17) The Korean Nutrition Society. *Dietary reference intakes for Koreans*. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2005
 - 18) Yakup Newspaper. *Korean drug index*. Seoul: Yakup Newspaper; 2009
 - 19) Budarari S, O'Neil MJ, Smith A, Hecksman PE. *The Merck Index: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals*, 11th edition. Rahway (NJ): Merck & Co.; 1989
 - 20) David WH, Peter AM, Victor WR, Daryl KG. *Harper's review of biochemistry*, 30th edition. Los Altos (CA): Lange Medical Publications; 1995
 - 21) Korea Food and Drug Administration. *Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals in functional foods for health (II)*. Seoul: Korea Food and Drug Administration; 2005
 - 22) National Rural Living Science Institute (KR). *Food composition*. Suwon: National Rural Living Science Institute; 2001
 - 23) The Korean Nutrition Society. *Dietary reference intakes for Koreans*. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010
 - 24) Expert Group on Vitamins and Minerals (UK). *Safe upper levels for vitamins and minerals*. London: Food Standard Agency; 2003. p.52-61
 - 25) Institute of Medicine (US). *Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids*. Washington, D.C.: National Academy Press; 2000
 - 26) Institute of Medicine (US). *Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin D, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc*. Washington, D.C.: National Academy Press; 2001
 - 27) Rock CL. Multivitamin-multimineral supplements: who uses them? *Am J Clin Nutr* 2007; 85(1): 277S-279S
 - 28) Stang J, Story MT, Harnack L, Neumark-Sztainer D. Relationships between vitamin and mineral supplement use, dietary intake, and dietary adequacy among adolescents. *J Am Diet Assoc* 2000; 100(8): 905-910
 - 29) Radimer K, Bindewald B, Hughes J, Ervin B, Swanson C, Picciano MF. Dietary supplement use by US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2000. *Am J Epidemiol* 2004; 160(4): 339-349
 - 30) Fulgoni VL 3rd, Keast DR, Bailey RL, Dwyer J. Foods, fortificants, and supplements: Where do Americans get their nutrients? *J Nutr* 2011; 141(10): 1847-1854
 - 31) Butte NF, Fox MK, Briefel RR, Siega-Riz AM, Dwyer JT, Deming DM, Reidy KC. Nutrient intakes of US infants, toddlers, and preschoolers meet or exceed dietary reference intakes. *J Am Diet Assoc* 2010; 110(12 Suppl): S27-S37
 - 32) Korea Centers for Disease Control and Prevention; Korea Health Industry Development Institute. *In-Depth Analysis on the 3rd (2005) Korea Health and Nutrition Examination Survey -Nutrition Survey-*. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2007. p.341-343
 - 33) Kloosterman J, Fransen HP, de Stoppelaar J, Verhagen H, Rompelberg C. Safe addition of vitamins and minerals to foods: setting maximum levels for fortification in the Netherlands. *Eur J Nutr* 2007; 46(4): 220-229
 - 34) Verkaik-Kloosterman J, McCann MT, Hoekstra J, Verhagen Vitamins and minerals: issues associated with too low and too high population intakes. *Food Nutr Res* 2012; 56: 5728