

발 간 등 록 번 호

11-1352000-001546-14

2015 한국인 영양소 섭취기준

Dietary Reference Intakes For Koreans 2015

(요약본)



식품구성자전거

다양한 식품을 매일 필요한 만큼 섭취하여
균형 잡힌 식사를 유지하며, 규칙적인 운동으로
건강을 지켜 나갈 수 있다는 것을
표현하고 있습니다.



(자료출처 : 보건복지부 · 한국영양학회, 2015 한국인 영양소 섭취기준)

2015 한국인 영양소 섭취기준 제정위원 명단

제정위원회

총괄

총괄책임자 정효지 (서울대학교 보건학과)

연령 및 체위/활용

분과위원장 손정민 (원광대학교 식품영양학과)

위원 연령 및 체위 손정민 (원광대학교 식품영양학과)

권상희 (질병관리본부 건강영양조사과)

박미정 (상계백병원 소아청소년과)

김광일 (분당서울대학교병원 내과)

활용 김혜진 (가톨릭대학교 여의도성모병원 영양팀)

노민영 (가톨릭대학교 서울성모병원 영양팀)

박소희 (연세대학교 보건통계학과)

손정민 (원광대학교 식품영양학과)

이정은 (숙명여자대학교 식품영양학과)

황지윤 (상명대학교 교육대학원 영양교육전공)

에너지와 다량영양소

분과위원장 권오란 (이화여자대학교 식품영양학과)

위원 에너지 김은경 (강릉원주대학교 식품영양학과)

김오연 (동아대학교 식품영양학과)

박종훈 (고려대학교 체육교육과)

탄수화물 김우경 (단국대학교 식품영양학과)

임정현 (서울대학교병원 급식영양과)

단백질 백인경 (국민대학교 식품영양학과)

박윤정 (이화여자대학교 식품영양학과)

당류 정혜경 (호서대학교 식품영양학과)

송윤주 (가톨릭대학교 식품영양학과)

강재현 (인제대학교 서울백병원 가정의학과)

이행신 (한국보건산업진흥원 영양관리서비스팀)

지질 박용순 (한양대학교 식품영양학과)

김용재 (이화여자대학교 목동병원 신경과)

아미노산 차연수 (전북대학교 식품영양학과)

고광석 (이화여자대학교 식품영양학과)

식이섬유 김지연 (서울과학기술대학교 식품공학과)

이행신 (한국보건산업진흥원 영양관리서비스팀)

수분 김선호 (공주대학교 기술가정교육과)

최상범 (중원대학교 골프학과)

이재현 (대한건강운동관리사협회)

비타민

분과위원장 조윤옥 (덕성여자대학교 식품영양학과)

위원 비타민 A 서정숙 (영남대학교 식품영양학과)

김유리 (이화여자대학교 식품영양학과)

비타민 D 김정현 (배재대학교 가정교육과)

조희경 (서울대학교 의학과)

비타민 E 박은주 (경남대학교 식품영양학과)

염경진 (건국대학교 식품생명과학부)

비타민 K 임현정 (경희대학교 의학영양학과)

박 경 (영남대학교 식품영양학과)

비타민 C 박선민 (호서대학교 식품영양학과)

윤군애 (동의대학교 식품영양학과)

티아민 김숙배 (전북대학교 식품영양학과)

김미현 (한국교통대학교 식품영양학과)

리보플라빈 김지명 (신한대학교 식품조리과학부)

김기남 (대전대학교 식품영양학과)

니아신 김정인 (인제대학교 식품생명과학부)

임정은 (창원대학교 식품영양학과)

비타민 B₆ 조윤옥 (덕성여자대학교 식품영양학과)

최은영 (경북전문대학교 식품영양조리과)

엽산 현대선 (충북대학교 식품영양학과)

홍순철 (고려대학교 산부인과학교실)

비타민 B₁₂ 광충실 (서울대학교 노화고령사회연구소)

심재은 (대전대학교 식품영양학과)

판토텐산 정영진 (충남대학교 식품영양학과)

김영남 (한국교원대학교 가정교육과)

비오틴 권영혜 (서울대학교 식품영양학과)

무기질

분과위원장 이선영 (충남대학교 식품영양학과)

위원 칼슘 최미자 (계명대학교 식품영양학과)

부소영 (대구대학교 식품영양학과)

인 이선영 (충남대학교 식품영양학과)

나트륨/염소 이연경 (경북대학교 식품영양학과)

구호석 (인제대학교 서울백병원 신장내과)

칼륨 이심열 (동국대학교 가정교육과)

이선영 (충남대학교 식품영양학과)

마그네슘 최미경 (공주대학교 식품과학부)

배윤정 (신한대학교 식품조리과학부)

철 유경희 (울산과학기술대학교 식품영양과)

김혜영A (용인대학교 식품영양학과)

요오드 박유경 (경희대학교 의학영양학과)

이승미 (강남세브란스병원 영양팀)

장형석 (연세대학교 의과대학 갑상선내분비외과)

아연 권인숙 (안동대학교 식품영양학과)

김지혜 (경희대학교 의학영양학과)

불소 이현숙 (동서대학교 식품영양학과)

정세환 (강릉원주대학교 치의학과)

셀레늄 이옥희 (용인대학교 식품영양학과)

최경숙 (대진대학교 식품영양학과)

망간 장문정 (국민대학교 식품영양학과)

김은정 (대구가톨릭대학교 식품영양학과)

구리 배윤정 (신한대학교 식품조리과학부)

이흥미 (대진대학교 식품영양학과)

몰리브덴 강주희 (수원여자대학교 식품영양과)

크롬 이선영 (충남대학교 식품영양학과)

영아

분과위원장 장남수 (이화여자대학교 식품영양학과)

위원 오세영 (경희대학교 식품영양학과)

검토위원회

위원 민혜선 (한남대학교 식품영양학과)

문현경 (단국대학교 식품영양학과)

강명희 (한남대학교 식품영양학과)

이상선 (한양대학교 식품영양학과)

양은주 (호남대학교 식품영양학과)

발간사

우리는 매일 식사를 통해 식품에 존재하는 영양소를 섭취하며, 이는 우리의 몸을 이루는 구성 성분이 됩니다. 식생활이 다양해짐에 따라 식생활과 관련한 건강 문제도 복잡해졌으며, 암, 당뇨병과 같은 여러 만성질환과 식생활과의 관련성이 과학적으로 밝혀지면서 식생활에 대한 관심과 중요성도 높아졌습니다.

균형 잡힌 식생활은 건강 증진을 위한 필수 요인 중 하나입니다. 그리고 영양소 섭취기준은 최적의 건강상태 유지와 질환 예방을 위한 영양소별 섭취 수준으로, 균형 잡힌 식생활을 실천하기 위한 기본 자료입니다. 식사 계획 수립과 평가에 성별, 연령대별 영양소 섭취기준을 활용하여 식생활을 올바르게 관리할 수 있습니다.

그동안 영양소 섭취기준 제정 사업은 1962년을 시작으로 학회 등 민간차원에서 추진해왔으나, ‘2015 한국인 영양소 섭취기준’은 「국민영양관리법」에 근거하여 국가차원에서 처음으로 제정 작업을 수행한 데에 큰 의미가 있습니다. 앞으로도 보건복지부는 식생활과 건강과의 관련성 및 영양소 필요량에 대한 새로운 연구결과, 우리 국민의 체위 변화 등의 반영을 위해 영양소 섭취기준을 주기적으로 제·개정 해나갈 계획입니다. 또한 영양소 섭취기준이 여러 분야에서 손쉽게 활용될 수 있는 방안도 마련하겠습니다.

영양소 섭취기준 제정 작업에 참여하신 여러 위원 분들의 노력에 진심으로 감사드리며, 영양소 섭취기준을 기반으로 우리 국민의 균형 잡힌 식생활을 통한 건강 증진이 실현되길 소망합니다.

2015년 11월

보건복지부 장관

정 진 업

머리말

식생활이 풍요로워지면서 현대인들은 매일 ‘무엇을 먹을까?’ ‘얼마나 먹을까?’를 고민하게 되었습니다. 그러나 식생활은 단순히 개인의 배고픔을 해결하거나, 먹는 즐거움을 누리는 역할에 머무는 것이 아닙니다. 특정한 영양소를 지나치게 섭취하거나, 균형을 이루지 못한 식생활 때문에 건강을 훼손할 수도 있습니다. 이제 우리의 관심은 평균수명의 증가보다는 건강수명의 증가, 즉 건강을 유지하는 것입니다. 만성질환이 중요한 건강문제로 대두한 이 시대에 꼭 필요한 것은 자신의 식생활을 관리하는 것입니다.

세계 각국에서는 부적절한 식생활로 인한 질병을 예방하고 건강을 증진하기 위해 국민들이 섭취해야 할 각 영양소의 기준을 제시해 오고 있습니다. 우리나라에서도 1962년 ‘한국인 영양권장량’이 설정되었고, 2000년까지 7차례 개정되었습니다. 이후 2005년 한국영양학회는 ‘한국인 영양소 섭취기준’을 제정하고, 2010년에 개정하였습니다. 영양소 섭취기준은 영양소 결핍을 예방하기 위한 평균필요량 및 권장섭취량과 과잉섭취로 인한 문제를 예방하기 위한 상한섭취량이 포함되어 있습니다. 여러 전문가들의 노력으로 이룬 성과입니다.

이미 암, 심뇌혈관질환, 당뇨병 등의 만성질환이 주요 국민건강의 현안이 되었습니다. 이러한 질병을 관리하고 건강을 유지하는 것의 기본은 건강한 식생활을 유지하는 것입니다. 2010년 국민영양관리법이 제정되어 식생활 관리를 위한 기틀이 마련되었고, 보건복지부가 영양소 섭취기준 제정 업무를 담당하게 되었습니다. 보건복지부는 그동안 한국인 영양소 섭취기준을 제정해 왔던 한국영양학회에 ‘2015 한국인 영양소 섭취기준’ 제정 사업을 위탁하였습니다.

세계의 과학자들은 우리 몸에 필요한 영양소의 종류와 필요량에 대한 연구에 매진하고 있습니다. 한국영양학회는 관련분야의 최고 전문가들을 모시고 현재까지 밝혀진 과학적 근거들을 반영하여 총 36종의 영양소에 대해 ‘2015 한국인 영양소 섭취기준’을 제정하였습니다. 특히 ‘2015 한국인 영양소 섭취기준’의 활용도를 높이기 위해 식품구성자전거와 식사구성안을 이용한 다양한 활용 도구를 개발하여 제시하고 있습니다.

영양소 섭취기준을 제정하는 과정에는 참으로 많은 노력이 필요합니다. 국제적으로 발표된 모든 과학적 근거를 검토해야 하고, 우리나라 국민의 식생활 및 건강상태의 변화를 반영해야 하며, 영양소 섭취기준을 활용하는 일반인, 전문가, 산업체, 그리고 정부기관의 요구를 반영해야 하기 때문입니다. 이를 위해 5개의 분과, 즉 에너지와 다량영양소 분과(위원장 이화여대 권오란 교수), 무기질 분과(위원장 충남대 이선영 교수), 비타민 분과(위원장 덕성여대 조윤옥 교수), 체위 및 연령/활용분과(위원장 원광대 손정민 교수), 영아분과(위원장 이화여대 장남수 교수)를 설치하였습니다. 우리나라 최고의 전문가 약 80여명

으로 실무위원회를 구성하였고, 영양소 섭취기준 제정 경험이 풍부한 전문가들을 모시고 검토위원회를 구성하여, 제정업무를 진행했습니다. 영양소 섭취기준의 활용성과 가치를 공감하고 열정적으로 참여하신 실무위원과 검토위원들의 헌신으로 ‘2015 한국인 영양소 섭취기준’이 제정되었습니다. 제정에 참여하신 모든 분들께 깊이 감사드립니다. 각종 어려움에도 불구하고 제정 과정에 지원을 아끼지 않으신 보건복지부 관계자 여러분들께도 감사 드립니다.

‘2015 한국인 영양소 섭취기준’은 국가기관인 보건복지부에서 처음으로 제정하여 발표한다는 점에서 의의가 큼니다. 영양소 섭취기준은 개인과 집단의 식생활을 계획하고 평가하는데 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 가공식품의 표시기준, 각종 급식기준, 그리고 건강증진을 위한 식생활 정책 및 사업에 활용할 수 있습니다. ‘2015 한국인 영양소 섭취기준’이 우리 국민의 식생활 개선과 건강증진에 크게 기여할 것으로 기대합니다.

2015년 11월

2015년 영양소 섭취기준 제정 지원사업 연구책임자
한국영양학회 영양소 섭취기준 특별위원회 위원장

정 효 지

Contents

발간사	i
머리말	ii
2015 한국인 영양소 섭취기준 요약표	vi

제1장 2015 한국인 영양소 섭취기준 제정 과정 2

제2장 에너지와 다량영양소

2-1. 에너지	4
2-2. 탄수화물	6
2-3. 당류	8
2-4. 지질	10
2-5. 단백질	12
2-6. 아미노산	14
2-7. 식이섬유	17
2-8. 수분	19

제3장 지용성 비타민

3-1. 비타민 A	21
3-2. 비타민 D	23
3-3. 비타민 E	25
3-4. 비타민 K	27

제4장 수용성 비타민

4-1. 비타민 C	29
4-2. 티아민	31
4-3. 리보플라빈	33
4-4. 니아신	35
4-5. 비타민 B ₆	37
4-6. 엽산	39



4-7. 비타민 B ₁₂	41
4-8. 판토텐산	43
4-9. 비오틴	45

제5장 ▶ 다량 무기질

5-1. 칼슘	47
5-2. 인	49
5-3. 나트륨과 염소	51
5-4. 칼륨	53
5-5. 마그네슘	55

제6장 ▶ 미량 무기질

6-1. 철	57
6-2. 아연	59
6-3. 구리	61
6-4. 불소	63
6-5. 망간	65
6-6. 요오드	67
6-7. 셀레늄	69
6-8. 몰리브덴	71
6-9. 크롬	73

제7장 ▶ 영양소 섭취기준의 활용

75

■ 참고문헌	77
■ 부록 Summary of 2015 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs)	96

2015 한국인 영양소 섭취기준 요약표

2015 한국인 영양소 섭취기준 – 에너지적정비율

보건복지부, 2015

영양소	에너지적정비율			
	1-2세	3-18세	19세 이상	비고
탄수화물	55-65%	55-65%	55-65%	
단백질	7-20%	7-20%	7-20%	
지질				
총지방	20-35%	15-30%	15-30%	
n-6계 지방산	4-10%	4-10%	4-10%	
n-3계 지방산	1% 내외	1% 내외	1% 내외	
포화지방산	-	8% 미만	7% 미만	
트랜스지방산	-	1% 미만	1% 미만	
콜레스테롤	-	-	300 mg/일 미만	목표섭취량

2015 한국인 영양소 섭취기준 – 당류

보건복지부, 2015

총당류 섭취량을 총 에너지섭취량의 10-20%로 제한하고, 특히 식품의 조리 및 가공 시 첨가되는 첨가당은 총 에너지섭취량의 10% 이내로 섭취하도록 한다. 첨가당의 주요 급원으로는 설탕, 액상과당, 물엿, 당밀, 꿀, 시럽, 농축과일주스 등이 있다.

2015 한국인 영양소 섭취기준 – 에너지와 다량영양소

보건복지부, 2015

성별	연령	에너지(kcal/일)				탄수화물(g/일)				지방(g/일)				n-6계 지방산(g/일)			
		필요 추정량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)	550						60				25				2.0	
	6-11	700						90				25				4.5	
유아	1-2(세)	1,000															
	3-5	1,400															
남자	6-8(세)	1,700															
	9-11	2,100															
	12-14	2,500															
	15-18	2,700															
	19-29	2,600															
	30-49	2,400															
	50-64	2,200															
	65-74	2,000															
	75 이상	2,000															
여자	6-8(세)	1,500															
	9-11	1,800															
	12-14	2,000															
	15-18	2,000															
	19-29	2,100															
	30-49	1,900															
	50-64	1,800															
	65-74	1,600															
	75 이상	1,600															
임신부 ¹⁾		+0															
		+340															
		+450															
수유부		+340															

성별	연령	n-3계 지방산(g/일)				단백질(g/일)				식이섬유(g/일)				수분(mL/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			0.3				10								700	700
	6-11			0.8		10	15									500	800
유아	1-2(세)					12	15					10				800	1,100
	3-5					15	20					15				1,100	1,500
남자	6-8(세)					25	30					20				900	1,800
	9-11					35	40					20				1,000	2,100
	12-14					45	55					25				1,000	2,300
	15-18					50	65					25				1,200	2,600
	19-29					50	65					25				1,200	2,600
	30-49					50	60					25				1,200	2,500
	50-64					50	60					25				1,000	2,200
	65-74					45	55					25				1,000	2,100
	75 이상					45	55					25				1,000	2,100
여자	6-8(세)					20	25					20				900	1,700
	9-11					30	40					20				900	1,900
	12-14					40	50					20				900	2,000
	15-18					40	50					20				900	2,000
	19-29					45	55					20				1,000	2,100
	30-49					40	50					20				1,000	2,000
	50-64					40	50					20				900	1,900
	65-74					40	45					20				900	1,800
	75 이상					40	45					20				900	1,800
임신부 ¹⁾						+12	+15					+5				+200	
						+25	+30										
수유부						+20	+25					+5				+500	+700

¹⁾ 에너지 임신부 1,2,3 분기별 부가량, 단백질 임신부 2,3 분기별 부가량

보건복지부, 2015

성별	연령	메티오닌+시스테인(g/일)				류신(g/일)				이소류신(g/일)				발린(g/일)				라이신(g/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)	0.4				1.0				0.6				0.6				0.7			
	6-11	0.3	0.4			0.6	0.8			0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8		
유아	1-2(세)	0.3	0.4			0.6	0.8			0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.7		
	3-5	0.3	0.4			0.7	0.9			0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.8		
남자	6-8(세)	0.5	0.6			1.1	1.3			0.5	0.6			0.6	0.7			1.0	1.2		
	9-11	0.7	0.8			1.5	1.9			0.7	0.8			0.9	1.1			1.4	1.8		
	12-14	1.0	1.2			2.1	2.6			1.0	1.2			1.2	1.5			2.0	2.4		
	15-18	1.1	1.3			2.4	3.0			1.1	1.3			1.4	1.7			2.2	2.7		
	19-29	1.0	1.3			2.3	3.0			1.0	1.3			1.3	1.6			2.4	3.0		
	30-49	1.0	1.3			2.3	2.9			1.0	1.3			1.3	1.6			2.3	2.9		
	50-64	1.0	1.2			2.2	2.7			1.0	1.2			1.2	1.5			2.2	2.8		
	65-74	0.9	1.2			2.1	2.6			0.9	1.2			1.2	1.5			2.1	2.7		
	75 이상	0.9	1.1			2.0	2.6			0.9	1.1			1.1	1.4			2.1	2.6		
여자	6-8(세)	0.5	0.6			1.0	1.2			0.5	0.6			0.6	0.7			0.9	1.2		
	9-11	0.6	0.7			1.4	1.7			0.6	0.7			0.8	1.0			1.2	1.5		
	12-14	0.8	1.0			1.8	2.3			0.8	1.0			1.1	1.3			1.7	2.1		
	15-18	0.8	1.0			1.9	2.3			0.8	1.0			1.1	1.3			1.7	2.1		
	19-29	0.8	1.1			1.9	2.4			0.8	1.1			1.1	1.3			2.0	2.5		
	30-49	0.8	1.0			1.8	2.3			0.8	1.0			1.0	1.3			1.9	2.4		
	50-64	0.8	1.0			1.8	2.2			0.8	1.0			1.0	1.2			1.8	2.3		
	65-74	0.7	0.9			1.7	2.1			0.7	0.9			0.9	1.2			1.7	2.2		
	75 이상	0.7	0.9			1.6	2.0			0.7	0.9			0.9	1.1			1.6	2.0		
임신부		+0.3	+0.3			+0.6	+0.7			+0.3	+0.3			+0.3	+0.4			+0.3	+0.4		
수유부		+0.3	+0.4			+0.9	+1.1			+0.5	+0.6			+0.5	+0.6			+0.4	+0.4		

성별	연령	페닐알라닌+티로신(g/일)				트레오닌(g/일)				트립토판(g/일)				히스티딘(g/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)	0.9				0.5				0.2				0.1			
	6-11	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
유아	1-2(세)	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
	3-5	0.6	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
남자	6-8(세)	0.9	1.1			0.5	0.6			0.1	0.2			0.3	0.4		
	9-11	1.3	1.6			0.7	0.9			0.2	0.2			0.5	0.6		
	12-14	1.7	2.2			1.0	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
	15-18	2.0	2.4			1.1	1.4			0.3	0.4			0.8	0.9		
	19-29	2.7	3.4			1.1	1.4			0.3	0.3			0.8	1.0		
	30-49	2.7	3.3			1.1	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
	50-64	2.6	3.2			1.0	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
	65-74	2.4	3.1			1.0	1.2			0.2	0.3			0.7	0.9		
	75 이상	2.4	3.0			1.0	1.2			0.2	0.3			0.7	0.8		
여자	6-8(세)	0.8	1.0			0.5	0.6			0.1	0.2			0.3	0.4		
	9-11	1.1	1.4			0.6	0.8			0.2	0.2			0.4	0.5		
	12-14	1.5	1.8			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.7		
	15-18	1.5	1.9			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.7		
	19-29	2.2	2.8			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.8		
	30-49	2.2	2.7			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.8		
	50-64	2.1	2.6			0.8	1.0			0.2	0.3			0.6	0.7		
	65-74	2.0	2.5			0.8	1.0			0.2	0.2			0.5	0.7		
	75 이상	1.9	2.3			0.7	0.9			0.2	0.2			0.5	0.7		
임신부		+0.8	+1.0			+0.3	+0.4			+0.1	+0.1			+0.2	+0.2		
수유부		+1.5	+1.9			+0.4	+0.6			+0.2	+0.2			+0.2	+0.3		

2015 한국인 영양소 섭취기준 – 지용성 비타민

보건복지부, 2015

성별	연령	비타민 A(μg RAE/일)				비타민 D(μg /일)				비타민 E(mg α -TE/일)				비타민 K(μg /일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			350	600			5	25			3				4	
	6-11			450	600			5	25			4				7	
유아	1-2(세)	200	300		600			5	30			5	200			25	
	3-5	230	350		700			5	35			6	250			30	
남자	6-8(세)	320	450		1,000			5	40			7	300			45	
	9-11	420	600		1,500			5	60			9	400			55	
	12-14	540	750		2,100			10	100			10	400			70	
	15-18	620	850		2,300			10	100			11	500			80	
	19-29	570	800		3,000			10	100			12	540			75	
	30-49	550	750		3,000			10	100			12	540			75	
	50-64	530	750		3,000			10	100			12	540			75	
	65-74	500	700		3,000			15	100			12	540			75	
	75 이상	500	700		3,000			15	100			12	540			75	
여자	6-8(세)	290	400		1,000			5	40			7	300			45	
	9-11	380	550		1,500			5	60			9	400			55	
	12-14	470	650		2,100			10	100			10	400			65	
	15-18	440	600		2,300			10	100			11	500			65	
	19-29	460	650		3,000			10	100			12	540			65	
	30-49	450	650		3,000			10	100			12	540			65	
	50-64	430	600		3,000			10	100			12	540			65	
	65-74	410	550		3,000			15	100			12	540			65	
	75 이상	410	550		3,000			15	100			12	540			65	
임신부		+50	+70		3,000			+0	100			+0	540			+0	
수유부		+350	+490		3,000			+0	100			+3	540			+0	

2015 한국인 영양소 섭취기준 – 수용성 비타민

보건복지부, 2015

성별	연령	비타민 C(mg/일)				티아민(mg/일)				리보플라빈(mg/일)				니아신(mg NE/일) ¹⁾				
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량 ²⁾	상한 섭취량 ²⁾
영아	0-5(개월)			35				0.2				0.3				2		
	6-11			45				0.3				0.4				3		
유아	1-2(세)	30	35		350	0.4	0.5			0.5	0.5			4	6		10	180
	3-5	30	40		500	0.4	0.5			0.5	0.6			5	7		10	250
남자	6-8(세)	40	55		700	0.6	0.7			0.7	0.9			7	9		15	350
	9-11	55	70		1,000	0.7	0.9			1.0	1.2			9	12		20	500
	12-14	70	90		1,400	1.0	1.1			1.2	1.5			11	15		25	700
	15-18	80	105		1,500	1.1	1.3			1.4	1.7			13	17		30	800
	19-29	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
	30-49	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
	50-64	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
	65-74	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
	75 이상	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
여자	6-8(세)	45	60		700	0.6	0.7			0.6	0.8			7	9		15	350
	9-11	60	80		1,000	0.7	0.9			0.8	1.0			9	12		20	500
	12-14	75	100		1,400	0.9	1.1			1.0	1.2			11	15		25	700
	15-18	70	95		1,500	1.0	1.2			1.0	1.2			11	14		30	800
	19-29	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
	30-49	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
	50-64	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
	65-74	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
	75 이상	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
임신부		+10	+10		2,000	+0.4	+0.4			+0.3	+0.4			+3	+4		35	1,000
수유부		+35	+40		2,000	+0.3	+0.4			+0.4	+0.5			+2	+3		35	1,000

성별	연령	비타민 B ₆ (mg/일)				엽산(μg DFE/일) ³⁾				비타민 B ₁₂ (μg/일)				판토텐산(mg/일)				비오틴(μg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			0.1				65				0.3				1.7				5	
	6-11			0.3				80				0.5				1.9				7	
유아	1-2(세)	0.5	0.6		25	120	150		300	0.8	0.9			2						9	
	3-5	0.6	0.7		35	150	180		400	0.9	1.1			2						11	
남자	6-8(세)	0.7	0.9		45	180	220		500	1.1	1.3			3						15	
	9-11	0.9	1.1		55	250	300		600	1.5	1.7			4						20	
	12-14	1.3	1.5		60	300	360		800	1.9	2.3			5						25	
	15-18	1.3	1.5		65	320	400		900	2.2	2.7			5						30	
	19-29	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	30-49	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	50-64	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	65-74	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	75 이상	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
여자	6-8(세)	0.7	0.9		45	180	220		500	1.1	1.3			3						15	
	9-11	0.9	1.1		55	250	300		600	1.5	1.7			4						20	
	12-14	1.2	1.4		60	300	360		800	1.9	2.3			5						25	
	15-18	1.2	1.4		65	320	400		900	2.0	2.4			5						30	
	19-29	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	30-49	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	50-64	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	65-74	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
	75 이상	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5						30	
임신부		+0.7	+0.8		100	+200	+220		1,000	+0.2	+0.2			+1						+0	
수유부		+0.7	+0.8		100	+130	+150		1,000	+0.3	+0.4			+2						+5	

¹⁾ 1 mg NE(니아신 당량) = 1 mg 니아신 = 60 mg 트립토판 ²⁾ 니코틴산/니코틴아미드 ³⁾ Dietary Folate Equivalents, 가임기 여성의 경우 400 μg/일의 엽산보충제 섭취를 권장함, 엽산의 상한섭취량은 보충제 또는 강화식품의 형태로 섭취한 μg/일에 해당됨.

2015 한국인 영양소 섭취기준 – 다량 무기질

보건복지부, 2015

성별	연령	칼슘(mg/일)				인(mg/일)				나트륨(mg/일)				
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	목표 섭취량
영아	0-5(개월)			210	1,000			100				120		
	6-11			300	1,500			300				370		
유아	1-2(세)	390	500		2,500	380	450		3,000			900		
	3-5	470	600		2,500	460	550		3,000			1,000		
남자	6-8(세)	580	700		2,500	490	600		3,000			1,200		
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,400		2,000
	12-14	800	1,000		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	15-18	720	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	19-29	650	800		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	30-49	630	800		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	50-64	600	750		2,000	580	700		3,500			1,500		2,000
	65-74	570	700		2,000	580	700		3,500			1,300		2,000
	75 이상	570	700		2,000	580	700		3,000			1,100		2,000
여자	6-8(세)	580	700		2,500	450	550		3,000			1,200		
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,400		2,000
	12-14	740	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	15-18	660	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	19-29	530	700		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	30-49	510	700		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	50-64	580	800		2,000	580	700		3,500			1,500		2,000
	65-74	560	800		2,000	580	700		3,500			1,300		2,000
	75 이상	560	800		2,000	580	700		3,000			1,100		2,000
임신부		+0	+0		2,500	+0	+0		3,000			1,500		2,000
수유부		+0	+0		2,500	+0	+0		3,500			1,500		2,000

성별	연령	염소(mg/일)				칼륨(mg/일)				마그네슘(mg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량 ¹⁾
영아	0-5(개월)			180				400				30	
	6-11			560				700				55	
유아	1-2(세)			1,300				2,000		65	80		65
	3-5			1,500				2,300		85	100		90
남자	6-8(세)			1,900				2,600		135	160		130
	9-11			2,100				3,000		190	230		180
	12-14			2,300				3,500		265	320		250
	15-18			2,300				3,500		335	400		350
	19-29			2,300				3,500		295	350		350
	30-49			2,300				3,500		305	370		350
	50-64			2,300				3,500		305	370		350
	65-74			2,000				3,500		305	370		350
	75 이상			1,700				3,500		305	370		350
여자	6-8(세)			1,900				2,600		125	150		130
	9-11			2,100				3,000		180	210		180
	12-14			2,300				3,500		245	290		250
	15-18			2,300				3,500		285	340		350
	19-29			2,300				3,500		235	280		350
	30-49			2,300				3,500		235	280		350
	50-64			2,300				3,500		235	280		350
	65-74			2,000				3,500		235	280		350
	75 이상			1,700				3,500		235	280		350
임신부				2,300				+0		+32	+40		350
수유부				2,300				+400		+0	+0		350

¹⁾ 식품의 급원의 마그네슘에만 해당

2015 한국인 영양소 섭취기준 – 미량 무기질

보건복지부, 2015

성별	연령	철(mg/일)				아연(mg/일)				구리(μg/일)				보소(mg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			0.3	40			2				240				0.01	0.6
	6-11	5	6		40	2	3					310				0.5	0.9
유아	1-2(세)	4	6		40	2	3		6	220	280		1,500			0.6	1.2
	3-5	5	6		40	3	4		9	250	320		2,000			0.8	1.7
남자	6-8(세)	7	9		40	5	6		13	340	440		3,000			1.0	2.5
	9-11	8	10		40	7	8		20	440	580		5,000			2.0	10.0
	12-14	11	14		40	7	8		30	570	740		7,000			2.5	10.0
	15-18	11	14		45	8	10		35	650	840		7,000			3.0	10.0
	19-29	8	10		45	8	10		35	600	800		10,000			3.5	10.0
	30-49	8	10		45	8	10		35	600	800		10,000			3.0	10.0
	50-64	7	10		45	8	9		35	600	800		10,000			3.0	10.0
	65-74	7	9		45	7	9		35	600	800		10,000			3.0	10.0
	75 이상	7	9		45	7	9		35	600	800		10,000			3.0	10.0
여자	6-8(세)	6	8		40	4	5		13	340	440		3,000			1.0	2.5
	9-11	7	10		40	6	8		20	440	580		5,000			2.0	10.0
	12-14	13	16		40	6	8		25	570	740		7,000			2.5	10.0
	15-18	11	14		45	7	9		30	650	840		7,000			2.5	10.0
	19-29	11	14		45	7	8		35	600	800		10,000			3.0	10.0
	30-49	11	14		45	7	8		35	600	800		10,000			2.5	10.0
	50-64	6	8		45	6	7		35	600	800		10,000			2.5	10.0
	65-74	6	8		45	6	7		35	600	800		10,000			2.5	10.0
	75 이상	5	7		45	6	7		35	600	800		10,000			2.5	10.0
임신부		+8	+10		45	+2.0	+2.5		35	+100	+130		10,000			+0	10.0
수유부		+0	+0		45	+4.0	+5.0		35	+370	+480		10,000			+0	10.0

성별	연령	망간(mg/일)				요오드(μg/일)				셀레늄(μg/일)				몰리브덴(μg/일)				크롬(μg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			0.01				130	250			9	45							0.2	
	6-11			0.8				170	250			11	65							5.0	
유아	1-2(세)			1.5	2.0	55	80		300	19	23		75			100				12	
	3-5			2.0	3.0	65	90		300	22	25		100			100				12	
남자	6-8(세)			2.5	4.0	75	100		500	30	35		150			200				20	
	9-11			3.0	5.0	85	110		500	39	45		200			300				25	
	12-14			4.0	7.0	90	130		1,800	49	60		300			400				35	
	15-18			4.0	9.0	95	130		2,200	55	65		300			500				40	
	19-29			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	25	30	550				35	
	30-49			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	550				35	
	50-64			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	550				35	
	65-74			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	550				35	
	75 이상			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	550				35	
여자	6-8(세)			2.5	4.0	75	100		500	30	35		150			200				15	
	9-11			3.0	5.0	85	110		500	39	45		200			300				20	
	12-14			3.5	7.0	90	130		2,000	49	60		300			400				25	
	15-18			3.5	9.0	95	130		2,200	55	65		300			400				25	
	19-29			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	450				25	
	30-49			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	450				25	
	50-64			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	450				25	
	65-74			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	450				25	
	75 이상			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25	450				25	
임신부				+0	11.0	+65	+90			+3	+4		400			450				+5	
수유부				+0	11.0	+130	+190			+9	+10		400			450				+20	

2015 한국인 영양소 섭취기준 요약

제1장 2015 한국인 영양소 섭취기준 제정 과정

정효지, 손정민, 권상희, 박미정, 김광일, 장남수, 오세영

영양소 섭취기준은 국민의 건강증진 및 질병예방을 목적으로 에너지 및 각 영양소의 적정 섭취량을 나타낸 것이다. 초기에는 영양결핍증을 예방하기에 충분한 양을 의미하는 영양권장량을 제정하였으나(National Research Council (NRC), 1989), 영양결핍으로 인한 건강문제와 함께 일부 영양소의 과잉섭취 또는 불균형으로 인한 만성질환이 주요 건강문제로 대두되면서, 영양소의 결핍과 과잉으로 인한 문제를 예방하기 위한 새로운 개념의 영양소 섭취기준을 제정하게 되었다(Institute of Medicine(IOM), 2008).

영양소 섭취기준에는 평균필요량과 권장섭취량, 충분섭취량, 상한섭취량이 있다. 인체 필요량에 대한 과학적인 근거가 있을 경우에는 평균필요량과 권장섭취량을 제정하고, 근거가 충분하지 않은 경우에는 충분섭취량을 제정하며, 과잉섭취로 인한 유해영향에 대한 근거가 있는 경우에는 상한섭취량을 제정한다.

대부분의 국가에서 영양소 섭취기준을 제정하여 식생활 관련 정책이나 사업에 활용하고 있으며, 국민의 식생활과 질병 양상, 그리고 식량수급 상황을 반영하여 주기적으로 제·개정하고 있다. 한국인 영양소 섭취기준은 1962년에 국제연합식량농업기구(FAO) 한국협회에서 한국인 영양권장량을 제정하면서 처음으로 제시되었다. 그 이후에 보건사회연구원과 한국영양학회에서 필요에 따라 이를 제·개정하여 다각적으로 활용해 왔다. 2010년에 국민영양관리법이 공포됨에 따라 정부에서 영양소 섭취기준의 제정업무를 담당하게 되었고, 보건복지부는 한국영양학회에 제정업무를 위탁하여 ‘2015 한국인 영양소 섭취기준’ 제정을 위한 과학적 근거를 확보하게 되었다.

영양소 섭취기준은 인체필요량과 유해성에 대한 과학적 근거를 충분히 반영해야 하고, 영양 관련 분야의 전문가들이 인정할 수 있어야 하며, 다양한 분야에서 편리하게 활용할 수 있어야 한다. 따라서 2015 영양소 섭취기준 제정은 과학적 근거의 활용, 다학제적 접근, 그리고 활용도 제고를 기본전략으로 삼았다.

2015 한국인 영양소 섭취기준의 제정을 위해 40여 개 영양소를 검토하였고, 과학적 근거가 부족한 영양소를 제외하고 에너지를 포함한 총 36종의 영양소(에너지 및 다량영양소 8종: 에너지, 탄수화물, 당류, 지질, 단백질, 아미노산, 식이섬유, 수분; 비타민 13종: 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 비타민 C, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 비타민 B₆, 엽산, 비타민 B₁₂, 판토텐산, 비오틴; 무기질 15종: 칼슘, 인, 나트륨, 염소, 칼륨, 마그네슘, 철, 아연, 구리, 불소, 망간, 요오드, 셀레늄, 몰리브덴, 크롬)를 제정 대상 영양소로 선정하였다. 영양소 섭취기준의 과학적 근거를 확보하기 위해 약 100여 명의 전문가들이 203,237건의 문헌을 검색하여 총 2,324건의 문헌을 제정에 활용하였으며, 국가자료를 분석하여 국민의 체격, 건강상태 및 식생활 변화를 제정에 반영하였다.

영양소 섭취기준을 위한 연령군은 생애주기에 따라 구분하였다. 영아기는 0-5개월과 6-11개월, 유아기는 1-2세와 3-5세로 구분하였고, 아동기(6-8세, 9-11세)와 청소년기(12-14세, 15-18세)는

남녀를 구분하여 각각 두 개의 구간으로 설정하였다. 성인기와 노인기는 남녀를 구분하여 각각 세 개의 구간(19-29세, 30-49세, 50-64세)과 두 개의 구간(65-74세, 75세 이상)으로 분류하였다.

영양소 섭취기준을 위한 기준체위를 설정하기 위해, 2008-2012년 5년간의 국민건강영양조사 자료를 분석하여 활용하였다. 성인의 체위기준은 건강체중의 개념을 포함하기 위해 19-49세의 건강한 성인 중에서 체질량지수 $18.5 - 25.0 \text{ kg/m}^2$ 미만을 가진 대상자의 체질량지수 중위수(남성 BMI 22.5, 여성 BMI 21.5)와 신장 중위수를 적용하여 기준체중을 산출하였다. 아동 및 청소년은 성인과 동일한 체질량지수 기준을 적용하기 어렵기 때문에, 각 연령군의 체질량지수와 신장의 중위수를 산출하여 체위기준을 설정하였다. 또한 1세 미만의 영아의 경우에는 국민건강영양조사 자료를 활용할 수 없으므로, 2007 소아·청소년 신체발육표준치를 사용한 2010 한국인 영양섭취기준의 체위기준을 그대로 사용하였다.

표 1-1. 2015 한국인 영양소 섭취기준 연령·체위기준

연령	2015 체위기준					
	신장(cm)		체중(kg)		BMI(kg/m ²)	
0-5(개월)	60.3		6.2		17.1	
6-11	72.2		8.9		17.1	
1-2(세)	86.4		12.5		16.7	
3-5	105.4		17.4		15.7	
	남자	여자	남자	여자	남자	여자
6-8(세)	126.4	125.0	26.5	25.0	16.6	16.0
9-11	142.9	142.9	38.2	35.7	18.7	17.5
12-14	163.5	158.1	52.9	48.5	19.8	19.4
15-18	173.3	160.9	63.1	53.1	21.0	20.5
19-29	174.8	161.5	68.7	56.1	22.5	21.5
30-49	172.0	159.0	66.6	54.4	22.5	21.5
50-64	168.4	155.4	63.8	51.9	22.5	21.5
65-74	164.9	152.1	61.2	49.7	22.5	21.5
75 이상	163.3	147.1	60.0	46.5	22.5	21.5

매일의 식단에 각 영양소 섭취기준을 쉽게 활용할 수 있도록, 영양소 단위를 식품단위로 전환한 식사구성안과 이에 근거한 생애주기별 권장식사패턴을 제시하였다. 또한 영양전문가 및 보건의료전문가가 개인과 집단의 영양소 섭취상태를 평가하고 계획할 수 있는 지침을 제공하였다. 2015 한국인 영양소 섭취기준은 산업체에서 식사대용품, 간식, 건강기능식품 등을 개발할 때 사용하는 영양소 기준치의 근간이 되고, 정부에서 수행하는 식생활 관련 정책(국민건강증진 종합계획, 국민영양관리 기본계획, 영양표시제도 등)이나 사업(국민건강영양조사, 영양플러스 사업, 식생활 지침 제정, 급식관리, 식생활 교육 등)에서 활용할 수 있는 새로운 영양소 섭취기준이 될 것이다.

2-1. 에너지

김은경, 김오연, 박종훈

특성

사람이 생명을 유지하고 살아가기 위해서는 에너지 공급이 반드시 필요하다. 식품섭취를 통해 얻어지는 에너지는 기초대사를 유지하기 위한 에너지(기초대사량 또는 휴식대사량), 신체활동에 필요한 에너지, 그리고 식품의 소화흡수에 필요한 에너지(식사성 발열효과 또는 식품의 특이동적 작용)로 사용된다(Groff 등, 2009). 인체는 에너지 섭취량과 소모량의 균형을 통하여 항상성을 유지하는데, 에너지 소비량에 비해 섭취량이 부족하면 체중이 감소하고, 소비량에 비해 섭취량이 많으면 잉여 에너지가 체지방의 형태로 저장된다. 체지방이 과도하게 축적된 상태인 비만은 암, 심장순환기계 질환, 당뇨병 등의 발생 위험을 높이는 것으로 알려져 있으므로(박미정, 2005; Mello 등, 2006) 적정 에너지 섭취에 대한 기준이 필요하다.

섭취기준

개인의 에너지 필요량을 측정하는 것에는 기술적인 문제 등 제한점이 있으므로(에너지평형을 이론 상태로 가정하고) 에너지 필요량은 에너지 소비량을 통해 추정하고 있다. 따라서 에너지는 평균필요량이라는 용어 대신에 필요추정량(Estimated Energy Requirements, EER)이라는 용어를 사용한다(Trumbo 등, 2002). 그러나 개인의 에너지 소비량을 측정하는 것도 고가의 시설과 복잡한 기술이 필요하므로, 대개의 경우 연령, 신장, 체중, 신체활동 수준을 반영한 산출식을 이용하여 에너지 필요량을 추정하는 방법을 사용하고 있다(Mifflin 등, 1990; Henry 등, 2005). 미국, 캐나다 및 일본 등에서는 현재까지 가장 정확한 에너지 소비량 측정방법으로 알려져있는 이중표식수법(Doubly Labeled Water, DLW)으로 측정한 자국민의 에너지소비량을 근거로 에너지필요량 추정식을 개발하여 사용하고 있다(Institute of Medicine(IOM), 2002). 그러나 한국인을 대상으로 한 이와 같은 연구결과가 매우 부족하므로 미국에서 사용하고 있는 에너지필요추정량 추정공식을 이용하여 한국인의 에너지필요추정량을 산출하였다. 또한 본 추정식에 반영되는 신체활동수준은 한국인의 낮은 신체활동수준(김은경 등, 2009; 보건복지부, 2014)을 고려하여 일괄적으로 '저활동'을 적용하되, 개인의 신체활동수준의 다양성을 고려하여 '활동적' 및 '매우 활동적'인 신체활동수준에 해당하는 사람의 에너지필요추정량을 별도(참고표)로 제시하였다. 생애주기별 에너지필요량은 위와 같이 산출된 에너지필요량에 생애주기에 따른 부가적인 에너지필요량을 합산하여 정하였다. 예를 들어 임신부의 경우 임신 및 태아의 성장에 요구되는 에너지필요량이 추가되었고, 수유부의 경우에는 모유 분비에 필요한 에너지 및 모체 지방조직에서 동원되는 에너지의 양이 반영되었다. 또한 영아, 유아, 아동 및 청소년의 경우에는 성장을 위해 필요한 에너지의 양을 합하여 산출하였다. 소아청소년의 체격이 커지면서 이들의 에너지필요추정량 산출값이 증가하였으나, 최근 증가하고 있는 청소년 비만유병률을 고려하여 상향 조정의 폭을 최소화하였다.

I 활용

에너지필요추정량은 개인차가 크므로 각 개인마다 제시된 추정식에 자신의 신장, 체중 및 신체활동수준을 적용하여 개별화된 에너지필요추정량을 계산할 수 있다. 또한 에너지섭취량의 영향을 받은 영양소의 경우, 그 영양소의 필요량을 결정할 때에도 에너지필요추정량이 기준이 될 수 있다. 따라서 이와 같이 산출된 에너지필요추정량은 영양상담 및 영양중재 시 개인 및 집단을 위한 적절한 식사의 계획 및 평가에 활용될 수 있다.

표 2-1-1. 한국인의 1일 에너지 섭취기준

성별	연령	에너지(kcal/일)
		에너지필요추정량
영아	0-5(개월)	550
	6-11	700
유아	1-2(세)	1,000
	3-5	1,400
남자	6-8(세)	1,700
	9-11	2,100
	12-14	2,500
	15-18	2,700
	19-29	2,600
	30-49	2,400
	50-64	2,200
	65-74	2,000
	75 이상	2,000
여자	6-8(세)	1,500
	9-11	1,800
	12-14	2,000
	15-18	2,000
	19-29	2,100
	30-49	1,900
	50-64	1,800
	65-74	1,600
	75 이상	1,600
임신부	1기	+0
	2기	+340
	3기	+450
수유부		+340

2-2. 탄수화물

김우경, 임정현

Ⅰ 특성

탄수화물은 1 g 당 4 kcal의 에너지를 내는 중요한 에너지원이고, DNA와 RNA의 구성성분이며, 소장에서 소화·흡수되지 않은 올리고당, 일부의 전분과 식이섬유는 대장에서 체내 유익균의 생장을 증가시키는 작용을 한다(Roberfroid, 2005). 또한 인체의 뇌와 적혈구는 포도당을 주요 에너지원으로 사용한다(이상선 등, 2008). 저탄수화물 식사를 하면 혈액 내 인슐린 농도가 감소하고 글루카곤 농도가 증가하게 되어 체내대사가 변화된다. 즉, 인체는 체내에 축적된 단백질을 사용하여 당질을 생합성하고, 포도당을 대신하는 대체 에너지원으로 케톤체를 합성하여 에너지원으로 사용한다. 그러나 이런 상태가 장기간 지속되면, 체단백이 감소되고 케톤체가 증가하여 케토시스를 유발할 위험이 높아진다(Manninen, 2004). 반대로 탄수화물 섭취량이 증가하면, 특히 정제된 형태의 탄수화물인 당류의 섭취가 증가하면, 비만 위험이 높아지고 혈액 내 중성지방량이 증가되어 당뇨병, 고지혈증, 대사증후군의 위험이 커진다(Schaefer 등, 2009; Song & Joung, 2012; Oh 등, 2013; Song 등, 2014).

Ⅰ 섭취기준

미국의 탄수화물 섭취기준은 케토시스를 방지하는 포도당량(100 g/일)을 근거로 1세 이후 모든 연령에서 평균필요량(estimated average requirement)을 100 g으로 설정하고 있다(Institute of Medicine(IOM), 2006). 그러나 2008-2012년 국민건강영양조사 자료에 의하면, 우리나라 1세 이상 전체인구의 탄수화물 1일 평균 섭취량은 314.5 g으로 높은 실정이다. 따라서 한국인을 위한 탄수화물의 섭취기준을 설정할 때에는 평균필요량은 설정하지 않고, 총 에너지 섭취량 중에서 탄수화물의 적절한 섭취비율, 즉 탄수화물 에너지적정비율(acceptable macronutrient distribution range, AMDR)을 설정하였다. 탄수화물로부터 섭취하는 에너지 비율이 70% 이상이면 질병의 위험이 증가하는 것으로 보고되고 있으므로(Song & Joung, 2012), 2010년에 55-70%로 설정했던 탄수화물 에너지 적정비율은 상한비율을 65%로 하향조정하여, 2015년에는 55-65%로 설정하였다. 생애주기에 따라 유아, 아동, 청소년, 노인, 임신부, 수유부 등 각 연령층에 대해 기준을 달리할 근거가 부족하였으므로, 만 1세 이상의 모든 국민에 대하여 동일한 기준치를 적용하였다. 0-5개월 영아의 경우에는 모유로부터 섭취하는 양을 이용하여 충분섭취량을 설정하였고, 6-11개월 영아의 경우에는 모유와 이유식으로부터 섭취되는 양을 근거로 충분섭취량을 설정하였다. 고혈압, 대사증후군, 당뇨병을 가진 사람들은 정상인에 비해 탄수화물을 통한 에너지 섭취비율이 높으며, 특히 60대 이상의 연령에서 그 경향이 뚜렷하다는 보고는 있으나, 탄수화물 섭취로 인해 독성이 발생한다는 근거가 부족하여 상한섭취량은 설정하지 않았다.

I 활용

탄수화물은 주로 곡류, 감자류, 과일류, 당류 등 식물성 식품을 통해 섭취한다. 한편, 탄수화물 섭취 후 혈당이 증가하는 생리적인 반응은 탄수화물의 섭취량뿐만 아니라 함께 섭취하는 영양소의 구성에도 영향을 받으므로, 이를 구분하기 위해 식품의 당지수(glycemic index, GI)가 개발되었고, 식품의 일상적인 1회 분량의 식품을 섭취하였을 때 나타나는 혈당반응을 계산한 당부하(glycemic load, GL) 개념도 사용되고 있다. GI와 GL이 높은 식사가 만성질환의 위험성을 높일 수 있으므로, 탄수화물을 섭취할 때는 탄수화물의 양과 종류를 함께 고려할 것을 권장한다.

표 2-2-1. 한국인의 1일 탄수화물 섭취기준

성별	연령(개월)	탄수화물(g/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5			60	
	6-11			90	
성별	연령(세)	에너지적정비율(%)			
유아	1-2	55-65			
	3-5	55-65			
남자	6-8	55-65			
	9-11	55-65			
	12-14	55-65			
	15-18	55-65			
	19-29	55-65			
	30-49	55-65			
	50-64	55-65			
	65-74	55-65			
	75 이상	55-65			
여자	6-8	55-65			
	9-11	55-65			
	12-14	55-65			
	15-18	55-65			
	19-29	55-65			
	30-49	55-65			
	50-64	55-65			
	65-74	55-65			
	75 이상	55-65			
임신부		55-65			
수유부		55-65			

2-3. 당류

송윤주, 정혜경, 강재현, 이행신

Ⅰ 특성

당류란 과당, 포도당, 갈락토오스와 같은 단당류와 자당, 맥아당, 유당과 같은 이당류를 통칭하는 개념으로, 당류섭취와 건강과의 관계에 과학적 근거가 확인되면서 당류의 섭취량에 대한 관심이 높아지게 되었다. 우리가 일반적으로 섭취하는 당류는 식품에 내재하는 당과 가공 및 조리 시에 첨가하는 첨가당으로 구분할 수 있다. 총당류란 식품에 내재하거나 식품을 가공, 조리하면서 첨가하는 포도당, 과당, 갈락토오스 등의 단당류와 맥아당, 유당, 자당 등의 이당류의 총량을 말한다((FAO/WHO, 1998), 첨가당(added sugars)은 식품의 제조과정이나 조리 시에 첨가되는 당과 시럽으로 백설탕, 흑설탕, 옥수수시럽, 고농도의 과당 시럽, 단풍밀 시럽, 맥아시럽, 팬케이크 시럽, 꿀, 물엿, 당밀, 텍스트로즈 등을 포함(USDA/DHHS, 2000)).

Ⅱ 섭취기준

당류 섭취기준을 설정하기 위해 당류 섭취와 건강지표의 연관성을 밝힌 최신 과학적 근거를 검토하였고, 국가 자료를 사용하여 우리나라 국민의 총당류 섭취량을 분석하였다. 당류섭취와 건강지표의 연관성에 대한 근거는 주로 서양인 집단을 중심으로 생산되었으며, 가당 음료수의 섭취와 비만, 당뇨, 심혈관계질환의 연관성이 연구되었다(Te Morenga 등, 2012; Te Morenga 등, 2014; Mann 등, 2007). 이에 반해 우리나라 연구는 총당류 섭취와 질병간의 관련성 위주로 연구되었고, 총당류가 에너지 섭취에서 차지하는 비율(에너지 섭취비율)이 증가할수록 대사증후군의 발생률과 유병률이 증가하는 것으로 나타났다(강재현, 2013). 2014년에 발표된 우리나라 국민의 1일 평균 총당류 섭취량은 61.4 g 이었고, 이를 에너지 섭취비율로 환산하면 전체적으로 1일 평균 에너지섭취량의 12.8%를 당류에서 섭취한 것으로 나타나, 아직 서구에 비해 낮은 수준으로 판단되었다(이행신 등, 2014). 총당류의 에너지섭취비율이 20% 이하의 경우에는 총당류 섭취량이 증가할수록 주요 영양소의 섭취량도 증가하는 것으로 나타났으나, 총당류의 에너지섭취비율이 20% 이상이 되면 오히려 단백질, 지질, 나트륨, 나이아신의 섭취는 유의하게 감소하고 대사증후군의 위험도는 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 우리나라 국민은 식품에 내재하는 당류보다 식품을 가공 또는 조리할 때 첨가하는 당류의 섭취량이 많은 것으로 나타났다(이행신 등, 2014). 최근 국제보건기구(WHO, 2015)는 건강위해를 줄이기 위해 첨가당의 섭취를 에너지섭취비율의 10%에서 5%로 낮추도록 지침을 제공하였다. 이상과 같은 연구결과를 토대로, 총당류의 섭취기준은 총 에너지섭취량의 10-20%로 제한하고, 식품의 조리 및 가공 시 첨가되는 첨가당의 섭취는 총 에너지섭취량의 10%를 넘지 않도록 제한하였다. 첨가당의 주요 급원으로는 설탕, 액상과당, 물엿, 당밀, 꿀, 시럽, 농축과일주스 등이 있다. 유아, 아동, 청소년, 노인, 임신부, 수유부 등 각 생애주기에 따라 당류섭취기준을 달리 적용할 근거가 매우 제한적이므로 생애주기별 섭취기준은 제정하지 않았다.

I 활용

당류 섭취기준은 절대적 섭취량보다는 개인의 1일 에너지 섭취에서의 기여비율을 가지고 평가해야 하며, 탄수화물의 양과 질도 같이 고려하여 평가할 것을 권장한다.

표 2-3-1. 한국인의 1일 당류 섭취기준

총당류 섭취량을 총 에너지섭취량의 10-20%로 제한하고, 특히 식품의 조리 및 가공 시 첨가되는 첨가당은 총 에너지섭취량의 10% 이내로 섭취하도록 한다. 첨가당의 주요 급원으로는 설탕, 액상과당, 물엿, 당밀, 꿀, 시럽, 농축과일주스 등이 있다.

2-4. 지질

박용순, 김용재

Ⅰ 특성

지질은 중성지방, 스테롤 및 지방산으로 구성되며, 인체에 에너지를 제공할 뿐만 아니라 세포막의 구성성분이 되고, 지용성비타민의 흡수를 도와준다(Jones & Papamendjaris, 2001). 필수지방산인 리놀레산(n-6 지방산)과 리놀렌산(n-3 지방산)은 반드시 식품을 통해 섭취되어야 한다. 이들은 체내 필요에 따라 다른 지방산으로 전환되어 면역작용이나 다양한 화학적 메신저로 작용한다(최혜미 등, 2006). 필수지방산이 결핍되면 피부에 염증이 생기고 피부가 벗겨지며 위장에 문제가 생기고 면역기능이 손상될 수 있으며, 특히 성장기에는 성장지연이 나타난다(Hansen, 1958). 반면, 지질은 탄수화물이나 단백질에 비해 두 배 이상의 에너지를 공급하기 때문에 과다하게 섭취할 경우 비만의 위험이 높아질 수 있고, 포화지방산이나 트랜스지방산의 과다섭취는 뇌·심혈관계질환, 이상지질혈증, 당뇨병, 고혈압 등의 위험을 증가시킬 수 있다(Institute of Medicine(IOM), 2005).

Ⅱ 섭취기준

지질의 섭취기준은 에너지적정비율을 설정하였고, 영아의 경우에만 충분섭취량을 설정하였다. 영유아와 3-18세의 경우 총 지방의 충분섭취량과 에너지적정비율은 2010년 기준인 25g/일과 15-30%를 그대로 유지하기로 하였으나, 성인의 경우 2013 미국심장학회와 미국심장협회의 심혈관질환 지침(Eckel 등, 2014)을 토대로 에너지적정비율을 15-30%로 변경하였다. 또한 3~18세의 경우 FAO/WHO의 권고안을 토대로 포화지방산은 총 에너지 섭취량의 8% 미만, 트랜스지방산 1% 미만으로 섭취할 것을 추가로 제정하였으며, 성인의 경우 뇌·심혈관질환 예방을 위해 포화지방산과 트랜스지방산의 에너지적정비율을 각각 7%와 1% 미만으로 설정하였다. 필수지방산(n-6 계열 지방산과 n-3 계열 지방산)은 섭취량 추정이 부정확하여 충분섭취량을 설정하지 않았으나, 에너지적정비율은 n-6 계열 지방산 4-10%, n-3 계열 지방산 1% 내외로 정하였다. 영아의 경우는 다른 연령대와 다르게 모유섭취량과 모유내의 영양소 함량, 이유 보충식 섭취량에 근거하여 설정하였다. 유아, 아동 및 청소년의 포화지방산, 트랜스지방산 및 콜레스테롤의 영양소 섭취기준은 설정근거가 매우 부족하여 설정하지 않았다. 임신·수유부의 경우 임신과 수유로 인해 추가되는 에너지와 비례적으로 지질 섭취량이 부가되는 결과를 가져오므로, 따로 부가량을 정하지 않았다. 또한 지질의 상한섭취량은 설정할 만한 충분한 근거가 없어 설정하지 않았다.

Ⅲ 활용

지질의 경우에는 총 지질 및 개별 지방산의 에너지 기여율이 중요하므로, 식사계획 및 평가에서 각 지방산의 에너지 섭취비율을 고려할 것을 권장한다. 지질 함량이 높은 식품은 육류, 식용유지, 버

터, 마가린 등이다. 필수지방산인 리놀레산은 호두, 너트, 종자와 대두유, 홍화씨유, 옥수수유에 다량 함유되어 있고, 리놀렌산은 카놀라유나 아마씨유, 들기름, 등푸른 생선에 풍부하다.

표 2-4-1. 지질의 에너지적정비율과 콜레스테롤 목표섭취량

연령(세)	지방	n-6 지방산	n-3 지방산	포화지방산	트랜스지방산	콜레스테롤
1-2	20-35%	4-10%	1%내 외	-	-	-
3-18	15-30%	4-10%	1%내 외	< 8%	< 1%	-
19 이상	15-30%	4-10%	1%내 외	< 7%	< 1%	< 300 mg/일

표 2-4-2. 한국인의 1일 지질 섭취기준

성별	연령(개월)	충분섭취량(g/일)		
		지방	n-6 지방산	n-3 지방산
영아	0-5	25	2.0	0.3
	6-11	25	4.5	0.8
성별	연령(세)	에너지적정비율(%)		
유아	1-2	20-35	4-10	1내 외
	3-5	15-30	4-10	1내 외
남자	6-8	15-30	4-10	1내 외
	9-11	15-30	4-10	1내 외
	12-14	15-30	4-10	1내 외
	15-18	15-30	4-10	1내 외
	19-29	15-30	4-10	1내 외
	30-49	15-30	4-10	1내 외
	50-64	15-30	4-10	1내 외
	65-74	15-30	4-10	1내 외
	75 이상	15-30	4-10	1내 외
여자	6-8	15-30	4-10	1내 외
	9-11	15-30	4-10	1내 외
	12-14	15-30	4-10	1내 외
	15-18	15-30	4-10	1내 외
	19-29	15-30	4-10	1내 외
	30-49	15-30	4-10	1내 외
	50-64	15-30	4-10	1내 외
	65-74	15-30	4-10	1내 외
	75 이상	15-30	4-10	1내 외
임신부		15-30	4-10	1내 외
수유부		15-30	4-10	1내 외

2-5. 단백질

박윤정, 백인경

특성

단백질은 아미노산의 펩타이드 결합으로 구조를 형성하고 있는 복합분자로서, 인체의 정상적인 성장과 생리적 기능 및 생명 유지를 위해 필요한 아미노산과 질소화합물의 공급원이다(Medeiros 등, 2011). 식사로 섭취된 단백질은 유리아미노산과 작은 펩타이드 분자로 소화되고, 소장에서 흡수되어 간과 다른 조직으로 운송된 후, 단백질 및 질소화합물 합성에 이용되고, 나머지는 이화과정을 거쳐 포도당 및 지방질과 요소 합성을 위해 사용된다(Medeiros 등, 2011). 단백질 결핍증은 저개발국가나 저소득층 아동들에게서 흔히 나타나는데, 단백질이 결핍되면 발육부진이 발생하고 질병 감염에 대한 민감도가 증가한다(Brown 등, 2011). 생애주기별로 볼 때 특히 성장기, 임신기와 수유기에는 부가적인 단백질 섭취가 요구된다. 성장기에 단백질 섭취가 충분히 이루어지지 않으면 성장지연 및 뇌기능 감퇴, 성성숙의 지연 등이 나타난다(Brown 등, 2011). 노인의 경우 만성질환, 외상이 있고 활동이 부족한 사람이 있으면서 단백질을 불충분하게 섭취할 경우 근육감소증이 빨리 진행되며, 이는 각종 장애와 사망의 원인이 된다(Paddon-Jones 등, 2009).

섭취기준

단백질의 섭취기준으로 6개월 이상 연령층에서는 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였고 영아 전 반기에는 충분섭취량을 설정하였다. 단백질의 평균필요량은 국제적으로 통용되는 질소균형 실험 결과를 근거로하되 소화율을 반영하여 추정하였다. 성인의 경우, 성별에 상관없이 질소균형 실험 결과로부터 얻은 0.66 g/kg/일(Rand 등, 2003)에 단백질의 소화율을 보정한 0.73 g/kg/일을 질소평형 유지를 위한 체중 당 일일 필요량으로 정하고, 성별 및 연령구간별 평균체중을 곱하여 산출하였다. 권장섭취량은 인구의 97-98%에 해당하는 사람들의 필요량을 충족시킬 수 있도록 평균필요량에 변이계수(12.5%)를 적용하여 산출하였다. 임신부의 단백질 부가량은 모체의 체중 증가와 태아와 모체의 체단백질 축적을 위해 필요한 양으로 산정하였고, 추가량이 요구되지 않는 초기를 제외하고 임신 중기와 후기로 나누어 제시하였다. 수유부의 단백질 부가량은 모유 분비량과 모유 내 단백질 함량을 이용하여 산정하였다. 0-5개월 영아의 단백질 섭취기준은 평균 모유섭취량과 모유 내 평균 단백질 함량을 바탕으로 충분섭취량으로 제시하였다. 영아 후기부터 18세까지의 평균필요량은 질소평형 유지뿐 아니라, 성장에 필요한 단백질량을 고려하여 산정하였다. 2010년에 비해 질소평형 유지를 위한 단백질 필요량 기준이 상향되고 체위 기준인 평균 체중이 증가하면서 유아와 임신 및 수유기를 제외한 거의 모든 연령에서 단백질 섭취기준이 상향 조정되었다. 단백질 에너지 섭취비율의 경우, 현재 단백질 섭취 실태를 고려할 때 상향조정이 필요할 수 있으나, 이를 뒷받침할만한 과학적 근거가 부족하여 기존의 7-20%를 유지하였다. 단백질의 상한섭취량은 설정에 필요한 과학적 근거가 부족하여 제시하지 않았다.

I 활용

대표적인 단백질 급원식품 중에서 필수 아미노산이 충분히 함유되어 있는 완전단백질의 급원식품은 동물성 육류(소고기, 돼지고기, 닭고기), 생선, 달걀, 우유 및 유제품(치즈, 요거트) 등이 있다. 곡류, 견과류, 대두 등은 일부 필수아미노산이 양적으로 부족한 부분적 완전단백질의 급원식품이므로, 필수 아미노산의 부족을 예방하기 위해 완전단백질 급원식품과 함께 섭취할 것을 권장한다.

표 2-5-1. 한국인의 1일 단백질 섭취기준

성별	연령	단백질(g/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			10	
	6-11	10	15		
유아	1-2(세)	12	15		
	3-5	15	20		
남자	6-8(세)	25	30		
	9-11	35	40		
	12-14	45	55		
	15-18	50	65		
	19-29	50	65		
	30-49	50	60		
	50-64	50	60		
	65-74	45	55		
	75 이상	45	55		
여자	6-8(세)	20	25		
	9-11	30	40		
	12-14	40	50		
	15-18	40	50		
	19-29	45	55		
	30-49	40	50		
	50-64	40	50		
	65-74	40	45		
	75 이상	40	45		
임신부	2분기	+12	+15		
	3분기	+25	+30		
수유부		+20	+25		

2-6. 아미노산

차연수, 고광석

Ⅰ 특성

아미노산은 단백질의 구성성분으로서 9종의 필수아미노산과 11종의 비필수아미노산으로 분류할 수 있다. 비필수아미노산 중 불필수아미노산은 5종으로 체내합성이 용이하며, 조건적 필수아미노산 6종은 정상적인 상황에서는 체내 합성으로 충족되더라도 특정 생리 상태일 경우 그 합성이 제한된다(Institute of Medicine(IOM), 2005). 아미노산은 조직의 성장과 유지에 관여하고, 호르몬과 효소, 항체 등의 주요 구성성분이 되며, 각기 고유의 기능을 가지고 있기 때문에, 부족하면 성장기 어린이의 성장 지연과 성인의 체중 감소를 유발하고 인체 대사 조절에 영향을 미칠 수 있다(Harper 등, 1965; Wu, 2009). 반면, 개개의 아미노산을 보충제의 형태로 섭취하는 것은 아미노산 간의 흡수 경쟁을 유발하여 아미노산 불균형 및 독성 위험을 증가시킬 수 있다(Friedman, 1989). 최근 육류 및 건강기능식품으로 인한 아미노산의 섭취가 증가하면서, 아미노산의 적절한 섭취를 위한 기준이 필요하게 되었다.

Ⅰ 섭취기준

현재 아미노산 필요량 설정의 근거로 사용할 수 있는 한국인 인체시험 결과가 전무한 실정이므로, 미국 및 캐나다의 영양소 섭취기준을 참고하여 2010년과 동일하게 아미노산 섭취기준을 제정하였다. 필수아미노산 필요량은 mg/kg/일 단위로 정하였고, 단백질 평균필요량을 이용하여 mg/g 단백질로 산출하였다. 권장섭취량은 2배의 변이계수(CV)를 더한 값으로 나타내거나 평균필요량에 1.25를 곱한 값으로 산출하였다. 아미노산 상한섭취량은 근거자료의 절대부족으로 설정이 불가능하였으며, 아미노산의 필요량 추정을 위한 국내외의 인체시험이 매우 미흡하여, 아미노산 종류별로 충분한 근거 자료를 얻기까지 고충이 있을 것으로 사료된다. 따라서 식이 아미노산의 과잉 및 보충 섭취와 그와 관련된 부작용에 대한 연구결과가 충분히 도출될 때까지 과잉섭취에 대한 주의가 요구된다.

Ⅰ 활용

아미노산은 단백질의 분해산물로서 단백질이 풍부한 식사를 통해 섭취할 수 있으나, 식품의 종류에 따라 단백질을 구성하고 있는 아미노산 종류와 함량이 다르다. 필수아미노산 중 메티오닌은 달걀, 치즈, 닭고기, 생선, 소고기 등에, 류신, 이소류신, 발린은 육류 및 근육류 식품에 많이 함유되어 있다. 라이신은 소고기와 가금류에 많이 들어 있으며, 페닐알라닌은 달걀, 닭, 간, 소고기에 많이 들어 있다. 트레오닌은 치즈, 가금류, 어류, 육류 등이, 트립토판은 고단백 식품과 유제품이 좋은 급원이고, 히스티딘도 다른 아미노산과 마찬가지로 육류, 가금류, 생선 등이 주요 급원식품이다.

표 2-6-1. 한국인의 1일 아미노산 섭취기준(18세 이하)

연령		0-5개월	6-11개월	1-2세	3-5세	6-8세		9-11세		12-14세		15-18세	
성별						남	여	남	여	남	여	남	여
메티오닌+ 시스테인(g/일)	EAR ¹⁾		0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	0.6	1.0	0.8	1.1	0.8
	RNI ²⁾		0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.7	1.2	1.0	1.3	1.0
	AI ³⁾	0.4											
류신(g/일)	EAR		0.6	0.6	0.7	1.1	1.0	1.5	1.4	2.1	1.8	2.4	1.9
	RNI		0.8	0.8	0.9	1.3	1.2	1.9	1.7	2.6	2.3	3.0	2.3
	AI	1.0											
이소류신(g/일)	EAR		0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	0.6	1.0	0.8	1.1	0.8
	RNI		0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.7	1.2	1.0	1.3	1.0
	AI	0.6											
발린(g/일)	EAR		0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.9	0.8	1.2	1.1	1.4	1.1
	RNI		0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	1.1	1.0	1.5	1.3	1.7	1.3
	AI	0.6											
라이신(g/일)	EAR		0.6	0.6	0.6	1.0	0.9	1.4	1.2	2.0	1.7	2.2	1.7
	RNI		0.8	0.7	0.8	1.2	1.2	1.8	1.5	2.4	2.1	2.7	2.1
	AI	0.7											
페닐알라닌 +티로신(g/일)	EAR		0.5	0.5	0.6	0.9	0.8	1.3	1.1	1.7	1.5	2.0	1.5
	RNI		0.7	0.7	0.7	1.1	1.0	1.6	1.4	2.2	1.8	2.4	1.9
	AI	0.9											
트레오닌(g/일)	EAR		0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	0.6	1.0	0.9	1.1	0.9
	RNI		0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.9	0.8	1.3	1.1	1.4	1.1
	AI	0.5											
트립토판(g/일)	EAR		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2
	RNI		0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3
	AI	0.2											
히스티딘(g/일)	EAR		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.4	0.7	0.6	0.8	0.6
	RNI		0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.5	0.9	0.7	0.9	0.7
	AI	0.1											

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

3) 충분섭취량

표 2-6-2. 한국인의 1일 아미노산 섭취기준(19세 이상)

연령		19-29세		30-49세		50-64세		65-74세		75세 이상		임신부 부가량	수유부 부가량
성별		남	여	남	여	남	여	남	여	남	여	여	여
메티오닌+ 시스테인(g/일)	EAR ¹⁾	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.9	0.7	0.9	0.7	+0.3	+0.3
	RNI ²⁾	1.3	1.1	1.3	1.0	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	0.9	+0.3	+0.4
류신(g/일)	EAR	2.3	1.9	2.3	1.8	2.2	1.8	2.1	1.7	2.0	1.6	+0.6	+0.9
	RNI	3.0	2.4	2.9	2.3	2.7	2.2	2.6	2.1	2.6	2.0	+0.7	+1.1
이소류신(g/일)	EAR	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.9	0.7	0.9	0.7	+0.3	+0.5
	RNI	1.3	1.1	1.3	1.0	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	0.9	+0.3	+0.6
발린(g/일)	EAR	1.3	1.1	1.3	1.0	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	0.9	+0.3	+0.5
	RNI	1.6	1.3	1.6	1.3	1.5	1.2	1.5	1.2	1.4	1.1	+0.4	+0.6
라이신(g/일)	EAR	2.4	2.0	2.3	1.9	2.2	1.8	2.1	1.7	2.1	1.6	+0.3	+0.4
	RNI	3.0	2.5	2.9	2.4	2.8	2.3	2.7	2.2	2.6	2.0	+0.4	+0.4
페닐알라닌 +티로신(g/일)	EAR	2.7	2.2	2.7	2.2	2.6	2.1	2.4	2.0	2.4	1.9	+0.8	+1.5
	RNI	3.4	2.8	3.3	2.7	3.2	2.6	3.1	2.5	3.0	2.3	+1.0	+1.9
트레오닌(g/일)	EAR	1.1	0.9	1.1	0.9	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.7	+0.3	+0.4
	RNI	1.4	1.1	1.3	1.1	1.3	1.0	1.2	1.0	1.2	0.9	+0.4	+0.6
트립토판(g/일)	EAR	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	+0.1	+0.2
	RNI	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	+0.1	+0.2
히스티딘(g/일)	EAR	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	0.7	0.5	+0.2	+0.2
	RNI	1.0	0.8	0.9	0.8	0.9	0.7	0.9	0.7	0.8	0.7	+0.2	+0.3

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

2-7. 식이섬유

김지연, 이행신

Ⅰ 특성

식이섬유는 포유동물의 소화효소로 분해되지 않는 탄수화물과 리그닌과 같은 식물 세포 성분에 내재된 성분을 말하며(Mark, 2001), 최근에는 분리하거나 합성하는 방법으로 제조하여 인체의 생리적 기능에 유익한 영향을 줄 수 있는 기능성 식이섬유를 모두 포괄하여 지칭한다(Institute of Medicine(IOM), 2006). 식이섬유는 소장에서 분해되지 않고 대부분 대장까지 그대로 도달하며, 위장관을 통과하는 동안 다양한 생리적 영향을 준다. 식이섬유는 포만감을 유지하도록 하여 식욕을 조절하는데 도움을 줄 수 있으며, 결과적으로 비만의 위험을 낮추는 데 도움이 될 수도 있다(Heaton, 1973; Jenkins 등, 1978; Ritz 등, 1991; Truswell, 1992; Roberfroid, 1993). 또한 식이섬유는 혈당 수준을 낮추고 혈청 콜레스테롤 수준을 정상화시키는 데 도움을 주는 것으로 알려져 있다(IOM, 2006). 하지만 많은 연구결과에도 불구하고 관상동맥질환을 제외한 다른 만성질환에 대해 식이섬유의 섭취가 발병을 예방하는 효과가 있다는 직접적인 증거는 아직 부족한 상황이다. 대장에 도달한 식이섬유는 대장 내의 장내세균들에 의해 이산화탄소, 메탄, 수소, 단쇄 지방산으로 발효될 수 있으며, 이때 발생한 에너지가 장내세균의 성장과 유지에 이용된다(Cummings, 1984; Cummings & Englyst, 1987; McBurney & Thompson, 1990). 최근 장내세균의 중요성이 크게 대두되면서 식이섬유의 건강상의 이점에 대한 연구의 필요성이 부각되고 있다.

Ⅰ 섭취기준

식이섬유는 섭취가 불충분하여도 필수 영양소처럼 생물학적 또는 임상적 결핍증상을 나타내지는 않는다. 그러나 식이섬유의 섭취부족은 배변량을 감소시키고 이에 따른 장 기능의 저하를 초래할 수 있다. 식이섬유를 과량으로 섭취하는 경우 위장관 부작용 증세가 관찰되기는 하지만 심각한 만성 부작용은 관찰되지 않는다. 가장 가능성 있는 식이섬유의 위해 효과는 위장관 내에서 다른 식이섬유 및 다른 영양소와의 상호작용일 것이나, 이에 대한 직접적인 연구결과는 아직 부족하여(IOM, 2006), 상한섭취량을 별도로 설정하지 않았다. 식이섬유는 흡수되지 않는 성분이므로 혈액 중의 식이섬유 농도를 측정할 수 없으며, 식이섬유의 영양 상태를 반영해주는 혈액 지표 또한 없다. 따라서 식이섬유 섭취기준 설정에 있어서는 식이섬유 섭취에 따른 잠재적인 건강상의 이점을 주요 지표로 고려하였다. 그러나 평균필요량을 산출하기에는 과학적 근거가 불충분하므로, 대신 충분섭취량을 설정하였다. 식이섬유의 충분섭취량은 만성 질환이 주요 사인이 되지 않았던 60년대 말-70년대 초의 한국인 평균 식이섬유 추정 섭취량(12 g/1,000 kcal)과 2008-2013년 국민건강영양조사 자료 분석 결과 얻어진 성별/연령층별 에너지 섭취량의 중앙값을 사용하여 산출했다. 0-5개월 영아와 6-11개월 영아의 경우에는 식이섬유 섭취에 관한 과학적 근거가 명확하지 않아 섭취기준을 설정하지 않았다. 이 외에 유아, 아동 및 청소년, 성인, 노인의 충분섭취량은 동일한 산출식을 사용하여 설정하였다.

I 활용

식이섬유의 섭취기준은 건강한 사람이 하루에 필요한 식이섬유의 섭취량을 제시한 것이므로, 건강한 사람을 위한 식단을 계획할 때 활용할 수 있을 것이다. 식이섬유가 풍부한 식품으로는 채소류, 과일류, 곡류 등이 있으며, 특히 우리 국민이 상용하는 식품 중 해조류나 버섯류는 식이섬유가 다량 함유되어 있어 좋은 급원식품이 되고 있다.

표 2-7-1. 한국인의 1일 식이섬유 섭취기준

성별	연령	식이섬유(g/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)				
	6-11				
유아	1-2(세)			10	
	3-5			15	
남자	6-8(세)			20	
	9-11			20	
	12-14			25	
	15-18			25	
	19-29			25	
	30-49			25	
	50-64			25	
	65-74			25	
	75 이상			25	
여자	6-8(세)			20	
	9-11			20	
	12-14			20	
	15-18			20	
	19-29			20	
	30-49			20	
	50-64			20	
	65-74			20	
	75 이상			20	
임신부				+5	
수유부				+5	

2-8. 수분

김선호, 최상범, 이재현

Ⅰ 특성

수분은 신체의 약 60%를 차지하는 주요 구성성분이다(Daniels & Popkin, 2010). 수분은 영양소를 운반하고 노폐물을 배출시켜 준다. 또한 체내 화학반응이 일어나는 장이 되며, 체온조절, 타액, 소화액, 점액 등의 성분으로 순환작용을 하고, 인체를 충격으로부터 보호해 준다(Jéquier & Constant, 2010). 건강한 사람은 수분 섭취량과 수분 배설량을 조절하여 수분균형을 유지한다(Adolph & Wills, 1947; Read & Hoyt, 1996). 수분 섭취량보다 수분 배설량이 많으면 탈수가 나타난다. 탈수는 체내 수분이 지나치게 손실되는 현상으로, 체내 총수분량의 2%가 손실되면 갈증을 느끼며, 4%가 손실되면 근육 피로감을 쉽게 느끼게 되고, 12%가 손실되면 무기력 상태에 빠지고, 20% 이상이 손실되면 사망할 수 있다(박태선 & 김은경, 2011). 심각한 탈수 증세를 겪게 되면 수분평형이 회복되어도 탈수 중 축적된 노폐물로 인해 신장이 손상될 수 있다. 한편, 수분이 과잉되면 세포외액의 전해질 농도가 낮아져서 칼륨이 세포외액으로 이동하거나 물이 세포내액으로 들어가 근육의 경련이 오고 세포외액의 감소로 혈압이 낮아져 쇠약함을 느끼게 된다(장유경 등, 2011).

Ⅱ 섭취기준

수분은 수분불균형의 일차적 지표인 수화정도가 과잉/저하되더라도 혈액의 항상성으로 인해 쉽게 보완되고, 대사 차이, 환경 조건, 활동 정도 등에 따라 필요량이 크게 변동되기 때문에 평균필요량을 추정하기 어렵다. 또한 관련 문헌도 거의 없으므로 섭취기준을 충분섭취량으로 설정하였다. 수분 충분섭취량은 수분 섭취량을 바탕으로 추정하였고, 정상적인 식사를 하는 건강한 사람이 만성적으로 수분을 과량 섭취했을 때 유해작용이 발생하였다는 보고가 거의 없어서 상한섭취량은 설정하지 않았다. 1일 수분 섭취량은 하루에 음식으로 섭취하는 수분량에 액체로 섭취하는 수분량을 합해서 산출한다. 한국인의 음식 수분 섭취량은 연령군별, 성별 에너지필요추정량에 한국인 일상식(물과 음료 제외) 수분 함량비(0.53 mL/kcal: 박영숙, 1988)를 곱해 산출하였다. 한국인의 액체 수분 섭취량은 국민건강영양조사의 물과 음료(주류 포함) 섭취량의 중앙값과 해당 조사에서 음료에 포함되지 않은 우유 섭취량 200 mL를 합해서 구하였다. 수분 충분섭취량은 생애주기에 따른 식생활 및 생리적 특성을 반영하여 조정하였다. 0-5개월 영아는 모유 중 수분 함량과 모유 섭취량을 근거로 충분섭취량을 정하였고, 6-11개월 영아는 모유와 보충식으로 각각 섭취하는 수분량을 합해 충분섭취량을 정하였다. 1-5세의 유아는 성인과 식생활이 다른 점을 고려해 에너지필요추정량에 섭취 에너지 당 수분 필요량 계수(1.075 mL/kcal)를 곱해서 정하였다. 임신부는 임신에 따른 에너지 추가량을 고려하여 설정한 추가 수분 섭취량을, 수유부는 모유 분비에 소요되는 수분량을 성인 여성의 수분 충분섭취량에 더해주어 정하였다.

I 활용

수분은 대부분의 식품, 물, 음료에 함유되어 있으며 음식 조리 시 자주 첨가하므로, 음식과 액체로 널리 섭취할 수 있다. 음식 중에서는 국물이 많은 국, 찌개, 죽 등이 수분을 많이 가지고 있다. 수분 함량이 높은 식품에는 채소, 과일, 감자 등이 있으며, 건조 상태 식품보다는 자연 상태 식품이 수분 함량이 높다(농촌진흥청 국립농업과학원, 2011).

표 2-8-1. 한국인의 1일 수분 섭취기준

성별	연령	수분(mL/일)					
		음식	물	음료	충분섭취량		상한 섭취량
					액체	총수분	
영아	0-5(개월)	300			700	700	
	6-11				500	800	
유아	1-2(세)	300	538	0	800	1,100	
	3-5	400	587	0	1,100	1,500	
남자	6-8(세)	900	705	0	900	1,800	
	9-11	1,100	749	0	1,000	2,100	
	12-14	1,300	756	0	1,000	2,300	
	15-18	1,400	891	0	1,200	2,600	
	19-29	1,400	975	34	1,200	2,600	
	30-49	1,300	1,017	105	1,200	2,500	
	50-64	1,200	929	44	1,000	2,200	
	65-74	1,100	746	24	1,000	2,100	
	75 이상	1,100	517	11	1,000	2,100	
여자	6-8(세)	800	636	0	900	1,700	
	9-11	1,000	643	0	900	1,900	
	12-14	1,100	684	0	900	2,000	
	15-18	1,100	651	0	900	2,000	
	19-29	1,100	766	24	1,000	2,100	
	30-49	1,000	779	15	1,000	2,000	
	50-64	1,000	764	12	900	1,900	
	65-74	900	506	3	900	1,800	
	75 이상	900	398	0	900	1,800	
임신부						+200	
수유부					+500	+700	

3-1. 비타민 A

서정숙, 김유리

I 특성

비타민 A는 인간에게 필수적인 지용성 비타민으로, 정상적인 성장과 발달, 생식, 상피세포의 분화, 세포 분열, 유전자 조절 그리고 정상적인 면역반응에 중요한 역할을 한다(Reifen, 2002; Holick 등, 2002; Napoli, 2012; Wu 등, 2014). 비타민 A는 기본 분자인 레티놀(retinol)과 시각색소로 작용하는 레티날(retinal), 세포 분화를 조절하는 세포내 신호전달물질인 레티노산(retinoic acid) 등과 같이 다양한 레티노이드 형태로 존재한다(Penniston & Tanumihardjo 2006). 녹황색 채소나 해조류에 풍부하게 함유되어 있는 베타-카로틴은 장과 간에서 레티놀로 전환될 수 있어 비타민 A 전구체로 간주된다(van Vliet 등, 1995; van Lieshout 등, 2003; de Oliveira, 2015).

I 섭취기준

미국/캐나다 영양소 섭취기준(Institute of Medicine(IOM), 2001)에서 비타민 A의 단위를 레티놀 활성당량(Retinol Activity Equivalents, RAE)으로 발표한 이래 많은 나라에서 이를 채택하였다. 우리나라에서는 그 동안 RE(retinol equivalents)를 비타민 A의 기본 단위로 사용하여 왔으나, 2015 한국인 영양소 섭취기준에서는 국제적인 추세에 따라 RAE(retinol activity equivalents)를 비타민 A의 기본 단위로 채택하였다. 이와 같이 단위를 RE에서 RAE로 변경하면 식품 중 카로티노이드의 비타민 A 전환율은 1/2배로 줄어들게 된다(IOM, 2001). 비타민 A가 부족하면 야맹증과 안구건조증이 나타날 수 있고 심한 경우에는 사망에 이를 수 있다(West, 2003). 비타민 A의 평균필요량 설정에는 암적응 능력, 혈장 레티놀 농도, 비타민 A의 간 저장량 등 다양한 지표를 사용할 수 있다. 이 중, 비타민 A의 섭취량과 상관관계를 보이는 방사선 동위원소 희석법으로 측정한 간 저장량을 주된 비타민 A의 필요량 설정 지표로 사용하였다. 성인과 노인의 경우, 비타민 A의 평균필요량은 영양상태가 양호한 사람들의 체내 비타민 A 풀(pool) 유지에 필요한 식이 중의 비타민 A 양을 기초로 산출하였고, 임신·수유부의 평균필요량은 각 연령에 해당하는 평균필요량에 추가적으로 필요한 비타민 A 양을 고려하여 설정하였다. 영아의 평균필요량은 모유수유를 하는 영아의 평균 비타민 A 섭취량을 고려하여 설정하였으며, 유아, 아동 및 청소년의 평균필요량은 대사체중을 적용하여 19-29세 성인의 평균필요량에 F 값을 곱한 후 외삽한 값으로 설정하였다. 비타민 A의 상한섭취량은 과잉 섭취 시 발생하는 세포막의 안정성 저해, 간 조직 손상, 지방간, 기형아 출산, 골격 약화 등의 주요 유해작용을 고려하여 설정하였다. 성인과 노인의 경우에는 간독성을, 임신·수유부의 경우에는 태아 기형발생 독성종말점으로 간주하였고, 최대무해용량과 불확실계수를 고려하여 상한섭취량을 3,000 μg RAE/일로 설정하였다. 영아의 경우 최저유해용량을 고려하였고, 유아, 아동 및 청소년의 경우는 상한섭취량 설정에 대한 근거가 부족하여 성인의 상한섭취량에서 외삽하여 설정하였다.

I 활용

비타민 A는 간, 우유, 달걀, 지방이 많은 생선과 같은 동물성 식품과 비타민 A 전구체가 많이 함유된 녹황색 채소, 과일과 같은 식물성 식품으로부터 섭취할 수 있다. 우리나라 사람들은 당근, 시금치, 과일 등 카로티노이드 함량이 높은 식물성 식품으로부터 비타민 A를 섭취하므로, 새로운 단위(RAE)를 적용하면 비타민 A의 섭취실태가 현재보다 매우 불량한 것으로 평가될 수 있다. 따라서 다양한 급원(간, 우유, 달걀, 생선 등)을 통해 비타민 A를 섭취해야 한다.

표 3-1-1. 한국인의 1일 비타민 A 섭취기준 설정

성별	연령	비타민 A(μ g RAE/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			350	600
	6-11			450	600
유아	1-2(세)	200	300		600
	3-5	230	350		700
남자	6-8(세)	320	450		1,000
	9-11	420	600		1,500
	12-14	540	750		2,100
	15-18	620	850		2,300
	19-29	570	800		3,000
	30-49	550	750		3,000
	50-64	530	750		3,000
	65-74	500	700		3,000
	75 이상	500	700		3,000
여자	6-8(세)	290	400		1,000
	9-11	380	550		1,500
	12-14	470	650		2,100
	15-18	440	600		2,300
	19-29	460	650		3,000
	30-49	450	650		3,000
	50-64	430	600		3,000
	65-74	410	550		3,000
	75 이상	410	550		3,000
임신부		+50	+70		3,000
수유부		+350	+490		3,000

3-2. 비타민 D

제3장 지용성 비타민 I

김정현, 조희경

I 특성

비타민 D는 칼슘 대사를 조절하여 체내 칼슘 농도의 항상성과 뼈의 건강을 유지하는데 관여하고 (Jones 등, 1998), 세포의 증식 및 분화의 조절, 그리고 면역기능 등에 관여하는 것으로 알려져 있다 (Deluca & Cantorna, 2001; Moreno 등, 2005; Masuda & Jones, 2006; Deeb 등, 2007; Kovalenko 등, 2010). 그리고 비타민 D가 부족하면 구루병, 골연화증, 골다공증의 위험이 높아지고, 심혈관계 질환, 당뇨병, 일부 암 등 만성질환의 발병 위험이 증가되는 것으로 보고되고 있다 (Holick, 2007). 특히, 비타민 D는 스테로이드 호르몬과 유사한 프로호르몬(prohormone)으로 작용하는 것으로 알려지면서(Institute of Medicine(IOM), 2011) 그 중요성이 부각되고 있다.

I 섭취기준

비타민 D 섭취기준은 한국인의 최적 건강유지를 목표로, 비타민 D 영양 결핍을 예방하는 최저 필요량, 과다섭취가 되지 않도록 하는 섭취 수준, 그리고 한국인의 섭취행동과 생활패턴을 고려하여 설정하였다. 비타민 D는 자외선 노출로 피부에서 생합성되는 특수성이 있고, 우리나라에는 아직까지 비타민 D의 필요량을 추정할 수 있는 과학적 근거가 부족하므로 충분섭취량(Adequate Intake, AI)을 설정하였다. 충분섭취량은 혈중 25-하이드록시비타민 D(25-Hydroxyvitamin D, 25OHD)가 적정수준을 이루는 섭취량을 근거로 하여 설정하였다. 골격 건강을 위한 25OHD의 적정수준은 부갑상선호르몬을 최소한으로, 칼슘 흡수를 최대한으로 하는 수준(임계 농도)인 20 ng/mL (50 nmol/L)를 적정 혈중 수준으로 간주하였다. 최근에 발표된 국민건강영양조사에 따르면 비타민 D 부족 인구의 비율이 매우 높은 것으로 나타났다. 우리나라는 뚜렷한 사계절을 가지고 있어 특정 계절에는 햇빛으로부터 비타민 D를 충분히 합성하기 어려우며, 생활 패턴의 변화로 자외선을 통한 비타민 D 합성을 기대하기가 어려운 실정이다(Choi, 2013). 이에 비타민 D 부족 문제를 개선하기 위해 성인의 비타민 D 충분섭취량을 5 µg에서 10 µg으로 상향조정 하였다. 청소년 역시, 실외활동량 부족으로 자외선으로부터 비타민 D를 충분하게 합성하기 어려우므로, 성인에서와 같이 하루 10 µg으로 상향조정 하였다. 상향조정된 성인의 충분섭취량을 기준으로 65세 이상 노인의 경우, 하루 15 µg으로 상향조정 하였다. 임신·수유부의 경우는, 성인의 충분섭취량이 상향 조정됨에 따라, 부가량을 제시하지 않았다. 영아는 모유섭취량을 기준으로 충분섭취량을 5 µg/일로 하였고, 유아와 아동은 성인의 섭취량을 기준으로 하여 5 µg/일로 설정하였다. 비타민 D의 과잉섭취로 인해 고칼슘혈증이 발생하는 섭취량을 근거로(Jones, 2008, Bhimma 등, 1995; Heaney 등, 2003; Bailey 등, 2008; Jousten & Guffens, 2008; Waked 등, 2009) 비타민 D의 최대무해용량을 250 µg/일로 설정하였고, 불확실계수 2.5를 적용하여 상한섭취량을 100 µg/일로 설정하였다. 노인과 임신·수유부는 성인의 상한섭취량과 다르게 설정할 근거가 부족하여 성인과 동일하게 100 µg/일로 설정하였다. 1세 미만의 영아는 최대무해

용량 45 µg/일과 불확실계수 2를 계산한 값인 25 µg/일을 상한섭취량으로 설정하였다. 유아·아동의 경우, 신체기관의 미성숙을 고려하여 연령대별로 30-60 µg/일로 설정하였고, 12세 이상 청소년은 성장기임을 고려하여 성인과 동일한 상한섭취량을 설정하였다.

I 활용

비타민 D 영양 상태를 개선하기 위해서는 실외활동 등으로 햇빛으로부터의 비타민 D 합성을 증가시키는 한편, 비타민 D 함유 식품(청어, 갈치, 황새치, 홍연어, 고등어, 정어리, 참치 등의 생선과 육류의 간, 계란, 치즈, 버섯류 등)의 꾸준하고 적극적인 섭취가 요구된다. 이를 위하여 비타민 D 함유 식단 개발 및 적절한 비타민 D 공급을 위한 다양한 영양·식생활관리교육 프로그램이 필요하다.

표 3-2-1. 한국인의 1일 비타민 D 섭취기준

성별	연령	비타민 D(µg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			5	25
	6-11			5	25
유아	1-2(세)			5	30
	3-5			5	35
남자	6-8(세)			5	40
	9-11			5	60
	12-14			10	100
	15-18			10	100
	19-29			10	100
	30-49			10	100
	50-64			10	100
	65-74			15	100
	75 이상			15	100
여자	6-8(세)			5	40
	9-11			5	60
	12-14			10	100
	15-18			10	100
	19-29			10	100
	30-49			10	100
	50-64			10	100
	65-74			15	100
	75 이상			15	100
임신부				+0	100
수유부				+0	100

3-3. 비타민 E

제3장 지용성 비타민

박은주, 염경진

특성

비타민 E는 4가지 형태의 토코페롤(α -, β -, γ -, δ -tocopherol)과 4가지 형태의 토코트리엔놀(α -, β -, γ -, δ -tocotrienol)을 총칭하는 비타민으로, 자유라디칼(free radical) 연쇄반응을 차단하는 항산화제의 기능을 가지고 있다(Traber, 2007). 모든 형태의 비타민 E는 지방, 담즙산염과 함께 미셀을 형성하여 소장 상부에서 흡수되고, 흡수된 비타민 E의 대부분은 지단백질에 의해 간으로 유입된다. 혈액의 비타민 E 농도는 간에서 나오는 비타민 E에 의해 결정되는데, α -토코페롤 수송 단백질(α -tocopherol transfer protein)이 간에서 혈액으로의 비타민 E 수송을 담당한다(Catiganani & Bieri, 1977; Sato 등, 1991). 비타민 E가 부족할 때 나타나는 주요 건강문제로는 근육과 신경의 공조가 제대로 일어나지 않아 발생하는 운동실조(ataxia), 골격근증(skeletal myopathy), 색소침착 망막증(pigmented retinopathy) 등을 들 수 있다(Sokol, 1993). 하지만 비타민 E 결핍증은 사람에게서 거의 발견되지 않으므로 현재의 식행태가 충분한 비타민 E를 제공하는 것으로 받아들여진다.

섭취기준

α -토코페롤을 제외한 다른 형태의 비타민 E는 α -토코페롤 수송 단백질과의 친화력이 미미한 것으로 알려져 있으나(Institute of Medicine(IOM), 2000), γ -토코페롤은 한국인이 섭취하는 주요 비타민 E의 한 형태이고 혈액에도 상당량 존재함을 고려하여 모든 형태의 비타민 E를 섭취기준에 포함시켰다. 또한 한국인의 비타민 E에 대한 연구 자료는 충분치 않아 비타민 E의 섭취기준은 충분섭취량으로 설정하였다. 비타민 E의 섭취기준은 비타민 E의 항산화기능에 의한 만성질환 방어를 평가할 수 있는 정량적 지표가 부족하므로, 비타민 E 섭취기준을 정할 때에는 인체에 유도된 비타민 E 결핍, 용혈작용, 그리고 혈중 α -토코페롤 농도를 일반적 기능지표로 이용하였고, 한국인 비타민 E 섭취 분포를 참고로 하였다(질병관리본부, 2008-2012; 한국영양학회, 2012). 특히 2015 비타민 E 섭취기준 설정에서는 성별 비타민 E 필요량을 다르게 설정할 과학적 근거가 부족한 관계로 성별과 관계없이 동일하게 제정하였다. 한국인 노년층은 비타민 E의 노화방지 기능 등을 고려하여 성인과 동일한 기준을 적용하였다. 유아, 아동, 청소년들은 한국인의 비타민 E 섭취 자료에서 얻은 모든 연령의 비타민 E 섭취량을 기본으로 하되, 2010 한국인 영양섭취기준의 결과도 고려하여 설정하였다. 임신부의 경우 비임신기 충분섭취량을 섭취하였을 때의 문제가 보고된 바 없으므로 비임신 여성과 동일하게 책정하였고, 수유부의 경우 모유로 분비되는 비타민 E의 양이 1일 평균 3.0 mg으로 보고되어 있으므로 1일 비타민 E 충분섭취량은 비수유 여성의 충분섭취량에 3.0 mg을 가산하였다. 성인과 노인의 비타민 E 상한섭취량은 Meydani 등(1998)과 Stephens 등(1996)에서 실시한 인체 대상 용량-반응 평가 결과, 최대무해용량(동물실험÷불확실계수), 성인 남녀 평균 체중 등을 적용하여 설정하였다. 임신·수유부의 경우 상한섭취량 설정에 대한 근거가 부족하여 가임기 여성과 동일하게 설정하

였다. 영아는 모유와 조제유 외에는 비타민 E를 섭취하지 않으므로 상한섭취량을 설정하지 않았고, 유아, 아동, 청소년의 경우, 성인의 상한섭취량을 각각의 체중으로 보정하여 설정하였다.

I 활용

비타민 E 섭취기준은 한국인 각 연령층의 비타민 E 섭취량의 중앙값을 기준으로 설정한 충분섭취량이므로, 활용할 때 권장섭취량이 아님을 고려하여야 한다. 비타민 E는 두류, 견과·종실류 및 이들로부터 얻은 식물성 기름, 마가린, 마요네즈와 같은 가공품에 주로 함유되어 있다.

표 3-3-1. 한국인의 1일 비타민 E 섭취기준

성별	연령	비타민 E(mg α-TE/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			3	
	6-11			4	
유아	1-2(세)			5	200
	3-5			6	250
남자	6-8(세)			7	300
	9-11			9	400
	12-14			10	400
	15-18			11	500
	19-29			12	540
	30-49			12	540
	50-64			12	540
	65-74			12	540
	75 이상			12	540
여자	6-8(세)			7	300
	9-11			9	400
	12-14			10	400
	15-18			11	500
	19-29			12	540
	30-49			12	540
	50-64			12	540
	65-74			12	540
	75 이상			12	540
임신부				+0	540
수유부				+3	540

3-4. 비타민 K

제3장 지용성 비타민

임현정, 박 경

특성

비타민 K는 혈액응고와 골 대사에 관련된 단백질을 활성화시키는 조효소 역할을 한다(Booth & Suttie, 1998). 활성형 비타민 K의 형태로 필로퀴논(phyloquinone)과 메나퀴논(menaquinone)이 있으며, 비타민 K의 주요 급원 형태는 필로퀴논이라고 알려져 있다. 필로퀴논은 주로 식물에서 합성되고, 메나퀴논은 장내 미생물에 의해 합성된다. 비타민 K는 혈액응고에 관여하고, 칼슘 대사에 관여하여 골밀도를 증가시키며, 칼슘균형 향상에 영향을 준다(Chung 등, 1979; Sadowski 등, 1989). 일반적으로 정상적인 식사를 하는 성인의 비타민 K 결핍은 흔하지 않다. 그러나 약물 복용, 지방흡수불량, 간질환이 있는 경우 결핍증이 나타날 수 있고, 특히 항생제를 장기 복용하는 경우 장내 미생물에 의해 합성되는 메나퀴논의 양이 줄어들 수 있다(Zelis 등, 2008). 비타민 K가 결핍될 경우 혈액응고 지연현상이 나타나고 심하면 출혈이 일어난다.

섭취기준

비타민 K 결핍증은 매우 드물며 명확한 용량-반응 관련 연구의 부재로 인하여 비타민 K의 평균필요량을 정립하기에는 제한이 있으므로 성인의 비타민 K 섭취기준은 건강한 성인의 비타민 K 섭취량의 중앙값을 기준으로 하여 비타민 K 충분섭취량을 설정한다. 그러나 한국 성인의 비타민 K 섭취량을 측정한 관련 국내 연구 및 식품분석자료는 아직 미흡하여 식생활이 비교적 비슷한 일본의 섭취량을 참조하여 남자 75 $\mu\text{g}/\text{일}$, 여자 65 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정하였다. 비타민 K는 다른 일반적인 지용성 비타민과는 달리 체내에 저장되지 않고 빠르게 배설되어 독성을 보이지 않으며, 비타민 K의 독성에 대한 문헌 또한 보고된 바 없으므로, 미국, 일본 등 다른 국가(Institute of Medicine(IOM), 2001, The Japan Ministry of Health, Labour and Welfare, 2015)와 마찬가지로 상한섭취량을 설정하지 않았다. 노인의 비타민 K 섭취기준은 성인과 다르게 설정할 과학적 근거가 부족하여 성인과 동일하게 설정하였다. 임신부의 경우, 임신에 의한 비타민 K 필요량 증가 또는 모체의 혈중 비타민 K 농도 변화에 대한 근거가 부족하여, 비임신 여성과 동일한 기준으로 비타민 K의 충분섭취량을 설정하였다. 또한 수유부의 경우에도 비타민 K 섭취량과 모유의 비타민 K 농도의 연관성이 보고된 바 없고 수유부의 비타민 K 요구량이 증가한다는 과학적 근거도 없으므로 성인 여성과 동일한 기준으로 충분섭취량을 제시하였다. 영아의 경우에는 비타민 K 섭취기준은 모유섭취량과 모유 내 비타민 K 농도를 기준으로 하여 0-5개월령 영아는 4 $\mu\text{g}/\text{일}$, 6-11개월령 영아는 7 $\mu\text{g}/\text{일}$ 을 충분섭취량으로 설정하였다. 모유섭취량을 기준으로 하는 영아기와 달리, 유아기에는 유아의 섭취량을 기준으로 충분섭취량을 산출하기 때문에 영아기와 유아기의 비타민 K 충분섭취량 범위는 큰 차이를 보인다.

I 활용

현재 우리 국민은 식사를 통해 비타민 K를 충분히 섭취하고 있는 것으로 보인다. 비타민 K는 장내 미생물에 의해 합성되며, 주로 녹색 채소류, 김치, 낫도, 녹차 등에 풍부하게 함유되어 있다.

표 3-4-1. 한국인의 1일 비타민 K 섭취기준

성별	연령	비타민 K(μ g/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			4	
	6-11			7	
유아	1-2(세)			25	
	3-5			30	
남자	6-8(세)			45	
	9-11			55	
	12-14			70	
	15-18			80	
	19-29			75	
	30-49			75	
	50-64			75	
	65-74			75	
	75 이상			75	
여자	6-8(세)			45	
	9-11			55	
	12-14			65	
	15-18			65	
	19-29			65	
	30-49			65	
	50-64			65	
	65-74			65	
	75 이상			65	
임신부				+0	
수유부				+0	

4-1. 비타민 C

제4장 수용성 비타민

윤군애, 박선민

특성

비타민 C는 항산화제로 작용하고 여러 화학반응의 보조인자로 기능하는 수용성 영양소이다 (Buettner 등, 1993; Frei & Lawson, 2008). 비타민 C는 하루 30–200 mg 정도 섭취 할 경우 약 79–90%정도 흡수되며, 과도하게 섭취하면 흡수율이 감소하고 신장을 통한 배설량이 증가한다. 흡수된 비타민 C는 모든 조직에 저장될 수 있다(Rumsey & Levine, 1998). 비타민 C는 콜라겐, 신경전달물질, 카르니틴 등의 합성에 관여하고 세포 대사과정에서 생성되는 유리라디칼을 제거함으로써 산화적 손상을 방지한다(Peterkofsky, 1972; Tsao 등, 1997). 또한 비타민 C는 철을 환원시켜 소장에서 흡수가 잘 되도록 하고, 산화된 비타민 E를 환원시켜 재활용하므로 비타민 E의 항산화기능을 증가시킨다(Frei & Lawson, 2008). 비타민 C를 부족하게 섭취하면 콜라겐 합성이 방해되어 괴혈병 증상이 나타난다. 그 결과 결합조직에 변화가 생겨 연골과 근육조직이 변형되기도 하고 혈관이 약화되어 부신출혈 증세가 나타나기도 한다(Chazan 등, 1963).

섭취기준

비타민 C 섭취기준의 설정 지표는 조직의 포화도 및 배설량과 항산화력 사이의 관계를 토대로, 조직(호중구)이 항산화 기능을 나타내기에 충분한 비타민 C 포화도를 유지하면서 소변으로 손실되는 비타민 C가 최소량이 되는 수준으로 정하였다. 성인 남성에서 호중구 최대 비타민 C 농도의 80% 지점(1.0 mmol/L)이 이에 해당하며, 75 mg/일의 섭취수준에서 충족될 수 있다. 백혈구와 혈장의 비타민 C 농도는 성별 차이가 없다는 연구에 의거하여 성별에 따른 차이를 두지 않았다. 권장섭취량은 평균필요량 75 mg/일에 변이계수 15%를 사용하여 100 mg/일로 설정하였다. 또한 나이에 따른 차이도 없어 노인의 비타민 C 필요량도 성인과 동일하게 적용하였다. 임신부의 경우, 모체에서 태아로 이동되는 비타민에 관한 근거자료는 부족하지만 7 mg/일의 섭취량은 태아의 괴혈병을 예방할 수 있다는 자료를 토대로 비임신 성인 여성의 평균필요량에 10 mg/일을 가산하였다. 수유부의 평균필요량은 비수유 성인 여성의 평균필요량에 모유로 배출되는 양을 고려하여 35 mg/일을 추가하여 110 mg/일로 하였다. 임신부와 수유부의 권장섭취량은 비임신부와 비수유부의 권장섭취량에 각각 10과 40 mg/일을 추가하여 설정하였다. 0–5개월령 영아의 경우, 평균 일일 모유 섭취량을 780 mL로 결정하고 0–5개월의 영아가 모유를 통해 섭취하는 비타민 C의 양은 35 mg/일이므로, 이를 충분섭취량으로 설정하였다. 6–11개월 영아의 경우, 모유 섭취량의 감소와 이유 보충식에 의한 비타민 C 섭취량을 근거로 45 mg/일을 충분섭취량으로 설정하였다. 유아와 아동, 청소년의 경우 성인의 섭취기준에 이들의 대사체중을 외삽하여 평균필요량과 권장섭취량을 계산하였다. 상한섭취량은 건강한 사람에게서 위장관장애 증상이 나타나지 않을 정도의 양인 3 g/일을 비타민 C의 최저유해용량으로 제한하고 불확실계수로 1.5를 적용하여 비타민 C의 상한섭취량을 2,000 mg/일로 설정하였다. 노인 및 임신부

와 수유부에서의 경우에는 비타민 C에 더 민감하다는 자료가 없으므로 동일하게 2,000 mg/일을 적용하였다. 영아는 비타민 C 독성에 관한 근거자료가 미흡하여 상한섭취량을 설정하지 못하였으며, 유아, 아동, 청소년은 성인의 상한섭취량에 체중비를 적용한 값을 각각 외삽하여 산정하였다.

I 활용

청소년기의 경우 성장에 필요한 콜라겐 합성을 고려하면 남자가 여자보다 권장섭취량이 높다. 또한 흡연은 산화적 스트레스의 원인이 되므로 흡연자는 35 mg을 추가 섭취하도록 권장한다. 비타민 C는 대부분 과일과 채소로 공급되며 하루 5회 이상 과일과 채소를 먹는 것을 권장한다.

표 4-1-1. 한국인의 1일 비타민 C 섭취기준

성별	연령	비타민 C(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			35	
	6-11			45	
유아	1-2(세)	30	35		350
	3-5	30	40		500
남자	6-8(세)	40	55		700
	9-11	55	70		1,000
	12-14	70	90		1,400
	15-18	80	105		1,500
	19-29	75	100		2,000
	30-49	75	100		2,000
	50-64	75	100		2,000
	65-74	75	100		2,000
	75 이상	75	100		2,000
여자	6-8(세)	45	60		700
	9-11	60	80		1,000
	12-14	75	100		1,400
	15-18	70	95		1,500
	19-29	75	100		2,000
	30-49	75	100		2,000
	50-64	75	100		2,000
	65-74	75	100		2,000
	75 이상	75	100		2,000
임신부		+10	+10		2,000
수유부		+35	+40		2,000

4-2. 티아민

김숙배, 김미현

특성

티아민(비타민 B₁)은 체내에서 80%가 인산 형태인 티아민 피로인산(thiamin pyrophosphate, TPP)으로 체내에 존재하면서 탄수화물 대사에 직접적으로 관여하고 탄수화물, 단백질 및 지질의 대사적 연결(metabolic link) 작용을 한다(Berdanier, 1998). 티아민은 유리형 또는 인산 형태로 식물이나 동물조직에 존재하고, 에너지 대사에 관여하므로, 티아민의 필요량은 에너지소모량과 큰 상관을 갖는다(Lonsdale & Shamberger, 1980). 티아민이 부족하면 식욕부진, 체중감소, 무감각(apathy) 등의 정신적 증세와 과민성(irritability), 근육 무력증, 심장비대 등의 심혈관계 증상이 나타나고, 심각하게 부족하면 신경계와 심혈관계 장애를 보이는 각기병(beriberi)이 나타난다(Wilson, 1983; Tanphaichitr, 1994). 한편, 티아민은 식품이나 보충제로 과량 섭취(50-200 mg/일)하여도 유해영향이 나타나지 않은 것으로 보고되었다(Berdanier, 1998).

섭취기준

티아민의 섭취기준으로 영아 0-11개월령의 경우 충분섭취량을 설정하였고, 1세 유아 이상 모든 연령층에서는 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였다. 모든 연령에 대하여 상한섭취량을 설정할 충분한 근거를 찾지 못하여 상한섭취량은 설정하지 못하였다. 평균필요량 추정에 필요한 국내연구가 미비하여, 외국에서 사용한 적혈구 트랜스케톨라아제 활성(erythrocyte transketolase activity, ETK 활성)과 티아민 소변 배설량을 유지하기에 적절한 티아민 섭취량을 근거로 설정하였다(Schrijver, 1991; McCormick & Greene, 1994). 권장섭취량은 변이계수를 10%로 적용하여 평균필요량의 120% 수준에서 설정하였다. 노인의 경우 국민건강영양조사와 그 밖의 식사섭취조사에서 섭취량이 평균필요량보다 적은 사람들의 비율이 높은 것으로 나타났으나, 생화학 또는 기능검사 자료가 부족하여 성인의 평균필요량을 기준으로 설정하였다. 임신부의 평균필요량은 비임신 성인 여성의 평균필요량(0.9 mg)에 모체조직 및 태아의 성장에 필요한 티아민 양 20%(0.2 mg)를 가산하고 임신부의 에너지 추가 필요량이 임신 2/3분기에 1일 340 kcal, 3/3분기에 1일 450 kcal인 것을 고려하여 에너지 이용 증가분 20%(0.2 mg)를 가산한 1.3 mg으로 설정하였다. 수유부의 경우, 모유의 티아민 함량은 수유가 진행되면서 감소하지만 모유로 분비되는 평균 티아민 함량(1일 0.16 mg)과 수유기간 중 모유 생산에 필요한 에너지 이용 증가분(0.18 mg/일)을 고려하여 수유부의 티아민 1일 평균필요량을 1.2 mg으로 설정했다. 0-5개월령 영아는 모유섭취량과 모유 내 티아민 함량을 기준으로 충분섭취량을 설정했고, 6-11개월령 영아는 0-5개월령 영아의 충분섭취량에 체중을 외삽하여 충분섭취량을 설정했다. 유아, 아동, 청소년의 티아민 평균필요량 설정에 대한 연구 자료의 부족으로, 유아의 티아민 평균필요량과 권장섭취량은 성인의 필요량으로부터 체중비율과 성장인자를 고려하여 외삽하는 방식으로 설정했다.

I 활용

티아민의 섭취기준을 적용할 때에는 같은 연령과 성별이라 하더라도 신장, 체중, 활동정도에 따른 에너지 필요량에 따라 티아민의 필요량이 달라질 수 있음을 고려해야 한다. 티아민의 급원식품은 돼지고기 등심, 현미, 감자, 닭고기 등이다. 백미에 비하여 현미에 약 두 배 가량의 티아민이 함유되어 있다.

표 4-2-1. 한국인의 1일 티아민 섭취기준

성별	연령	티아민(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.2	
	6-11			0.3	
유아	1-2(세)	0.4	0.5		
	3-5	0.4	0.5		
남자	6-8(세)	0.6	0.7		
	9-11	0.7	0.9		
	12-14	1.0	1.1		
	15-18	1.1	1.3		
	19-29	1.0	1.2		
	30-49	1.0	1.2		
	50-64	1.0	1.2		
	65-74	1.0	1.2		
	75 이상	1.0	1.2		
여자	6-8(세)	0.6	0.7		
	9-11	0.7	0.9		
	12-14	0.9	1.1		
	15-18	1.0	1.2		
	19-29	0.9	1.1		
	30-49	0.9	1.1		
	50-64	0.9	1.1		
	65-74	0.9	1.1		
	75 이상	0.9	1.1		
임신부		+0.4	+0.4		
수유부		+0.3	+0.4		



4-3. 리보플라빈

■ 제4장 수용성 비타민 ■

김기남, 김지명

특성

리보플라빈(비타민 B₂)은 세 개의 육각형 고리로 이루어진 분자이다. 식품을 통해 섭취된 리보플라빈은 흡수되어 혈장 알부민, 면역글로불린과 결합되어 운반되며, 조직 내에서 대부분 flavin mononucleotide(FMN)와 flavin adenine dinucleotide(FAD)의 조효소 형태로 여러 가지 산화, 환원 반응의 촉매 역할을 한다(Powers, 2003). 리보플라빈은 대부분 리보플라빈 형태나 산화 대사물 형태로 소변을 통해 배설되며, 소량이 땀과 땀을 통해 배설된다(Zemleni 등, 1996; Powers, 2003). 리보플라빈이 결핍되면 주로 구강에서 구각염, 구순염, 설염 등이 나타나고, 코, 입 주위 안면이나 음낭, 외음부의 지루성 피부염, 빈혈, 안구충혈, 광선공포증, 초로성 백내장 등이 발생한다(Wilson, 1983).

섭취기준

1세 이상의 모든 연령층에서 리보플라빈의 평균필요량 및 권장섭취량을 설정하였고, 영아의 경우에는 충분섭취량을 설정하였다. 리보플라빈의 필요량을 설정하기 위해 사용한 지표는 적혈구의 글루타티온환원효소(Erythrocyte glutathione reductase, EGR) 활성계수와 소변 중 리보플라빈 배설량이다(Sauberlich 등, 1974). 성인의 경우, 필요량 설정 지표를 통하여 평균필요량을 남자 1.3 mg, 여자 1.0 mg으로 정하였다. 노인의 리보플라빈 요구량은 성인의 요구량과 차이가 없다고 보고되고 있어(Horwitt, 1950; Biosvert 등, 1993), 에너지 필요량이 감소함에도 불구하고 성인과 동일한 수준으로 설정하였다. 권장섭취량은 표준편차에 대한 근거가 부족하여 변이계수 10%를 적용하여 평균필요량의 120% 수준으로 설정하였다. 임신부의 평균필요량은 모체조직 증가와 태아성장을 위해 필요한 리보플라빈의 양을 고려하여 가임기 여성의 리보플라빈 평균필요량에 0.3 mg을 추가하는 것으로 설정했고, 권장섭취량은 변이계수 10%를 가산하여 가임기 여성의 평균필요량에 0.4 mg을 추가하는 방식으로 설정하였다. 수유부의 경우, 모유를 통해 하루에 분비되는 리보플라빈 함량을 고려하고 모유 생산의 리보플라빈 이용 효율을 70%로 간주하여 평균필요량에 0.4 mg을 추가하는 것으로 설정하고, 권장섭취량은 평균필요량에 변이계수 10%를 적용하여 0.5 mg을 추가하는 것으로 정하였다. 0-5개월령 영아의 리보플라빈 충분섭취량은 하루 모유섭취량 780 mL을 적용하여 0.3 mg/일로 정하였고, 6-11개월령 영아의 충분섭취량은 0-5개월 영아의 충분섭취량으로부터 외삽하여 0.4 mg/일로 설정하였다. 유아, 아동 및 청소년의 평균필요량과 권장섭취량은 성인의 평균필요량에서 체중비율과 성장계수를 고려한 외삽법으로 산출하였다. 식품이나 보충제로 섭취된 리보플라빈에 의한 인체 유해영향은 보고되지 않았으며, 최저유해용량이나 최대무해용량의 정량적 위해도를 평가한 연구자료가 부족하므로 리보플라빈의 상한섭취량은 설정하지 못하였다.

I 활용

리보플라빈의 섭취기준을 적용할 때에는 연령과 성별이 같다 하더라도 신장, 체중, 활동 정도에 따라 달라지는 에너지 필요량으로 인하여 리보플라빈 필요량도 달라질 수 있음을 고려해야 한다. 리보플라빈의 주된 급원식품은 육류, 닭고기, 생선과 같은 동물성 식품과 유제품이다.

표 4-3-1. 한국인의 1일 리보플라빈 섭취기준

성별	연령	리보플라빈(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.3	
	6-11			0.4	
유아	1-2(세)	0.5	0.5		
	3-5	0.5	0.6		
남자	6-8(세)	0.7	0.9		
	9-11	1.0	1.2		
	12-14	1.2	1.5		
	15-18	1.4	1.7		
	19-29	1.3	1.5		
	30-49	1.3	1.5		
	50-64	1.3	1.5		
	65-74	1.3	1.5		
	75 이상	1.3	1.5		
여자	6-8(세)	0.6	0.8		
	9-11	0.8	1.0		
	12-14	1.0	1.2		
	15-18	1.0	1.2		
	19-29	1.0	1.2		
	30-49	1.0	1.2		
	50-64	1.0	1.2		
	65-74	1.0	1.2		
	75 이상	1.0	1.2		
임신부		+0.3	+0.4		
수유부		+0.4	+0.5		

4-4. 니아신

■ 제4장 수용성 비타민 ■

김정인, 임정은

특성

니아신은 니코틴아미드(nicotinic acid amide), 니코틴산(nicotinic acid, pyridine-3-carboxylic acid) 및 그 유도체 중 니코틴아미드 생리활성을 나타내는 화합물을 총칭한다. 아미노산의 한 종류인 트립토판은 체내에서 니아신으로 전환된다(Patterson 등, 1980; Horwitt 등, 1981). 니아신의 조효소 형태인 니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드(nicotinamide adenine dinucleotide, NAD) 및 니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드 인산(nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, NADP)은 체내에서 산화·환원 반응에 관여한다(McCormick, 1988). 니아신이 부족하면 피부염, 구토, 설사, 우울증, 무관심, 두통, 피로, 기억상실을 나타내는 펠라그라(pellagra)가 생긴다. 과잉증으로는 홍조, 오심, 구토, 소양증 등이 있고, 더 심하면 간독성, 포도당 내성, 소화관 장애, 시각적 문제까지 나타날 수 있다(Clementz & Holmes, 1987; Rader 등, 1992; McKenney 등, 1994).

섭취기준

니아신은 1세 이상 전 연령층에서 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였고 영아의 경우 충분섭취량을 설정하였다. 니아신의 섭취기준 단위로는 니아신 당량[mg NE(niacin equivalent)]을 사용하였다. 1 mg NE는 1 mg 니아신 또는 60 mg 트립토판에 해당된다. 성인의 니아신 평균필요량은 펠라그라의 임상 증세를 나타내지 않으면서 소변으로 배설되는 메틸니코틴아미드(N^1 -methyl-nicotinamide, MNA) 배설량을 최저 수준(1.0 mg/일)으로 유지하는 니아신 섭취량으로 결정하였다. 성인 남성의 평균필요량은 12 mg NE, 여성은 11 mg NE로 설정하였다. 권장섭취량은 필요량에 대한 변이계수를 15%로 간주하여, 성인 남성은 16 mg NE, 성인 여성은 14 mg NE로 설정하였다. 노인의 니아신 평균필요량은 성인과 같은 수준으로 설정하였다. 임신부의 경우에는 모체 조직과 태아 성장을 위해 필요한 니아신의 양과 에너지 이용 증가분을 고려하여 성인 여성의 평균필요량에 3 mg NE를 추가하였다. 수유부는 모유로 분비되는 니아신 양과 모유생산에 필요한 에너지 사용량을 고려하여, 평균필요량 부가량을 2 mg NE로 설정하였다. 0-5개월 영아의 니아신 충분섭취량은 모유의 니아신 함량과 모유섭취량으로부터 2 mg NE로 산정하였고, 6-11개월 영아의 충분섭취량은 0-5개월 영아의 충분섭취량으로부터 체중비율을 외삽하여 3 mg NE로 결정하였다. 아동 및 청소년의 평균필요량은 성인의 평균필요량으로부터 체중비율과 성장계수를 고려한 외삽법을 사용하여 산정하였다. 상한섭취량 설정 시에는 니코틴산과 니코틴아미드가 체내에 미치는 영향과 독성에 차이가 있으므로 둘을 구분하여 정하였다. 니코틴산의 경우 홍조 등이 나타나는 것을 독성종말점 기준으로 보고 최저유해용량을 50 mg NE로 정하였고(Sebrell 등, 1938), 상한섭취량은 불확실계수 1.5를 적용하여 35 mg NE/일로 설정하였다. 니코틴아미드의 경우 간독성이 나타나는 것을 독성종말점 기준으로 보고, 최대무해용량 25 mg NE/kg 체중(Scientific Committee on Food, SCF, 2002; Expert Group on Vitamins

and Minerals, EVM, 2003)에 불확실계수 1.5를 적용하여 상한섭취량을 1,000 mg NE/일로 설정하였다.

I 활용

니아신의 섭취량은 식품에 들어 있는 니아신과 트립토판으로부터 전환된 니아신을 포함하므로, 식품에 함유된 니아신과 트립토판의 양을 합하여 니아신 당량(Niacin Equivalent, NE)이라는 측정단위를 사용한다. 우리나라 니아신의 주요 급원은 쇠고기, 돼지고기, 닭고기, 생선, 내장육, 달걀, 우유, 밀가루, 버섯, 밀겨(통곡식품), 땅콩, 맥주(효모) 등이다.

표 4-4-1. 한국인의 1일 니아신 섭취기준

성별	연령	니아신(mg NE/일) ¹⁾			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량 ²⁾
영아	0-5(개월)			2	
	6-11			3	
유아	1-2(세)	4	6		10(180)
	3-5	5	7		10(250)
남자	6-8(세)	7	9		15(350)
	9-11	9	12		20(500)
	12-14	11	15		25(700)
	15-18	13	17		30(800)
	19-29	12	16		35(1,000)
	30-49	12	16		35(1,000)
	50-64	12	16		35(1,000)
	65-74	12	16		35(1,000)
	75 이상	12	16		35(1,000)
여자	6-8(세)	7	9		15(350)
	9-11	9	12		20(500)
	12-14	11	15		25(700)
	15-18	11	14		30(800)
	19-29	11	14		35(1,000)
	30-49	11	14		35(1,000)
	50-64	11	14		35(1,000)
	65-74	11	14		35(1,000)
	75 이상	11	14		35(1,000)
임신부		+3	+4		35(1,000)
수유부		+2	+3		35(1,000)

¹⁾ 1 mg NE(니아신 당량) = 1 mg 니아신 = 60 mg 트립토판

²⁾ 니코틴산/니코틴아미드

4-5. 비타민 B₆

제4장 수용성 비타민

조윤옥, 최은영

특성

비타민 B₆는 활성을 갖는 피리독살(pyridoxal, PL, 알데히드형), 피리독신(pyridoxine, PN, 일차 알콜형), 피리독사민(pyridoxamine, PM, 아민형)과 각각의 인산화형태인 pyridoxal 5' phosphate (PLP), pyridoxine 5' phosphate(PNP), pyridoxamine 5' phosphate(PMP) 등 6종의 유도체로 구성되어 있다. 비타민 B₆는 100여 종의 아미노산 대사에 관여하는 효소의 조효소로, 주로 탈탄산효소(decarboxylase), 아미노전이효소(aminotransferase), 및 라세미화효소(racemase) 등에 관여하며, 탈탄산반응, 단일탄소대사, 아미노기전이반응, 헴 신생합성 및 지질 탄수화물대사 등을 통해 면역계 및 신경전달물질 합성, 스테로이드호르몬 작용을 조정하는 역할을 한다(Leklem, 1994). 비타민 B₆는 수용성 비타민이나 인체 내 상당량이 저장되어 있다(Coburn 등, 1988; Coburn, 1990; Leklem, 1992). 비타민 B₆는 항피부병, 항빈혈인자로 분리되었으며, 사람에게 나타나는 결핍증상은 피부염, 구내염, 구순염, 간질성 혼수, 설염, 우울증, 뇌파계의 이상 등을 들 수 있다(Leklem, 1996; Sanchez-Villegas 등, 2009; Skarupski 등, 2010; Murakami 등, 2010; Nanri 등, 2013). 식품으로부터 섭취한 비타민 B₆의 과잉증은 보고된 바 없으며, 대부분 생리전증후군, 천식, 손목관절증후군, 겸상적혈구병 등 질병 치료를 목적으로 다량의 약제를 장기간 복용할 때 감각성 신경병증이나 피부 병변이 발생할 수 있다(Cohen & Bendich, 1986; Schaumburg & Berger, 1988).

섭취기준

혈장 총 비타민 B₆ 중 PLP는 70-90%, PL은 8-30%를 차지하고 있어, 혈장 PLP 수준이 비타민 B₆ 영양상태를 반영하는 지표로 보고, 건강한 한국 성인의 혈장 PLP 수준을 30 nmol/L 이상으로 제안하였다. 혈장 PLP 수준이 30 nmol/L 이상인 한국인의 평균 비타민 B₆ 섭취량은 1.5 mg/일이었으므로, 한국인의 평균필요량은 1.5 mg/일 이하일 것으로 추정하여 성인 남자의 평균필요량을 1.3 mg/일, 권장섭취량을 1.5 mg/일로 설정하였다. 인체에서 나타나는 비타민 B₆ 섭취량과 신경장애의 용량-반응 관계는 확실하지 않다. 그러나 대체로 200 mg/일 이하의 피리독신을 4개월간 보충해도 신경증세가 나타나지 않는다는 연구결과로부터 피리독신 200 mg/일을 최대무해용량으로 설정하였다. 피리독신의 보충제에 의한 신경장애는 일반적으로 보충제 사용을 중단하면 회복되며, 일부 자료에서 피리독신을 200 mg/일 이하로 보충하였을 때 신경장애가 나타난 사례도 보고되었으므로(Schaumburg 등, 1983) 불확실계수는 2를 적용하여 상한섭취량을 100 mg/일로 설정하였다. 노인 및 임신부나 수유부가 다량의 피리독신을 섭취 시 유해영향에 더 민감하다는 자료가 없으므로 임신부와 수유부의 피리독신 상한섭취량도 성인과 동일하게 설정하였다. 1세 미만의 영아는 상한섭취량 설정에 필요한 근거 자료가 미흡하여 상한섭취량을 설정하지 못했다. 1세 이상의 소아와 청소년의 상한섭취량을 설정할 때에는 비타민 B₆의 유해영향이 신경장애이므로 성인보다 보수적인 관점으로 접근하였다. 그리하

여 1세 이상의 소아와 청소년의 상한섭취량은 피리독신의 최대무해용량 200 mg/일을 불확실계수 3으로 나눈 값에 성인의 체중비를 외삽하여 설정하였다.

I 활용

비타민 B₆ 섭취기준을 적용할 때에는 연령과 성별이 같다 하더라도 생리적으로 단백질 필요량이 증가할 때 필요량이 증가될 수 있음을 고려해야 한다. 생체이용률이 낮은 식물성 식품을 주로 섭취하는 채식주의자들의 경우는 주의가 필요하다. 우리나라 사람들의 비타민 B₆ 주요 급원식품은 돼지고기, 쌀, 감자, 양파, 마늘, 고등어, 달걀이다.

표 4-5-1. 한국인의 1일 비타민 B₆ 섭취기준

성별	연령	비타민 B ₆ (mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.1	
	6-11			0.3	
유아	1-2(세)	0.5	0.6		25
	3-5	0.6	0.7		35
남자	6-8(세)	0.7	0.9		45
	9-11	0.9	1.1		55
	12-14	1.3	1.5		60
	15-18	1.3	1.5		65
	19-29	1.3	1.5		100
	30-49	1.3	1.5		100
	50-64	1.3	1.5		100
	65-74	1.3	1.5		100
	75 이상	1.3	1.5		100
여자	6-8(세)	0.7	0.9		45
	9-11	0.9	1.1		55
	12-14	1.2	1.4		60
	15-18	1.2	1.4		65
	19-29	1.2	1.4		100
	30-49	1.2	1.4		100
	50-64	1.2	1.4		100
	65-74	1.2	1.4		100
	75 이상	1.2	1.4		100
임신부		+0.7	+0.8		100
수유부		+0.7	+0.8		100

4-6. 엽산

현태선, 홍순철

특성

엽산은 핵산 합성과 아미노산 대사에서 단일탄소를 전달해주는 조효소 역할을 하는 수용성 비타민이다(Shane, 2010). 따라서 엽산이 결핍되면 세포분열이 활발하게 일어나는 골수, 점막, 위장관, 생식기관 등의 세포에 영향을 주어, 거대적아구성 빈혈, 위장장애가 나타나며, 혈장 호모시스테인 농도를 증가시켜 심혈관계 질환의 위험을 높이고, 태아의 신경관결손증 발병 위험을 높인다고 알려져 있다(Ramakrishnan 등, 1999; Levine 등, 2001; Tamura & Picciano, 2006; Kalin & Rimm, 2010).

섭취기준

엽산의 섭취기준은 1세 이상 모든 연령층에서 평균필요량, 권장섭취량, 상한섭취량을 설정하였고, 영아의 경우 충분섭취량을 설정하였다. 성인의 평균필요량 설정에는 엽산 섭취량을 반영하는 지표인 적혈구 엽산, 혈청 엽산, 혈장 호모시스테인을 평가한 임상 연구결과를 사용하였다(O'Keefe 등, 1995). 0-5개월령 영아는 모유섭취량과 모유 중 엽산 농도를 계산하여 65 µg을 충분섭취량으로 정하였고 6-11개월령 영아는 이 시기 미국 영아의 충분섭취량이 체중 당 약 8.8 µg인 것을 토대로, 80 µg을 충분섭취량으로 정했다. 임신부는 보충제 투여 실험, 대사실험, 소변 중 엽산 대사물 분석 연구 등(Colman 등, 1975; Caudill 등, 1997)을 종합하여 부가량을 설정하였고, 수유부는 모유분비량, 모유의 엽산 함량을 고려하여 부가량을 설정하였다. 유아, 아동 및 청소년의 경우는 평균필요량을 설정할 근거 자료가 없으므로 성인 값으로부터 평균체중에 근거하여 외삽하였다. 성인의 엽산의 상한섭취량은 엽산을 경구 투여 받은 비타민 B₁₂ 결핍 환자들에게서 신경질환을 보고한 문헌(Chanarin, 1994; Bower & Wald, 1995)들을 고찰하여, 5 mg을 최저유해용량으로 설정하고 불확실계수로 비교적 높은 값인 5를 적용하여, 1 mg/일로 설정되었다. 노인 및 임신·수유부는 별도의 상한섭취량을 설정할 근거가 부족하여 성인과 동일하게 상한섭취량을 설정하였고, 영아는 근거가 부족하여 상한섭취량을 설정하지 않았으며, 유아, 아동 및 청소년은 성인의 값으로부터 체중외삽법에 의해 상한섭취량을 설정하였다.

활용

엽산은 식이엽산당량(Dietary Folate Equivalent, DFE)으로 섭취기준을 설정하였으므로 엽산 섭취량을 계산할 때에는 식품 중에 본래 들어 있는 엽산의 함량과 식품 중에 첨가된 엽산 함량으로부터 엽산당량을 계산하여야 한다. 엽산의 함량이 높은 식품은 대두, 녹두 등의 두류, 시금치, 쑥갓 등의 푸른 잎채소, 마른 김, 말린 다시마 등의 해조류, 딸기, 참외 등의 과일이다.

표 4-6-1. 한국인의 1일 엽산 섭취기준

성별	연령	엽산($\mu\text{gDFE}/\text{일}$) ¹⁾			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량 ²⁾
영아	0-5(개월)			65	
	6-11			80	
유아	1-2(세)	120	150		300
	3-5	150	180		400
남자	6-8(세)	180	220		500
	9-11	250	300		600
	12-14	300	360		800
	15-18	320	400		900
	19-29	320	400		1,000
	30-49	320	400		1,000
	50-64	320	400		1,000
	65-74	320	400		1,000
	75 이상	320	400		1,000
여자	6-8(세)	180	220		500
	9-11	250	300		600
	12-14	300	360		800
	15-18	320	400		900
	19-29	320	400		1,000
	30-49	320	400		1,000
	50-64	320	400		1,000
	65-74	320	400		1,000
	75 이상	320	400		1,000
임신부		+200	+220		1,000
수유부		+130	+150		1,000

¹⁾ Dietary Folate Equivalents, 가임기 여성의 경우 400 $\mu\text{g}/\text{일}$ 의 엽산보충제 섭취를 권장함.

²⁾ 엽산의 상한섭취량은 보충제 또는 강화식품의 형태로 섭취한 $\mu\text{g}/\text{일}$ 에 해당됨.

4-7. 비타민 B₁₂

제4장 수용성 비타민

곽충실, 심재은

특성

비타민 B₁₂는 미생물에 의해서만 합성되며 먹이사슬을 통하여 동물의 근육이나 내장 등에 축적된다고 알려져 있다(Petrus 등, 2009). 비타민 B₁₂의 활성을 갖고 있는 코엔자임 형태로는 아데노아실코발라민(adenocobalamin)과 메틸코발라민(methylcobalamin)이 있으며, 인체에는 코엔자임 형태 외에도 하이드로코발라민(hydrocobalamin)이 존재한다(Herbert, 1988). 비타민 B₁₂는 흡수된 후 세포에서 메틸코발라민(methylcobalamin) 또는 5'-데옥시아데노실코발라민(deoxyadenocobalamin)으로 전환되며, 각각 methionine synthase와 L-methylmalonyl-CoA mutase의 조효소로 작용하여 DNA합성, 메티오닌의 합성, 숙신산-CoA 합성 등 여러 생화학 반응에 관여한다(Watanabe, 2007; Neilsen 등, 2012). 비타민 B₁₂가 부족하면 거대적아구성 빈혈과 같은 혈액학적인 이상 증상과 신경계 이상, 위염, 위궤양, 식욕부진, 변비 또는 설사 등 위장계통의 이상 증상 등이 나타난다고 알려져 있으며, 최근에는 심각한 수준의 신경계 이상 및 노화와 관련된 인지기능 저하 등이 나타난다고 하여 주목을 받고 있다(Park & Johnson, 2006).

섭취기준

비타민 B₁₂의 평균필요량을 추정하기 위해 체내 비타민 B₁₂의 저장량이 거의 고갈되어 있는 것으로 여겨지는 악성빈혈 환자들에게 비타민 B₁₂를 투여하면서 혈액의 헤모글로빈 및 비타민 B₁₂ 농도, 헤마토크리트, 적혈구 수, 평균세포용적(Mean Corpuscular Volume, MCV) 등의 지표들이 정상으로 회복되는 데 필요한 비타민 B₁₂의 1일 평균투여량을 계산한 결과 1.5 µg/일이었고, 이를 비타민 B₁₂ 필요량 설정에 사용하였다(Sullivan & Herbert, 1965). 성인의 경우 1.5 µg/일에 담즙을 통한 재흡수량(0.5 µg/일)과 식품 내 비타민 B₁₂의 평균 흡수율(50%)을 고려하여 평균필요량을 2.0 µg/일로 설정하였다. 성별이나 체중에 따라 비타민 B₁₂를 달리 섭취해야 한다는 연구결과가 보고된 바가 없기 때문에 최종적으로 남녀 성인 및 노인의 평균필요량은 2.0 µg/일로 설정되었다. 권장섭취량은 평균 필요량에 변이계수 10%를 적용하여 산출하였다. 생후 0-5개월 영아는 모유분비량(780 mL/일)과 모유 내 비타민 B₁₂ 함유농도(0.435 µg/L)를 근거로 충분섭취량을 0.3 µg/일로 설정하였으며, 생후 6-11개월 영아에 대하여는 비타민 B₁₂에 대한 충분섭취량을 설정할 수 있는 국내 기초자료가 없어서 미국 영아의 충분섭취량 설정기준인 0.05 µg/kg에 기준체중을 적용하여 충분섭취량을 0.5 µg/일로 설정하였다. 1-18세 아동 및 청소년의 경우에는 성인의 평균섭취량을 바탕으로 성장계수와 기준체중을 외삽하여 계산하였다. 임신부의 경우 임신기간 동안 평균 0.1-0.2 µg/일의 비타민 B₁₂가 태아에 축적된다고 보고된 것을 고려할 때 모체의 필요량이 증가한다고 볼 수 있으나(Baker 등, 1962; Loria 등, 1977), 이 시기에는 모체의 비타민 B₁₂ 흡수율이 좋아지므로 일반 성인 여성의 평균필요량에 0.2 µg/일을 더 추가하는 것으로 설정하였다. 수유부의 경우에는 모유의 비타민 B₁₂ 농도(0.435 µg/L)

와 평균 모유분비량(780 mL/일)을 바탕으로 모유를 통해 분비된 총 비타민 B₁₂의 양을 계산하여 0.3 µg/일을 부가량으로 설정하였다. 전 연령에 대하여 비타민 B₁₂의 다량섭취를 통한 독성사례가 보고된 바 없어 상한섭취량은 설정하지 않았다.

I 활용

비타민 B₁₂의 주된 급원식품은 동물성식품이며, 미생물에 의해 합성되기 때문에 대두발효식품도 단위중량 당 함량 자체는 낮은 편이지만 채식주의자에게는 좋은 급원이 될 수 있다. 1인 1회 섭취분량 당 비타민 B₁₂ 함량이 높은 식품으로는 오징어, 굴, 콩치, 건멸치, 고등어, 생파래, 김, 쇠고기, 우유, 돼지고기 등이 있다.

표 4-7-1. 한국인의 1일 비타민 B₁₂ 섭취기준

성별	연령	비타민 B ₁₂ (µg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.3	
	6-11			0.5	
유아	1-2(세)	0.8	0.9		
	3-5	0.9	1.1		
남자	6-8(세)	1.1	1.3		
	9-11	1.5	1.7		
	12-14	1.9	2.3		
	15-18	2.2	2.7		
	19-29	2.0	2.4		
	30-49	2.0	2.4		
	50-64	2.0	2.4		
	65-74	2.0	2.4		
	75 이상	2.0	2.4		
여자	6-8(세)	1.1	1.3		
	9-11	1.5	1.7		
	12-14	1.9	2.3		
	15-18	2.0	2.4		
	19-29	2.0	2.4		
	30-49	2.0	2.4		
	50-64	2.0	2.4		
	65-74	2.0	2.4		
	75 이상	2.0	2.4		
임신부		+0.2	+0.2		
수유부		+0.3	+0.4		

4-8. 판토텐산

정영진, 김영남

특성

판토텐산은 비타민 B-복합체 영양소 중 하나이며, CoA와 ACP(acyl carrier protein, 아실기 운반단백질)의 구성 성분으로 에너지 영양소의 산화과정과 지방산, 콜레스테롤, 스테로이드 호르몬 같은 지질 합성에 참여하고, 신경전달물질과 헤ムの 합성에도 관여한다(National Research Council (NRC), 1989). 판토텐산은 모든 동·식물체의 대사 활동에 관여하는 영양소이기 때문에 동식물성 식품에 널리 분포할 뿐 아니라, 장내 미생물군에 의한 합성도 이루어지기 때문에 일상 식이 섭취량의 부족으로 인한 결핍증 발생은 극히 드물다(Halsted, 1993).

섭취기준

판토텐산의 경우 뚜렷한 결핍 증세가 확인되지 않았기 때문에 필요량에 대한 추정치가 쉽지 않아 성인의 대상의 식이 섭취량 자료와 균형연구 자료를 토대로 성인의 충분섭취량을 설정하였다. 우리 국민 대상의 판토텐산 필요량에 대한 연구는 현재까지 수행된 바 없기 때문에, 섭취량과 배설량 간 균형연구에서 밝혀진 판토텐산 필요량 4 mg/일과 미국인의 판토텐산 섭취량 4-7 mg/일, 일본인의 판토텐산 섭취량 4.5 mg/일을 근거로 성인의 충분섭취량을 5 mg/일로 설정하였다(Watanabe 등, 2010). 유아, 아동, 청소년은 성인과의 체중 차이를 반영하여 외삽하고 성장계수를 적용하는 방법으로 충분섭취량을 설정하였으며, 0-5개월령 영아는 모유 내 판토텐산 함량과 모유섭취량을 고려하여 산출하였다. 성별에 따른 판토텐산 필요량의 차이에 대한 연구 자료를 찾을 수 없었기 때문에 성별 차이를 두지 않았다. 판토텐산은 과잉 섭취에 따른 독성 효과 발현 사례에 대한 보고가 부족하여 상한섭취량을 제정하지 않았다. 미국, 영국, 호주, 일본 등 다른 나라에서도 상한섭취량을 제정하지 않은 것으로 조사되었다.

활용

식품의 판토텐산 함량 자료는 매우 제한적인 수준이지만, 과일류와 우유 및 유제품을 제외한 모든 식품군 식품이 판토텐산의 급원이라 할 수 있다. 곡류 중에서는 현미, 호밀, 수수, 귀리 같은 잡곡이, 채소류 중에서는 버섯과 콜리플라워, 브로콜리 같은 화채류, 육류 중에서는 돼지고기, 닭, 오리, 꿩 같은 가금류 식품이 특히 판토텐산이 풍부한 것으로 나타났다. 판토텐산 함량이 풍부한 곡류, 채소류, 육류와 어패류 식품의 경우 1회 분량을 기준으로 5-8회의 섭취로 성인의 충분섭취량 5 mg/일을 충족시킬 수 있다.

표 4-8-1. 한국인의 1일 판토텐산 섭취기준

성별	연령	판토텐산(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			1.7	
	6-11			1.9	
유아	1-2(세)			2	
	3-5			2	
남자	6-8(세)			3	
	9-11			4	
	12-14			5	
	15-18			5	
	19-29			5	
	30-49			5	
	50-64			5	
	65-74			5	
	75 이상			5	
여자	6-8(세)			3	
	9-11			4	
	12-14			5	
	15-18			5	
	19-29			5	
	30-49			5	
	50-64			5	
	65-74			5	
	75 이상			5	
임신부				+1	
수유부				+2	

4-9. 비오틴

권영혜

특성

비오틴은 포도당 합성, 지방산 합성, 측쇄 아미노산 대사에서 작용하는 4가지 카르복실라아제(carboxylase)의 조효소로서, 카르복실라아제 리신(lysine) 잔기의 ϵ -아미노기와 아미드(amide) 결합을 형성한다(Mock & Matthews, 2013). 비오틴은 다양한 식품에 적은 양이 함유되어 있으나, 체내 비오틴 회로를 통하여 재사용될 수 있기 때문에 단순 결핍 증상은 거의 나타나지 않는다(Pacheco-Alvarez 등, 2002). 결핍 시 나타나는 임상증상에는 피부염, 결막염, 탈모증, 무기력증, 우울증 등이 있다(Zempleni & Mock, 1999). 식품에 따라 비오틴의 생체이용률은 많은 차이가 나며, 대부분 식품의 체내이용률은 50% 미만이다(Whitehead 등, 1982). 섭취량이 증가할수록 비오틴의 체내이용률은 감소되며, 장내 비오틴다아제(biotinidase)에 의하여 단백질결합형 비오틴이 유리형 비오틴으로 전환되는 과정이 흡수율과 체내이용률을 높이는 데 필수적이다(Said 등, 1993).

섭취기준

현재까지는 체내 비오틴 필요량을 제시할 수 있는 충분한 근거자료가 부족하다. 또한 건강한 사람들의 비오틴 결핍증에 대한 자료가 거의 보고되지 않았기 때문에 현재의 평균 섭취량이 필요량을 충족시킬 수 있을 것으로 추정하여 모든 연령층에서 비오틴 섭취기준은 충분섭취량으로 설정하였다. 비오틴의 영양상태를 판정하기 위한 지표로는 비오틴과 카르복실화반응 관련 대사물의 소변 배설량을 단독 또는 함께 사용한다. 비오틴 충분섭취량 설정 시, 한국인을 대상으로 한 연구 자료가 부족하여 미국/캐나다에서 충분섭취량을 설정할 때 사용한 방법(Institute of Medicine(IOM), 1998)을 근거로 모유영양아의 충분섭취량에 체중비를 고려하여 설정하였고, 일본과 미국에서 수행된 섭취량 조사결과를 참고하였다(Murphy & Calloway, 1986; Yuki & Fusao, 2004; Watanabe, 2010; Shibata 등, 2013; Imaeda 등, 2013; 후생노동성, 2014). 19세 이상 성인과 노인의 충분섭취량은 남녀 모두 30 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정하였고, 수유부는 모유 섭취량과 모유 내 비오틴 농도를 토대로 5 $\mu\text{g}/\text{일}$ 을 부가 설정하였으며, 같은 근거로 0-5개월 영아의 충분섭취량은 5 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 정하였다. 6-11개월 영아, 유아, 아동 및 청소년은 성인과 마찬가지로 0-5개월 영아의 충분섭취량을 각 연령의 체중으로 보정하여 설정하였다. 모든 연령층에서 여자의 충분섭취량은 해당 연령층의 남자와 동일하게 설정하였다. 비오틴의 과잉섭취에 따른 유해영향을 보고한 자료가 없어 상한섭취량은 설정하지 않았다. 비오틴에 대해서는 일본, 미국/캐나다, 유럽연합, 호주와 뉴질랜드의 경우도 상한섭취량을 설정하지 않았다.

I 활용

비오틴의 주된 급원식품은 대두, 계란난황, 간, 견과류, 효모, 버섯, 밀 등이다. 생난백에는 비오틴 결합단백질인 아비딘이 있으므로 가열하여 섭취하면 비오틴의 흡수를 증가시킬 수 있다.

표 4-9-1. 한국인의 1일 비오틴 섭취기준

성별	연령	비오틴($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			5	
	6-11			7	
유아	1-2(세)			9	
	3-5			11	
남자	6-8(세)			15	
	9-11			20	
	12-14			25	
	15-18			30	
	19-29			30	
	30-49			30	
	50-64			30	
	65-74			30	
	75 이상			30	
여자	6-8(세)			15	
	9-11			20	
	12-14			25	
	15-18			30	
	19-29			30	
	30-49			30	
	50-64			30	
	65-74			30	
	75 이상			30	
임신부				+0	
수유부				+5	

5-1. 칼슘

최미자, 부소영

특성

체내 칼슘의 대부분은 주로 뼈에 존재하며, 그 외 체내 여러 조직에서 신경의 자극전달, 근육이나 혈관의 수축 및 이완 조절 등의 대사과정에 관여한다. 칼슘은 뼈 속에서 수산화인회석(hydroxyapatite, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_3\text{OH}$)의 주요 구성성분이 되며, 뼈를 단단하게 하는 역할을 하고 체내 칼슘의 저장 기능도 수행하게 된다(Weaver, 2006a). 따라서 칼슘은 인체의 구성과 성장에 필요한 주요 영양소이며, 장기간의 칼슘 섭취상태는 성숙기의 최대 골밀도에 커다란 영향을 미친다. 그러므로 칼슘 섭취가 부족하여 골밀도가 저하되면 체내의 골질량을 충분히 유지할 수 없게 되어 골감소증 및 골다공증을 유발하게 된다. 골격의 성장 및 유지를 위해서는 체내 칼슘평형에 도달하기에 충분한 양의 칼슘 섭취가 필요하다. 성장기에는 뼈의 형성과정이 뼈의 용출과정보다 활발히 진행되며, 이후 성인기에는 뼈의 형성과 용출이 평형상태를 이루다가 점차 뼈의 용출과정이 뼈의 형성과정보다 활발히 진행되어 노년기나 여성의 폐경기에는 골질량이 감소한다(Matkovic 등, 2005; Gafni & Baron, 2007). 칼슘을 일정 수준 이상으로 섭취하면 변비가 발생하거나(Jackson 등, 2006) 신장 조직이 파괴될 수 있으며 결석이 잘 생기는 사람의 경우에는 신장결석의 위험도가 증가할 수 있다(Massey 등, 1993; Han 등, 2015).

섭취기준

칼슘 필요량 설정을 위하여 칼슘평형, 골밀도 및 골절위험을 주요 지표로 사용하였고, 한국인 평균 체위기준과 생애주기별 칼슘 흡수율을 고려하여, 칼슘 평균필요량 및 권장섭취량을 산출하였다. 또한 상한섭취량의 경우 우유-알칼리증후군에 대한 용량-반응 평가 결과에 근거한 최저유해용량에 불확실계수를 반영하여 산출하였다. 칼슘 섭취기준 설정을 위해 활용된 주요 지표들은 2010년의 지표와 큰 차이가 없으나, 19-64세 성인 남자의 경우 체위기준 변화로 권장섭취량이 증가되었고, 50세 이상 여성의 경우 추가적인 칼슘 섭취가 폐경으로 인한 골손실 및 골절예방에 도움이 된다는 보고에 근거하여(Lau 등, 2001; Uenishi 등, 2001) 권장섭취량에 100 mg의 부가량을 두는 것으로 상향조정하였다. 또한, 임신·수유부의 경우 태아의 성장 및 모체 조직의 증가, 수유로 인한 체내 칼슘 필요량의 증가에 대해서 생리적인 적응 반응이 일어나는 것으로 제시되었고, 추가 섭취의 건강상 이익을 제시하는 근거가 없는 바, 2015년도에는 추가량을 제시하지 않았다.

활용

우리 국민의 칼슘 급원식품은 멸치, 미꾸리, 치즈, 깨, 김, 대두, 깻잎, 미역, 우유 등으로 제한되어 있다. 또한 대표적인 칼슘 급원식품인 우유를 제외한 대부분의 칼슘 급원식품은 국민건강영양조

사에서 도출된 다소비 식품에 포함되어 있지 않아 칼슘 섭취량의 부족이 추정된다. 그러므로 칼슘 섭취를 증가시키기 위해서는 칼슘 함유 식품을 이용한 식단을 개발하거나 식사 지침을 제공하는 등 전 생애 연령층을 대상으로 하는 칼슘 섭취를 위한 교육이 필요하며, 특히 우유 섭취가 상대적으로 낮은 연령대에 대해서는 우유 및 유제품의 활용도와 칼슘 섭취를 높일 수 있는 교육이 필요하다.

표 5-1-1. 한국인의 1일 칼슘 섭취기준

성별	연령	칼슘(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			210	1,000
	6-11			300	1,500
유아	1-2(세)	390	500		2,500
	3-5	470	600		2,500
남자	6-8(세)	580	700		2,500
	9-11	650	800		3,000
	12-14	800	1,000		3,000
	15-18	720	900		3,000
	19-29	650	800		2,500
	30-49	630	800		2,500
	50-64	600	750		2,000
	65-74	570	700		2,000
	75 이상	570	700		2,000
여자	6-8(세)	580	700		2,500
	9-11	650	800		3,000
	12-14	740	900		3,000
	15-18	660	800		3,000
	19-29	530	700		2,500
	30-49	510	700		2,500
	50-64	580	800		2,000
	65-74	560	800		2,000
	75 이상	560	800		2,000
임신부		+0	+0		2,500
수유부		+0	+0		2,500

5-2. 인

이선영

특성

인은 세포막과 세포벽을 구성하는 성분이며, 뼈와 치아 등의 경조직을 구성한다. 또한 세포의 에너지 대사, 체액의 산염기 균형 조절, 세포막의 구성, 생체 신호 전달 등의 기능을 수행하는 생물학적으로 매우 중요한 역할을 하는 무기질이다(Anderson 등, 2006). 식품 속의 인은 형태에 따라 흡수율이 다르다. 무기인은 쉽게 흡수되는 데 비해, 유기인은 흡수되기 전에 가수분해가 되어야 하므로 생체이용률이 다소 떨어진다. 또한 인의 흡수율은 섭취하는 식품에 들어 있는 다른 양이온들의 함량에 의해 영향을 받을 수 있다. 특히 칼슘은 인과 결합하여 염을 형성하므로 칼슘과 함께 섭취하면 인이 흡수되지 못하고 변으로 배설될 수 있다. 소장에서 인이 흡수될 때 비타민 D가 영향을 줄 수 있으며(Fleet & Schoch, 2011), 인의 평형은 소장에서 흡수되는 양과 신장의 재흡수 및 골용출(bone resorption)에 의한 유입량, 뼈 형성을 위해 뼈에 공급되거나 뇨로 배설되는 유출량에 의하여 결정된다. 인의 섭취가 부족하면 저인산혈증으로 신경학적 기능장애가 발생하나 정상인들이 인 결핍 증세를 보이는 경우는 상당히 드물다. 인의 체내 보유량이 증가하면 고인산혈증이 발생하는데, 부갑상선호르몬 분비항진과 같은 칼슘조절 호르몬의 변화, 비골격조직의 전이성 석회화, 골다공성, 칼슘 흡수장애 등의 증상이 나타날 수 있다(Institute of Medicine(IOM), 1997).

섭취기준

인의 필요량 추정에 사용할 수 있는 지표는 인의 평형, 혈청무기인산 농도, 성장에 따른 인의 필요량, 인 배설량, 흡수율 등이다. 성인과 노인의 평균필요량은 혈청 무기인산 농도를 최소한도로 유지할 수 있는 인의 섭취량으로 설정하였다. 영아의 섭취기준은 정상 분만되어 완전 모유섭취를 하는 건강한 영아의 모유 섭취량과 모유 속의 인 함량을 기준으로 설정하였다. 성장기 아동과 청소년들은 이들을 대상으로 한 인 평형연구가 충분하지 않고 혈청 무기인산 농도에 대해 연구한 결과도 충분하지 않으므로, 조직 성장에 따른 인의 필요량과 배설량, 흡수율을 이용하여 요인가산법으로 평균필요량을 설정하였다. 임신부와 수유부는 인의 흡수율이 증가하고, 입덧을 하는 일정기간 외에는 음식섭취량이 증가하며, 식사를 통한 인 섭취량 또한 높은 편이었으므로(안홍석 등, 1996), 일반 성인에 준하여 700 mg으로 설정하였다. 상한섭취량을 설정할 때에는 성인이 하루 3,500 mg의 인을 섭취할 경우 혈장 인산농도의 정상치 범위의 상한치(97.5 백분위수)에 도달하게 된다는 연구결과(Nordin, 1988)에 근거하여 3,500 mg을 최대무해용량 수준으로 설정하였고, 건강한 성인에게서 특별히 심각한 인의 독성이 나타나지 않았으므로 불확실계수는 1.0을 적용하여, 3,500 mg을 성인의 상한섭취량으로 정하였다. 노인은 불확실계수를 1.2로 적용하여 3,000 mg을 상한섭취량으로 설정했으며, 임신부는 증가하는 인의 흡수율을 감안한 결과 불확실계수를 1.2로 적용하여 3,000 mg을 상한섭취량으로 설정하였고, 수유부는 성인과 같이 불확실계수를 1.0으로 하여 3,500 mg을 상한섭취량으로 설정하였다.

I 활용

최근 인 섭취량이 증가하고 있어서, 인 급원식품을 섭취할 때는 칼슘의 비율을 고려하도록 권고하고 있다. 특히 보충제나 식품 첨가물을 통한 인의 섭취량을 낮추기 위하여 가공식품의 섭취를 자제할 것을 권고하였다. 인의 급원식품은 주로 질 좋은 단백질 식품으로 육류, 어류, 달걀, 우유가 있으며 식물성 식품으로는 견과류, 채소와 곡류, 두부 등이 있다.

표 5-2-1. 한국인의 1일 인 섭취기준

성별	연령	인(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			100	
	6-11			300	
유아	1-2(세)	380	450		3,000
	3-5	460	550		3,000
남자	6-8(세)	490	600		3,000
	9-11	1,000	1,200		3,500
	12-14	1,000	1,200		3,500
	15-18	1,000	1,200		3,500
	19-29	580	700		3,500
	30-49	580	700		3,500
	50-64	580	700		3,500
	65-74	580	700		3,500
	75 이상	580	700		3,000
여자	6-8(세)	450	550		3,000
	9-11	1,000	1,200		3,500
	12-14	1,000	1,200		3,500
	15-18	1,000	1,200		3,500
	19-29	580	700		3,500
	30-49	580	700		3,500
	50-64	580	700		3,500
	65-74	580	700		3,500
	75 이상	580	700		3,000
임신부		+0	+0		3,000
수유부		+0	+0		3,500

5-3. 나트륨과 염소

이연경, 구호석

특성

나트륨(sodium, Na)과 염소(chloride, Cl)는 세포막 전압을 유지하는 중요한 인자로서, 삼투압 유지와 수분 평형에 관여하며, 산염기의 균형 조절 및 신경 자극 전달에도 중요한 역할을 한다. 또한 나트륨은 소장에서 탄수화물과 아미노산의 흡수에도 작용하며, 염소는 위산의 성분으로서 위액을 구성한다(Hall, 2011). 흡수된 나트륨은 세포외액에 남아 나트륨/칼륨 펌프를 통해 세포외액의 농도를 유지하게 된다. 나트륨 섭취가 부족하면 혈장량이 줄어들어 심박출량의 감소로 혈압이 저하되고, 교감신경계 활성화에 의한 피부와 근육의 혈관 수축이 발생하여 전신 혈관저항이 증가한다(김근호, 2009). 염소가 결핍되면 식욕저하, 무기력, 알칼리혈증, 고나트륨혈증, 고칼륨혈증 등이 나타난다. 반면 나트륨의 과잉 섭취로 인한 증상은 비특이적이며, 오심, 근무력증과 섬유축성 연축, 기면과 혼수 등 정신 상태의 변화를 포함한다(김기환 등, 1985). 나트륨과 염소의 장기적인 과잉 섭취는 혈압상승, 뇌졸중, 심근경색, 심부전 등의 심장질환 및 신장질환의 발병과 진행을 촉진한다. 또한 위암의 발생률을 증가시키고, 골다공증, 천식, 비만 발병률과 함께 모든 원인의 사망률도 증가시킨다(Theodore, 2013).

섭취기준

나트륨과 염소의 경우 모든 연령층에 충분섭취량을 설정하였고, 나트륨의 경우 9세 이상부터 목표섭취량을 설정하였다. 충분섭취량을 설정하기 위한 지표로는 나트륨 평형, 혈중 지질 농도, 혈압을 선택하였다. 성인의 나트륨 충분섭취량은 이러한 지표에 영향을 주지 않으면서 다른 영양소(콜레스테롤과 포화지방) 섭취량의 부족을 가져 오지 않는 양인 1,500 mg으로 설정하였고(Craddick 등, 2003; Karanja 등, 1999), 염소의 충분섭취량은 나트륨과 동일한 몰당량인 2,300 mg으로 설정하였다. 생후 5개월까지 영아의 나트륨 충분섭취량은 모유 중 나트륨 함량(160 mg/L)과 이 시기 영아의 1일 모유 섭취량(780 mL/일)을 적용하여 120 mg/일로 정하였으며, 염소 충분섭취량은 나트륨과 동일한 몰당량인 180 mg/일로 설정하였다. 후기 영아의 나트륨 및 염소 충분섭취량은 모유와 이유 보충식을 섭취하는 영아에 대한 자료가 부족하여 2010년 영양섭취기준 설정 시와 동일하게 설정하였다. 유아, 아동 및 노인의 경우 에너지 섭취량의 중앙값을 근거로 성인의 충분섭취량으로부터 외삽하였다. 청소년의 경우 에너지 섭취량 중앙값이 성인과 유사하여 성인과 동일한 양으로 설정하였으며, 임신기와 수유기에 나트륨과 염소의 요구량이 달라진다는 연구결과가 없어서 임신부와 수유부의 경우도 성인의 충분섭취량과 동일한 양으로 설정하였다. 나트륨 목표섭취량을 설정하기 위해 고혈압, 위암, 뇌혈관질환 발생률 및 사망률과 나트륨 섭취량의 관련성을 평가하였으나, 연구들의 제한점(Mozaffarian 등, 2014)과 한국인의 매우 높은 나트륨 섭취량을 고려하여 세계보건기구의 권고량인 하루 2,000 mg을 유지하였다.

I 활용

나트륨의 목표섭취량은 과잉섭취에 따른 유해성에 대한 근거가 충분하지 않더라도 과잉섭취에 따른 건강위험이 우려되어 설정한 값으로 권장섭취량과는 다른 개념이라는 점에서 식사계획 및 평가 시 주의를 요한다. 나트륨의 주요 급원은 양념류, 국·찌개·탕류, 면류, 김치류 등이다.

표 5-3-1. 한국인의 1일 나트륨과 염소 섭취기준

성별	연령	나트륨(mg/일)		염소(mg/일)
		충분섭취량	목표섭취량	충분섭취량
영아	0-5(개월)	120		180
	6-11	370		560
유아	1-2(세)	900		1,300
	3-5	1,000		1,500
남자	6-8(세)	1,200		1,900
	9-11	1,400	2,000	2,100
	12-14	1,500	2,000	2,300
	15-18	1,500	2,000	2,300
	19-29	1,500	2,000	2,300
	30-49	1,500	2,000	2,300
	50-64	1,500	2,000	2,300
	65-74	1,300	2,000	2,000
	75 이상	1,100	2,000	1,700
여자	6-8(세)	1,200		1,900
	9-11	1,400	2,000	2,100
	12-14	1,500	2,000	2,300
	15-18	1,500	2,000	2,300
	19-29	1,500	2,000	2,300
	30-49	1,500	2,000	2,300
	50-64	1,500	2,000	2,300
	65-74	1,300	2,000	2,000
	75 이상	1,100	2,000	1,700
임신부		1,500	2,000	2,300
수유부		1,500	2,000	2,300

5-4. 칼륨

이심열, 이선영

특성

칼륨은 신체 총량의 98%가 세포 내에 존재하는 양이온이다. 칼륨은 세포내액의 주요 전해질로서 나트륨 이온과 함께 정상적인 삼투압을 유지시킴으로써 수분평형을 유지하며 세포액을 보전하는 기능을 한다(Institute of Medicine(IOM), 2001). 또한 칼륨은 나트륨, 수소 이온과 함께 세포 내외의 농도, 전위, 전압차를 일으킬 수 있는 산, 염기 조절인자로 작용하며 근육, 특히 심장근육을 이완시키는 기능을 한다(Young & McCabe, 2000). 칼륨은 혈당이 글리코겐으로 저장되는 과정과 근육단백질과 세포단백질 내에 질소가 저장되는 과정에서도 필요하다(Heianza 등, 2011). 건강한 상태에서는 칼륨의 결핍증이 나타나지 않지만, 지속적인 구토와 설사, 장기간의 칼륨 제한 식사, 알코올 중독 증, 이뇨제 복용, 심각한 영양실조, 수술 등에 의해 칼륨이 결핍되면 저칼륨혈증과 칼륨 결핍증이 발생할 수 있다(Whitney 등, 1998). 저칼륨혈증이 있을 때에는 심부정맥, 근육 약화, 당불내성 등의 증세가 나타날 수 있다. 또한 신장기능이 정상이면 일상 식사에서 섭취하는 정도로는 칼륨의 과잉증이 나타나지 않으나, 신장 질환이 있을 경우에는 혈중 칼륨의 농도가 상승하여 고칼륨혈증이 나타날 수 있으며, 이때 심부정맥의 위험이 증가할 수 있다(Knochel, 1984).

섭취기준

식사를 통한 충분한 칼륨의 섭취는 혈압을 낮추며 뇌졸중과 심근경색을 예방한다. 이때 칼륨 섭취량은 나트륨과 칼륨의 비율이 1에 가까운 수준이 되는 정도가 적절하다(WHO, 2003). 칼륨의 충분섭취량은 소금 섭취로 인한 혈압상승을 완화시키고 신결석 발병 위험도와 염분 감수성을 감소시키는 수준으로 설정하였다. 평균필요량을 설정하기에는 용량-반응평가 자료가 충분하지 않아 최근 한국인의 칼륨 섭취량 추정치의 중앙값을 근거로 5년간의 칼륨 섭취량을 예측하고 바람직한 나트륨과 칼륨의 적절한 비율을 반영하여, 고혈압 예방을 고려한 칼륨의 충분섭취량을 제안하였다. 성인 남녀 간에는 체격, 신체 구성성분, 열량 섭취량의 차이가 있으나 성별에 따라 칼륨 요구량이 다르다는 연구결과가 없어, 칼륨의 충분섭취량은 남녀 동일하게 1일 3,500 mg으로 설정하였다. 노인은 성인에 비해 에너지 섭취량이 적으나 연령의 증가에 따른 고혈압 발생 위험 증가 및 이에 따른 칼륨의 요구량 증가를 고려하여 성인과 동일한 양으로 설정하였다. 임신부의 경우, 임신기에 칼륨의 요구량이 달라진다는 자료가 없어 성인의 충분섭취량과 동일한 양으로 설정하였다. 반면 수유부의 경우에는 6개월간 모유를 통해 분비되는 칼륨의 함량(400 mg/일)과 식사를 통해 섭취한 칼륨의 모유 전환율(100%)을 고려하여, 성인 여성의 충분섭취량에 400 mg을 추가하였다. 영아의 경우는 모유와 보충식을 통한 섭취량을 고려하여 충분섭취량을 결정하였고, 유아 및 아동의 칼륨 섭취량은 에너지 섭취량의 중앙값을 이용하여 성인의 충분섭취량으로부터 외삽하였다. 청소년의 경우 에너지 섭취량 중앙값

이 성인과 유사하여 성인과 동일한 양으로 설정하였다. 신장 기능이 정상인 건강한 사람의 경우 충분섭취량 이상의 칼륨을 섭취하여도 소변을 통한 배설을 증가시켜 칼륨의 항상성을 조절할 수 있으므로 상한섭취량은 설정하지 않았다.

I 활용

칼륨의 주요 급원식품으로는 가공하지 않은 곡류, 채소와 과일 등이 있으며 특히 고구마, 감자, 토마토, 오이, 호박, 가지와 근채류에 칼륨이 많이 들어있고, 콩류, 사과, 바나나, 우유, 육류에도 상당량 들어있다.

표 5-4-1. 한국인의 1일 칼륨 섭취기준

성별	연령	칼륨(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			400	
	6-11			700	
유아	1-2(세)			2,000	
	3-5			2,300	
남자	6-8(세)			2,600	
	9-11			3,000	
	12-14			3,500	
	15-18			3,500	
	19-29			3,500	
	30-49			3,500	
	50-64			3,500	
	65-74			3,500	
	75 이상			3,500	
여자	6-8(세)			2,600	
	9-11			3,000	
	12-14			3,500	
	15-18			3,500	
	19-29			3,500	
	30-49			3,500	
	50-64			3,500	
	65-74			3,500	
	75 이상			3,500	
임신부				+0	
수유부				+400	

5-5. 마그네슘

최미경, 배윤정

I 특성

마그네슘은 뼈와 치아의 구성요소이며, 인체 내 300여종 이상 효소의 조효소 역할을 한다. 마그네슘은 세포막을 안정시키고 신경의 자극을 전달하며 지방, 단백질, 핵산의 합성 등에 관여한다. 따라서 마그네슘이 부족하면 테타니(tetany), 혈청 칼슘 농도 저하 등의 증세를 보일 수 있으며, 식품 외 마그네슘으로 과잉 섭취할 경우에는 설사나 탈수 등과 같은 위장 질환이 초래될 수 있다(Mordes & Wacker, 1978; Rude & Singer, 1980).

I 섭취기준

마그네슘 섭취기준은 영아 0-11개월의 경우 충분섭취량을 설정하였고, 유아 1세 이상 모든 연령층에서는 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였으며, 식품 외 급원에 대한 상한섭취량을 설정하였다. 성인의 경우 마그네슘 평형실험을 근거로 체중 당 마그네슘 필요량을 구한 후, 기준체중을 곱하여 평균필요량을 산출하였다. 체중 당 마그네슘 필요량은 19-29세 성인 남자와 여자의 경우에는 각각 4.3 mg/kg, 4.2 mg/kg(Lakshmanan 등, 1984), 30-49세 성인의 경우에는 연령 증가에 따른 섬유소 섭취 증가 및 신장 기능의 감소를 고려하여 남녀 각각 4.6 mg/kg, 4.3 mg/kg을 적용하였다. 50세 이상 연령층의 경우에는 계속적인 체내 대사 감소를 고려하여 30-49세와 동일한 평균필요량을 설정하였다. 임신기의 마그네슘 평균필요량은 임신기간 중 무지방 근육조직 증가량에 포함된 마그네슘 함량을 기준으로 하였고, 체내 이용률 40%와 임신기간 280일을 적용하여 부가량을 정하였다. 수유부의 경우 수유라는 특성이 마그네슘 대사에 미치는 영향이 크지 않다고 판단하여(Moser 등, 1983; Moser 등, 1988), 부가량 없이 비수유 성인 여자와 동일하게 설정하였다. 전반기 영아는 모유의 평균 마그네슘 농도(34 mg/L)(안홍석 등, 1992; 전예숙, 1992; 문수재 등, 1993; 안홍석 & 최미경, 1993; 안홍석 & 정지윤, 1998)와 1일 모유 섭취량(780 mL)을 적용한 후 평균 마그네슘 섭취량을 계산하여 충분섭취량을 설정하였고, 후반기 영아는 평형실험에 근거한 체중당 마그네슘 필요량(5 mg/kg/일)에 기준체중을 적용하여 충분섭취량을 설정하였다. 유아(1-5세), 아동(6-11세) 및 청소년(12-14세)의 경우 평형실험에 근거(Schofield & Morrell, 1960; Schwartz 등, 1973; Greger 등, 1978; Greger 등, 1979; Andon 등, 1996; Abrams 등, 1997)하여 체중당 마그네슘 필요량(5 mg/kg/일)에 기준체중을 적용하여 평균필요량을 산정하였으며, 15-18세 청소년의 경우 급격한 성장에 필요한 양을 고려하여 평균필요량을 5.3 mg/kg/일로 설정한 후 기준체중을 적용하였다. 마그네슘의 경우 식품을 통한 과잉 섭취로 인한 유해영향은 보고된 바 없으나, 식품 이외의 급원(이하 식품 외 급원)을 통한 과잉 섭취 시 설사와 같은 위장관 증상이 유발될 수 있다(Marken 등, 1989; Ricci 등, 1991; Bashir 등, 1993). 따라서 성인, 노인 및 15-18세 청소년의 경우, 식품 외 급원을

통해 섭취한 마그네슘의 최대무해용량 360 mg/일과 불확실계수 약 1에 근거하여, 350 mg/일을 상한섭취량으로 설정하였다. 마그네슘 대사는 연령에 영향을 받지 않는다는 연구결과(Hunt & Johnson, 2006)에 근거하여, 성인의 상한섭취량에 기준체중을 적용하여 유아 및 아동의 식품 외 마그네슘 상한섭취량을 설정하였다.

I 활용

마그네슘 상한섭취량의 경우 약리적 목적으로 사용되는 마그네슘염과 같은 식품 외 마그네슘의 과잉 섭취가 유해영향을 보였다는 선행연구(Ricci 등, 1991; Bashir 등, 1993)를 근거로 식품 외 급원으로만 국한하였다. 따라서 마그네슘 상한섭취량을 활용할 경우에는 약물이나 보충제 등 식품 외 마그네슘 섭취량에만 국한하여 활용하여야 한다. 마그네슘은 정제되지 않은 곡류, 두류, 견과류, 종실류 등의 식물성 식품에 다량 함유되어 있다.

표 5-5-1. 한국인의 1일 마그네슘 섭취기준

성별	연령	마그네슘(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량 ¹⁾
영아	0-5(개월)			30	
	6-11			55	
유아	1-2(세)	65	80		65
	3-5	85	100		90
남자	6-8(세)	135	160		130
	9-11	190	230		180
	12-14	265	320		250
	15-18	335	400		350
	19-29	295	350		350
	30-49	305	370		350
	50-64	305	370		350
	65-74	305	370		350
	75 이상	305	370		350
여자	6-8(세)	125	150		130
	9-11	180	210		180
	12-14	245	290		250
	15-18	285	340		350
	19-29	235	280		350
	30-49	235	280		350
	50-64	235	280		350
	65-74	235	280		350
	75 이상	235	280		350
임신부		+32	+40		350
수유부		+0	+0		350

¹⁾ 식품 외 급원의 마그네슘

6-1. 철

유경희, 김혜영A

특성

철은 효소 및 시토크롬, 헤모글로빈, 미오글로빈 등의 중요한 구성요소이다. 체내 철의 2/3가 헤모글로빈에 존재하며, 헤모글로빈은 대사를 위해 체내 조직에 산소를 운반한다. 철 결핍성 빈혈은 전 세계적으로 흔한 영양결핍증이지만, 철이 부족하면 철 결핍성 빈혈 이외에도 어린이의 운동실조, 발달장애, 인지능력 손상과 임신부의 임신성 빈혈, 조산, 미숙아, 사산 위험 등이 발생한다. 반면, 철을 과잉섭취하면 위장 장애, 아연 흡수율 감소(O'Brien 등, 2000), 혈관질환이나 암 발생 위험율의 증가(Nelson 등, 1995; Danesh & Appleby, 1999) 등을 초래할 수 있다.

섭취기준

철의 필요량은 요인가산법에 의하여 기본적 철손실량, 월경혈 손실량, 임신 중 태아에 필요한 양, 성장기의 혈액량 증가와 조직철과 저장철의 증가를 위해 필요한 양 등을 근거로 추정했다. 19세 이상 성인 및 노인의 경우 1일 단위 체중 당 기본손실량(0.014 mg/kg/일)(Green 등, 1968)에 연령 별 기준체위를 곱하여 1일 기본 손실량을 계산하였으며, 폐경 전 성인 여자의 경우 월경혈 손실량을 추가적으로 고려하였다. 후기 영아의 경우 기준체중에 0.03 mg/kg/일 (Garby 등, 1964)의 기본손실량을 곱하여 기본적 철 손실량을 추정하였으며, 1-8세의 유아 및 아동의 경우 성인의 체표면적당 기본 철손실량($0.538 \text{ mg/m}^2/\text{일}$)(Green 등, 1968)에 성인 대비 각 연령별 체표면적의 비율을 외삽하여 기본적 철 손실량을 추정하였다. 9-18세 아동 및 청소년의 경우 성인과 동일한 기본 손실량(0.014 mg/kg/일)에 체중을 곱하여 기본적 철 손실량을 산출하였으며, 12-18세 여자의 경우 월경혈 손실량(0.5 mg/일)(채범석 등, 1979)을 추가하였다. 후기 영아 및 1세 이상 영아, 아동 및 청소년의 철 요구량 추정에는 기본적 철 손실량 이외에 혈액량 증가에 따른 헤모글로빈 철 증가량, 조직철 및 저장철의 증가량 등 성장에 요구되는 철량을 계산하였다. 후기 영아 및 1-8세 아동의 경우 체중 1 kg 당 0.7 mg 씩 조직철이 증가한다는 점을 이용하여 철의 체내 요구량을 추정하였고, 9-18세 청소년의 경우 체중이 1 kg 증가할 때마다 철 축적량이 0.13 mg 씩 증가한다는 점을 이용하여 체내 요구량을 산출하였다(Smith & Rios, 1974). 저장철의 증가분은 영아 후기부터 유아 8세까지만 적용하였으며, 전체 철 보유량의 12%로 산정하였다(Dallman, 1986). 임신 기간 중 요구되는 철의 양은 모체의 철 손실량, 태아와 태반 성장으로 인한 필요량, 출산 시 출혈 손실량을 더한 값으로 1일 평균 2.6 mg 의 철이 필요하다. 수유부의 철 요구량은 성인의 기본 철 손실량과 모유를 통한 철분비량을 고려하여 산정하였으며 월경혈 손실량은 없지만 임신 수유로 인한 회복을 고려하여 가임기 여성과 동일하게 정하였다. 철 흡수율은 6-11개월 영아의 경우 13%, 임신부의 경우 14%를 적용하였으며 그 외 연령 층은 12%를 적용하여 평균필요량을 산출하였고 15%의 변이계수를 이용하여 권장섭취량을 산출하였

다. 전기 영아의 충분섭취량은 우리나라 모유의 평균 철 농도(0.35 mg/L)(안홍석 & 정지윤, 1998; 권미소 등, 2004; 김을상 & 조금호, 2004; 한영희, 2009)와 1일 평균 모유량(780 mL)을 이용하여 산정한 1일 모유 내 포함된 철의 양(0.273 mg/일)을 토대로 0.3 mg으로 정하였다. 철 상한섭취량은 유해 효과로 위장 장애를 일으키는 수준으로 적용하였으며, 영아 전기 이후 14세까지는 40 mg/일, 15세부터는 전 연령에 걸쳐 45 mg/일로 정하였다.

I 활용

식품 중의 철은 헴철과 비헴철의 형태로 존재한다. 생체이용률이 높은 헴철은 헤모글로빈과 미오글로빈이 풍부한 육류, 가금류, 생선에 많고, 생체이용률이 낮은 비헴철은 식물성 식품(곡류, 과일, 채소, 두부)과 유제품(우유, 치즈) 달걀에 주로 존재한다.

표 6-1-1. 한국인의 1일 철 섭취기준

성별	연령	철(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.3	40
	6-11	5	6		40
유아	1-2(세)	4	6		40
	3-5	5	6		40
남자	6-8(세)	7	9		40
	9-11	8	10		40
	12-14	11	14		40
	15-18	11	14		45
	19-29	8	10		45
	30-49	8	10		45
	50-64	7	10		45
	65-74	7	9		45
	75 이상	7	9		45
여자	6-8(세)	6	8		40
	9-11	7	10		40
	12-14	13	16		40
	15-18	11	14		45
	19-29	11	14		45
	30-49	11	14		45
	50-64	6	8		45
	65-74	6	8		45
	75 이상	5	7		45
임신부		+8	+10		45
수유부		+0	+0		45

6-2. 아연

권인숙, 김지혜

특성

아연은 체내 약 100여 개 효소 및 조효소의 구성요소로 작용하여 촉매활성에 기여하고, 유전자 발현 조절과 면역 작용 및 세포분화에 관여한다. 아연이 부족하면 성장 지연, 식욕 감퇴, 설사, 염증, 면역 능력 감소, 탈모, 신경장애(Hambidge, 2000) 등이 나타나고, 과잉으로 섭취하면 구리 등 다른 무기질의 흡수 저해(Porter 등, 1977; Patterson 등, 1985; Yadrack 등, 1989; Fosmire, 1990), 소화관 과민증(FAO/WHO, 2003) 및 면역기능의 감소(Cousins, 1996)가 일어난다.

섭취기준

아연 섭취기준량은 영아 0-5개월에서는 충분섭취량을, 영아 6개월 이상 모든 연령층에서는 평균 필요량과 권장섭취량을, 그리고 1세 이상 모든 연령에 대해서는 상한섭취량도 설정하였다. 성인의 경우 1일 아연 손실량(위장관 손실량 + 위장관 이외 손실량)을 계산한 후, 식사의 아연 흡수율을 적용하여 평균필요량을 설정하였다. 성인 남자는 위장관 손실 34 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 소변 및 기타 손실 14 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 정액 손실 100 μg 을 고려하면 1일 아연 손실량이 3.3 mg이고, 성인 여자는 월경 손실량 100 μg 을 고려하면 1일 아연 손실량이 2.8 mg이다. 이 손실량에 우리나라 식사의 아연 흡수율 40%(Kim 등, 2004)를 적용하여 평균필요량을 설정하였고, 권장섭취량은 10%의 변이계수를 사용하여 평균필요량의 120%로 설정하였다. 임신부에게 필요한 아연의 권장섭취량은 임신기 모체와 태아의 아연 축적량을 고려하고 성인의 아연 흡수율과 동일한 흡수율(40%)을 적용하며 임신 분기별로 증가하는 아연의 요구량 중 임신 말기의 증가량에 가까운 2.5 mg을 부가하여 설정하였다. 수유부의 권장섭취량은 모유의 평균 아연 농도와 하루 평균 모유분비량을 고려하였고, 식사에서의 아연 흡수율 40%를 적용하여 5 mg을 부가하였다. 전반기(0-5개월) 영아의 경우에는 모유의 평균 아연 농도와 섭취량을 적용하여 아연의 충분섭취량을 산출하였고, 후반기(6-11개월) 영아의 경우에는 위장관을 통한 손실량, 소변과 피부를 통한 손실량, 성장을 위한 요구량 등을 고려하여 평균필요량과 권장섭취량을 산출하였다. 유아와 아동 및 청소년의 경우, 아연의 기본 손실량에 대한 자료가 부족하여 성인의 손실량에 아동의 체중을 보정하여 아연 손실량을 산출하였고, 여기에 성장에 요구되는 양을 추가하여 평균필요량을 산출하였다. 1-2세는 1일 약 6 g, 3-8세는 약 7 g, 9-14세는 약 10 g의 새로운 조직이 형성된다고 보고, 여기에 각 연령층의 표준체중과 식사에서의 아연 흡수율을 고려하여 평균필요량을 설정하였다. 15-18세의 경우 남자는 정액 손실량을, 여자는 월경 손실량을 추가로 고려해서 설정하였다. 아연의 상한섭취량은 아연을 장기간 동안 과량으로 섭취했을 때 구리 대사평형이 저해되는 지점을 독성종말점으로 선택하여 아연의 최대무해용량을 50 mg으로 설정하였고, 섭취에 대한 민감성이 개인차가 큰 점을 고려하여 불확실계수 1.5를 적용하여, 19세 이상의 아연 상한섭취량을 35 mg로 정하였다.

I 활용

아연의 주요 급원식품은 붉은 살코기, 해산물, 전곡류, 콩류 등이며, 동물성 급원식품이 식물성 급원식품에 비해 체내 아연의 흡수율이 높다. 아연의 섭취기준을 적용할 때 같은 연령과 성별이라 하더라도 근육량에 따라 필요량이 달라질 수 있음을 고려해야 한다.

표 6-2-1. 한국인의 1일 아연 섭취기준

성별	연령	아연(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			2	
	6-11	2	3		
유아	1-2(세)	2	3		6
	3-5	3	4		9
남자	6-8(세)	5	6		13
	9-11	7	8		20
	12-14	7	8		25
	15-18	8	10		30
	19-29	8	10		35
	30-49	8	10		35
	50-64	8	9		35
	65-74	7	9		35
	75 이상	7	9		35
여자	6-8(세)	4	5		13
	9-11	6	8		20
	12-14	6	8		25
	15-18	7	9		30
	19-29	7	8		35
	30-49	7	8		35
	50-64	6	7		35
	65-74	6	7		35
	75 이상	6	7		35
임신부		+2.0	+2.5		35
수유부		+4.0	+5.0		35

6-3. 구리

배윤정, 이흥미

특성

구리는 인체 내에 약 100–150 mg이 존재하는 미량무기질이다(Solomons, 1985). 구리는 여러 효소의 구성성분으로 산화환원반응에 관여하며 철의 운반, 항산화작용, 결합조직의 가교결합 형성을 비롯한 다양한 체내 기능을 수행하는 데에 필수적으로 사용된다(Stern, 2010). 구리가 부족하면 이들 효소의 활성저하를 초래하여, 빈혈, 저색소증, 호중구감소증, 신경학적 이상을 초래하는 것으로 알려져 있다(Stern, 2010). 구리의 과잉섭취로 나타나는 증상은 위장 장애, 메스꺼움, 설사 및 조직 손상 등인데, 이들은 구리 과다에 의한 산화적 스트레스, 특히 간 손상에 기인한다(Galhardi 등, 2004; Kang, 2011).

섭취기준

구리의 결핍이나 과잉을 감지할 수 있는 지표가 없으므로, 기존에 사용하던 지표인 혈장 구리 및 세룰로플라스민(ceruloplasmin)의 농도, 적혈구 Cu/Zn superoxide dismutase(SOD1) 및 혈소판 구리 농도를 종합적으로 이용하여 구리의 평균필요량을 설정하였다(Institute of Medicine (IOM), 2001). 또한 간 손상을 독성종말점으로 간주하여 상한섭취량을 설정하였다. 평균필요량은 우리나라 사람을 대상으로 한 연구가 없으므로 미국과 캐나다에서 고갈-보충 연구(IOM, 2001)를 토대로 설정한 미국 섭취기준인 700 µg/일을 참고하였다. 미국/캐나다의 영양소 섭취기준 설정에 사용한 기준체위의 차이를 고려하여 600 µg/일을 한국인의 평균필요량으로 정하고, 15% 변이계수를 고려하여 800 µg/일을 권장섭취량으로 정하였다. 상한섭취량은 10,000 µg/일(Pratt 등, 1985)을 유지하기로 결정하였다. 여자와 노인의 경우 성인 남자의 섭취기준과 동일하게 설정하였다. 임신부는 임신에 필요한 구리의 양을 가산하고, 수유부는 모유의 구리 함량에 근거하여 모유로 배출되는 추가분을 가산하여 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였다. 영아 전기와 후기의 구리 섭취기준은 모유 중 구리 함량을 주로 고려하여 충분섭취량을 설정하였다. 유아, 아동 및 청소년의 평균필요량과 상한섭취량은 남자 성인의 평균필요량과 상한섭취량에 해당 연령 여자의 대사체중 및 성장요인 등을 고려하여 설정하였다. 권장섭취량은 평균필요량에 변이계수 15%를 고려하여 설정하였다.

활용

구리 함량이 많은 식품은 내장육, 곡류 및 코코아 제품이며, 주요 급원은 차, 감자, 우유, 생선 및 닭고기이다. 또한 상수도관의 구리 함량에 따라 음용수의 섭취가 구리 과부하의 위험 요인이 될 수 있다.

표 6-3-1. 한국인의 1일 구리 섭취기준

성별	연령	구리($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			240	
	6-11			310	
유아	1-2(세)	220	280		1,500
	3-5	250	320		2,000
남자	6-8(세)	340	440		3,000
	9-11	440	580		5,000
	12-14	570	740		7,000
	15-18	650	840		7,000
	19-29	600	800		10,000
	30-49	600	800		10,000
	50-64	600	800		10,000
	65-74	600	800		10,000
	75 이상	600	800		10,000
여자	6-8(세)	340	440		3,000
	9-11	440	580		5,000
	12-14	570	740		7,000
	15-18	650	840		7,000
	19-29	600	800		10,000
	30-49	600	800		10,000
	50-64	600	800		10,000
	65-74	600	800		10,000
	75 이상	600	800		10,000
임신부		+100	+130		10,000
수유부		+370	+480		10,000

6-4. 불소

이현숙, 정세환

I 특성

불소(fluorine)의 이온형태는 Fluoride(F^-)로서 토양의 전체 구성원소 중 13번째로 많이 존재한다. 또한 불소는 칼슘과의 친화력이 매우 높아서 주로 석회화된 조직에 존재한다. 불소의 가장 큰 기능은 충치예방 효과이다. 그 외에도 불소는 뼈 생성을 자극하고 뼈에 무기질이 축적되는 것을 돕는 기능이 있다(Kleerekoper & Mendlovic, 1993). 불소가 결핍되면 충치 발생률이 증가하고 노년기에 골다공증 위험이 높아진다. 불소 과잉증은 유아와 어린이에게는 치아 불소증으로, 성인에게는 골격 불소증으로 나타난다. 치아 불소증은 영구치가 나기 전에 불소를 과잉섭취 했을 때 가장 민감하게 나타나고(Hong 등, 2006), 치아 발달이 끝난 9세부터는 치아 불소증의 위험은 거의 없다. 최근 불소의 만성적인 과잉 섭취 시 나타나는 부작용으로 생식기계 기능 교란, 신경독성 및 지능저하, 유전독성의 가능성, 내분비계 이상, 발암 가능성 등이 제시되고 있으나(Erdal & Buchanan 2005; Zhou 등, 2012; Jiang 등, 2005; Xu 등, 2010; Helen & Richard, 2014; Choi 등, 2012; Valdez-Jimenez 등, 2011; Tang 등, 2008; Dhar & Bhatnagar, 2009; Doull 등, 2006) 아직 과학적 근거는 부족하다.

I 섭취기준

불소의 필요량은 충치발생률을 지표로 삼아 설정하였고, 모든 연령층에 충분섭취량과 상한섭취량을 설정하였다. 불소의 충분섭취량은 전 연령에서 다른 부작용 없이 충치 발생을 최소화할 수 있는 섭취량을 추정하여 설정하였다. 성인의 경우 식수의 불소 농도가 충치를 예방할 수 있는 최적 수준(1.0 mg/L)(Horowitz, 1996)인 지역에 살고 있는 미국인의 체중 당 불소섭취량이 0.05 mg/kg/일인 것을 근거로, 기준체중을 적용하여 충분섭취량을 설정하였다. 임신부의 경우 비임신부에 비해 불소 필요량이 높다는 증거가 불충분하고, 수유부의 불소 섭취도 모유의 불소 함량에 영향을 주지 않는 것으로 보고되어, 임신부와 수유부 모두 부가량을 설정하지 않았다. 영아의 경우 0-5개월은 모유 중의 1일 불소 섭취량 0.01 mg을 충분섭취량으로 정하였고, 6-11개월은 충치를 예방하고 다른 건강 위험을 나타내지 않은 양인 0.05 mg/kg에 표준체중을 적용하여 0.5 mg을 충분섭취량으로 정하였다. 유아, 아동 및 청소년도 0.05 mg/kg을 기준으로 기준체중을 적용시켜 충분섭취량을 정하였다. 불소의 상한섭취량은 8세까지는 독성종말점을 치아 불소증으로 하고, 최저유해용량 0.1 mg/kg/일(Dean, 1942)과 불확실계수 1.0을 적용하여 설정하였다. 9세 이상 소아와 성인의 경우 골격불소증을 독성종말점으로 하여 최대무해용량을 10 mg(Leone 등, 1954)으로 하고 불확실계수 1.0을 적용하여 상한섭취량을 설정하였다.

I 활용

불소의 급원식품은 다양하며, 일반적으로 식품의 불소함량은 100 g당 0.05 mg 이하이다(Taves, 1983). 불소 함량이 높은 식품으로는 차 및 음료, 곡류, 서류, 콩류, 어육류 및 가금류, 잎채소 등이 있다(Taves, 1983). 불소의 섭취는 음용수와 음료수, 식품 이외에도 구강용품, 그리고 보충제를 통해 이루어지며(Whitford, 1996; 이미나 등, 1997; 김지영 등, 2003), 식품보다도 세치제 또는 수불화 된 지역의 음용수 등을 통해서 더 많은 양이 섭취된다(Cardoso 등, 2006; 김희경 등, 2007; Miziara 등, 2009).

표 6-4-1. 한국인의 1일 불소 섭취기준

성별	연령	불소(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.01	0.6
	6-11			0.5	0.9
유아	1-2(세)			0.6	1.2
	3-5			0.8	1.7
남자	6-8(세)			1.0	2.5
	9-11			2.0	10.0
	12-14			2.5	10.0
	15-18			3.0	10.0
	19-29			3.5	10.0
	30-49			3.0	10.0
	50-64			3.0	10.0
	65-74			3.0	10.0
	75 이상			3.0	10.0
여자	6-8(세)			1.0	2.5
	9-11			2.0	10.0
	12-14			2.5	10.0
	15-18			2.5	10.0
	19-29			3.0	10.0
	30-49			2.5	10.0
	50-64			2.5	10.0
	65-74			2.5	10.0
	75 이상			2.5	10.0
임신부				+0	10.0
수유부				+0	10.0

6-5. 망간

장문정, 김은정

특성

망간은 체내 보유량이 약 10-20 mg(70 kg 성인 남자 기준)인 필수 미량무기질로, 주로 뼈, 간, 신장, 그리고 췌장에 존재한다(Keen, 1995). 망간은 생리학적으로 중요한 효소들의 구성성분으로 작용하거나 효소 활성을 증가시킴으로써 결합조직과 뼈의 형성을 돕는다. 그 밖에 탄수화물, 지방, 단백질 대사에 관여하며 면역기능, 혈당조절, 생식기능, 그리고 항산화작용에도 중요한 역할을 한다(Watts, 1990). 또한 뇌에서 망간은 신경전달물질을 합성하고 대사시키는 데 필요한 효소의 보조인자로 작용하므로, 정상적인 뇌 기능과 신경 기능을 위해서도 필수적이다(Watts, 1990). 섭취량에 상관없이 조직 내 망간의 함량은 일정한 농도로 유지되고 있어 체내 항상성이 잘 유지되는 편이다. 성인의 경우 망간의 결핍 현상은 매우 드물다. 그러나 태아거나 신생아기의 망간 결핍은 성장지연, 비정상적인 골격형성, 피부염, 혈액응고지연, 피부발진, 신경독성을 유발할 수 있으며, 결핍이 심하면 경련, 비정상적인 당단백질 합성, 세포막 결손을 유발하여 기형의 원인이 될 수 있다. 성인의 경우에는 신경망결손, 행동손상과 운동실조로 인한 근육 활동의 어려움이 나타나고, 혈중 HDL-콜레스테롤농도의 감소 또는 내당능력 손상 등이 나타나기도 한다(Schroeder 등, 1966; Hurley, 1989). 식사로 인한 망간 과잉섭취의 영향은 거의 없으나 탄광, 용광로 생산공장과 같은 작업환경에 장기간 노출될 경우에는 식욕감소, 성장지연, 생식능력 저하, 심리적 장애 증세가 나타날 수 있다.

섭취기준

망간은 평균필요량과 권장섭취량을 설정하기에는 과학적인 연구 결과나 근거가 부족하여, 전 연령층에서 충분섭취량을 설정하였다. 2008-2012년 국민건강영양조사의 망간 섭취량 중앙값을 근거로 19세 이상 성인과 노인의 충분섭취량은 남자 4.0 mg, 여자 3.5 mg으로 설정하였다(질병관리본부, 2008-2012). 유아, 아동 및 청소년은 성인의 충분섭취량을 기준으로 대사체중을 적용하고 성장인자를 고려하여 외삽하는 방법으로 충분섭취량을 산정하였다. 그 결과, 1-2세와 3-5세 유아는 각각 1.5 mg과 2.0 mg으로 산정되었으며 6-8세와 9-11세 아동은 각각 2.5 mg, 3.0 mg으로 설정하였다. 12-14세, 15-18세 남녀 청소년의 경우는 성인과 동일하게 남자 4.0 mg, 여자 3.5 mg으로 산정되었다. 영아의 경우 0-5개월 영아는 모유로부터의 망간 섭취량을 계산하여 0.01 mg을 충분섭취량으로 제시하였고, 6-11개월 영아는 성인의 충분섭취량과 대사체중을 고려하여 0.8 mg을 충분섭취량으로 제시하였다. 임신부와 수유부의 경우 부가량 없이 성인 여성에서와 동일하게 충분섭취량을 제시하였다. 망간의 상한섭취량은 1세 이상을 대상으로 섭취하는 식품, 식이보충제, 음용수 등을 통해 섭취하는 총량에 대해 설정하였으며, 1일 섭취량이 11 mg이었을 때 망간의 독성 증세가 나타나지 않았음을 근거로(Greger, 1999) 이 섭취량을 최대무해용량으로 정한 후, 불확실계수 1.0을 적용하여 19세 이상 성인의 상한섭취량을 11 mg으로 설정하였다. 유아, 아동 및 청소년의 상한섭취량은 성인

의 상한섭취량에서 표준체중을 이용한 외삽법에 의해 각 연령별로 추정하였다.

I 활용

망간의 급원식품은 전곡류, 종실류, 차, 잎채소 등과 같은 다양한 식물성 식품이다. 특히 칼슘이나 철 보충제를 복용하는 경우 망간 흡수율이 낮아질 수 있다. 당뇨, 골다공증 환자 등 혈중 망간농도가 감소될 수 있는 환자나 혈중 망간 수준이 높은 만성 간질환자의 경우 섭취량에 대한 고려가 필요하다.

표 6-5-1. 한국인의 1일 망간 섭취기준

성별	연령	망간(mg/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.01	
	6-11			0.8	
유아	1-2(세)			1.5	2.0
	3-5			2.0	3.0
남자	6-8(세)			2.5	4.0
	9-11			3.0	5.0
	12-14			4.0	7.0
	15-18			4.0	9.0
	19-29			4.0	11.0
	30-49			4.0	11.0
	50-64			4.0	11.0
	65-74			4.0	11.0
	75 이상			4.0	11.0
여자	6-8(세)			2.5	4.0
	9-11			3.0	5.0
	12-14			3.5	7.0
	15-18			3.5	9.0
	19-29			3.5	11.0
	30-49			3.5	11.0
	50-64			3.5	11.0
	65-74			3.5	11.0
	75 이상			3.5	11.0
임신부				+0	11.0
수유부				+0	11.0

6-6. 요오드

박유경, 이송미, 장항석

특성

요오드는 인체의 필수 미량성분이며, 갑상선호르몬인 티록신(thyroxine, T_4)과 triiodothyronine (T_3)의 구성성분으로 여러 가지 생화학적 대사에 관여한다. 음식을 통해 섭취된 요오드는 위와 소장 상부에서 대부분 흡수되어 갑상선과 신장으로 이동한다. 갑상선에 흡수된 요오드는 갑상선호르몬 합성에 필요한 정도만 선택적으로 농축되고, 나머지는 대부분 소변으로 배설된다(Institute of Medicine(IOM), 2001). 이를 근거로 소변으로 배설된 요오드를 측정하여 요오드 필요량을 추정할 수 있다. 요오드가 부족하면 갑상선 기능저하증이나 인지기능장애가 나타날 수 있고, 과다하면 갑상선염, 갑상선종, 갑상선기능항진증 및 저하증이 초래될 수 있다(Sherwood, 2013).

섭취기준

최근 요오드에 관한 연구는 성장기 어린이나 임신부의 심한 요오드 결핍에 대한 연구가 주를 이루고 있어, 한국인 섭취기준의 제정 근거로 사용하기에는 어려움이 있었다. 성별이나 나이에 따라 요오드 필요량에 차이가 있다는 과학적 근거가 현재까지는 없어서, 교체를 연구결과(Fisher & Oddie, 1969)를 근거로 19세 이상 성인은 노인까지 평균필요량을 동일하게 적용하였다. 임신부의 평균필요량은 19-29세 여성의 평균섭취량에 임신기 부가 필요량(+65 μg)을 반영하여 2010년 기준과 동일하게 적용하였고(Dworkin 등, 1966; Glinioer, 1998), 수유부의 경우 모유 내 요오드 함량(175 $\mu\text{g/L}$) (조여원 등, 1997)과 모유 분비량(780 mL)을 고려하여 평균섭취량과 권장섭취량에 각각 130 μg , 190 μg 을 부가하였다. 0-5개월 영아의 충분섭취량은 모유 내 요오드 함량과 1일 모유 섭취량을 반영하여 130 μg 으로 설정하였고, 6-11개월 영아의 충분섭취량은 영아 후기 평균체중을 이용하여 170 μg 으로 설정하였다. 요오드 상한섭취량 설정에 필요한 수개월에서 수년에 걸친 요오드 과잉 노출의 결과에 대한 과학적인 근거가 미비하여, 요오드 상한섭취량은 2010년 기준과 동일하게 적용하였다. 즉, 단순 고이터(simple goiter)를 가진 사람들의 평균 소변 요오드 배설량을 근거로(Kim & Kim, 2000) 최저유해용량 3600 μg 에 불확실계수를 1.5를 적용하여 상한섭취량을 남녀 동일하게 2,400 μg 으로 설정하였다.

활용

요오드는 요오드 이온 상태로 해수에 포함되어 있으며, 맑은 천연 소금물에서 상당한 양이 발견되기 때문에 주 급원식품으로 다시마, 미역, 김 등의 해조류와 고등어를 들 수 있다. 이 밖에 돼지고기, 달걀, 요구르트 등에도 매우 낮은 함량으로 존재한다.

표 6-6-1. 한국인의 1일 요오드 섭취기준

성별	연령	요오드($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			130	250
	6-11			170	250
유아	1-2(세)	55	80		300
	3-5	65	90		300
남자	6-8(세)	75	100		500
	9-11	85	110		500
	12-14	90	130		1,800
	15-18	95	130		2,200
	19-29	95	150		2,400
	30-49	95	150		2,400
	50-64	95	150		2,400
	65-74	95	150		2,400
	75 이상	95	150		2,400
여자	6-8(세)	75	100		500
	9-11	85	110		500
	12-14	90	130		2,000
	15-18	95	130		2,200
	19-29	95	150		2,400
	30-49	95	150		2,400
	50-64	95	150		2,400
	65-74	95	150		2,400
	75 이상	95	150		2,400
임신부		+65	+90		
수유부		+130	+190		

6-7. 셀레늄

이옥희, 최경숙

특성

셀레늄은 인체에 매우 미량으로 존재하지만 강한 항산화성을 나타내는 영양소이다. 식품으로 섭취된 셀레노메티오닌을 포함한 단백질은 조직 중 간, 근육, 위와 장의 점막세포, 췌장 등에 셀레노메티오닌을 포함한 단백질로 저장되거나, methylselenol의 이화과정에서 분해되어 체외로 배설된다(최용선 & Hesketh, 2006). 인체 내에서는 셀레노프로테인 형태가 주요한 생물학적 활성을 가지며 인체 내 글루타치온 과산화효소, 셀레노프로테인 P가 주로 알려져 있다. 셀레늄은 갑상선 호르몬 대사, T-cell 면역반응, 염증반응조절에 관여하며, 셀레늄의 부족은 지방과산화물을 초래하고, 섬유성 간 퇴화, 갑상선과 면역능 저하, 병원균 감염, 심혈관질환, 남성생식능 저하, 일부 암의 발생이 촉진된다(Rayman 2000; Institute of Medicine(IOM), 2000; Hampel 등, 1985; Bates 등, 2002; Lettow 등, 2005; Semba 등, 2009). 장기간의 셀레늄 부족으로 인한 질환으로는 토양의 셀레늄 함량이 낮은 지역의 풍토병인 카신백병과 케산병을 들 수 있는데, 그 증상으로 어린이와 가임기 여성에서 심근비대, 골관절 이상이 알려져 있다(Mo, 1987). 셀레늄 과잉은 풍토적으로 토양의 셀레늄 함량이 높은 지역에서 나타나고, 우울증과 피로감, 성장장애, 탈모, 신경증, 손톱변형 및 알칼리병을 초래한다(Yang 등, 1983).

섭취기준

셀레늄의 평균필요량 설정에는 셀레늄이 결핍된 중국인 성인에게 다양한 용량으로 장기간 동안 셀레노메티오닌을 보충하였을 때 셀레노프로테인 P가 변화하는 용량반응의 효과를 관찰한 연구결과를 사용하였다. 이 연구에서 셀레노프로테인 P가 최대로 포화되는 셀레늄 섭취량은 49 µg이었다. 이를 인체 필요량으로 보아 중국인 대상자의 체중과 한국인의 기준체중의 비를 외삽한 후 반올림하여 얻은 값 50 µg을 셀레늄의 평균필요량으로 설정하였다. 권장섭취량은 개인변이를 10%로 보고, 120%를 곱해 60 µg으로 결정하였다. 나이가 증가하면 인체 셀레늄 수준이 감소하고 산화스트레스가 증가함을 고려하여 노인의 경우에도 성인과 동일한 적정섭취량과 권장량을 적용하였다. 영유아의 경우에는 모유 섭취량과 유아의 체중비를 이용하여 충분섭취량을 제시하였다. 1세 이상 유아, 아동, 청소년의 경우에는 이들의 체중과 성인기준체중의 비, 성장계수 등을 고려하여 충분섭취량을 설정하였다. 권장량은 3세 이상에서 모두 5단위로 절삭하여 설정하였다. 상한섭취량은 셀레늄중독증을 독성종말점으로 보고 Yang 등(1989)이 최대무해용량으로 주장한 0.85 mg/일(0.014 mg/kg 체중)을 사용하였고 불확실계수는 2.0으로 정하였다. 따라서 셀레늄 상한섭취량(성인)은 $0.85 \div 2 = 0.425/\text{일}$ 을 내림하여 0.4 mg/일로 결정하였다. 임신·수유부는 상한섭취량을 다르게 설정할 만한 근거가 없어 성인의 기준을 그대로 적용하였다.

I 활용

셀레늄은 육류의 내장, 생선류 및 난류, 육류의 살코기에 많이 함유되어 있고, 식물성 식품인 밀, 마늘, 브로콜리에도 함유되어 있다(Brown, 1998). 동·식물의 셀레늄 함량은 재배된 토양의 셀레늄 함량에 의존하기 때문에, 같은 종류의 식품도 셀레늄 함량에는 차이가 있다(Willett, 1990).

표 6-7-1. 한국인의 1일 셀레늄 섭취기준

성별	연령	셀레늄($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			9	45
	6-11			11	65
유아	1-2(세)	19	23		75
	3-5	22	25		100
남자	6-8(세)	30	35		150
	9-11	39	45		200
	12-14	49	60		300
	15-18	55	65		300
	19-29	50	60		400
	30-49	50	60		400
	50-64	50	60		400
	65-74	50	60		400
	75 이상	50	60		400
여자	6-8(세)	30	35		150
	9-11	39	45		200
	12-14	49	60		300
	15-18	55	65		300
	19-29	50	60		400
	30-49	50	60		400
	50-64	50	60		400
	65-74	50	60		400
	75 이상	50	60		400
임신부		+3	+4		400
수유부		+9	+10		400

6-8. 몰리브덴

강주희

특성

몰리브덴은 다양한 산화효소의 보조인자로 인체 내 요산(uric acid) 생성 과정에 관여한다. 건강한 사람의 몰리브덴 결핍은 현재까지 보고된 바가 없으나(Rajagopalan, 1987), 장기간 완전정맥영양(total parenteral nutrition, TPN)을 공급받은 한 명의 환자에서 몰리브덴 결핍이 보고된 적이 있다(Abumrad 등, 1981). 몰리브덴 결핍의 증세로는 심장박동 증가, 호흡곤란, 야맹증 등이 나타났으며, 1일 300 μg 주입 후 증세가 사라졌다고 한다(Abumrad 등, 1981).

섭취기준

몰리브덴의 평균필요량을 설정할 때에는 미국의 균형연구(Turnlund 등, 1995)에 따라 양의 균형상태(positive balance)가 유지되고 특별한 임상증상이 나타나지 않은 몰리브덴 섭취량과 피부나 땀 등으로 손실되는 몰리브덴의 양(3 $\mu\text{g}/\text{일}$)을 고려하였다. 그리하여 성인 남자의 평균 체중 76.4 kg 기준으로 평균필요량을 25 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정하였고, 권장섭취량은 평균섭취량의 120%로 설정하였다. 단, 19세 이상만 설정하였다. 몰리브덴의 독성에 대한 보고는 거의 없으며 1일 1,500 μg 까지 공급하여도 혈장이나 소변 내 몰리브덴량이 증가하지 않았다(Turnlund 등, 1995). 몰리브덴에 관한 국내 연구가 없으며 국민건강영양조사를 통한 우리나라 국민의 1일 몰리브덴 섭취량 조사도 이루어지지 않아 2010년 영양섭취기준 제정 당시 설정된 상한섭취량은 그대로 도입하였다. 19세 이상 성인, 수유부 및 임신부의 몰리브덴 상한섭취량은 최대무해용량 900 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{일}$, 종 및 개체 간 변이를 고려한 불확실계수(Uncertainty Factor, UF) 100과 성인의 평균체중을 적용하여 상한섭취량을 설정하였다(Fungwe 등, 1990).

활용

몰리브덴은 모든 식품에 골고루 분포되어 있으며 특히 콩류, 잡곡, 견과류에 많이 함유되어 있다. 또한 몰리브덴은 토양에 풍부하게 함유되어 있어 식품이 자란 토양에 따라 몰리브덴 함량이 달라질 수 있다(Hattori 등, 2004).

표 6-8-1. 한국인의 1일 몰리브덴 섭취기준

성별	연령	몰리브덴($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)				
	6-11				
유아	1-2(세)				100
	3-5				100
남자	6-8(세)				200
	9-11				300
	12-14				400
	15-18				500
	19-29	25	30		550
	30-49	20	25		550
	50-64	20	25		550
	65-74	20	25		550
	75 이상	20	25		550
여자	6-8(세)				200
	9-11				300
	12-14				400
	15-18				400
	19-29	20	25		450
	30-49	20	25		450
	50-64	20	25		450
	65-74	20	25		450
	75 이상	20	25		450
임신부					450
수유부					450

6-9. 크롬

이선영

특성

식품을 통하여 공급되는 크롬의 주요 형태인 Cr^{3+} 의 장내 흡수율은 매우 낮아 대략 0.5-2%로 추정된다(Stoecker, 1999). 반면, 크롬산(chromate)이나 이크롬산(dichromate)으로 존재하는 4가의 크롬은 강한 산화제로서 인체에 매우 해로우나, 위산 등에 의하여 쉽게 3가로 환원되므로 식품을 통해 들어오는 크롬의 경우는 크게 문제가 되지 않는다(Anderson 등, 2006). 크롬은 혈당 조절과 인슐린 대사를 개선시키는 효능을 갖고 있는 것으로 오래 전부터 연구되어 왔으나, 아직 결핍 증세를 나타낼 만한 지표가 확실하지 않아 대사기전이 잘 연구되지 않았고 완전정맥영양 환자 외에는 결핍증이 보고된 바가 거의 없다. 그러나 크롬이 어린 동물의 성장에 기여한다는 보고와 동맥경화 질환자의 중성지방 감소 및 HDL-콜레스테롤 증가에 도움을 준다는 보고가 있었다(Abraham 등, 1992). 현재까지 보고된 대부분의 연구에서 크롬의 독성은 산업적으로 노출된 것으로 공기 전파를 통한 Cr^{6+} 화합물에 기인하며(Barceloux, 1999; IPCS, 1988; Katz & Salem, 1993), 크롬 과잉증으로는 알레르기성 피부염, 피부병과 폐암 발병 등이 있으나 점차 발병률이 줄어들고 있다.

섭취기준

한국인 섭취기준으로 크롬의 평균필요량을 결정할 수 있는 충분한 연구 결과가 없었으므로 섭취기준으로는 충분섭취량을 설정하였다. 성인을 위한 크롬의 충분섭취량은 매일의 식사로부터 섭취하게 되는 1일 평균 크롬의 양($13.4 \pm 1.1 \mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$)(Anderson 등, 1993)과 2008-2012 국민건강영양조사 결과(질병관리본부, 2008-2012)에 따른 에너지 섭취량을 근거로 설정하였다. 그 결과 남자 성인과 노인은 $35 \mu\text{g}/\text{일}$, 여자 성인과 노인은 $25 \mu\text{g}/\text{일}$ 로 충분섭취량을 산출하였다. 0-5개월령의 영아는 모유로부터 공급되는 크롬의 양을 산출하여 $0.2 \mu\text{g}/\text{일}$ 을 충분섭취량으로 정하였으며 6-11개월령의 영아는 모유와 이유식을 통하여 섭취하는 1일 평균 섭취량을 근거로 $5.0 \mu\text{g}/\text{일}$ 을 충분섭취량으로 정하였다. 아동과 청소년의 경우 성인의 섭취기준으로부터 외삽하여 충분섭취량을 설정하였다. 체중은 성인의 체중(19-29세)으로부터 하향 외삽(down extrapolate)하고 성장계수를 산입하여 F값을 산출한 후 성인의 충분섭취량 값에 곱하여 산출하였다. 유아 1-2세와 3-5세의 경우 남녀의 차이를 두지 않고 위와 같은 방법으로 산출하여 $12 \mu\text{g}/\text{일}$ 을 충분섭취량으로 하였으며 아동과 청소년의 경우도 동일한 방법으로 산출하여 남자 6-8세는 $20 \mu\text{g}/\text{일}$, 9-11세는 $25 \mu\text{g}/\text{일}$, 12-14세는 $35 \mu\text{g}/\text{일}$, 15-18세는 $40 \mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정하였다. 임신부들에 대한 충분한 연구 보고가 없어 정상 분만 임신부의 임신 기간 체중 증가량 16 kg을 도입한 뒤(Institute of Medicine(IOM), 2001) 성인 여성의 기준 체위에 부가하여 외삽한 결과, $30 \mu\text{g}/\text{일}$ 을 충분섭취량으로 설정하게 되었다. 수유부는 모유를 통하여 섭취하게 되는 양에 흡수율 1%를 적용하여 성인보다 $20 \mu\text{g}/\text{일}$ 을 추가 보충하도록 하였다. 미국 일부 연구보고에 의하면 크롬을 과잉 섭취하는 사람들이 있는 것으로 보고되었으나 한국인에 대한

연구결과는 전무하여 상한섭취량은 제정하지 않았다.

I 활용

크롬의 주요 식품 급원은 양조효모를 비롯하여 치즈, 육류(특히 육가공품), 통밀빵이나 시리얼, 당밀, 향신료, 버섯,オート밀, 서양자두, 견과류 등으로 알려져 있다.

표 6-9-1. 한국인의 1일 크롬 섭취기준

성별	연령	크롬($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			0.2	
	6-11			5.0	
유아	1-2(세)			12	
	3-5			12	
남자	6-8(세)			20	
	9-11			25	
	12-14			35	
	15-18			40	
	19-29			35	
	30-49			35	
	50-64			35	
	65-74			35	
	75 이상			35	
여자	6-8(세)			15	
	9-11			20	
	12-14			25	
	15-18			25	
	19-29			25	
	30-49			25	
	50-64			25	
	65-74			25	
	75 이상			25	
임신부				+5	
수유부				+20	

● 제7장 영양소 섭취기준의 활용

김혜진, 노민영, 박소희, 손정민, 이정은, 황지윤

Ⅰ 식사평가

식사평가는 식사섭취의 적절성을 평가하는 것으로 평가목적에 따라 한국인 영양소 섭취기준 중 하나를 선택하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 개인의 식사를 평가할 때에는 평균필요량, 권장섭취량, 충분섭취량, 상한섭취량의 기준을 적용하여 각 영양소를 적절한 수준으로 섭취하는 지를 평가한다. 집단의 식사를 평가할 때에는 개인마다 영양소 필요량과 섭취량이 다르기 때문에 집단 구성원들의 섭취량 분포를 조사하여 각 영양소를 평균섭취량 이하로 부적절하게 섭취하는 사람들의 비율을 구한다(Institute of Medicine(IOM), 2000; IOM, 2008; 한국영양학회, 2005; 한국영양학회, 2010; 한국영양학회, 2011).

Ⅰ 식사계획

식사계획은 개인이나 집단에게 적절한 영양소를 공급하여 영양소의 부족 또는 과잉 문제를 최소화하는 식사를 제공하고자 하는 것이다. 개인의 식사계획은 권장섭취량이나 충분섭취량에 가까운 수준으로 영양 목표를 설정한다. 집단의 식사계획은 평균섭취량이나 상한섭취량을 기준으로 하며, 집단의 섭취 분포를 고려하여 영양소 부족 또는 과잉의 위험이 적도록 목표를 설정한다(IOM, 2000; IOM, 2003; IOM, 2008; 한국영양학회, 2005; 한국영양학회, 2010; 한국영양학회, 2011).

Ⅰ 식사구성안

식사구성안은 일반인이 복잡하게 영양가 계산을 하지 않고도 영양소 섭취기준을 충족할 수 있도록 식품군별 대표 식품과 섭취 횟수를 이용하여 식사的基本 구성 개념을 설명한 것이다. 식사구성안의 영양적 목표는 한국인 영양소 섭취기준을 바탕으로 설정하였다. 에너지, 비타민, 무기질, 식이섬유는 섭취 필요량의 100%를 충족하며, 탄수화물, 단백질, 지방의 에너지 비율은 각각 55-65%, 7-20%, 15-30% 정도를 유지하고, 설탕이나 물엿과 같은 첨가당 및 소금은 되도록 적게 섭취하도록 구성하였다. 식품군은 곡류, 고기·생선·달걀·콩류, 채소류, 과일류, 우유·유제품류, 유지·당류, 이렇게 6개로 결정하였다. 식품군별 대표식품은 국민건강영양조사 최근 5년 치 자료, 즉 국민건강영양조사 제4기 3차 년도(2009년), 제5기 1차 년도(2010년), 2차 년도(2011년), 3차 년도(2012년), 제6기 1차 년도(2013년) 자료를 통합 분석하여 도출하였다(질병관리본부, 2009-2013). 대표식품의 1인 1회 분량은 동일한 국민건강영양조사 자료를 통합 분석하여 설정하였으며, 일반인들이 쉽게 인지하고 이해할 수 있도록 식품의 분량을 고려하여 에너지를 기준으로 정하였다. 식사구성안의 영양목표를 충족시키는 1일 식사 구성을 제시하기 위해 권장식사패턴을 구성하였다. 한국인 영양섭취기준에서 제시되고 있는 체위기준을 참조하여 성별·연령별 기준 에너지를 설정한 후, 생애주기별 식품군의 권

장 섭취 횟수가 제시된 권장식사패턴을 제시하였다. 권장식사패턴은 일상적인 식사 섭취 패턴을 반영하도록 하였으며, 유아 1-2세, 3-5세, 소아 6-11세 남녀, 청소년 12-18세 남녀, 성인 19-64세 남녀, 그리고 노인 65세 이상 남녀, 이렇게 총 10가지 유형의 생애주기를 위한 권장 식단을 작성하여 사진과 함께 제시하였다. 권장 식단은 국민건강영양조사의 최근 5년 치 자료를 통합 분석하여 도출해 성별·연령별 다빈도 음식 및 식품과 각 식품군의 대표식품을 반영하여 구성하였다. 식품구성자전거는 권장식사패턴을 반영한 균형 잡힌 식단과 규칙적인 운동이 건강을 유지하는 데에 중요함을 전달하고자 제작하였다. 아울러 수분의 적절한 섭취가 중요함을 강조하기 위하여 앞바퀴에 물이 담긴 컵을 표시하였다. 식품구성자전거를 이용하여 식사를 평가할 수 있는 식사기록지를 개발하였고, 식사계획에 사용할 수 있는 일반인용과 전문가용 권장 식사계획표를 권장식사패턴별(패턴 A: 1,000-2,800 kcal, 패턴 B: 1,000-2,700 kcal)로 제시하였다(Australian government department of health; IOM, 2000; 한국영양학회, 2005; 한국영양학회, 2010; 한국영양학회, 2011; 한국영양학회, 2012).



그림 7-1. 식품구성자전거

(자료출처: 보건복지부 · 한국영양학회, 2015 한국인 영양소 섭취기준)

참고문헌

■ 제1장 2015 한국인 영양소 섭취기준 제정과정 ■

- Institute of Medicine(IOM). The Development of DRIs 1994-2004: Lessons Learned and New Challenges: Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press; 2008. p.105.
- National Research Council(NRC). Recommended Dietary Allowances: 10th Edition. Washington, DC: National Academy Press; 1989. p.8.

■ 제2장 에너지와 다량영양소 ■

[2-1. 에너지]

- 김은경, 김귀선, 박지선. 운동군과 비운동군 고등학생의 활동량, 활동계수, 예측 휴식대사량, 1일 에너지 및 영양소 섭취량의 비교. 대한영양사회 학술지. 15(1):52-68, 2009
- 박미정. 에너지 항상성 조절 및 비만의 병태생리에 관한 최신지견. Korean Journal of Pediatrics, 48(2):126-137, 2005.
- 보건복지부. 우리나라 성인의 신체활동 현황. 주간 건강과 질병. 7(5):103-104, 2014.
- Groff JL, Gropper SS, Hunt SM. Advanced nutrition and human metabolism. 5th ed. West Publishing Company, St Paul, Mn USA, 2009.
- Henry CJ. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. Public Health Nutr. 8(7A):1133-52, 2005.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acid, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press; 2002. p.107-264.
- Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. Am J Clin Nutr. 51(2):241-7, 1990.
- Mello MM, Studdert DM, Brennan TA. Obesity- the new frontier of public health law. N Engl J Med. 354(24):2601-10, 2006.
- Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. J Am Diet Assoc 102(11):1621-1630, 2002.

[2-2. 탄수화물]

- 이상선, 정진은, 강명희, 신동순, 정혜경, 장문정, 김양하, 김혜영, 김우경. 영양과학. 지구문화사. 2008. p.315-317.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference intakes: The essential guide to nutrient requirements; 2006.
- Manninen AH. Metabolic effects of the very-low-carbohydrate diets: misunderstood "villains" of human metabolism. J Int Soc Sports Nut 31;1(2):7-11, 2004
- Oh HY, Kim MK, Lee M, Kim YO. Macronutrient composition and sodium intake of diet are associated with risk of metabolic syndrome and hypertension in Korean women. PloS one 8(10):e78088, 2013.
- Roberfroid MB. Introducing inulin-type fructans. Br J Nutr 93(supple1):S13-S25, 2005
- Schaefer EJ, Gleason JA, Dansinger ML. Dietary fructose and glucose differentially affect lipid and glucose

homeostasis. J Nutr 139(6):1257S-1262S, 2009.

Song SJ, Lee JE, Song WO, Paik HY, Song Y. Carbohydrate intake and refined-grain consumption are associated with metabolic syndrome in the Korean adult population. J Acad Nutr Dietetics 114(1):54-62, 2014.

Song Y, Joung H. A traditional Korean dietary pattern and metabolic syndrome abnormalities. Nutr Met Cardio Dis 22(5):456-462, 2012.

[2-3. 당류]

강재현. 당류 과잉섭취와 비만 등 만성질환과의 연관성 분석 및 당 저감화 모델 개발. 식품의약품안전처 용역연구개발 최종 보고서. 2013.11.30.

이행신, 권성욱, 연미영, 김도희, 이지연, 남지운, 박승주, 연지영, 이순규, 이혜영, 권오상. 한국인의 총당류 섭취실태 평가: 2008-2011년 국민건강영양조사 자료를 이용하여. J Nutr Health 47(4):268-276, 2014.

FAO/WHO(Food and Agriculture Organization/World Health Organization). Carbohydrates in Human Nutrition. Rome: FAO. 1998.

Mann J, Cummings JH, Englyst HN, Key T, Liu S, Riccardi G, Summerbell C, Uauy R, van Dam RM, Venn B, Vorster HH, Wiseman M. FAO/WHO Scientific update on carbohydrate in human nutrition: conclusions. Eur J Clin Nutr 61(Suppl 1):S132-S137, 2007.

USDA/DHHS(U.S. Department of Agriculture/U.S. Department of Health and Human Services). Nutrition and Your Health: Dietary Guidelines for Americans. Home and Garden Bulletin No.232. Washington, DC: Government Printing Office. 2000.

Te Morenga L, Mallard S, Mann J. Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. BMJ 346:e7492, 2012.

Te Morenga L, Howatson AJ, Jones RM, Mann J. Dietary sugars and cardiometabolic risk: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects of blood pressure and lipids. Am J Clin Nutr 100:65-79, 2014.

World Health Organization(WHO). Guideline: Sugar intake for adults and children. 2015. [cited 2015 October 1]. Available from: http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/

[2-4. 지질]

최혜미, 김정희, 김초일, 송경희, 장경자, 민혜선, 임경숙, 변기워, 송은승, 송지현, 강순아, 여의주, 이홍미, 김경원, 김희선, 김창임, 남기선, 윤은영, 김현아. 21세기영양학. 파주: 교문사; 2006. p.69-112.

Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Houston Miller N, Hubbard VS, Lee IM, Lichtenstein AH, Loria CM, Millen BE, Nonas CA, Sacks FM, Smith SC Jr, Svetkey LP, Wadden TA, Yanovski SZ, Kendall KA, Morgan LC, Trisolini MG, Velasco G, Wnek J, Anderson JL, Halperin JL, Albert NM, Bozkurt B, Brindis RG, Curtis LH, DeMets D, Hochman JS, Kovacs RJ, Ohman EM, Pressler SJ, Sellke FW, Shen WK, Smith SC Jr, Tomaselli GF; American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation 129(25 Suppl 2):S76-99, 2014.

Hansen AE. The problem of the essential fatty acids in relation to human nutrition. *Am J Clin Nutr* 6:625-627, 1958.

Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington D.C.: National Academies Press; 2005. p.422-588.

Jones PJH, Papamendjaris AA. Chapter 10 Lipids: cellular metabolism. In: Bowman BA, Russel RM, eds. *Present Knowledge in Nutrition* 8th ed. Washington D.C.: ILSI Press.; 2001. p.104-114.

[2-5. 단백질]

Brown JE, Isaacs JS, Krinke B, Lechtenberg E, Murtaugh MA, Sharbaugh C, Splett PL, Stang J, Woolridge NH. *Nutrition through the life cycle* (4th ed.). Belmont: Cengage Learning; 2011. p.87-337.

Medeiros D and Wildman R. *Advanced human nutrition* (2nd ed.). Sudbury: Jones & Bartlett Learning; 2011. p.131-139.

Paddon-Jones D and Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 12(1):86-90, 2009.

Rand WM, Pellett PL, Young VR. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *The American journal of clinical nutrition* 77(1):109-127, 2003.

[2-6. 아미노산]

Friedman M. Absorption and utilization of amino acids. Vol. 3. CRC Press, 1989.

Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington D.C.: National Academies Press; 2005. p.422-588.

Harper AE, Rogers QR. Amino acid imbalance. *Proc Nutr Soc*. 24(2):173-90, 1965.

Wu G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*. 37(1):1-17, 2009.

[2-7. 식이섬유]

Cummings JH. Microbial digestion of complex carbohydrates in man. *Proc Nutr Soc* 43(1):35-44, 1984.

Cummings JH, Englyst HN. Fermentation in the human large intestine and the available substrates. *Am J Clin Nutr* 45(5):1243-1255, 1987.

Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids : 7. Dietary, Functional, and Total Fiber. Washington DC: National Academies Press; 2006. p.339-421.

Mark LD. Dietary fiber overview. In: Susane SC, Mark DL, editors. *Handbook of dietary fiber*. New York: Marce Dekker Inc; 2001. p.1-16.

McBurney MI, Thompson LU. Fermentative characteristics of cereal brans and vegetable fibers. *Nutr Cancer* 13(4):271-280, 1990.

Heaton KW. Food fibre as an obstacle to energy intake. *Lancet* 2(7843):1418-1421, 1973.

Jenkins DJ, Wolever TMS, Leeds AR, Gassull MA, Haisman P, Dilawari J, Goff DV, Metz GL, Alberti KGMM. Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: Importance of viscosity. *Br Med J* 1:1392-1394, 1978.

- Ritz P, Krempf M, Cloarec D, Champ M, Charbonnel B. 1991. Comparative continuous-indirect-calorimetry study of two carbohydrates with different glycemic indices. *Am J Clin Nutr* 54(5):855-859, 1991.
- Roberfroid M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: A review comparing their physiological effects. *Crit Rev Food Sci Nutr* 33:103-148, 1993.
- Truswell AS. Glycemic index of foods. *Eur J Clin Nutr* 46(2):S91-S101, 1992.

[2-8. 수분]

- 농촌진흥청 국립농업과학원. 2011 제 8 개정판 식품성분표. 2011. p.66, 136, 144, 168, 212, 216, 220, 418, 434, 436.
- 박영숙. 나트륨 뇨 배설량에 영향을 미치는 식이 요인 및 식염 섭취량의 간이 추정법 개발 [박사 학위논문]. 서울: 서울대학교, 1988.
- 박태선, 김은경. 현대인의 생활영양. 파주: 교문사; 2011. p.56-72.
- 서정숙, 서광희, 이승교, 최미숙. Chapter 8. 수분, NEW 고급영양학. 파주: 지구문화사; 2009.
- 장유경, 박혜련, 변기원, 이보경, 권종숙. 기초영양학. 파주: 교문사; 2011. p.347-351.
- Adolph EF, Wills JH. Thirst. In: Adolph EF, editor. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Intersciences Publishers; 1947. p.241-253.
- Daniels MC, Popkin BM. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review. *Nutr Rev* 68(9):505-521, 2010.
- Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* 64(2):115-123, 2010.
- Read W, Hoyt AH. Environmental influences on body fluid balance during exercise: Altitude. In: Buskirk ER, Puhl SM, editors. *Florida: CRC Press*; 1996. p.183-196.

■ 제3장 지용성 비타민 ■

[3-1. 비타민 A]

- de Oliveira MR. Vitamin A and Retinoids as Mitochondrial Toxicants. *Oxid Med Cell Longev* 2015, 2015.
- Edem DO. Vitamin A: A review. *Asian. J Clin Nutr* 1(1):65-82, 2009.
- Holick CN, Michaud DS, Stolzenberg-Solomon R, Mayne ST, Pietinen P, Taylor PR, Virtamo J, Albanes D. Dietary carotenoids, serum β -carotene, and retinol and risk of lung cancer in the Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene cohort study. *Am J Epidemiol* 156(6):536-547, 2002.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, DC: National Academy Press; 2001. p.2,92.
- Napoli JL. Physiological insights into all-trans-retinoic acid biosynthesis. *Biochim Biophys Acta* 1821(1):152-167, 2012.
- Penniston KL, Tanumihardjo SA. The acute and chronic toxic effects of vitamin A. *Am J Clin Nutr* 83(2):191-201, 2006.
- Reifen R. Vitamin A as an anti-inflammatory agent. *Proc Nutr Soc* 61(03):397-400, 2002.
- van Lieshout M, West CE, van Breemen RB. Isotopic tracer techniques for studying the bioavailability and

- bioefficacy of dietary carotenoids, particularly β -carotene, in humans: a review. *Am J Clin Nutr* 77(1):12-28, 2003.
- van Vliet T, Schreurs WH, van den Berg H. Intestinal beta-carotene absorption and cleavage in men: response of beta-carotene and retinyl esters in the triglyceride-rich lipoprotein fraction after a single oral dose of beta-carotene. *Am J Clin Nutr* 62(1):110-116, 1995.
- West KP. Vitamin A deficiency disorders in children and women. *Food Nutr Bull* 24(Supplement 2):78-90, 2003.
- Wu Y, Ye Y, Shi Y, Li P, Xu J, Chen K, Xu E, Yang J. Association between vitamin A, retinol intake and blood retinol level and gastric cancer risk: A meta-analysis. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* 34(4):620-626, 2014.

[3-2. 비타민 D]

- Bhimma R, Pettifor JM, Coovadia HM, Moodley M, Adhikari M. Rickets in black children beyond infancy in Natal. *S Afr Med J* 85(7):668-672, 1995.
- Bailey CS, Weiner JJ, Gibby OM, Penney MD. Excessive calcium ingestion leading to milk-alkali syndrome. *Ann Clin Biochem* 45(Pt 5):527-529, 2008.
- Choi HS. Vitamin D Status in Korea. *Endocrinol Metab* 28:12-16, 2013.
- Deeb KK, Trump DL, Johnson CS. Vitamin D signalling pathways in cancer: potential for anticancer therapeutics. *Nat Rev Cancer* 7(9):684-700, 2007.
- DeLuca HF, Cantorna MT. Vitamin D: its role and uses in immunology. *FASEB J* 15(14):2579-2585, 2001.
- Heaney RP, Dowell MS, Hale CA, Bendich A. Calcium absorption varies within the reference range for serum 25-hydroxyvitamin D. *J Am Coll Nutr* 22(2):142-146, 2003.
- Holick MF. Vitamin D deficiency. *The New England journal of medicine* 357(3):266-281, 2007.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press; 75-78, 2011.
- Jones G, Strugnell SA, DeLuca HF. Current understanding of the molecular actions of vitamin D. *Physiol Rev* 78(4):1193-1231, 1998.
- Jones G. Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *The American journal of clinical nutrition* 88(2):582S-586S, 2008.
- Jousten E, Guffens P. Milk-alkali syndrome caused by ingestion of antacid tablets. *Acta Clin Belg* 63(2):103-106, 2008.
- Kovalenko PL, Zhang Z, Cui M, Clinton SK, Fleet JC. 1,25 dihydroxyvitamin D-mediated orchestration of anticancer, transcript-level effects in the immortalized, non-transformed prostate epithelial cell line, RWPE1. *BMC Genomics* 11:26, 2010.
- Masuda S, Jones G. Promise of vitamin D analogues in the treatment of hyperproliferative conditions. *Mol Cancer Ther* 5(4):797-808, 2006.
- Moreno J, Krishnan AV, Swami S, Nonn L, Peehl DM, Feldman D. Regulation of prostaglandin metabolism by calcitriol attenuates growth stimulation in prostate cancer cells. *Cancer Res* 65(17):7917-7925, 2005.
- Waked A, Geara A, El-Imad B. Hypercalcemia, metabolic alkalosis and renal failure secondary to calcium bicarbonate intake for osteoporosis prevention--'modern'

[3-3. 비타민 E]

질병관리본부. 국민건강영양조사 제4기 2,3차년도 및 5기 1,2,3차년도. 2008-2012.

한국영양학회. CAN-Pro 4.0 식품 및 음식 영양소 함량 데이터베이스. 2012.

Catignani GL, Bieri JG. Rat liver alpha-tocopherol binding protein. *Biochim Biophys Acta* 497(2):349-357, 1977.

Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington, DC: The National Academies Press; 2000. p.196-199

Meydani SN, Meydani M, Blumberg JB, Leka LS, Pedrosa M, Diamond R, Schaefer EJ. Assessment of the safety of supplementation with different amounts of vitamin E in healthy older adults. *Am J Clin Nutr* 68(2):311-318, 1998.

Sato Y, Hagiwara K, Arai H, Inoue K. Purification and characterization of the alpha-tocopherol transfer protein from rat liver. *FEBS Lett* 288(1-2):41-45, 1991.

Sokol RJ. Vitamin E deficiency and neurological disorders. In: Packer L, Fuchs J eds. *Vitamin E in Health and Disease*. New York: Marcel Dekker; 1993. p.815-849.

Stephens NG, Parsons A, Schofield PM, Kelly F, Cheeseman K, Mitchinson MJ. Randomised controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease: Cambridge Heart Antioxidant Study (CHAOS) *Lancet* 347(9004):781-786, 1996.

Traber MG. Vitamin E. In Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*, 9th edition. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1999. p.347-362.

[3-4. 비타민 K]

Booth SL, Suttie JW. Dietary intake and adequacy of vitamin K. *The Journal of nutrition* 128(5):785-788, 1998.

Chung KS, Bezeaud A, Goldsmith JC, McMillan CW, Menache D, Roberts HR. Congenital deficiency of blood clotting factors II, VII, IX, and X. *Blood* 53(4):776-787, 1979.

Institute of Medicine(IOM). Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press; 2001.p162-196

Sadowski JA, Hood SJ, Dallal GE, Garry PJ. Phylloquinone in plasma from elderly and young adults: factors influencing its concentration. *The American journal of clinical nutrition* 50(1):100-108, 1989.

The Japan Ministry of Health, Labour and Welfare. Dietary reference intakes for Japanese. Tokyo: National Institute of Health and Nutrition; p.1-20, 2015.

Zelis M, Zweegman S, van der Meer FJ, Kramer MH, Smulders YM. [The interaction between anticoagulant therapy with vitamin K-antagonists and treatment with antibiotics: a practical recommendation]. *Ned Tijdschr Geneesk* 152(18):1042-1046, 2008.

Ⅱ 제 4 장 수용성 비타민 Ⅱ**[4-1. 비타민 C]**

Buettner GR, Moseley PL. EPR spin trapping of free radicals produced by bleomycin and ascorbate. *Free*

- Radic Res Commun 19(s1):S89-S93, 1993.
- Frei, B., & Lawson, S. Vitamin C and cancer revisited. Proc Natl Acad Sci U S A, 105(32):11037-11038, 2008.
- Chazan, Joseph A., and Steven Paul Mistilis. The pathophysiology of scurvy: a report of seven cases. Am J Med. 34(3):350-358, 1963.
- Peterkofsky B. The effect of ascorbic acid on collagen polypeptide synthesis and proline hydroxylation during the growth of cultured fibroblasts. Arch Biochem Biophys 152(1):318-328, 1972.
- Rumsey SC, Levine M. Absorption, transport, and disposition of ascorbic acid in humans. J Nutr Biochem 9(3):116-130, 1998.
- Tsao CS, Packer L, Fuchs J. An overview of ascorbic acid chemistry and biochemistry. Vitamin C in health and disease 25-58. 1997.

[4-2. 티아민]

- Berdanier CD. Advanced nutrition : Micronutrient. CRC. Boca Raton:1998, p.80-88.
- Davis RE, Icke GC, Thom J, Riley WJ. Intestinal absorption of thiamin in man compared with folate and pyridoxal and its subsequent urinary excretion. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 30(5):475-82, 1984.
- Lonsdale D, Shamberger RJ. Red cell transketolase as an indicator of nutrition deficiency. Am J Clin Nutr 33(2):205-11, 1980.
- McCormick DB, Greene HL. Vitamins. In: Burtis CA, Ashwood ER, editors. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. Saunders. Philadelphia; 1994. p.1275-1316.
- Schrijver J. Biochemical markers for micronutrient status and their interpretation. In: Pietzik K, editors. Modern lifestyles. Lower energy intaker and micronutrient status. Springer-Verlag. London; 1991. p.55-85.
- Tanphaichitr V. Thiamin. Modern nutrition in health and disease, 8th ed. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, editors. Lea & Febiger. Melvern. PA; 1994. p.359-365.
- Wilson JA. Disorders of vitamins : Deficiency, excess and errors of metabolism. In : Petersdorf RG, Harrison TR, editors. Harrison's Principles of internal Medicine, 10th ed. McGraw-Hill, New York; 1983. p.461-470.

[4-3. 리보플라빈]

- Biosvert WA, Mendoza I, Castafieda C, De Portocarrero L, Solomons NW, Gershoff SN, Russell RM. Riboflavin requirement of healthy elderly humans and its relationship to macronutrient composition of the diet. J Nutr 123:915-925, 1993.
- Horwitt MK, Harvey CC, Hills OW, Liebert E. Correlation of urinary excretion of riboflavin with dietary intake and symptoms of ariboflavinosis. J Nutr 41:164-247, 1950.
- Powers HJ. Riboflavin (vitamin B-2) and health. Am J Clin Nutr 77:1352-1360, 2003.
- Zempleni J, Galloway JR, McCormick DB. Pharmacokinetics of orally and intravenously administered riboflavin in healthy humans. Am J Clin Nutr 63:54-66, 1996.
- Sauberlich HE, Dowdy RP, Skala JH. Laboratory tests for the assessment fo nutritional status. CRC Press Inc. Cleveland, 1974.

[4-4. 니아신]

- Clementz GL, Holmes AW. 1987. Nicotinic acid-induced fulminant hepatic failure. *J Clin Gastroenterol* 9(5):582-584, 1987.
- Expert Group on vitamins and Minerals(EVM). Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals. UK: Food Standard Agency; 2003. p.52-61.
- Horwitt MK, Harper AEW, Henderson LM. Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalents. *Am J Clin Nutr.* 34(3):423-427, 1981.
- McCormick DB. Niacin. In: Shills ME, Young VR, eds. *Modern nutrition in health and disease*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1988. p.370-375.
- McKenney JM, Proctor JD, Harris S, Chinchili VM. A comparison of the efficacy and toxic effects of sustained-vs immediate-release niacin in hypercholesterolemic patients. *JAMA* 271(9):672-677, 1994.
- Patterson JI, Brown RR, Linkswiler H, Harper AE. Excretion of tryptophan-niacin metabolites by young men: effects of tryptophan, leucine, and vitamin B6 intakes. *Am J Clin Nutr.* 33(10):2157-2167, 1980.
- Rader JI, Calvert RJ, Hathcock JN. Hepatic toxicity of unmodified and time-release preparations of niacin. *Am J Med.* 92(1):77-81, 1992.
- Sebrell WH, Butler RE. A reaction to the oral administration of nicotinic acid. *J Am Med Assoc* 111(25):2286-2287, 1938.
- Scientific Committee on Food (SCF). Opinion of the Scientific Committee on Food on the tolerable upper intake levels of nicotinic acid and nicotinamide (niacin). European Commission SCF/CS/NUT/UPPLEV/31 Final, Brussel, 2002. p.1-20.

[4-5. 비타민 B₆]

- Cheng CH, Lin PT, Liaw YP, Ho CC, Tsai TP, Chou MC, Huang YC. Plasma pyridoxal 5'-phosphate and high-sensitivity C-reactive protein are independently associated with an increased risk of coronary artery disease. *Nutrition.* Mar;24(3):239-44, 2008.
- Coburn SP, Lewis DL, Fink WJ. Estimation of human vitamin B6 pools through muscle biopsies. *Am J Clin Nutr* 48:291-294, 1988.
- Coburn SP. Location and turnover of vitamin B6 pools and vitamin B6 requirements of humans. *Ann NY Acad Sci* 585:76-85, 1990.
- Cohen M, Bendich A. Safety of pyridoxine-A review of human and animal studies. *Toxicol Lett* 34:129-139, 1986.
- Leklem JE. Vitamin B6 : reservoir, receptor, and red-cell reactions. In Saubrich HE, Lawrence JM (eds). *Beyond deficiency*. Ann NY Acad Sci 669:34-43, 1992.
- Leklem JE, Vitamin B6. In: Shills M, Olson JA Shike M, editors. *Modern Nutrition in Health and Disease*, 8th ed, Lea & Febiger Malvern, PA; 1994. p.383-394.
- Leklem JE, Vitamin B6. In : Ziegler EE, Filer LJ, editors. *Present knowledge in nutrition*, 7th ed, ILSI press, Washington; 1996. p.174-183.
- Murakami K, Miyake Y, Sasaki S, Tanaka K, Arakawa M. Dietary folate, riboflavin, vitamin B-6, and vitamin B-12 and depressive symptoms in early adolescence: the Ryukyus Child Health Study. *Psychosom Med* Oct;72(8):763-8, 2010.

- Nanri A, Pham NM, Kurotani K, Kume A, Kuwahara K, Sato M, Hayabuchi H, Mizoue T. Serum pyridoxal concentrations and depressive symptoms among Japanese adults: results from a prospective study. *EurJClinNutr* Oct;67(10):1060-5, 2013.
- Sanchez-Villegas A, Doreste J, Schlatter J, Pla J, Bes-Rastrollo M, Martinez-Gonzalez MA. Association between folate, vitamin B(6) and vitamin B(12) intake and depression in the SUN cohort study. *J Hum Nutr Diet* Apr;22(2):122-33, 2009.
- Schaumburg H, Kaplan J, windebank A, Vick N, Rasmus S, Pleasure D, Brown MJ. Sensory neuropathy from pyridoxine abuse. *N Engl J Med* 309: 445-448, 1983.
- Schaumburg HH, Berger A. Pyridoxine neurotoxicity. In: Clinical and physiological applications of vitamin B₆. New York: Alan R. Liss; 1988. p.403-414.
- Skarupski KA, Tangney C, Li H, Ouyang B, Evans DA, Morris MC. Longitudinal association of vitamin B-6, folate, and vitamin B-12 with depressive symptoms among older adults over time. *Am J Clin Nutr* Aug;92(2):330-5, 2010.

[4-6. 엽산]

- Bower C, Wald NJ. Vitamin B12 deficiency and the fortification of food with folic acid. *Eur J Clin Nutr* 49(11):787-793, 1995.
- Caudill MA, Cruz AC, Gregory JF 3rd, Hutson AD, Bailey LB. Folate status response to controlled folate intake in pregnant women. *J Nut* 127(12):2363-2370, 1997.
- Chanarin I. Adverse effects of increased dietary folate. Relation to measures to reduce the incidence of neural tube defects. *Clin Invest Med* 17(3):244-252, 1994.
- Colman N, Larsen JV, Barker M, Barker EA, Green R, Metz J. Prevention of folate deficiency by food fortification. III. Effect in pregnant subjects of varying amounts of added folic acid. *Am J Clin Nutr* 28(5): 465-470, 1975.
- Kalin SR, Rimm EB. Folate and vascular disease: Epidemiological perspective. In: Baily LB, editor. Folate in Health and Disease. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2010. p.263-290.
- Levine NH, Daniel KL, Mulinare J. Folic acid and preconceptional care. *Prim Care Update Ob Gyns* 8(2): 78-81, 2001.
- O'keefe CA, Bailey LB, Thomas EA, Hofler SA, Davis BA, Cerda JJ, Gregory JF 3rd. Controlled dietary folate affects folate status in nonpregnant women. *J Nutr* 125(10):2717-2725, 1995.
- Ramakrishnan U, Manjrekar R, Rivera J, Gonzales-Cossio T, Martorell R. Micronutrients and pregnancy outcome: A review of the literature. *Nutr Res* 19(1): 103-159, 1999.
- Shane B. Folate chemistry and metabolism. In: Bailey LB, editor. Folate in Health and disease. Boca Raton, FL: CRC Press; 2010. p.1-24.
- Tamura T, Picciano MF. Folate and human reproduction. *Am J Clin Nutr* 83(5): 993-1016, 2006.

[4-7. 비타민 B₁₂]

- Baker SJ, Jacob E, Rajan KT, Swaminathan SP: Vitamin B₁₂ deficiency in pregnancy and the puerperium. *Br Med J* 1:1658-1661, 1962.
- Herbert V. Vitamin B12: plant sources, requirements and assay. *Am J Clin Nutr* 48:852-858, 1988.

- Loria A, Vaz-Pinto A, Arroyo P, Raminez-Mateos C, Sanchez-Medal L. Nutritional anemia. 6. Fetal hepatic storage of metabolites in the second half of pregnancy. *J Pediatr* 91:569-573, 1977.
- Park S, Johnson MA. What is an adequate dose of oral vitamin B₁₂ in older people with poor vitamin B₁₂ status? *Nutr review* 64:373-378, 2006.
- Petrus AK, Fairchild TJ, Doyle RP. Traveling the vitamin B12 pathway: Oral delivery of protein and peptide drugs. *Angew Int Ed* 48:1022-1028, 2009.
- Sullivan LW, Herbert V. Studies on the minimum daily requirement for vitamin B₁₂. Hematopoietic responses to 0.1 microgram of cyanocobalamin or coenzyme B₁₂ and comparison of their relative potency. *N Engl J Med* 272:340-346, 1965.
- Watanabe F, Takenaka S, Katsura H, Zakir Hussain Masumder SAM, Abe K, Tamura Y, Nakano Y. Dried green and purple lavers(Nori) contain substantial mounts of biologically active vitamin B12 but less of dietary iodine relative to other edible seaweeds. *J Agric Food Chem* 47(6):2341-2343, 1999.

[4-8. 판토텐산]

- 농촌진흥청 농촌자원개발연구소. 2006 제7개정판 식품성분표 II. 서울: 삼미기획; 2006. p.16-95.
- Halsted CH. Water-soluble vitamins. In: Garrow JS, James WPT, editors. *Human Nutrition and Dietics*, 11th ed. Edinburgh, London, Madrid, Melbourne, New York, Tokyo: Churchill Livingstone; 1993. p.258-259.
- National Research Council(NRC). *Recommended Dietary Allowances*, 10th ed. Washington DC, National Academy Press; 1989. p.169.
- Watanabe T, Suemura K, Taniguchi A, Ebara S, Kimura S, Fukui T. Dietary intake of seven vitamins based on a total diet study in Japan. *J Nutr Sci Vitaminol* 56:279-286, 2010.

[4-9. 비오틴]

- 후생노동성. 일본인을 위한 식사섭취기준(2015년판). 동경: 후생노동성; 2014. p.223-225.
- Imaeda N, Kuriki K, Fujiwara N, Goto C, Tokudome Y, Tokudome S. Usual dietary intakes of selected trace elements (Zn, Cu, Mn, I, Se, Cr, and Mo) and biotin revealed by a survey of four-season 7-consecutive day weighed dietary records in middle-aged Japanese dietitians. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 59(4):281-288, 2013.
- Institute of Medicine(IOM). *Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin and choline*. Washington, DC: National Academy Press; 1998. 374-389.
- Murphy S, Calloway D. Nutrient intakes of women in NHANES II, emphasizing trace minerals, fiber, and phytate. *J Am Diet Assoc* 86(10):1366-1372, 1986.
- National Institute of Health and Nutrition. *Dietary Reference Intakes for Japanese 2015*. Toyama: National Institute of Health and Nutrition; 2015. 223-225.
- Pacheco-Alvarez D, Solorzano-Vargas RS, Del Rio AL. Biotin in metabolism and its relationship to human disease. *Arch Med Res* 33(5):439-447, 2002.
- Said HM, Thuy LP, Sweetman L, Schatzman B. Transport of the biotin dietary derivative biocytin (N-biotinyl-L-lysine) in rat small intestine. *Gastroenterology* 104(1):75-80, 1993.
- Shibata K, Tsuji T, Fukuwatari T. Intake and urinary amounts of biotin in Japanese elementary school children, college students, and elderly persons. *Nutr Metab Insights* 6:43-50, 2013.

- Watanabe T, Suemura K, Taniguchi A, Ebara S, Kimura S, Fukui T. Dietary intake of seven B vitamins based on a total diet study in Japan. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 56(5):279-286, 2010.
- Whitehead CC, Armstrong JA, Waddington D. The determination of the availability to chicks of biotin in feed ingredients by a bioassay based on the response of blood pyruvate carboxylase (EC 6.4.1.1) activity. *Br J Nutr* 48(1):81-88, 1982.
- Yuki S, Fusao, U. Estimate of the daily dietary intake of biotin, vitamin B6 and niacin from the 1999 Tokyo Total diet study. *Jpn J Nutr Diet* 62(3):165-169, 2004.
- Zempleni J, Mock, DM. Biotin biochemistry and human requirements. *J Nutr Biochem* 10(3):128-138, 1999.

【 제 5 장 다량 무기질 】

[5-1. 칼슘]

- Gafni RI, Baron J. Childhood bone mass acquisition and peak bone mass may not be important determinants of bone mass in late adulthood. *Pediatrics* 119(Suppl 2):S131-136, 2007.
- Han H, Segal AM, Seifter JL, Dwyer JT. Nutritional Management of Kidney Stones (Nephrolithiasis) *Clin Nutr Res* 4(3):137-152, 2015.
- Jackson RD, LaCroix AZ, Gass M, Wallace RB, Robbins J, Lewis CE, Bassford T, Beresford SA, Black HR, Blanchette P, Bonds DE, Brunner RL, Brzyski RG, Caan B, Cauley JA, Chlebowski RT, Cummings SR, Granek I, Hays J, Heiss G, Hendrix SL, Howard BV, Hsia J, Hubbell FA, Johnson KC, Judd H, Kotchen JM, Kuller LH, Langer RD, Lasser NL, Limacher MC, Ludlam S, Manson JE, Margolis KL, McGowan J, Ockene JK, O'Sullivan MJ, Phillips L, Prentice RL, Sarto GE, Stefanick ML, Van Horn L, Wactawski-Wende J, Whitlock E, Anderson GL, Assaf AR, Barad D; Women's Health Initiative Investigators. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. *N Engl J Med* 354(7):669-683, 2006.
- Lau EM, Woo J, Lam V, Hong A. Milk supplementation of the diet of postmenopausal Chinese women on a low calcium intake retards bone loss. *J Bone Miner Res* 16(9):1704-1709, 2001.
- Massey LK, Roman-Smith H, Sutton RA. Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney stones. *J Am Diet Assoc* 93:901-906, 1993.
- Matkovic V, Goel PK, Badenhop-Stevens NE, Landoll JD, Li B, Ilich JZ, Skugor M, Nagode LA, Mobley SL, Ha EJ, Hangartner TN, Clairmont A. Calcium supplementation and bone mineral density in females from childhood to young adulthood: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 81(1):175-188, 2005.
- Uenishi K, Ishida H, Kamei A, Shiraki M, Ezawa I, Goto S, Fukuoka H, Hosoi T, Orimo H. Calcium requirement estimated by balance study in elderly Japanese people. *Osteoporos Int* 12(10):858-863, 2001.
- Weaver CM. Calcium. In: Bowman BA, Russel RM, editors. *Present Knowledge in Nutrition*, 9th Edition. Washington DC: International Life Science Institute press; 2006. p.373-382.

[5-2. 인]

- 안홍석, 박윤신, 박성혜. 도시 저소득층 지역의 모자 영양 및 섭식에 관한 생태학적 연구- I. 임신부의 인체 계측, 식이 섭취 및 혈청 지질/지방산 조성. *대한지역사회영양학회지* 1(2):201-214, 1996.
- Anderson JJB, Klemmer PJ, Watts MLS, Garner SC, Calvo MS. Phosphorus. In: *Present knowledge in*

- nutrition. Washington, D.C. :ILSI; 2006. p. 383-399
- Fleet JC, Schoch RD. Molecular mechanisms for regulation of intestinal calcium and phosphate absorption by vitamin D. Vitamin D, 3rd edn. Academic Press, San Diego:349-362, 2011.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. Washington, DC: The National Academies Press; 1997. p 180-186.
- Nordin BEC. Phosphorus. J Food Nutr 45:62-75, 1988.

[5-3. 나트륨과 염소]

- 김근호. 나트륨대사이상의 진단과 치료. 대한내과학회지 77(4):444-447, 2009.
- 김기환, 김성권, 김승협, 김용일, 김우겸, 김전, 김진규, 성호경, 신상구, 신영태, 안규리, 이명철, 이정상, 이종욱, 이현순, 정해일, 최용, 하일수, 한진석, 황덕호. 신장학. 서울대학교 의과대학편. 서울대학교 출판부. 1985. p.101-110.
- Craddick SR, Elmer PJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Swain MC. The DASH diet and blood pressure. Curr Atheroscler Rep 5(6):484-491, 2003.
- Hall JE. Role of the kidneys in long-term control of arterial pressure and in hypertension. Guyton and Hall Textbook of medical physiology 12th. Saunders. 2011. p.345-360.
- Karanja NM, Obarzanek E, Lin PH, McCullough ML, Phillips KM, Swain JF, Champagne CM, Hoben KP. Descriptive characteristics of the dietary patterns used in the Dietary Approaches to Stop Hypertension Trial. J Am Diet Assoc 99(8):19S-27S, 1999.
- Mozaffarian D, Fahimi S, Singh GM, Micha R, Khatibzadeh S, Engell RE, Lim S, Danaei G, Ezzati M, Powles J, for the Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group (NUTRICODE). Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. N Engl J Med 371(7):624-634, 2014.
- Theodore A. Kotchen, Allen W. Cowley, Jr. and Edward D. Frohlich. Salt in Health and Disease - A Delicate Balance. N Engl J Med 368(13):1229-1237, 2013.

[5-4. 칼륨]

- 한국영양학회. 2010 한국인 영양섭취기준. 서울: 도서출판 한아름기획, 2010.
- Knochel JP. Diuretic-induced hypokalemia. Am J Med 77:18-27, 1984.
- Heianza Y, Hara S, Arase Y, Saito K, Totsuka K, Tsuji H. Low serum potassium levels and risk of type 2 diabetes. Diabetologia 54(4):762-766, 2011.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington, DC: The National Academies Press; 2001. p.5(1)-5(74).
- Whitney EN, Cataldo CB, Rolfes SR. Understanding normal and clinical nutrition. Belmont: Wadsworth publishing company; 1998, p.424-426.
- World Health Organization(WHO). Diet, nutrition and the prevention of the chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation, 2003.
- Young DB, McCabe RD. Endocrine control of potassium balance. In: Fray JCS, Goodman HM, editors. Handbook of physiology. New York: Oxford university press; 2000. p.306-330.

[5-5. 마그네슘]

- 문수재, 강정선, 이민준, 이종호, 안홍석. 수유 기간에 따른 모유의 다량 무기질 농도 변화에 관한 연구. 한국영양학회지 26(9):1098-1109, 1993.
- 안홍석, 최미경, 표영희. 수유기간별 모유의 주요 무기질 및 미량원소 함량 변화. 한국영양학회지 25(2):123-131, 1992.
- 안홍석, 최미경. 수유부의 식이섭취가 모유의 무기질 및 미량원소 함량에 미치는 영향과 모유의 각 무기질 농도 사이의 상관성 연구. 한국영양학회지 26(6):772-782, 1993.
- 안홍석, 정지윤. 도시 저소득층 지역의 모자 영양 및 섭식에 관한 생태학적 연구- III. 영유아의 섭식과 성장발육-. 지역사회영양학회지 3(2):174-189, 1998.
- 전예숙. 수유기간의 경과에 따른 모유중 무기질 함량 변화. 한국식품영양학회지 5(2):84-89, 1992.
- Abrams SA, Grusak MA, Stuff J, O'Brien KO. Calcium and magnesium balance in 9-14-y-old children. Am J Clin Nutr 66(5):1172-1177, 1997.
- Andon MB, Ilich JZ, Tzagournis MA, Matkovic V. Magnesium balance in adolescent females consuming a low- or high-calcium diet. Am J Clin Nutr 63(6):950-953, 1996.
- Bashir Y, Sneddon JF, Staunton HA, Haywood GA, Simpson IA, McKenna WJ, Camm AJ. Effects of long-term oral magnesium chloride replacement in congestive heart failure secondary to coronary artery disease. Am J Cardiol 72(15):1156-1162, 1993.
- Greger JL, Baligar P, Abernathy RP, Bennett OA, Peterson T. Calcium, magnesium, phosphorus, copper, and manganese balance in adolescent females. Am J Clin Nutr 31(1):117-121, 1978.
- Greger JL, Huffman J, Abernathy RP, Bennett OA, Resnick SE. Phosphorus and magnesium balance of adolescent females fed two levels of zinc. J Food Sci 44(6):1765-1767, 1979.
- Hunt CD, Johnson LK. Magnesium requirements: new estimations for men and women by cross-sectional statistical analyses of metabolic magnesium balance data. Am J Clin Nutr 84(4):843-852, 2006.
- Lakshmanan FL, Rao RB, Kim WW, Kelsay JL. Magnesium intakes, balances, and blood levels of adults consuming self-selected diets. Am J Clin Nutr 40(6 Suppl):1380-1389, 1984.
- Marken PA, Weart CW, Carson DS, Gums JG, Lopes-Virella MF. Effects of magnesium oxide on the lipid profile of healthy volunteers. Atherosclerosis 77(1):37-42, 1989.
- Mordes JP, Wacker WEC. Excessive magnesium. Pharmacol Rev 29(4):273-300, 1978.
- Moser PB, Issa CF, Reynolds RD. Dietary magnesium intake and the concentration of magnesium in plasma and erythrocytes of postpartum women. J Am Coll Nutr 2(4):387-396, 1983.
- Moser PB, Reynolds RD, Acharya S, Howard MP, Andon MB. Calcium and magnesium dietary intakes and plasma and milk concentrations of Nepalese lactating women. Am J Clin Nutr 47(4):735-739, 1988.
- Ricci JM, Hariharan S, Helfott A, Reed K, O'Sullivan MJ. Oral tocolysis with magnesium chloride: A randomized controlled prospective clinical trial. Am J Obstet Gynecol 165(3):603-610, 1991.
- Rude RK, Singer FR. Magnesium deficiency and excess. Ann Rev Med 32:245-259, 1980.
- Schofield FA, Morrell E. Calcium, phosphorus and magnesium. Fed Proc 19:1014-1016, 1960.
- Schwartz R, Walker G, Linz MD, MacKellar I. Metabolic responses of adolescent boys to two levels of dietary magnesium and protein. I. Magnesium and nitrogen retention. Am J Clin Nutr 26(5):510-518, 1973.

Ⅱ 제6장 미량 무기질 Ⅱ

[6-1. 철]

- 권미소, 윤인숙, 조미숙, 이현숙, 김화영. 모유의 무기질과 면역물질함량에 미치는 요인에 관한 연구. 한국영양학회지 37(9):809-816, 2004.
- 김을상, 조금호. 수유 초기 모유 중 철, 구리, 아연의 함량과 영아의 섭취량 추정. 동아시아식생활학회지 14(1):27-33, 2004.
- 안홍석, 정지윤. 도시 저소득층 지역의 모자 영양 및 섭식에 관한 생태학적 연구. 대한지역사회영양학회지 3(2):174-189, 1998.
- 채범석, 한정호, 남명희. 한국인 여성의 월경 중 혈액 손실과 체내 철분 영양상태에 관한 연구. 한국영양학회지 13(2):82-91, 1979.
- 한영희. 모유, 조제분유, 액상 대두 영아식을 먹은 영아의 엽산, 철, 아연, 구리 영양상태 평가-3년 종단연구 [박사학위논문]. 청주: 충북대학교, 2009.
- Dallman PR. Iron deficiency in the weanling: A nutritional problem on the way to resolution. Acta paediatr Scand Suppl 323:59-67, 1986.
- Danesh J, Appleby P. Coronary heart disease and iron status : Meta-analyses of prospective studies. Circulation 99:852-854, 1999.
- Garby L, Sjolín S, Vuille JC. Studies on erythro-kinetics in infancy. Acta Paediatr Scand 53:33-41, 1964.
- Green R, Charlton R, Seftel H, Mayer F, Adams B, Finch C, Layrisse M. Body iron excretion in man: a collaborative study. Am J Med 45:336-353, 1968.
- Nelson RL, Davis FG, Persky V, Becker E. Risk of neoplastic and other diseases among people with heterozygosity for hereditary hemochromatosis. Cancer 76:875-879, 1995.
- O'Brien KO, Zavaleta N, Caulfield LE, Wen J, Abrams SA. Prenatal iron supplements impair zinc absorption in pregnant Peruvian women. J Nutr 130:2251-2255, 2000.
- Smith NJ, Rios E. Iron metabolism and iron deficiency in infancy and childhood. Adv Pediatr 21:239-280, 1974.

[6-2. 아연]

- Cousins RJ. Zinc. In Present Knowledge in Nutrition (7th edi). Washington D.C.: International Life Science Institute; 1996. p.293-306.
- Fosmire G. Zinc toxicity. Am J Clin Nutr 51:225-227, 1990.
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization(FAO/WHO). Zinc. In FAO/WHO expert consultation on human vitamin and mineral requirements. FAO/WHO; 2003. p.257-270.
- Hambidge M. Human zinc deficiency. J Nutr 130:1344S-1349S, 2000.
- Kim J, Paik HY, Joung H, Woodhouse LR, Li S, King JC. Zinc supplementation reduces fractional zinc absorption in young and elderly Korean women. J Am Coll Nutr 23(4):309-315, 2004.
- Patterson WP, Winkelmann M, Perry MC. Zinc-induced copper deficiency: megamineral sideroblastic anemia. Ann Internal Med. 103:385-386, 1985.
- Porter KG, McMaster D, Elmes ME, Love AHG. Anemia and low serum-copper during zinc therapy. Lancet II:774, 1977.

Yadrick MK, Kenny MA, Winterfeldt EA. Iron, copper, and zinc status:response to supplementation with zinc or zinc and iron in adult females. *Am J Clin Nutr* 49:145-150, 1989.

[6-3. 구리]

Galhardi CM, Diniz YS, Faine LA, Rodrigues HG, Burneiko RC, Ribas BO, Novelli EL. Toxicity of copper intake: lipid profile, oxidative stress and susceptibility to renal dysfunction. *Food Chem Toxicol* 42(12):2053-60, 2004.

Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, DC: The National Academies Press; 2001. p.224-257.

Kang YJ. Copper and homocysteine in cardiovascular diseases. *Pharmacol Ther* 129(3):321-331, 2011.

Pratt WB, Omdahl JL, Sorenson JR. Lack of effects of copper gluconate supplementation. *Am J Clin Nutr* 42(4):681-2, 1985.

Solomons NW. Biochemical, metabolic, and clinical role of copper in human nutrition. *J Am Coll Nutr* 4(1):83-105, 1985.

Stern BR. Essentiality and toxicity in copper health risk assessment: overview, update and regulations. *J Toxicology Environ Health part A* 73:114-127, 2010.

[6-4. 불소]

김지영, 이재화, 박혜경, 김은경, 김진범. 울산광역시민의 불소배합세치제 사용률. *대한구강보건학회지* 27(1):149-155, 2003.

김희경, 배수명, 고영림, 정세환. 유아의 칫솔질시 세치제기인 불소섭취량. *대한구강보건학회지* 31(2):176-184, 2007.

이미나, 이상훈, 김종철. 시판되는 각종 음료수내 불소 함량과 소아의 불소섭취에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 24(1):125-138, 1997.

Cardoso VE, Whitford GM, Buzalaf MA. Relationship between daily fluoride intake from diet and the use of dentifrice and human plasma fluoride concentrations. *Arch Oral Biol*. 51(7):552-557, 2006.

Choi AL, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Developmental fluoride neurotoxicity: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspec* 120:1362-1368, 2012.

Dean HT. The investigation of physiological effects by the epidemiological method. In: Fluorine and Dental Health. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science. 1942, p.23-31.

Dhar V, Bhatnagar M. Physiology and toxicity of fluoride. *Indian J Dent Res* 20(3):350-355, 2009.

Doull J, Boekelheide K, Farishian BG, Isaacson RL, Klotz JB, Kumar JV. Fluoride in drinking water: a scientific review of EPA's standards, Committee on fluoride in drinking water, Board on Environmental Studies and Toxicology, Division on Earth and Life Sciences, National Research Council of the National Academies Press, Washington, DC, 2006, p.250.

Erdal S, Buchanan SN. A quantitative look at fluorosis, fluoride exposure, and intake in children using a health risk assessment approach. *Environmental Health Perspectives* 113(1):111-117, 2005.

Helen C, Richard L. The adverse effect of fluoride on children's Intelligence: A systematic review. *ProQuest* 21:14, 2014.

- Hong L, Levy SM, Broffitt B, Warren JJ, Kanellis MJ, Wefel JS, Dawson DV. Timing of fluoride intake relation to development of fluorosis on maxillary central incisors. *Community Dent Oral Epidemiol* 34:299-309, 2006.
- Horowitz HS. The effectiveness of community water fluoridation in the United States. *J Pub Hlth Dent* 56:253-258, 1996.
- Jiang CX, Fan QT, Cheng XM, Cui LX. Relationship between spermatogenic cell apoptosis and serum estradiol level in rats exposed to fluoride. *Wei Sheng Yan Jiu* 34:32-34, 2005.
- Kleerekoper M, Mendlovic DB. Sodium fluoride therapy of postmenopausal osteoporosis. *Endocrinol Rev* 14:312-323, 1993.
- Leone NC, Shimkin MB, Arnold FA, Stevenson CA, Zimmerman ER, Geiser PB, Lieberman JE. Medical aspect of excessive fluoride in a water supply. *Pub Health Rep* 69:925-936, 1954.
- Miziara AP, Philippi ST, Levy FM, Buzalaf MA. Fluoride ingestion from food items and dentifrice in 2-6-year-old Brazilian children living in a fluoridated area using a semiquantitative food frequency questionnaire. *Community Dent Oral Epidemiol* 37(4):305-315, 2009.
- Tang QQ, Du J, Ma HH, Jiang SJ, Zhou XJ. Fluoride and children's intelligence: a meta-analysis. *Biol Trace Elem Res.* 126(1-3):115-120, 2008.
- Taves DR. Dietary intake of fluoride ashed (total fluoride) v. unashed (inorganic fluoride) analysis of individual foods. *Br J Nutr.* 49(3):295-301, 1983.
- Valdez-Jimenez L, Fregozo CS, Beltran MLM, Coronado OG, Vega MIP. Effects of the fluoride on the central nervous system. *Neurologia* 26(5):297-300, 2011.
- Whitford GM. The metabolism and toxicity of fluoride. *Monogr Oral Sci* 2:1-153, 1996.
- Xu R, Shang W, Liu J, Duan L, Ba Y, Zhang H, Cheng X, Cui L. Influence of fluoride on expression of androgen-binding protein and inhibin B mRNA in rat testis sertoli cells. *Wei Sheng Yan Jiu* 39:615-617, 2010.
- Zhou T, Duan L, Ding Z, Yang R, Li S, Xi Y, Cheng X, Hou J, Wen S, Chen J, Cui L, Ba Y. Environmental fluoride exposure and reproductive hormones in male living in endemic fluorosis vilages in China. *Life Science J* 9:1-7, 2012.

[6-5. 망간]

- 질병관리본부. 국민건강영양조사 제4기 2,3차년도 및 5기 1,2,3차년도. 2008-2012.
- Greger JL. Nutrition versus toxicology of manganese in humans: Evaluation of potential biomarkers. *Neurotoxicology* 20:205-212, 1999.
- Hurley LS, Keen CL. Manganese. In: Mertz W, ed. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*, 5th ed. CA, Academic Press, San Diego, pp185-221, 1989
- Keen CL. Overview of manganese toxicity. In: Velazquez, S., EPA Liaison (Eds.), *Proceedings of the workshop on the bioavailability and oral toxicity of manganese*. US EPA, Environmental Criteria and Assessment Office 1995. p.3-11.
- Schroeder HA, Balassa JJ, Tipton IH. Essential trace metals in man: manganese. A study in homeostasis. *J Chronic Dis* 19:545-571, 1966
- Watts DL. The nutritional relationships of manganese. *J Orthomol Med* 5:219-222, 1990

[6-6. 요오드]

- 조여원, 임정은, 조영옥, 이위현. 산모의 요오드 섭취가 산후 갑상선염 발현에 미치는 영향. 한국영양학회지 30(10):1195-1202, 1997.
- Dworkin HJ, Jacquez JA, Beierwaltes WH. Relationship of iodine ingestion to iodine excretion in pregnancy. J Clin Endocrinol Metab 26:1329-1241, 1966.
- Fisher DA, Oddie TH. Thyroid iodine content and turnover in euthyroid subjects : Validity of estimation of thyroid iodine accumulation from short-term clearance studies. J Clin Endocrinol Metab 29:721-727, 1969.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, DC: The National Academies Press; 2001.
- Glinioer D. Iodine supplementaion during pregnancy: Importance and biochemical assessment. Exp Clin Endocrinol Diabetes 106:S21, 1998.
- Kim JY, Kim KR. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in patients with thyroid disease. Yonsei Med J 41:22-28, 2000.
- Sherwood L. Principles of endocrinology. In Sherwood L, Human Physiology: From Cells to systems. 8the ed. Belmont, CA: Cengage Learning; 2013. p.656-683.

[6-7. 셀레늄]

- 최용선, Hesketh JE. 셀레늄의 영양생화학. 한국식품영양과학회지 35(5):651-660, 2006.
- Bates CJ, Thane CW, Prentice A, Delves HT. Selenium status and its correlates in a British National Diet and Nutrition Survey: young people aged 4-18y. Eur J Clin Nutr 56:873-881, 2002.
- Brown JE. Nutrition Now, 2nd ed. pp23-8-23-9, 1998.
- Hampel G, Schaller KH, Rosenmüller M, Oefele C. Selenium deficiency as contributing factor to anemia and thrombocytopenia in dialysis patients. Life Support Syst 3(S1):36-40, 1985
- Institute of Medicine(IOM), Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington DC: National Academies Press; 2000. p.284-324.
- Lettow VN, West CE, van der Meer JWM, Wieringa FT, Semba RD. Low plasma selenium concentration, eligh plasma leniu immunodeficiency virus load and ligh interleukin-6 concentration are risk factors associated with anemia in adults presenting with pulmonary tuberculosis in zomba district, Malawi. Eur J Clin Nutr 59:526-532, 2005.
- Mo D. Pathology and selenium deficiency in Keshin-Beck disease. In : Combs GF, Spallholz JE Jr, Levander OA, Oldfield JE eds. Selenium in biology and medicine. Van Nostrand Reinhold, NY, 1987.
- Rayman MP. The importance of selenium to human health. Lancet 356:233-241, 2000.
- Semba RD, Ricks MO, Ferrucci L, Xue Q-L, Guralnik JM, Fried LP. Low serum selenium is associated with anemia among older adults in the United States. Eur J Clin Nutr 63:93-99, 2009.
- Willet W. Food and Nutrients. In: ed. Willet W. Nutritional Epidemiology. New York, Oxford University Press, p.20-34, 1990.
- Yang G, Wang S, Zhou R, Sun S. Endermic selenium intoxication of humans in China. Am J Clin Nutr 83:872-881. 1983.

Yang G, Yin S, Zhou R, Gu L, Yan B, Liu Y, Liu Y. Studies of safe maximal daily dietary Se-intake in a seleniferous area in China. Part II: Relation between Se-intake and the manifestation of clinical signs and certain biochemical alterations in blood and urine. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 3(3):123-130, 1989.

[6-8. 몰리브덴]

Abumrad NN, Schneider AJ, Steel D, Rogers LS. Amino acid intolerance during prolonged total parenteral nutrition reserved by molybdated therapy. *Am J Clin Nutr* 34:2551-2559, 1981.

Fungwe TV, Buddingh F, Demick DS, Lox CD, Yang MT, Yand SP. The role of dietary molybdenum on estrous activity, fertility, reproduction and molybdenum and copper enzyme activities of female rats. *Nutr Res* 10:515-524, 1990.

Hattori H, Ashida A, Ito C, Yoshida M. Determination of molybdenum in foods and human milk, and an estimate of average molybdenum intake in the Japanese population. *J Nutr Sci Vitaminol(Tokyo)*. 50:404-409, 2004.

Rajagopalan KV. Molybdenum-an essential trace element. *Nutr Rec* 45:321-8, 1987

Turnlund JR, Keyes WR, Peiffer GL., Molybdenum absorption, excretion, and retention studied with stable isotopes in young men at five intakes of dietary molybdenum. *Am J Clin Nutr* 62:790-796, 1995.

[6-9. 크롬]

질병관리본부. 국민건강영양조사 제4기 2,3차년도 및 5기 1,2,3차년도. 2008-2012.

Abraham AS, Brooks BA, Eylath U. The effects of chromium supplementation on serum glucose and lipids in patients with and without non-insulin-dependent diabetes. *Metabolism* 41(7):768-771, 1992.

Anderson JJB, Klemmer PJ, Watts MLS, Garner SC, Calvo MS. Chromium. In: Present knowledge in nutrition. Washington, D.C. :ILSI; 2006. p.498-499.

Anderson RA, Bryden NA, Patterson KY, Veillon C, Andon MB, Moser-Veillon PB. Breast milk chromium and its association with chromium intake, chromium excretion, and serum chromium. *The American journal of clinical nutrition* 57(4):519-523, 1993.

Barceloux DG. Chromium. *J Toxicol Clin Toxicol* 37:173-94, 1999.

IPCS(International Programme on Chemical Safety). Chromium. Environmental health criteria 61. Geneva: World Health Organization, 1988.

Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, DC: National Academies Press, p.213-215, 2001.

Katz SA, Salem H. The toxicology of chromium with respect to its chemical speciation: a review. *Journal of Applied Toxicology* 13(3):217-224, 1993.

Stoecker BJ. Chromium absorption, safety, and toxicity. *The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine* 12(2):163-169, 1999.

■ 제7장 영양소 섭취기준의 활용 ■

- 질병관리본부. 국민건강영양조사 제4기 3차년도 및 5기 1,2,3차년도 및 6기 1차년도. 2009-2013.
- 한국영양학회. 2005 한국인 영양섭취기준. 서울: 도서출판 국진기획, 2005. p.313-355.
- 한국영양학회. 2010 한국인 영양섭취기준. 서울: 도서출판 한아름기획. 2010.
- 한국영양학회, 건강증진재단. 한국인을 위한 영양섭취기준 제·개정을 위한 로드맵 작성 및 가이드북 개발. 2011.
- 한국영양학회. CAN-Pro 4.0 식품 및 음식 영양소 함량 데이터베이스. 2012.
- Australian government department of health. [Internet]. The Australian Guide to Healthy Eating. [cited 2015 Apr 01]. Available from: <http://www.eatforhealth.gov.au/>.
- Institute of Medicine(IOM). Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington, DC: The National Academies Press; 2000.
- IOM. Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Planning. Washington, DC: The National Academies Press; 2003.
- IOM. The Development of DRIs 1994-2004: Lessons Learned and New Challenges: Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press; 2008.

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs)

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans – Acceptable Macronutrient Distribution Ranges

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

Macronutrients		Acceptable Macronutrient Distribution Ranges			
		1–2y	3–18y	≥ 19y	Note
Carbohydrate		55–65%	55–65%	55–65%	
Protein		7–20%	7–20%	7–20%	
Lipid	Total fat	20–35%	15–30%	15–30%	
	n-6 PUFA	4–10%	4–10%	4–10%	
	n-3 PUFA	Approx. 1%	Approx. 1%	Approx. 1%	
	Saturated fatty acid	–	Less than 8%	Less than 7%	
	Trans fatty acid	–	Less than 1%	Less than 1%	
	Cholesterol	–	–	Less than 300 mg/day	Intake goal

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans – Sugars

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

The Committee specifies dietary recommendation of total sugar intake to 10–20% of our daily calories. Furthermore, it is suggested that the maximal intake of added sugars be limited to provide no more than 10 percent of energy. The major sources of added sugars include simple sugars, high-fructose corn syrup (HFCS), starch syrup, molasses, honey, syrup, and concentrated fruit juice.

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs) – Energy and Macronutrients

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

Age	Energy (kcal/day)		Carbohydrate (g/d)					Fat (g/d)				n-6 PUFA (g/d)			
	EER		EAR	RNI	AI	UL		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)	550			60					25				2.0	
	6-11	700			90					25				4.5	
Children	1-2(y)	1,000													
	3-5	1,400													
Males	6-8(y)	1,700													
	9-11	2,100													
	12-14	2,500													
	15-18	2,700													
	19-29	2,600													
	30-49	2,400													
	50-64	2,200													
	65-74	2,000													
	≥75	2,000													
Females	6-8(y)	1,500													
	9-11	1,800													
	12-14	2,000													
	15-18	2,000													
	19-29	2,100													
	30-49	1,900													
	50-64	1,800													
	65-74	1,600													
	≥75	1,600													
Pregnancy ¹⁾		+0													
		+340													
		+450													
Lactation		+340													

Age	n-3 PUFA (g/d)				Protein (g/d)				Total fiber (g/d)				Water (mL/d)				
													AI				
	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	Liquid	Total water	UL
Infants	0-5(mo)		0.3				10								700	700	
	6-11		0.8		10	15									500	800	
Children	1-2(y)				12	15					10				800	1,100	
	3-5				15	20					15				1,100	1,500	
Males	6-8(y)				25	30					20				900	1,800	
	9-11				35	40					20				1,000	2,100	
	12-14				45	55					25				1,000	2,300	
	15-18				50	65					25				1,200	2,600	
	19-29				50	65					25				1,200	2,600	
	30-49				50	60					25				1,200	2,500	
	50-64				50	60					25				1,000	2,200	
	65-74				45	55					25				1,000	2,100	
	≥75				45	55					25				1,000	2,100	
Females	6-8(y)				20	25					20				900	1,700	
	9-11				30	40					20				900	1,900	
	12-14				40	50					20				900	2,000	
	15-18				40	50					20				900	2,000	
	19-29				45	55					20				1,000	2,100	
	30-49				40	50					20				1,000	2,000	
	50-64				40	50					20				900	1,900	
	65-74				40	45					20				900	1,800	
	≥75				40	45					20				900	1,800	
Pregnancy ¹⁾					+12	+15					+5					+200	
					+25	+30											
Lactation					+20	+25					+5				+500	+700	

¹⁾ Energy: per the first, second and third trimester of pregnancy. Protein: per the second and third trimester of pregnancy.

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

Age	Methionine+Cysteine (g/d)				Leucine (g/d)				Isoleucine (g/d)				Valine (g/d)				Lysine (g/d)			
	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0.4				1.0				0.6				0.6				0.7			
0-5(mo)																				
6-11	0.3	0.4			0.6	0.8			0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8		
Children																				
1-2(y)	0.3	0.4			0.6	0.8			0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.7		
3-5	0.3	0.4			0.7	0.9			0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.8		
Males																				
6-8(y)	0.5	0.6			1.1	1.3			0.5	0.6			0.6	0.7			1.0	1.2		
9-11	0.7	0.8			1.5	1.9			0.7	0.8			0.9	1.1			1.4	1.8		
12-14	1.0	1.2			2.1	2.6			1.0	1.2			1.2	1.5			2.0	2.4		
15-18	1.1	1.3			2.4	3.0			1.1	1.3			1.4	1.7			2.2	2.7		
19-29	1.0	1.3			2.3	3.0			1.0	1.3			1.3	1.6			2.4	3.0		
30-49	1.0	1.3			2.3	2.9			1.0	1.3			1.3	1.6			2.3	2.9		
50-64	1.0	1.2			2.2	2.7			1.0	1.2			1.2	1.5			2.2	2.8		
65-74	0.9	1.2			2.1	2.6			0.9	1.2			1.2	1.5			2.1	2.7		
≥75	0.9	1.1			2.0	2.6			0.9	1.1			1.1	1.4			2.1	2.6		
Females																				
6-8(y)	0.5	0.6			1.0	1.2			0.5	0.6			0.6	0.7			0.9	1.2		
9-11	0.6	0.7			1.4	1.7			0.6	0.7			0.8	1.0			1.2	1.5		
12-14	0.8	1.0			1.8	2.3			0.8	1.0			1.1	1.3			1.7	2.1		
15-18	0.8	1.0			1.9	2.3			0.8	1.0			1.1	1.3			1.7	2.1		
19-29	0.8	1.1			1.9	2.4			0.8	1.1			1.1	1.3			2.0	2.5		
30-49	0.8	1.0			1.8	2.3			0.8	1.0			1.0	1.3			1.9	2.4		
50-64	0.8	1.0			1.8	2.2			0.8	1.0			1.0	1.2			1.8	2.3		
65-74	0.7	0.9			1.7	2.1			0.7	0.9			0.9	1.2			1.7	2.2		
≥75	0.7	0.9			1.6	2.0			0.7	0.9			0.9	1.1			1.6	2.0		
Pregnancy	+0.3	+0.3			+0.6	+0.7			+0.3	+0.3			+0.3	+0.4			+0.3	+0.4		
Lactation	+0.3	+0.4			+0.9	+1.1			+0.5	+0.6			+0.5	+0.6			+0.4	+0.4		

Age	Phenylalanine+Tyrosine (g/d)				Threonine (g/d)				Tryptophan (g/d)				Histidine (g/d)			
	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0.9				0.5				0.2				0.1			
0-5(mo)																
6-11	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
Children																
1-2(y)	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
3-5	0.6	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
Males																
6-8(y)	0.9	1.1			0.5	0.6			0.1	0.2			0.3	0.4		
9-11	1.3	1.6			0.7	0.9			0.2	0.2			0.5	0.6		
12-14	1.7	2.2			1.0	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
15-18	2.0	2.4			1.1	1.4			0.3	0.4			0.8	0.9		
19-29	2.7	3.4			1.1	1.4			0.3	0.3			0.8	1.0		
30-49	2.7	3.3			1.1	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
50-64	2.6	3.2			1.0	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
65-74	2.4	3.1			1.0	1.2			0.2	0.3			0.7	0.9		
≥75	2.4	3.0			1.0	1.2			0.2	0.3			0.7	0.8		
Females																
6-8(y)	0.8	1.0			0.5	0.6			0.1	0.2			0.3	0.4		
9-11	1.1	1.4			0.6	0.8			0.2	0.2			0.4	0.5		
12-14	1.5	1.8			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.7		
15-18	1.5	1.9			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.7		
19-29	2.2	2.8			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.8		
30-49	2.2	2.7			0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.8		
50-64	2.1	2.6			0.8	1.0			0.2	0.3			0.6	0.7		
65-74	2.0	2.5			0.8	1.0			0.2	0.2			0.5	0.7		
≥75	1.9	2.3			0.7	0.9			0.2	0.2			0.5	0.7		
Pregnancy	+0.8	+1.0			+0.3	+0.4			+0.1	+0.1			+0.2	+0.2		
Lactation	+1.5	+1.9			+0.4	+0.6			+0.2	+0.2			+0.2	+0.3		

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs) – Fat-soluble Vitamins

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

Age		Vitamin A (μg RAE/d)				Vitamin D (μg/d)				Vitamin E (mg α-TE/d)				Vitamin K (μg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			350	600			5	25			3				4	
	6-11			450	600			5	25			4				7	
Children	1-2(y)	200	300		600			5	30			5	200			25	
	3-5	230	350		700			5	35			6	250			30	
Males	6-8(y)	320	450		1,000			5	40			7	300			45	
	9-11	420	600		1,500			5	60			9	400			55	
	12-14	540	750		2,100			10	100			10	400			70	
	15-18	620	850		2,300			10	100			11	500			80	
	19-29	570	800		3,000			10	100			12	540			75	
	30-49	550	750		3,000			10	100			12	540			75	
	50-64	530	750		3,000			10	100			12	540			75	
	65-74	500	700		3,000			15	100			12	540			75	
	≥75	500	700		3,000			15	100			12	540			75	
Females	6-8(y)	290	400		1,000			5	40			7	300			45	
	9-11	380	550		1,500			5	60			9	400			55	
	12-14	470	650		2,100			10	100			10	400			65	
	15-18	440	600		2,300			10	100			11	500			65	
	19-29	460	650		3,000			10	100			12	540			65	
	30-49	450	650		3,000			10	100			12	540			65	
	50-64	430	600		3,000			10	100			12	540			65	
	65-74	410	550		3,000			15	100			12	540			65	
	≥75	410	550		3,000			15	100			12	540			65	
Pregnancy		+50	+70		3,000			+0	100			+0	540			+0	
Lactation		+350	+490		3,000			+0	100			+3	540			+0	

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs) – Water-soluble Vitamins

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

Age	Vitamin C (mg/d)				Thiamin (mg/d)				Riboflavin (mg/d)				Niacin (mg NE/d) ¹⁾				
	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL ²⁾	UL ²⁾
Infants	35				0.2				0.3				2				
0-5(mo)																	
6-11	45				0.3				0.4				3				
Children	30	35		350	0.4	0.5			0.5	0.5			4	6		10	180
1-2(y)	30	40		500	0.4	0.5			0.5	0.6			5	7		10	250
3-5																	
Males	40	55		700	0.6	0.7			0.7	0.9			7	9		15	350
6-8(y)	55	70		1,000	0.7	0.9			1.0	1.2			9	12		20	500
9-11	70	90		1,400	1.0	1.1			1.2	1.5			11	15		25	700
12-14	80	105		1,500	1.1	1.3			1.4	1.7			13	17		30	800
15-18	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
19-29	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
30-49	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
50-64	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
65-74	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
≥75	75	100		2,000	1.0	1.2			1.3	1.5			12	16		35	1,000
Females	45	60		700	0.6	0.7			0.6	0.8			7	9		15	350
6-8(y)	60	80		1,000	0.7	0.9			0.8	1.0			9	12		20	500
9-11	75	100		1,400	0.9	1.1			1.0	1.2			11	15		25	700
12-14	70	95		1,500	1.0	1.2			1.0	1.2			11	14		30	800
15-18	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
19-29	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
30-49	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
50-64	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
65-74	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
≥75	75	100		2,000	0.9	1.1			1.0	1.2			11	14		35	1,000
Pregnancy	+10	+10		2,000	+0.4	+0.4			+0.3	+0.4			+3	+4		35	1,000
Lactation	+35	+40		2,000	+0.3	+0.4			+0.4	+0.5			+2	+3		35	1,000

Age	Vitamin B ₆ (mg/d)				Folate (μg DFE/d) ³⁾				Vitamin B ₁₂ (μg/d)				Pantothenic acid (mg/d)				Biotin (μg/d)			
	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0.1				65				0.3				1.7				5			
0-5(mo)																				
6-11	0.3				80				0.5				1.9				7			
Children	0.5	0.6		25	120	150		300	0.8	0.9			2				9			
1-2(y)	0.6	0.7		35	150	180		400	0.9	1.1			2				11			
3-5																				
Males	0.7	0.9		45	180	220		500	1.1	1.3			3				15			
6-8(y)	0.9	1.1		55	250	300		600	1.5	1.7			4				20			
9-11	1.3	1.5		60	300	360		800	1.9	2.3			5				25			
12-14	1.3	1.5		65	320	400		900	2.2	2.7			5				30			
15-18	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
19-29	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
30-49	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
50-64	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
65-74	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
≥75	1.3	1.5		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
Females	0.7	0.9		45	180	220		500	1.1	1.3			3				15			
6-8(y)	0.9	1.1		55	250	300		600	1.5	1.7			4				20			
9-11	1.2	1.4		60	300	360		800	1.9	2.3			5				25			
12-14	1.2	1.4		65	320	400		900	2.0	2.4			5				30			
15-18	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
19-29	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
30-49	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
50-64	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
65-74	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
≥75	1.2	1.4		100	320	400		1,000	2.0	2.4			5				30			
Pregnancy	+0.7	+0.8		100	+200	+220		1,000	+0.2	+0.2			+1				+0			
Lactation	+0.7	+0.8		100	+130	+150		1,000	+0.3	+0.4			+2				+5			

¹⁾ 1 mg NE(niacin equivalent) = 1 mg niacin = 60 mg tryptophan ²⁾ nicotinic acid/nicotinamide(mg/d) ³⁾ Dietary Folate Equivalents, Women of childbearing age is recommended to take 400 μg DFE/d folic acid supplement, UL for folic acid is applied only to the intake in the form of supplements or fortified foods.

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs) – Macrominerals

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

Age		Calcium (mg/d)				Phosphorus (mg/d)				Sodium (mg/d)				
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	Goal
Infants	0-5(mo)			210	1,000			100				120		
	6-11			300	1,500			300				370		
Children	1-2(y)	390	500		2,500	380	450		3,000			900		
	3-5	470	600		2,500	460	550		3,000			1,000		
Males	6-8(y)	580	700		2,500	490	600		3,000			1,200		
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,400		2,000
	12-14	800	1,000		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	15-18	720	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	19-29	650	800		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	30-49	630	800		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	50-64	600	750		2,000	580	700		3,500			1,500		2,000
	65-74	570	700		2,000	580	700		3,500			1,300		2,000
	≥75	570	700		2,000	580	700		3,000			1,100		2,000
Females	6-8(y)	580	700		2,500	450	550		3,000			1,200		
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,400		2,000
	12-14	740	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	15-18	660	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500		2,000
	19-29	530	700		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	30-49	510	700		2,500	580	700		3,500			1,500		2,000
	50-64	580	800		2,000	580	700		3,500			1,500		2,000
	65-74	560	800		2,000	580	700		3,500			1,300		2,000
	≥75	560	800		2,000	580	700		3,000			1,100		2,000
Pregnancy		+0	+0		2,500	+0	+0		3,000			1,500		2,000
Lactation		+0	+0		2,500	+0	+0		3,500			1,500		2,000

Age		Chloride (mg/d)				Potassium (mg/d)				Magnesium (mg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL ¹⁾
Infants	0-5(mo)			180				400				30	
	6-11			560				700				55	
Children	1-2(y)			1,300				2,000		65	80		65
	3-5			1,500				2,300		85	100		90
Males	6-8(y)			1,900				2,600		135	160		130
	9-11			2,100				3,000		190	230		180
	12-14			2,300				3,500		265	320		250
	15-18			2,300				3,500		335	400		350
	19-29			2,300				3,500		295	350		350
	30-49			2,300				3,500		305	370		350
	50-64			2,300				3,500		305	370		350
	65-74			2,000				3,500		305	370		350
	≥75			1,700				3,500		305	370		350
Females	6-8(y)			1,900				2,600		125	150		130
	9-11			2,100				3,000		180	210		180
	12-14			2,300				3,500		245	290		250
	15-18			2,300				3,500		285	340		350
	19-29			2,300				3,500		235	280		350
	30-49			2,300				3,500		235	280		350
	50-64			2,300				3,500		235	280		350
	65-74			2,000				3,500		235	280		350
	≥75			1,700				3,500		235	280		350
Pregnancy				2,300				+0		+32	+40		350
Lactation				2,300				+400		+0	+0		350

¹⁾ Only for non-food magnesium sources

2015 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs) – Microminerals

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2015

Age	Iron (mg/d)				Zinc (mg/d)				Copper (μg/d)				Fluoride (mg/d)			
	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants 0-5(mo)			0.3	40			2				240				0.01	0.6
6-11	5	6		40	2	3					310				0.5	0.9
Children 1-2(y)	4	6		40	2	3		6	220	280		1,500			0.6	1.2
3-5	5	6		40	3	4		9	250	320		2,000			0.8	1.7
Males 6-8(y)	7	9		40	5	6		13	340	440		3,000			1.0	2.5
9-11	8	10		40	7	8		20	440	580		5,000			2.0	10.0
12-14	11	14		40	7	8		30	570	740		7,000			2.5	10.0
15-18	11	14		45	8	10		35	650	840		7,000			3.0	10.0
19-29	8	10		45	8	10		35	600	800		10,000			3.5	10.0
30-49	8	10		45	8	10		35	600	800		10,000			3.0	10.0
50-64	7	10		45	8	9		35	600	800		10,000			3.0	10.0
65-74	7	9		45	7	9		35	600	800		10,000			3.0	10.0
≥75	7	9		45	7	9		35	600	800		10,000			3.0	10.0
Females 6-8(y)	6	8		40	4	5		13	340	440		3,000			1.0	2.5
9-11	7	10		40	6	8		20	440	580		5,000			2.0	10.0
12-14	13	16		40	6	8		25	570	740		7,000			2.5	10.0
15-18	11	14		45	7	9		30	650	840		7,000			2.5	10.0
19-29	11	14		45	7	8		35	600	800		10,000			3.0	10.0
30-49	11	14		45	7	8		35	600	800		10,000			2.5	10.0
50-64	6	8		45	6	7		35	600	800		10,000			2.5	10.0
65-74	6	8		45	6	7		35	600	800		10,000			2.5	10.0
≥75	5	7		45	6	7		35	600	800		10,000			2.5	10.0
Pregnancy	+8	+10		45	+2.0	+2.5		35	+100	+130		10,000			+0	10.0
Lactation	+0	+0		45	+4.0	+5.0		35	+370	+480		10,000			+0	10.0

Age	Manganese (mg/d)				Iodine (μg/d)				Selenium (μg/d)				Molybdenum (μg/d)				Chromium (μg/d)			
	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants 0-5(mo)			0.01				130	250			9	45							0.2	
6-11			0.8				170	250			11	65							5.0	
Children 1-2(y)			1.5	2.0	55	80		300	19	23		75				100			12	
3-5			2.0	3.0	65	90		300	22	25		100				100			12	
Males 6-8(y)			2.5	4.0	75	100		500	30	35		150				200			20	
9-11			3.0	5.0	85	110		500	39	45		200				300			25	
12-14			4.0	7.0	90	130		1,800	49	60		300				400			35	
15-18			4.0	9.0	95	130		2,200	55	65		300				500			40	
19-29			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	25	30		550			35	
30-49			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		550			35	
50-64			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		550			35	
65-74			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		550			35	
≥75			4.0	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		550			35	
Females 6-8(y)			2.5	4.0	75	100		500	30	35		150				200			15	
9-11			3.0	5.0	85	110		500	39	45		200				300			20	
12-14			3.5	7.0	90	130		2,000	49	60		300				400			25	
15-18			3.5	9.0	95	130		2,200	55	65		300				400			25	
19-29			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		450			25	
30-49			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		450			25	
50-64			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		450			25	
65-74			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		450			25	
≥75			3.5	11.0	95	150		2,400	50	60		400	20	25		450			25	
Pregnancy			+0	11.0	+65	+90			+3	+4		400				450			+5	
Lactation			+0	11.0	+130	+190			+9	+10		400				450			+20	



(Data Source : Ministry of Health and Welfare · The Korean Nutrition Society, Dietary Reference Intakes for Koreans 2015, 2015.)

<2015 한국인 영양소 섭취기준>은 보건복지부 <2013년 ~2015년 영양소 섭취기준 제정 지원사업>의 연구비 지원에 의해 사단법인 한국영양학회에서 수행한 결과입니다.

2015 한국인 영양소 섭취기준 (요약본)

Dietary Reference Intakes For Koreans 2015

발행일: 2015년 12월 31일
발행처: 보건복지부 T.044)202-2835
인쇄처: 도서출판 한아름기획

