

발 간 등 록 번 호

11-1352000-002852-01

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans
: Energy and Macronutrients

2020 에너지와 다량영양소 한국인 영양소 섭취기준



보건복지부



한국영양학회
THE KOREAN NUTRITION SOCIETY

총괄위원회

총괄위원장	권오란 (이화여자대학교 식품영양학과)
체위분과장	김정선 (국립암센터 국제암대학원대학교)
연령분과장	황지윤 (상명대학교 식품영양학과)
문헌평가위원장	이정희 (군산대학교 식품영양학과)
총괄연구팀	김혜숙 (이화여자대학교 식품영양학과)
	윤미옥 (한국영양학회)
	장 원 (이화여자대학교 식품영양학과)
	한규영 (이화여자대학교 식품영양학과)
	김인선 (상명대학교 식품영양학과)

제·개정위원회

제정위원장	이명숙 (성신여자대학교 식품영양학과)
개정위원장	김양하 (이화여자대학교 식품영양학과)
중심검토위원	박용순 (한양대학교 식품영양학과)
	심재은 (대전대학교 식품영양학과)
	박은주 (경남대학교 식품영양학과)
	김미경 (한양대학교 의과대학 예방의학교실)
	김혜경 (가톨릭대학교 식품영양학과)
	박 경 (영남대학교 식품영양학과)

2020 한국인 영양소 섭취기준 제·개정위원회

• 에너지

김은경 (강릉원주대학교 식품영양학과)
김오연 (동아대학교 식품영양학과)
박중훈 (고려대학교 체육교육과)
김은미A (한국식품연구원 안전유통연구본부)
김주현 (동서울대학교 호텔조리외식과)

• 탄수화물

김우경 (단국대학교 식품영양학과)
임정현 (서울대학교병원 급식영양과)

• 당류

심재은 (대전대학교 식품영양학과)
송운주 (가톨릭대학교 식품영양학과)
송수진 (한남대학교 식품영양학과)
권상희 (질병관리청 건강영양조사과)
이행신 (한국보건산업진흥원 국제의료본부)
강재현 (성균관대학교 강북삼성병원 가정의학과)
김혜진 (가톨릭대학교 여의도성모병원 영양팀)
노정현 (인제의료대 일산백병원 내분비대사과)
임정현 (서울대학교병원 급식영양과))
정혜경 (호서대학교 식품영양학과)

• 식이섬유

이행신 (한국보건산업진흥원 국제의료본부)
김지연 (서울과학기술대학교 식품공학과)

• 단백질

김은정 (대구가톨릭대학교 식품영양학과)
박윤정 (이화여자대학교 식품영양학과)
황진택 (한국식품연구원 식품기능연구본부)
정상원 (한국식품연구원 식품기능연구본부)

• 아미노산

고광석 (이화여자대학교 식품영양학과)

• 지질

박용순 (한양대학교 식품영양학과)
고광웅 (한양대학교 식품영양학과)
김은미B (강북삼성병원 영양팀)
황환식 (한양대학교 의과대학 가정의학과)
권정일 (매일유업 MIC 모유연구팀)

• 콜레스테롤

한성림 (서울대학교 식품영양학과)
임현정 (경희대학교 의학영양학과)
김보경 (부산대학교 식품영양학과)
김용재 (이화여자대학교 목동병원 신경과)
나진오 (고려대학교 구로병원 순환기내과)
김혜진 (아주의대 내분비내과)

• 수분

김선호 (공주대학교 기술·가정교육과)
이재현 (대한건강운동관리사협회)



발간사

우리나라는 고령사회를 지나 2025년에는 국민의 20% 이상이 65세 이상이 되는 초고령사회로 진입하게 될 것으로 예상하고 있습니다. 수명이 길어진 만큼 건강한 삶에 대한 관심도 증가하고 있고, 이에 따라 영양과 식생활에 대한 요구도 증가하고 있습니다. 균형 잡힌 영양섭취와 안전하고 건강한 식생활은 건강에 직접적인 영향을 미치기 때문입니다.

영양에 대한 관심이 늘어나며 다양한 식재료와 섭취방법에 대한 정보도 많아지고, 건강식품 소비도 크게 늘었습니다. 하지만, 오히려 우리 국민들의 영양섭취는 건강한 식생활과는 거리가 점점 멀어진 모습을 보이고 있습니다. 건강을 위협하는 당류·나트륨·트랜스 지방의 섭취가 늘었고, 비만·당뇨·심혈관계질환 등 만성질환도 증가하고 있습니다. 청소년들은 치킨, 피자, 햄버거 등 고열량의 패스트푸드로 식사를 대신하는 경우가 늘어나고 있습니다.

건강에 도움이 되는, 제대로 된 영양섭취를 하고 있는지 점검해 볼 필요가 있으며, 영양소 섭취 기준이 그 역할을 할 수 있습니다. 영양소 섭취기준은 국민의 건강증진과 만성질환 예방에 도움이 되는 영양소 섭취 수준을 제시하는 기준입니다. 균형잡힌 식생활을 위한 실천지침으로 활용할 수 있으며, 국민들의 식생활에 대한 과학적 평가와 국가의 영양정책 수립·평가의 기준으로도 활용하게 됩니다.

“2020 한국인 영양소 섭취기준”은 「국민영양관리법」에 근거하여 2015년에 국가차원으로 처음 기준을 제정한 이후 개정작업을 통해 마련되었습니다. 이번 개정판은 ‘만성질환 위험감소를 위한 섭취기준(CDRR, Chronic Disease Risk Reduction intake)’을 설정하여 만성질환 예방을 위해 섭취해야 하는 영양소별 적정수준을 제시한 큰 의미가 있습니다.

앞으로도 보건복지부는 우리 국민들의 식생활과 체위변화, 영양소 필요량에 대한 새로운 연구 결과를 반영하여 영양소 섭취기준을 주기적으로 개정해 나갈 계획입니다. 영양소 섭취기준이 국민들의 식생활을 개선하는데 실질적인 도움을 줄 수 있도록 활용방안도 만들어 가겠습니다.

“2020년 한국인 영양소 섭취기준”이 국민들의 식생활 지침으로 널리 활용되어 우리 국민의 균형잡힌 식생활과 건강증진에 기여하게 되기를 기대합니다.

영양소 섭취기준 제·개정 작업에 참여하신 130여 명의 전문가 위원분들과 연구진의 노고에 감사드립니다.

2020년 11월
보건복지부 장관
박 능 후



질병 예방과 건강수명 증진에 대한 욕구가 높아지면서, 영양과 건강에 대한 국민의 관심이 날로 증가하는 만큼이나 건강을 위협하는 요인들 또한 늘어나고 있습니다. 최근 생활환경에 영향을 받는 비만, 만성질환이 우리 국민의 건강을 해치는 중요한 문제로 대두되었습니다. 세계 각국에서는 각 나라의 식생활 환경을 반영한 영양소 섭취의 기준을 제시하고 있습니다. 오늘날 세계적으로 영양소섭취기준의 목표는 과거의 영양결핍을 해소하는 것에서 건강증진과 만성질환 위험감소라는 관점으로 패러다임이 바뀌어 가고 있습니다. 한국영양학회는 관련분야의 최고 전문가들을 모시고 현재까지의 최신 지견과 국제적인 동향을 토대로 2020 한국인 영양소 섭취기준을 제·개정하였습니다.

1962년 ‘한국인 영양권장량’이 처음 설정된 이래로 2000년까지 7차례 개정되었습니다. 이후 2005년 한국영양학회는 필수영양소 결핍의 예방을 위해 제정되어 온 ‘영양 권장량’을 혁신적으로 개정하여 영양부족과 과잉섭취로 인한 문제를 예방하기 위한 기준이 모두 포함된 ‘한국인 영양소 섭취기준’을 제정하였습니다. 2010년에는 국민영양관리법이 제정되어 우리나라 국민의 식생활 관리를 위한 법적 기틀이 마련되어 보건복지부가 영양소 섭취기준 제정 업무를 담당하게 되었습니다. 이번 2020년 한국인 영양소 섭취기준 제·개정은 보건복지부의 주관으로 한국영양학회의 분과별 작업으로 이루어졌습니다.

한국인 영양소 섭취기준은 우리나라 국민의 건강을 유지·증진하고 식사와 관련된 만성질환을 예방하여 궁극적으로 국민의 건강수명을 연장하기 위한 목적으로 설정된 에너지 및 영양소 섭취량 기준입니다. 이번 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 방향은 에너지 및 영양소 섭취 부족으로 인해 생기는 결핍증 예방에 그치지 않고, 과잉 섭취로 인한 건강문제 예방과 더불어 만성질환의 일차적 예방까지 포함하도록 하였습니다. 본 제·개정의 몇 가지 주된 내용은 다음과 같습니다.

첫째, 안전하고 충분한 영양을 확보하는 기준치(평균필요량, 권장섭취량, 충분섭취량, 상한섭취량)와 더불어 식사와 관련된 만성질환 위험감소를 고려한 기준치(에너지적정비율, 만성질환위험감소섭취량)를 제시하였습니다.

둘째로, 과학적 평가방법 및 체계적 문헌고찰로 얻어진 근거자료를 실어 기준치 설정 배경의 과학적 깊이를 더했습니다.

셋째, 한국인 영양소섭취 실태 및 주요 급원식품, 그리고 글로벌 동향에 대한 정보를 함께 수록하여 기준치에 대한 이해와 실제적인 활용도를 높이기 위해 많은 노력을 기울였습니다.

본 제·개정에서는 나트륨에 대한 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준치가 처음으로 제정되었습니다. 세계적으로 생활습관과 관련이 깊은 만성질환의 예방을 목적으로 관련 영양소에 대해서 섭취량 기준을 설정하는 추세에 발맞추어 우리나라도 영양이 만성질환의 예방, 위험감소와 건강증진에 미치는 영향의 중요성을 이해하고 이를 영양소 섭취기준에 반영하였다는 점에서 매우 큰 의의가 있습니다. 한편 우리나라의 특징 있는 만성질환과 관련된 영양소의 역할에 체계적인 연구가 아직은 미비하여 외국의 문헌을 참고하거나 과학적 근거의 부족으로 섭취기준을 설정할 수 없었던 실정은 관련 연구에 대한 지속적인 관심과 지원의 필요성을 느끼는 계기가 되었습니다. 이번에 축적된 과학적 근거에 더해 앞으로 영양소 섭취와 만성질환 위험 사이의 인과관계에 대한 우리나라의 더 많은 연구결과가 뒷받침 된다면 향후 개정은 더 충실하게 이루어 질 수 있을 것으로 기대됩니다.

영양소 섭취기준을 제·개정하는 데에 많은 분들의 노고가 있었습니다. 본 연구를 위하여 아낌없는 지원을 해주신 보건복지부에 감사드립니다. 아울러 여러 가지로 바쁘고 COVID-19로 어려운 연구 환경에도 불구하고 흔쾌히 수고를 아끼지 않으신 집필진들께 고마움을 전합니다.

2020년 11월

2020년 한국인 영양소 섭취기준 제·개정사업 연구책임자
한국영양학회 영양소 섭취기준 총괄위원장

권 오 란



목차 CONTENTS

2020 한국인 영양소 섭취기준

에너지와 다량영양소

발간사 _ iv

머리말 _ vi

2020 한국인 영양소 섭취기준 요약표 _ ix

총론 _ xix

1. 에너지	1
2. 탄수화물	43
3. 식이섬유	79
4. 단백질	107
5. 지질	163
6. 수분	203

부록 1. General Outline _ 234

부록 2. Summary of 2020 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs) _ 255

부록 3. 「2015 한국인 영양소 섭취기준」 요약 _ 265

2020 한국인 영양소 섭취기준 요약표

2020 한국인 영양소 섭취기준 – 에너지적정비율

보건복지부, 2020

성별	연령	에너지적정비율(%)				
		탄수화물	단백질	지질 ¹⁾		
				지방	포화지방산	트랜스지방산
영아	0-5(개월)	-	-	-	-	-
	6-11	-	-	-	-	-
유아	1-2(세)	55-65	7-20	20-35	-	-
	3-5	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
남자	6-8(세)	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	9-11	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	12-14	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	15-18	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	19-29	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	30-49	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	50-64	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	65-74	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	75 이상	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
여자	6-8(세)	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	9-11	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	12-14	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	15-18	55-65	7-20	15-30	8 미만	1 미만
	19-29	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	30-49	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	50-64	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	65-74	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
	75 이상	55-65	7-20	15-30	7 미만	1 미만
임신부		55-65	7-20	15-30		
수유부		55-65	7-20	15-30		

¹⁾ 콜레스테롤: 19세 이상 300 mg/일 미만 권고

2020 한국인 영양소 섭취기준 – 당류

보건복지부, 2020

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

2020 한국인 영양소 섭취기준 - 에너지와 다량영양소

보건복지부, 2020

성별	연령	에너지(kcal/일)				탄수화물(g/일)				식이섬유(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
영아	0-5(개월)	500						60					
	6-11	600						90					
유아	1-2(세)	900				100	130					15	
	3-5	1,400				100	130					20	
남자	6-8(세)	1,700				100	130					25	
	9-11	2,000				100	130					25	
	12-14	2,500				100	130					30	
	15-18	2,700				100	130					30	
	19-29	2,600				100	130					30	
	30-49	2,500				100	130					30	
	50-64	2,200				100	130					30	
	65-74	2,000				100	130					25	
	75 이상	1,900				100	130					25	
여자	6-8(세)	1,500				100	130					20	
	9-11	1,800				100	130					25	
	12-14	2,000				100	130					25	
	15-18	2,000				100	130					25	
	19-29	2,000				100	130					20	
	30-49	1,900				100	130					20	
	50-64	1,700				100	130					20	
	65-74	1,600				100	130					20	
	75 이상	1,500				100	130					20	
임신부 ¹⁾		+0 +340 +450				+35	+45					+5	
수유부		+340				+60	+80					+5	

성별	연령	지방(g/일)				리놀렌산(g/일)				알파-리놀렌산(g/일)				EPA+DHA(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)			25				5.0				0.6				200 ²⁾	
	6-11			25				7.0				0.8				300 ²⁾	
유아	1-2(세)							4.5				0.6					
	3-5							7.0				0.9					
남자	6-8(세)							9.0				1.1				200	
	9-11							9.5				1.3				220	
	12-14							12.0				1.5				230	
	15-18							14.0				1.7				230	
	19-29							13.0				1.6				210	
	30-49							11.5				1.4				400	
	50-64							9.0				1.4				500	
	65-74							7.0				1.2				310	
	75 이상							5.0				0.9				280	
여자	6-8(세)							7.0				0.8				200	
	9-11							9.0				1.1				150	
	12-14							9.0				1.2				210	
	15-18							10.0				1.1				100	
	19-29							10.0				1.2				150	
	30-49							8.5				1.2				260	
	50-64							7.0				1.2				240	
	65-74							4.5				1.0				150	
	75 이상							3.0				0.4				140	
임신부								+0				+0				+0	
수유부								+0				+0				+0	

¹⁾ 1,2,3 분기별 부가량²⁾ DHA

보건복지부, 2020

성별	연령	단백질(g/일)				메티오닌(g/일)				류신(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
영아	0-5(개월)			10				0.4				1.0	
유아	6-11	12	15			0.3	0.4			0.6	0.8		
	1-2(세)	15	20			0.3	0.4			0.6	0.8		
	3-5	20	25			0.3	0.4			0.7	1.0		
남자	6-8(세)	30	35			0.5	0.6			1.1	1.3		
	9-11	40	50			0.7	0.8			1.5	1.9		
	12-14	50	60			1.0	1.2			2.2	2.7		
	15-18	55	65			1.2	1.4			2.6	3.2		
	19-29	50	65			1.0	1.4			2.4	3.1		
	30-49	50	65			1.1	1.3			2.4	3.1		
	50-64	50	60			1.1	1.3			2.3	2.8		
	65-74	50	60			1.0	1.3			2.2	2.8		
	75 이상	50	60			0.9	1.1			2.1	2.7		
여자	6-8(세)	30	35			0.5	0.6			1.0	1.3		
	9-11	40	45			0.6	0.7			1.5	1.8		
	12-14	45	55			0.8	1.0			1.9	2.4		
	15-18	45	55			0.8	1.1			2.0	2.4		
	19-29	45	55			0.8	1.0			2.0	2.5		
	30-49	40	50			0.8	1.0			1.9	2.4		
	50-64	40	50			0.8	1.1			1.9	2.3		
	65-74	40	50			0.7	0.9			1.8	2.2		
	75 이상	40	50			0.7	0.9			1.7	2.1		
임신부 ¹⁾		+12 +25	+15 +30			1.1	1.4			2.5	3.1		
수유부		+20	+25			1.1	1.5			2.8	3.5		

성별	연령	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
영아	0-5(개월)			0.6				0.6				0.7	
유아	6-11	0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8		
	1-2(세)	0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.7		
	3-5	0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.8		
남자	6-8(세)	0.5	0.6			0.6	0.7			1.0	1.2		
	9-11	0.7	0.8			0.9	1.1			1.4	1.8		
	12-14	1.0	1.2			1.2	1.6			2.1	2.5		
	15-18	1.2	1.4			1.5	1.8			2.3	2.9		
	19-29	1.0	1.4			1.4	1.7			2.5	3.1		
	30-49	1.1	1.4			1.4	1.7			2.4	3.1		
	50-64	1.1	1.3			1.3	1.6			2.3	2.9		
	65-74	1.0	1.3			1.3	1.6			2.2	2.9		
	75 이상	0.9	1.1			1.1	1.5			2.2	2.7		
여자	6-8(세)	0.5	0.6			0.6	0.7			0.9	1.3		
	9-11	0.6	0.7			0.9	1.1			1.3	1.6		
	12-14	0.8	1.0			1.2	1.4			1.8	2.2		
	15-18	0.8	1.1			1.2	1.4			1.8	2.2		
	19-29	0.8	1.1			1.1	1.3			2.1	2.6		
	30-49	0.8	1.0			1.0	1.4			2.0	2.5		
	50-64	0.8	1.1			1.1	1.3			1.9	2.4		
	65-74	0.7	0.9			0.9	1.3			1.8	2.3		
	75 이상	0.7	0.9			0.9	1.1			1.7	2.1		
임신부		1.1	1.4			1.4	1.7			2.3	2.9		
수유부		1.3	1.7			1.6	1.9			2.5	3.1		

¹⁾ 2,3 분기별 부가량

보건복지부, 2020

성별	연령	페닐알라닌+티로신(g/일)				트레오닌(g/일)				트립토판(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
영아	0-5(개월)			0.9				0.5				0.2	
	6-11	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1		
유아	1-2(세)	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1		
	3-5	0.6	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1		
남자	6-8(세)	0.9	1.0			0.5	0.6			0.1	0.2		
	9-11	1.3	1.6			0.7	0.9			0.2	0.2		
	12-14	1.8	2.3			1.0	1.3			0.3	0.3		
	15-18	2.1	2.6			1.2	1.5			0.3	0.4		
	19-29	2.8	3.6			1.1	1.5			0.3	0.3		
	30-49	2.9	3.5			1.2	1.5			0.3	0.3		
	50-64	2.7	3.4			1.1	1.4			0.3	0.3		
	65-74	2.5	3.3			1.1	1.3			0.2	0.3		
	75 이상	2.5	3.1			1.0	1.3			0.2	0.3		
여자	6-8(세)	0.8	1.0			0.5	0.6			0.1	0.2		
	9-11	1.2	1.5			0.6	0.9			0.2	0.2		
	12-14	1.6	1.9			0.9	1.2			0.2	0.3		
	15-18	1.6	2.0			0.9	1.2			0.2	0.3		
	19-29	2.3	2.9			0.9	1.1			0.2	0.3		
	30-49	2.3	2.8			0.9	1.2			0.2	0.3		
	50-64	2.2	2.7			0.8	1.1			0.2	0.3		
	65-74	2.1	2.6			0.8	1.0			0.2	0.2		
	75 이상	2.0	2.4			0.7	0.9			0.2	0.2		
임신부		0.8	1.0			3.0	3.8			0.3	0.4		
수유부		0.8	1.1			3.7	4.7			0.4	0.5		

성별	연령	히스티딘(g/일)				수분(mL/일)					
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	음식	물	음료	총분섭취량		상한 섭취량
									액체	총수분	
영아	0-5(개월)			0.1					700	700	
	6-11	0.2	0.3			300			500	800	
유아	1-2(세)	0.2	0.3			300	362	0	700	1,000	
	3-5	0.2	0.3			400	491	0	1,100	1,500	
남자	6-8(세)	0.3	0.4			900	589	0	800	1,700	
	9-11	0.5	0.6			1,100	686	1.2	900	2,000	
	12-14	0.7	0.9			1,300	911	1.9	1,100	2,400	
	15-18	0.9	1.0			1,400	920	6.4	1,200	2,600	
	19-29	0.8	1.0			1,400	981	262	1,200	2,600	
	30-49	0.7	1.0			1,300	957	289	1,200	2,500	
	50-64	0.7	0.9			1,200	940	75	1,000	2,200	
	65-74	0.7	1.0			1,100	904	20	1,000	2,100	
	75 이상	0.7	0.8			1,000	662	12	1,100	2,100	
여자	6-8(세)	0.3	0.4			800	514	0	800	1,600	
	9-11	0.4	0.5			1,000	643	0	900	1,900	
	12-14	0.6	0.7			1,100	610	0	900	2,000	
	15-18	0.6	0.7			1,100	659	7.3	900	2,000	
	19-29	0.6	0.8			1,100	709	126	1,000	2,100	
	30-49	0.6	0.8			1,000	772	124	1,000	2,000	
	50-64	0.6	0.7			900	784	27	1,000	1,900	
	65-74	0.5	0.7			900	624	9	900	1,800	
	75 이상	0.5	0.7			800	552	5	1,000	1,800	
임신부		1.2	1.5							+200	
수유부		1.3	1.7						+500	+700	

2020 한국인 영양소 섭취기준 - 지용성비타민

보건복지부, 2020

성별	연령	비타민 A(μg RAE/일)				비타민 D(μg /일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			350	600			5	25
	6-11			450	600			5	25
유아	1-2(세)	190	250		600			5	30
	3-5	230	300		750			5	35
남자	6-8(세)	310	450		1,100			5	40
	9-11	410	600		1,600			5	60
	12-14	530	750		2,300			10	100
	15-18	620	850		2,800			10	100
	19-29	570	800		3,000			10	100
	30-49	560	800		3,000			10	100
	50-64	530	750		3,000			10	100
	65-74	510	700		3,000			15	100
	75 이상	500	700		3,000			15	100
여자	6-8(세)	290	400		1,100			5	40
	9-11	390	550		1,600			5	60
	12-14	480	650		2,300			10	100
	15-18	450	650		2,800			10	100
	19-29	460	650		3,000			10	100
	30-49	450	650		3,000			10	100
	50-64	430	600		3,000			10	100
	65-74	410	600		3,000			15	100
	75 이상	410	600		3,000			15	100
임신부		+50	+70		3,000			+0	100
수유부		+350	+490		3,000			+0	100

성별	연령	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
영아	0-5(개월)			3				4	
	6-11			4				6	
유아	1-2(세)			5	100			25	
	3-5			6	150			30	
남자	6-8(세)			7	200			40	
	9-11			9	300			55	
	12-14			11	400			70	
	15-18			12	500			80	
	19-29			12	540			75	
	30-49			12	540			75	
	50-64			12	540			75	
	65-74			12	540			75	
	75 이상			12	540			75	
여자	6-8(세)			7	200			40	
	9-11			9	300			55	
	12-14			11	400			65	
	15-18			12	500			65	
	19-29			12	540			65	
	30-49			12	540			65	
	50-64			12	540			65	
	65-74			12	540			65	
	75 이상			12	540			65	
임신부				+0	540			+0	
수유부				+3	540			+0	

2020 한국인 영양소 섭취기준 - 수용성비타민

보건복지부, 2020

성별	연령	비타민 C(mg/일)				티아민(mg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월) 6-11			40 55				0.2 0.3	
유아	1-2(세)	30	40		340	0.4	0.4		
	3-5	35	45		510	0.4	0.5		
남자	6-8(세)	40	50		750	0.5	0.7		
	9-11	55	70		1,100	0.7	0.9		
	12-14	70	90		1,400	0.9	1.1		
	15-18	80	100		1,600	1.1	1.3		
	19-29	75	100		2,000	1.0	1.2		
	30-49	75	100		2,000	1.0	1.2		
	50-64	75	100		2,000	1.0	1.2		
	65-74	75	100		2,000	0.9	1.1		
	75 이상	75	100		2,000	0.9	1.1		
여자	6-8(세)	40	50		750	0.6	0.7		
	9-11	55	70		1,100	0.8	0.9		
	12-14	70	90		1,400	0.9	1.1		
	15-18	80	100		1,600	0.9	1.1		
	19-29	75	100		2,000	0.9	1.1		
	30-49	75	100		2,000	0.9	1.1		
	50-64	75	100		2,000	0.9	1.1		
	65-74	75	100		2,000	0.8	1.0		
	75 이상	75	100		2,000	0.7	0.8		
임신부		+10	+10		2,000	+0.4	+0.4		
수유부		+35	+40		2,000	+0.3	+0.4		

성별	연령	리보플라빈(mg/일)				니아신(mg NE/일) ¹⁾			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한섭취량 니코틴산/니코틴아미드
영아	0-5(개월) 6-11			0.3 0.4				2 3	
유아	1-2(세)	0.4	0.5			4	6		10/180
	3-5	0.5	0.6			5	7		10/250
남자	6-8(세)	0.7	0.9			7	9		15/350
	9-11	0.9	1.1			9	11		20/500
	12-14	1.2	1.5			11	15		25/700
	15-18	1.4	1.7			13	17		30/800
	19-29	1.3	1.5			12	16		35/1000
	30-49	1.3	1.5			12	16		35/1000
	50-64	1.3	1.5			12	16		35/1000
	65-74	1.2	1.4			11	14		35/1000
	75 이상	1.1	1.3			10	13		35/1000
여자	6-8(세)	0.6	0.8			7	9		15/350
	9-11	0.8	1.0			9	12		20/500
	12-14	1.0	1.2			11	15		25/700
	15-18	1.0	1.2			11	14		30/800
	19-29	1.0	1.2			11	14		35/1000
	30-49	1.0	1.2			11	14		35/1000
	50-64	1.0	1.2			11	14		35/1000
	65-74	0.9	1.1			10	13		35/1000
	75 이상	0.8	1.0			9	12		35/1000
임신부		+0.3	+0.4			+3	+4		35/1000
수유부		+0.4	+0.5			+2	+3		35/1000

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

보건복지부, 2020

성별	연령	비타민 B ₆ (mg/일)				엽산(μ g DFE/일) ¹⁾			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량 ²⁾
영아	0-5(개월) 6-11			0.1 0.3				65 90	
유아	1-2(세)	0.5	0.6		20	120	150		300
	3-5	0.6	0.7		30	150	180		400
남자	6-8(세)	0.7	0.9		45	180	220		500
	9-11	0.9	1.1		60	250	300		600
	12-14	1.3	1.5		80	300	360		800
	15-18	1.3	1.5		95	330	400		900
	19-29	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	30-49	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	50-64	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	65-74	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	75 이상	1.3	1.5		100	320	400		1,000
여자	6-8(세)	0.7	0.9		45	180	220		500
	9-11	0.9	1.1		60	250	300		600
	12-14	1.2	1.4		80	300	360		800
	15-18	1.2	1.4		95	330	400		900
	19-29	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	30-49	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	50-64	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	65-74	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	75 이상	1.2	1.4		100	320	400		1,000
임신부		+0.7	+0.8		100	+200	+220		1,000
수유부		+0.7	+0.8		100	+130	+150		1,000

성별	연령	비타민 B ₁₂ (μ g/일)				판토텐산(mg/일)				비오틴(μ 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
영아	0-5(개월) 6-11			0.3 0.5				1.7 1.9				5 7	
유아	1-2(세)	0.8	0.9					2				9	
	3-5	0.9	1.1					2				12	
남자	6-8(세)	1.1	1.3					3				15	
	9-11	1.5	1.7					4				20	
	12-14	1.9	2.3					5				25	
	15-18	2.0	2.4					5				30	
	19-29	2.0	2.4					5				30	
	30-49	2.0	2.4					5				30	
	50-64	2.0	2.4					5				30	
	65-74	2.0	2.4					5				30	
	75 이상	2.0	2.4					5				30	
여자	6-8(세)	1.1	1.3					3				15	
	9-11	1.5	1.7					4				20	
	12-14	1.9	2.3					5				25	
	15-18	2.0	2.4					5				30	
	19-29	2.0	2.4					5				30	
	30-49	2.0	2.4					5				30	
	50-64	2.0	2.4					5				30	
	65-74	2.0	2.4					5				30	
	75 이상	2.0	2.4					5				30	
임신부		+0.2	+0.2					+1.0				+0	
수유부		+0.3	+0.4					+2.0				+5	

¹⁾ Dietary Folate Equivalents, 가임기 여성의 경우 400 μ g/일의 엽산보충제 섭취를 권장함.²⁾ 엽산의 상한섭취량은 보충제 또는 강화식품의 형태로 섭취한 μ g/일에 해당됨.

2020 한국인 영양소 섭취기준 - 다량무기질

보건복지부, 2020

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	필요 추정량	권장 섭취량	충분 섭취량	만성질환위험 감소섭취량
영아	0-5(개월) 6-11			250 300	1,000 1,500			100 300				110 370	
유아	1-2(세) 3-5	400 500	500 600		2,500 2,500	380 480	450 550		3,000 3,000			810 1,000	1,200 1,600
남자	6-8(세)	600	700		2,500	500	600		3,000			1,200	1,900
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	12-14	800	1,000		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	15-18	750	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	19-29	650	800		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	30-49	650	800		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	50-64	600	750		2,000	580	700		3,500			1,500	2,300
	65-74	600	700		2,000	580	700		3,500			1,300	2,100
	75 이상	600	700		2,000	580	700		3,000			1,100	1,700
여자	6-8(세)	600	700		2,500	480	550		3,000			1,200	1,900
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	12-14	750	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	15-18	700	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	19-29	550	700		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	30-49	550	700		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	50-64	600	800		2,000	580	700		3,500			1,500	2,300
	65-74	600	800		2,000	580	700		3,500			1,300	2,100
	75 이상	600	800		2,000	580	700		3,000			1,100	1,700
임신부		+0	+0		2,500	+0	+0		3,000			1,500	2,300
수유부		+0	+0		2,500	+0	+0		3,500			1,500	2,300

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) 6-11			170 560				400 700				25 55	
유아	1-2(세) 3-5			1,200 1,600				1,900 2,400		60 90	70 110		60 90
남자	6-8(세)			1,900				2,900		130	150		130
	9-11			2,300				3,400		190	220		190
	12-14			2,300				3,500		260	320		270
	15-18			2,300				3,500		340	410		350
	19-29			2,300				3,500		300	360		350
	30-49			2,300				3,500		310	370		350
	50-64			2,300				3,500		310	370		350
	65-74			2,100				3,500		310	370		350
	75 이상			1,700				3,500		310	370		350
여자	6-8(세)			1,900				2,900		130	150		130
	9-11			2,300				3,400		180	220		190
	12-14			2,300				3,500		240	290		270
	15-18			2,300				3,500		290	340		350
	19-29			2,300				3,500		230	280		350
	30-49			2,300				3,500		240	280		350
	50-64			2,300				3,500		240	280		350
	65-74			2,100				3,500		240	280		350
	75 이상			1,700				3,500		240	280		350
임신부				2,300				+0		+30	+40		350
수유부				2,300				+400		+0	+0		350

1) 식품의 급원의 마그네슘에만 해당

2020 한국인 영양소 섭취기준 - 미량무기질

보건복지부, 2020

성별	연령	철(mg/일)				아연(mg/일)				구리(μ 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
영아	0-5(개월)			0.3	40			2				240	
	6-11	4	6		40	2	3					330	
유아	1-2(세)	4.5	6		40	2	3		6	220	290		1,700
	3-5	5	7		40	3	4		9	270	350		2,600
남자	6-8(세)	7	9		40	5	5		13	360	470		3,700
	9-11	8	11		40	7	8		19	470	600		5,500
	12-14	11	14		40	7	8		27	600	800		7,500
	15-18	11	14		45	8	10		33	700	900		9,500
	19-29	8	10		45	9	10		35	650	850		10,000
	30-49	8	10		45	8	10		35	650	850		10,000
	50-64	8	10		45	8	10		35	650	850		10,000
	65-74	7	9		45	8	9		35	600	800		10,000
	75 이상	7	9		45	7	9		35	600	800		10,000
여자	6-8(세)	7	9		40	4	5		13	310	400		3,700
	9-11	8	10		40	7	8		19	420	550		5,500
	12-14	12	16		40	6	8		27	500	650		7,500
	15-18	11	14		45	7	9		33	550	700		9,500
	19-29	11	14		45	7	8		35	500	650		10,000
	30-49	11	14		45	7	8		35	500	650		10,000
	50-64	6	8		45	6	8		35	500	650		10,000
	65-74	6	8		45	6	7		35	460	600		10,000
	75 이상	5	7		45	6	7		35	460	600		10,000
임신부		+8	+10		45	+2.0	+2.5		35	+100	+130		10,000
수유부		+0	+0		45	+4.0	+5.0		35	+370	+480		10,000

성별	연령	불소(mg/일)				망간(mg/일)				요오드(μ 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
영아	0-5(개월)			0.01	0.6			0.01				130	250
	6-11			0.4	0.8			0.8				180	250
유아	1-2(세)			0.6	1.2			1.5	2.0	55	80		300
	3-5			0.9	1.8			2.0	3.0	65	90		300
남자	6-8(세)			1.3	2.6			2.5	4.0	75	100		500
	9-11			1.9	10.0			3.0	6.0	85	110		500
	12-14			2.6	10.0			4.0	8.0	90	130		1,900
	15-18			3.2	10.0			4.0	10.0	95	130		2,200
	19-29			3.4	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	30-49			3.4	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	50-64			3.2	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	65-74			3.1	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	75 이상			3.0	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
여자	6-8(세)			1.3	2.5			2.5	4.0	75	100		500
	9-11			1.8	10.0			3.0	6.0	80	110		500
	12-14			2.4	10.0			3.5	8.0	90	130		1,900
	15-18			2.7	10.0			3.5	10.0	95	130		2,200
	19-29			2.8	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	30-49			2.7	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	50-64			2.6	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	65-74			2.5	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	75 이상			2.3	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
임신부				+0	10.0			+0	11.0	+65	+90		
수유부				+0	10.0			+0	11.0	+130	+190		

보건복지부, 2020

성별	연령	셀레늄($\mu\text{g}/\text{일}$)				몰리브덴($\mu\text{g}/\text{일}$)				크롬($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			9	40							0.2	
	6-11			12	65							4.0	
유아	1-2(세)	19	23		70	8	10		100			10	
	3-5	22	25		100	10	12		150			10	
남자	6-8(세)	30	35		150	15	18		200			15	
	9-11	40	45		200	15	18		300			20	
	12-14	50	60		300	25	30		450			30	
	15-18	55	65		300	25	30		550			35	
	19-29	50	60		400	25	30		600			30	
	30-49	50	60		400	25	30		600			30	
	50-64	50	60		400	25	30		550			30	
	65-74	50	60		400	23	28		550			25	
	75 이상	50	60		400	23	28		550			25	
여자	6-8(세)	30	35		150	15	18		200			15	
	9-11	40	45		200	15	18		300			20	
	12-14	50	60		300	20	25		400			20	
	15-18	55	65		300	20	25		500			20	
	19-29	50	60		400	20	25		500			20	
	30-49	50	60		400	20	25		500			20	
	50-64	50	60		400	20	25		450			20	
	65-74	50	60		400	18	22		450			20	
	75 이상	50	60		400	18	22		450			20	
임신부		+3	+4		400	+0	+0		500			+5	
수유부		+9	+10		400	+3	+3		500			+20	



총론

1 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 방향

1-1. 목적

한국인 영양소 섭취기준은 건강한 개인 및 집단을 대상으로 하여 국민의 건강을 유지·증진하고 식사와 관련된 만성질환의 위험을 감소시켜 궁극적으로 국민의 건강수명을 증진하기 위한 목적으로 설정된 에너지 및 영양소 섭취량 기준이다. 따라서 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 방향은 에너지 및 영양소 섭취 부족으로 인해 생기는 결핍증 예방에 그치지 않고, 과잉 섭취로 인한 건강문제 예방과 만성질환에 대한 위험의 감소까지 포함하도록 정하고 있다. 이러한 점에서 2020 한국인 영양소 섭취기준에는 안전하고 충분한 영양을 확보하는 기준치(평균필요량, 권장섭취량, 충분섭취량, 상한섭취량)와 식사와 관련된 만성질환 위험감소를 고려한 기준치(에너지적정비율, 만성질환위험감소섭취량)를 제시하였으며, 이런 기준치들을 뒷받침하는 과학적 평가방법 및 체계적 문헌고찰로 얻어진 근거자료, 한국인 영양소섭취 실태 및 주요 급원식품, 그리고 글로벌 동향에 대한 정보를 함께 수록하였다(그림 1).



■ 그림 1 | 2020 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 방향

1-2. 우리나라 영양소 섭취기준의 역사

음식에서 특별한 인자가 결핍되면 질병에 걸린다는 것을 처음으로 알게 된 것은 1905년이다. 이후 불과 100년 사이에 필수영양소가 모두 발견되었고 각 영양소와 결핍증 사이의 인과관계도 밝혀졌다 [1, 2]. 따라서 초기에는 영양결핍 질환 예방에 초점을 두고, 영양소 결핍 질환은 피하고 정상적인 신체 기능과 성장을 유지하기 위해 필요한 양을 의미하는 영양권장량(Recommended Dietary Allowance, RDA)을 제정하였다 [3]. 최초의 영양권장량으로 1941년 미국 National Nutrition Conference on Defense에서 에너지, 단백질, 칼슘, 인, 철분, 비타민 A, C, D, 티아민, 리보플라빈, 니아신에 대한 기준치가 발표되었다. 그러나 20세기 후반부터는 경제 발전과 식품 가공기술의 발전으로 영양 결핍 문제는 현저히 감소되었다. 반면 영양 불균형 및 과잉 섭취의 문제가 크게 대두되어 안전(safety)과 만성질환이 우려되기 시작하면서, 1997년 미국/캐나다의 US National Academies를 통해 이런 문제를 모두 고려한 새로운 개념의 영양소 섭취기준(Dietary Reference Intakes, DRIs)을 발표하였다 [4].

우리나라에서는 1962년 유엔식량농업기구 한국지역사무소의 주도로 10종 영양소(에너지, 단백질, 비타민 A, D, C, B₁, B₂, 니아신, 칼슘, 철분)에 대한 한국인 영양권장량을 최초로 제정하였으며, 그 이후에 1967년과 1975년 2차례에 걸쳐 개정하였다. 1985년과 1989년에는 보건사회연구원의 주도로 2차례 개정하였다. 1995년과 2000년에는 한국영양학회가 주도하여 비타민 E, 피리독신, 엽산, 인, 아연을 추가하여 총 15종 영양소에 대한 영양권장량을 제·개정하였다. 그 무렵 우리나라에는 영양 부족과 과잉으로 인한 건강 문제가 공존하고 있는 것으로 확인되었다. 에너지와 지방을 과잉으로 섭취한 사람의 비율은 증가한 반면에, 칼슘, 철, 리보플라빈 등을 평균필요량 미만으로 섭취하는 사람의 비율은 여전히 높으며, 식생활과 밀접하게 관련되어 있는 것으로 알려진 비만, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증 등의 유병률이 증가 추세를 보이고 있다 [5]. 1999년 이후에는 암 발생률이 매년 증가하여, 2017년에는 10만 명당 443명으로 높아졌다 [6]. 이에 한국영양학회는 2005년 대상 영양소를 15종에서 34종으로 확대하고 영양권장량에서 영양소 섭취기준으로 패러다임을 전환하였다. 포함된 영양소는 에너지와 다량영양소 6종(탄수화물, 지질, 단백질, 아미노산, 식이섬유, 수분), 지용성 비타민 4종(비타민 A, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K), 수용성 비타민 9종(비타민 C, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 비타민 B₆, 엽산, 비타민 B₁₂, 판토텐산, 비오틴), 다량무기질 6종(칼슘, 인, 나트륨, 염소, 칼륨, 마그네슘), 그리고 미량무기질 8종(철, 아연, 구리, 불소, 망간, 요오드, 셀레늄, 몰리브덴)이다. 2010년에는 총당류를 추가하여 총 35종의 영양소 섭취기준을 제·개정하였다 [7]. 2010년에는 국민영양관리법이 공포되어 영양소 섭취기준의 제·개정의 주관이 민간에서 국가로 전환되었다. 동법 제 14조 제1항은 보건복지부장관이 국민건강증진에 필요한 영양소 섭취기준을 제정하고 정기적으로 개정하여 학계·산업계 및 관련 기관 등에 체계적으로 보급하도록 규정하고 있다. 또한 영양소 섭취기준은 그 활용도와 효과를 높이기 위해 매5년마다 최신 과학적 연구결과, 우리 국민의 체위와 질병 양상의 변화, 그리고 식생활 및 식생활 환경의 변화 등을 반영하여 제·개정하도록 하였다. 이에 따라 보건복지부는 한국영양학회에 영양소 섭취기준 제정 업무를 위탁하여 2015년 총 36종 영양소에 대한 영양소 섭취기준치를 제1차 국가기준으로 제정하여 발표한 바 있으며 [8], 2020년에는 제2차 한국인 영양소섭취기준의 제·개정을 추진하였다(표 1).

표 1 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 역사

차수(년도)	개정기관	기준 설정 영양소	기준형태
1-3차 (1962-75)	FAO 한국협회	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 단백질 6 비타민(A, D, C, B₁, B₂, 니아신) 2 무기질(Ca, Fe) 	영양권장량 (10종)
4-5차 (1985-89)	보건사회연구원	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 단백질 6 비타민(A, D, C, B₁, B₂, 니아신) 2 무기질(Ca, Fe) 	영양권장량 (10종)
6,7차 (1995-2000)	한국영양학회	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 단백질 9 비타민(A, D, E, C, B₁, B₂, B₆, 니아신, 엽산) 4 무기질(Ca, P, Fe, Zn) 	영양권장량 (15종)
제정 (2005)	한국영양학회	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 탄수화물, 지질, 단백질, 아미노산, 식이섬유, 수분 13 비타민(A, D, E, K, C, B₁, B₂, B₆, 니아신, 엽산, B₁₂, 판토텐산, 비오틴) 14 무기질(Ca, P, Na, Cl, K, Mg, Fe, Zn, Cu, F, Mn, I, Se, Mo) 	영양섭취기준 (34종)
2차 개정 (2010)	한국영양학회	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 탄수화물, 총당류, 지질, 단백질, 아미노산, 식이섬유, 수분 13 비타민(A, D, E, K, C, B₁, B₂, B₆, 니아신, 엽산, B₁₂, 판토텐산, 비오틴) 14 무기질(Ca, P, Na, Cl, K, Mg, Fe, Zn, Cu, F, Mn, I, Se, Mo) 	영양섭취기준 (35종)
제정 (2015)	보건복지부/ 한국영양학회	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 탄수화물, 총당류, 지질, 단백질, 아미노산, 식이섬유, 수분 13 비타민(A, D, E, K, C, B₁, B₂, B₆, 니아신, 엽산, B₁₂, 판토텐산, 비오틴) 15 무기질(Ca, P, Na, Cl, K, Mg, Fe, Zn, Cu, F, Mn, I, Se, Mo, Cr) 	국가기준치 영양소섭취기준 (36종)

2

한국인 영양소 섭취기준 제·개정 과정

2-1. 지표 설정

한국인 영양소 섭취기준(Dietary Reference Intakes Koreans, KDRI)은 섭취부족의 예방을 목적으로 하는 3가지 지표 즉, 평균필요량(Estimated Average Requirement, EAR), 권장섭취량(Recommended Nutrient Intake, RNI), 충분섭취량(Adequate Intake, AI)과 과잉섭취로 인한 건강문제 예방을 위한 상한섭취량(Tolerable Upper Intake Level, UL), 그리고 만성질환위험감소섭취량(Chronic Disease Risk Reduction intake, CDRR)을 포함하고 있다(그림 2). 영양소의 필요량에 대한 과학적 근거가 충분한 경우에는 평균필요량과 권장섭취량을 제정하였고, 과학적 근거가 충분하지 않은 경우에는 충분섭취량을 제정하였다. 과잉섭취로 인한 위해 영향에 대한 과학적 근거가 확보된 경우에는 상한섭취량을 제정하였다. 따라서 상한섭취량이 제정되어 있지 않다고 하여 위해성을 완전히 배제할 수는 없다. 에너지 불균형으로 인해 나타나는 만성질환에 대한 위험을 감소시키기 위해 탄수화물, 지방, 단백질의 에너지적정비율을 제정하였다. 2020한국인 영양소 섭취기준에는 심혈관질환과 고혈압 등 만성질환과 영양소의 관계를 검토하여 과학적 근거가 확보된 영양소에 대해서는 만성질환위험감소섭취량을 제정하였다. 따라서 영양소 중에는 평균필요량, 권장섭취량, 상한섭취량을 모두 설정한 것도 있고, 충분섭취량이나 상한섭취량 혹은 만성질환위험감소섭취량 등의 일부 섭취기준만 제시한 것도 있다.

(1) 평균필요량

평균필요량은 건강한 사람들의 일일 영양소 필요량의 중앙값으로부터 산출한 수치이다. 영양소 필요량은 섭취량에 민감하게 반응하는 기능적 지표가 있고 영양상태를 판정할 수 있는 평가기준이 있을 때 추정할 수 있다. 모든 영양소의 기능적 지표가 알려져 있는 것이 아니므로, 일부 영양소에 대해서는 인체 필요량을 추정할 수 없었다. 특히 개인의 에너지 필요량을 측정하는 것에는 기술적인 문제 등 제한점이 있으므로(에너지평형을 이룬 상태로 가정하고) 에너지 필요량은 에너지 소비량을 통해 추정하고 있다. 따라서 에너지는 평균필요량이라는 용어 대신에 필요추정량(Estimated Energy Requirements, EER)이라는 용어를 사용한다.

(2) 권장섭취량

권장섭취량은 인구집단의 약 97-98%에 해당하는 사람들의 영양소 필요량을 충족시키는 섭취수준으로, 평균필요량에 표준편차 또는 변이계수의 2배를 더하여 산출하였다.

(3) 충분섭취량

충분섭취량은 영양소의 필요량을 추정하기 위한 과학적 근거가 부족할 경우, 대상 인구집단의 건강을 유지하는 데 충분한 양을 설정한 수치이다. 충분섭취량은 실험연구 또는 관찰연구에서 확인된 건강한 사람들의 영양소 섭취량 중앙값을 기준으로 정했다. 따라서 충분섭취량은 대상 집단의 영양소 필요량을 어느 정도 충족시키는지 확실하지 않기 때문에, 대상집단의 97-98%에 해당하는 사람들의 필요량을 충족시키는 양인 권장섭취량과는 차이가 있다.

(4) 상한섭취량

상한섭취량이란 인체에 유해한 영향이 나타나지 않는 최대 영양소 섭취 수준이므로, 과량을 섭취할 때 유해영향이 나타날 수 있다는 과학적 근거가 있을 때 설정할 수 있다. 상한섭취량은 유해영향이 나타나지 않는 최대 용량인 최대무해용량(No Observed Adverse Effect Level, NOAEL)과 유해영향이 나타나는 최저 용량인 최저유해용량(Lowest Observed Adverse Effect Level, LOAEL) 자료를 근거로, 불확실계수(Uncertainty Factor, UF)를 감안하여 설정하였다.

상한섭취량 = 최대무해용량 또는 최저유해용량/불확실계수

(5) 에너지적정비율

에너지를 공급하는 영양소에 대한 에너지 섭취비율이 건강과 관련성이 있다는 과학적 근거가 있기 때문에 [9, 10], 탄수화물, 지질, 단백질의 에너지적정비율을 설정하였다. 에너지적정비율은 각 영양소를 통해 섭취하는 에너지의 양이 전체 에너지 섭취량에서 차지하는 비율의 적정범위로 제시하였다. 각 다량영양소의 에너지적정범위는 무기질과 비타민 등의 다른 영양소를 충분히 공급하면서 만성질환 및 영양 불균형에 대한 위험을 감소시킬 수 있는 에너지 섭취비율을 근거로 설정했다. 따라서 각 다량 영양소의 에너지 섭취 비율이 제시된 범위를 벗어나는 것은 건강문제가 발생할 위험이 높아진다는 것을 의미한다.

(6) 만성질환위험감소섭취량

만성질환 위험감소를 위한 섭취량이란 건강한 인구집단에서 만성질환의 위험을 감소시킬 수 있는 영양소의 최저 수준의 섭취량이다. 이는 그 기준치 이하를 목표로 섭취량을 감소시키라는 의미가 아니라 그 기준치보다 높게 섭취할 경우 전반적으로 섭취량을 줄이면 만성질환에 대한 위험을 감소시킬 수 있다는 근거를 중심으로 도출된 섭취기준을 의미한다. 만성질환 위험감소를 위한 섭취량은 과학적 근거가 충분할 때 설정할 수 있다. 영양소 섭취와 만성질환 사이에 인과적 연관성이 확보되었는지에 대해 확인하고, 용량-반응 관계에 대한 연관성 분석 결과를 바탕으로 만성질환의 위험을 감소시킬 수 있는 구체적 섭취범위를 고려하는 과정을 통해 설정하였다.

2-2. 연령 구분

연령구분은 생리적 발달 단계를 고려하여 2015 한국인 영양소 섭취기준과 동일하게 설정하였다(표 1). 영아기(1세 미만)는 두 단계로 구분하여 0-5개월과 6-11개월로 구간을 정하였고, 성장기 중 유아기(1-5세)도 두 단계로 구분하여 1-2세와 3-5세로 구간을 정하였다. 성장기 중 아동기 시작한 6세부터 성별을 구분하기 시작하였으며 6-14세까지는 3세 단위로 하여 6-8세, 9-11세, 12-14세, 15-18세로 구간을 정하였다. 성인기(19-64세)는 10세 단위로 구분하여 19-29세, 30-49세, 50-64세로 구간을 정하였다. 노인기(65세 이상)는 2단계로 구분하여 65-74세와 75세 이상으로 구간을 정하였다. 노인기는 노년층의 증가와 노인의 생리적 상태 등을 고려하여 65세인 노인기 시작점은 유지하되, 이후 구간을 세분화하여 구분하는 방안에 대해 논의하였으나, 현재까지 이를 수정할 만한 과학적인 근거가 불충분하다고 판단하여 현재의 분류기준을 유지하기로 하였다.

표 2 | 2015 한국인 영양소 섭취기준 설정을 위한 연령 구분

구분	남·여 구분	2020 한국인 영양소 섭취기준 연령 구분
영아기	남·여 구분 없음	0-5개월
		6-11개월
성장기	남·여 구분 없음	1-2세
		3-5세
		6-8세
	남·여 구분	9-11세
		12-14세
		15-18세
성인기	남·여 구분	19-29세
		30-49세
		50-64세
노인기	남·여 구분	65-74세
		75세 이상

2-3. 체위기준

영양소의 필요량은 생애주기에 따른 생리적 변화 및 신체크기에 영향을 받으므로, 체위기준이 함께 고려되어야 한다. 신체크기는 개인별로 차이가 크기 때문에, 성별, 연령별 집단의 표준 체위기준치를 설정한 후, 그 기준치에 맞추어 영양소 섭취기준을 설정한다. 2015 한국인 영양소 섭취기준에서는 1세 미만 영아의 체위기준을 소아·청소년 신체발육표준치를 사용하여 설정하였다. 이번 2020 한국인 영양소 섭취기준에서는 기존 2015한국인 영양소 섭취기준에서와 동일한 원칙으로 소아·청소년 신체발육표준치를 사용하였으며, 다만 2007년 기준치 이후 최근 발표된 2017년 기준치를 사용하였다. 1세 이상의 성장기 소아·청소년의 경우, 2015 한국인 영양소 섭취기준에서는 최근 5년의 국민건강영양조사 자료를 활용하여 각 연령군의 체질량지수와 신장의 중위수를 산출하여 체위기준을 설정하였다. 이번 2020 한국인 영양소 섭취기준에서는 기존의 원칙을 변경하여 1세 미만에서 사용했던 것과 같이 2017 소아·청소년 신체발육표준치를 사용하였다. 성인의 경우, 2015 한국인 영양소 섭취기준에서 사용했던 원칙과 동일하게 최근 5년(2013-2017년)의 국민건강영양조사 자료를 근거로, 19-49세의 건강한 성인 중에서 체질량지수 18.5-24.9 kg/m²인 대상자의 체질량지수 중위수(남성 BMI 22.6, 여성 BMI 21.4)를 산출하여 적용함으로써 건강체중의 개념을 포함한 체위기준을 적용하였다. 이와 같은 방법으로 체위기준을 산출한 결과는 표 3과 같다.

【표 3】 2020 한국인 영양소 섭취기준 제정을 위한 체위기준

연령	2020 체위기준					
	신장(cm)		체중(kg)		BMI(kg/m ²)	
0-5(개월)	58.3		5.5		16.2	
6-11	70.3		8.4		17.0	
1-2(세)	85.8		11.7		15.9	
3-5	105.4		17.6		15.8	
	남자	여자	남자	여자	남자	여자
6-8(세)	124.6	123.5	25.6	25.0	16.7	16.4
9-11	141.7	142.1	37.4	36.6	18.7	18.1
12-14	161.2	156.6	52.7	48.7	20.5	20.0
15-18	172.4	160.3	64.5	53.8	21.9	21.0
19-29	174.6	161.4	68.9	55.9	22.6	21.4
30-49	173.2	159.8	67.8	54.7	22.6	21.4
50-64	168.9	156.6	64.5	52.5	22.6	21.4
65-74	166.2	152.9	62.4	50.0	22.6	21.4
75 이상	163.1	146.7	60.1	46.1	22.6	21.4

2-4. 체계적 문헌고찰

2020 한국인 영양소 섭취기준 제·개정을 위한 문헌검토는 연구진에서 개발한 표준화된 지침서에 따라 영양소별 분석체계 수립, 검색을 위한 주요 질문 및 검색어 결정, 문헌 검색 및 선정, 개별 문헌의 질(Risk of Bias, ROB) 평가, 전체 문헌의 근거수준(Strength of Evidence, SOE) 평가의 단계를 거쳤다.

대상 영양소의 문헌분석 체계는 평균필요량 설정을 위한 것과 상한섭취량 설정을 위한 것으로 구분하여 이루어졌다. 대사과정별 지표는 급원(예: 식품, 보충제 등) (exposure and/or sources), 노출지표(예: 체내 해당 영양소 또는 대사물의 농도 또는 기능 등) (indicators of exposure), 건강판정지표(예: 혈압, 혈중 콜레스테롤 농도, 염증 등)(surrogate or intermediate outcomes), 건강상태(예: 질병의 유병률, 사망률, 발병률 등)(health outcomes)의 4단계로 나누어 정리하였고, 그 결과를 도식화하여 분석체계를 구성하였다. 이후 분석체계를 보다 정확하게 도식화하기 위해 평균필요량과 상한섭취량 각각에 대해 연구진이 개발한 체크리스트를 이용하여 수정보완하도록 하였다.

영양소별로 작성된 분석체계를 토대로 영양소 노출과 건강의 관련성에 대한 주요 질문을 설정하기 위해 PICO(Patient, Intervention, Comparison, Outcome) 방법을 이용하였으며, 이와 관련된 검색어를 선정하였다. 선정된 검색어를 적용하여 국내/외 검색엔진을 통해 문헌을 검색하였다. 문헌검색은 건강인을 대상으로 수행한 연구와 한국어 및 영어로 전문학술지에 발표된 논문으로 대상을 제한하였다. 문헌고찰은 개입 연구(intervention study)를 기본으로 하였으며, 필요에 따라 코호트연구(cohort study), 환자-대조군 연구(case-control study), 단면연구(cross-sectional study)까지 검토하였다. 선정된 주요 검색어를 검색엔진별로 입력하여 문헌이 검색되면, Rayyan(<https://rayyan-prod.qcri.org/>) 프로그램을 이용하여 초록 검토를 통해 적합한 문헌인지 여부를 1차적으로 선별하였으며, 1차에서 선별된 논문에 대해 본문을 검토하여 최종적으로 영양소 섭취기준 설정에 반영할 논문을 선정하였다. 선정된 문헌을 대상으로 개별 문헌의 질 평가를 수행하였고, 이 결과를 요약하여 전체 문헌의 근거수준을 평가하여 정리하였다.

2020 한국인 영양소 섭취기준을 위한 문헌평가에서는 국제적으로 타당도가 검증된 평가도구를 사용하였다. 개입연구는 Cochrane Risk of Bias Assessment 척도, 코호트연구, 코호트 내 환자-대조군연구, 그리고 환자-대조군 연구는 Newcastle-Ottawa 질 평가척도 [11], 단면연구는 STROBE(strengthening the reporting of observational studies in epidemiology) 질 평가척도 [12] 리뷰논문은 AMSTAR(assessment of multiple systematic reviews) 질 평가 척도 [13]를 이용하였다. 이와 같은 개별 문헌의 질 평가(ROB) 이후 전체 문헌의 근거수준 평가(SOE)를 진행하였으며 이는 USDA Nutrition Evidence Library를 근거로 하여 건강결과별로 4가지 등급(Strong / Moderate / Limited / Grade Not Assignable) 중 하나를 결정하도록 하였다. 총괄위원회는 체계적 문헌평가 과정에서 수집된 문헌평가 결과를 요약할 수 있는 서식을 개발하여 정리하였다.

2-5. 취약집단고려

(1) 영아기

2020 한국인 영양소 섭취기준에서는 2015 한국인 영양소 섭취기준에서 제정했던 바와 같이 조제유 수유영아를 위한 별도의 섭취기준은 설정하지 않았다. 영아(0-5개월)의 영양소 섭취기준은 모유섭취량 및 모유에 들어있는 영양소의 함량 자료를 근거로 충분섭취량을 설정하였다. 영아의 모유섭취량 기준은 2010 한국인 영양섭취기준까지는 750 mL/일을 사용하였다. 2015 한국인 영양소 섭취기준 제정 시, 최근 우리나라 완전 모유수유 영아(0-5개월)의 모유섭취량 중위값이 800 mL/일에 근접해 있어, 모유섭취량을 800 mL/일로 상향 조정하는 방안을 검토한 바 있으나, 현재 제외국에서 사용하는 모유섭취량 기준은 780 mL/일임을 감안하여 총괄조정위원회는 모유섭취량에 대한 국내 문헌들이 충분히 축적될 때까지 우리나라 모유섭취량 기준을 제외국의 기준과 동일하게 유지하는 것이 타당하다고 결정하였다. 따라서 2015 한국인 영양소 섭취기준에서 영아(0-5개월)의 모유섭취량 기준을 780 mL/일로 변경하였으며, 2020 한국인 영양소 섭취기준에서는 변경없이 이 기준을 동일하게 적용하였다.

6-11개월 영아에 대한 영양소 섭취기준은 모유(또는 조제유) 뿐만 아니라 일상적인 식품 섭취도 함께 고려하여 설정해야 한다. 그러나 6-11개월 영아의 영양소 섭취기준을 설정하는 데 필요한 근거자료가 부족할 경우, 0-5개월 영아에서 설정된 기준으로부터 대사체중을 고려하여 외삽하여 산출하였다. 계산식은 다음과 같으며, 0-5개월 영아가 성장 중이고, 그 섭취기준치 중에 성장계수로 돌아가는 분이 포함되어 있다고 생각되므로 이 계산식에서 성장계수는 고려하지 않았다.

$$\text{충분섭취량}_{6-11\text{개월영아}} = \text{충분섭취량}_{0-5\text{개월영아}} \times (\text{체중}_{6-11\text{개월영아}} / \text{체중}_{0-5\text{개월영아}})^{0.75}$$

그러나 0-5 개월 또는 6-11 개월이라는 월령 구분 안에서도 성장은 다르게 나타날 수 있다는 것을 인지해야 한다. 따라서 각 월령 구분에 주어진 값은 어디까지나 그 월령 구분을 대표하는데 지나지 않는다는 것에 유의하여 유아의 성장에 따라 유연하게 활용하는 것이 바람직하다.

(2) 성장기

성장기(1-18세) 영양소 섭취기준을 설정하는 데 필요한 근거자료가 부족할 경우, 유지를 위한 영양소 필요량이 어른과 성장기 어린이가 유사하다는 가정을 기반으로 하여 체중과 관련된 대사 차이를 보정함으로써 추정하였다. 성인에 대한 섭취기준치는 오직 유지를 위한 요구량만 반영한 것이므로 성장 중인 어린이에게 외삽할 때에는 성장과 관련된 요인을 반드시 추가해야 한다. 성장계수는 FAO/WHO/UNU의 값을 한국인 영양소섭취기준의 연령구분에 맞도록 적용하여 이용하였다. 즉, 성장기 영양소 섭취기준은 다음과 같이 대사체중과 성장계수를 함께 고려하여 성인의 평균필요량 혹은 충분섭취량 값으로부터 외삽하여 산출하였다.

평균필요량 혹은 충분섭취량_{성장기} = 평균필요량 혹은 충분섭취량_{성인} × (체중_{성장기}/체중_{성인})^{0.75} × (1+성장계수*)

* 6-11개월(0.30), 1-2세(0.30), 3-14세(0.15), 15-18세 남(0.15), 15-18세 여(0)

단, 나트륨과 칼륨의 경우, 신체 활동량이 많은 것은 땀으로 인한 전해질 손실 증가와 관련되므로 체중이 아닌 에너지 섭취량을 외삽 계산식에 사용하였다. 에너지 섭취량은 2013-2017년 국민건강영양조사자료를 기반으로 각 연령 그룹별 남녀에 대한 에너지 섭취량 중위값의 평균을 적용하였다.

충분섭취량_{성장기} = 충분섭취량_{성인} × (에너지 섭취량_{성장기}/에너지 섭취량_{성인})

성장기 상한섭취량을 설정하는데 필요한 근거자료가 부족할 경우, 체중비율을 고려하여 성인의 상한섭취량 값으로부터 외삽하여 산출하였다.

상한섭취량_{성장기} = 상한섭취량_{성인} × (체중_{성장기}/체중_{성인})

(3) 노인기

노인의 영양소 섭취기준을 설정하는 데 필요한 근거자료가 부족할 경우, 체중비율을 고려하여 성인의 평균필요량 혹은 충분섭취량 값으로부터 외삽하여 산출하였다.

평균필요량 혹은 충분섭취량_{노인} = 평균필요량 혹은 충분섭취량_{성인} × (체중_{노인}/체중_{성인})^{0.75}

단, 나트륨의 경우, 연령이 증가할수록 에너지 섭취량이 감소하기 때문에 체중이 아닌 에너지 섭취량을 외삽 계산식에 사용하였다.

충분섭취량_{노인} = 충분섭취량_{성인} × (에너지 섭취량_{노인}/에너지 섭취량_{성인})

노인기에는 저작능력의 저하, 소화·흡수율의 저하, 운동량 저하에 따른 섭취량의 저하 등이 흔히 나타나며 특히 이와 관련하여 개인차가 큰 경우가 많다. 따라서 노인에 대해서는 나이뿐만 아니라 개인의 특성에 충분히 주의를 기울여야 한다. 또한 노인의 대부분이 질환을 가지고 있는 것도 특징이며 영양소 섭취기준에서 정의하고 있는 건강의 개념이 현재까지의 질병이 없는 것으로 해석하기에는 노인기의 특성상 현실적이지 않은 부분이 있으므로 이에 대한 고려가 향후 이루어져야 할 것이다.

(4) 임신기와 수유기

평균필요량 및 권장섭취량 설정이 가능한 영양소에 대해서는 비임신시와 비수유시의 각각의 값에 부가해야 할 양으로서 식사섭취기준을 설정하도록 하였다. 예를 들어, 에너지의 경우 임신부는 임신 및 태아의 성장에 요구되는 에너지필요량을 추가하였고, 수유부는 모유 분비에 필요한 에너지 및 모체 지방조직에서 동원되는 에너지의 양을 반영하였다.

2-6. 한국인 섭취실태

인체필요량에 대한 과학적 근거가 부족한 영양소는 실험연구 또는 관찰연구에서 보고된 건강한 사람들의 영양소 섭취량을 이용하여 충분섭취량을 제정하는 원칙 [14]을 적용하였다. 한국인의 영양소 섭취실태에 대한 자료는 충분섭취량 산출에 있어서 국민의 영양소 섭취상태의 기준(중위값)을 필요로 하는 경우를 위해 필요하다. 또한 영양소 섭취기준을 설정한 후 그 기준치를 실제 섭취수준과 비교하여 실현가능한 수준인가를 판단하기 위해 필요하다. 2020 한국인 영양소 섭취기준 설정을 위해 최근 5년(2013-2017년)의 국민건강영양조사 자료를 이용하였다.

채취기준 산출을 위해 2013-2017년 국민건강영양조사 참여자 중, 검진조사를 완료한 대상자 39,225명 중에서 신장 및 체중에 대한 정보가 없는 대상자(2,099명)와 임신·수유부 및 질병 진단을 받은 20,609명을 제외한 16,676명에 대해 신장 및 체중 자료를 분석하였다.

영양소 섭취량 산출을 위해 2013-2017년 국민건강영양조사 참여자 중 검진조사 및 영양조사를 모두 완료한 32,371명 중에서 임신 및 수유부(275명), 현재 모유 섭취자(76명), 질병에 대한 의사진단을 받은 자(18,172명), 평소 섭취량과 다르게 섭취한 자(10,179명)를 포함한 총 23,122명을 제외하여 최종 9,249명의 식사 섭취 자료(1일 24시간 회상법 자료)를 분석하였다. 총 21종(에너지, 탄수화물, 단백질, 지방, 포화지방산, 단일불포화지방산, 다불포화지방산, 오메가-3 지방산, 오메가-6 지방산, 콜레스테롤, 식이섬유, 칼슘, 인, 철, 나트륨, 칼륨, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 비타민 C) 영양소에 대해 1세 이상에서의 성별 및 연령 구간별 식품을 통한 영양소 섭취량의 평균값 및 중위값과 그 분포를 분석하였다. 또한 평균 필요량 미만 혹은 상한섭취량 이상으로 섭취하는 대상자의 비율을 산출하였다.

또한 식이보충제 섭취를 통한 영양소 섭취량을 산출하기 위해 식이보충제 섭취량 자료가 공개되지 않은 2013년과 2014년 자료를 제외한 최근 3년(2015-2017)의 국민건강영양조사 자료(총 4,898명)를 분석하였다. 조사 1일 전 식사 섭취 자료(1일 24시간 회상법 자료)에서 각각의 해당 영양소를 포함하고 있는 보충제를 섭취했는지 여부에 따라 복용자와 비복용자로 구분하고, 총 8종(칼슘, 인, 철, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 비타민 C) 영양소에 대해 식품, 식이보충제, 식품+식이보충제를 통한 각 영양소 섭취량의 평균값 및 중위값과 그 분포를 분석하였다. 또한 식품, 식이보충제, 식품+식이보충제로 나누어 평균필요량 미만 혹은 상한섭취량 이상으로 섭취하는 대상자의 비율을 산출하였다. 분석한 자료는 에너지 및 각 영양소 섭취기준을 제정하고 실제 섭취수준과 비교하여 실현가능한 수준인가를 판단하기 위한 참고자료로 활용하였다.

2-7. 급원식품

영양소는 식품을 섭취함으로써 우리 몸으로 들어오기 때문에 각각의 영양소가 어떠한 식품에 포함되어 있고, 한국인들이 주로 섭취하는 급원식품에는 어떤 것들이 있는지를 알아보는 것은 매우 중요하다. 한국인의 영양소별 급원식품에 대한 자료를 산출하기 위해 국민건강영양조사 자료와 국가표준식품성분표 자료를 이용하였다. 우선 2017년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 각 식품별(3차코드) 평균섭취량 값을 산출하였다. 다음으로 국가표준식품성분 DB 9.1 [15]의 식품 중 대표식품에 해당하는 식품을 선정하였으며 이를 국민건강영양조사에서 사용하는 3차코드와 매칭하여 영양소 함량을 적용하였다. 대표 식품은 국민들이 주로 섭취하는 종류의 식품인지, 영양소별로 결측치가 없는지를 고려하여 선정하였다. 예를 들어 국가표준 식품성분표 DB 9.1 [15]에 수록된 ‘백미’에 대한 품종과 원산지에 따른 20 종의 자료 중 ‘멥쌀, 발벼, 백미, 생것’의 영양소 함량을 국민건강영양조사의 3차 식품코드 ‘백미’ 섭취량에 적용하여 한국인이 백미로부터 각 영양소를 얼마나 섭취하고 있는지 계산하였다. 최종적으로 각 영양소별 급원식품 순위 30위를 산출하여 급원식품 순위에 따라 식품 가식부 100 g 당 영양소 함량을 표로 나타내고, 2015 한국인 영양소 섭취기준 [16]에서의 1회 분량을 적용하여 1회 분량 당 영양소 함량을 그래프로 나타내었다. 그리고 2020 한국인 영양소 섭취기준 성인 남녀의 권장섭취량(권장섭취량이 설정되어 있지 않은 경우 충분섭취량) 기준치를 그래프에 함께 나타내 각 식품을 1회 분량 섭취하였을 때 권장섭취량(혹은 충분섭취량)에 얼마나 도달하는지 쉽게 알아볼 수 있도록 하였다. 또한 급원식품 표와 그래프와 더불어 국가표준식품성분 DB 9.1 [15]상에 함량이 높은 순위를 정렬하여 30개 식품에 대해 표로 나타내었다. 이 표에는 급원식품에 해당하는 식품도 있으나 그렇지 않은 생소한 식품도 포함되어 있어 한국인들이 많이 섭취하는 식품은 아니지만 해당 영양소 함량이 높은 식품에 대한 정보를 제공할 수 있도록 하였다.

3

섭취기준 설정 영양소

2020 한국인 영양소 섭취기준은 에너지 및 다량영양소 12종, 비타민 13종, 무기질 15종의 총 40종 영양소에 대해 설정되었다. 2020 한국인 영양소 섭취기준 제·개정에서는 탄수화물에 대한 평균필요량과 권장섭취량, 지방산(리놀렌산, 알파-리놀렌산, DHA+EPA)에 대한 충분섭취량이 새롭게 제정되었으며, 단백질에 대한 평균필요량과 권장섭취량이 개정되었다. 또한 나트륨에 대해 심혈관질환과 고혈압 등 만성질환 위험감소를 위한 섭취량이 새롭게 설정되었다. 2020 한국인 영양소 섭취기준 제정 위원회는 섭취기준 제정이 필요하다고 생각되는 파이트뉴트리언트, 카르니틴, 콜린에 대한 체계적 문헌고찰을 실시하여 검토하였으나, 섭취기준을 제정하기에는 과학적 근거가 부족하다고 판단하여 대상 영양소에서 제외하였다.

표 4 | 2020 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 대상 영양소

영양소		영양소 섭취기준					
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량	만성질환 위험감소를 고려한 섭취량	
						에너지적정비율	만성질환위험감소섭취량
다량 영양소	에너지	○ ¹⁾					
	탄수화물	○	○			○	
	당류						○ ³⁾
	식이섬유			○			
	단백질	○	○			○	
	아미노산	○	○				
	지방			○		○	
	리놀레산			○			
	알파-리놀렌산			○			
	EPA+DHA			○ ²⁾			
	콜레스테롤						○ ³⁾
지용성 비타민	수분			○			
	비타민 A	○	○		○		
	비타민 D			○	○		
	비타민 E			○	○		
수용성 비타민	비타민 K			○			
	비타민 C	○	○		○		
	티아민	○	○				
	리보플라빈	○	○				
	니아신	○	○		○		
	비타민 B ₆	○	○		○		
	엽산	○	○		○		
	비타민 B ₁₂	○	○				
	판토텐산			○			
다량 무기질	비오틴			○			
	칼슘	○	○		○		
	인	○	○		○		
	나트륨			○			○
	염소			○			
	칼륨			○			
미량 무기질	마그네슘	○	○		○		
	철	○	○		○		
	아연	○	○		○		
	구리	○	○		○		
	불소			○	○		
	망간			○	○		
	요오드	○	○		○		
	셀레늄	○	○		○		
	몰리브덴	○	○		○		
	크롬			○			

1) 에너지필요추정량

2) 0-5개월과 6-11개월 영아의 경우 DHA 단일성분으로 충분섭취량 설정

3) 권고치

권장섭취량이 설정된 영양소에 대해 권장섭취량 산정을 위해 사용된 표준편차에 대한 변이계수를 정리한 결과는 표 5와 같다. 또한 상한섭취량이 설정된 영양소에 대해 상한섭취량 산정을 위해 사용된 불확실계수에 대한 값은 표 6에 나타내었다.

【표 5】 평균필요량에서 권장섭취량을 산정하기 위해 사용된 변이계수

변이%	변이계수	영양소
10%	1.2	티아민, 리보플라빈, 비타민 B ₆ , 엽산, 비타민 B ₁₂ , 칼슘, 인, 마그네슘, 아연, 셀레늄, 몰리브덴
15%	1.3	비타민 C, 니아신, 철, 구리
20%	1.4	비타민 A, 요오드

【표 6】 상한섭취량 산정을 위해 사용된 불확실계수

불확실계수	영양소
1	인(아동), 마그네슘, 철(영아), 아연(유아), 구리(성장기), 불소, 망간(성인), 셀레늄(영아)
1.2	인(유아, 청소년, 노인)
1.5	비타민 A(가임기), 비타민 C(성인, 노인), 니아신, 철, 아연, 요오드
2	비타민 D(성인)
2.5	인(성인)
3	비타민 A, 엽산(성인)
5	철(소아)

4

식사활용

영양소 섭취기준은 국민의 건강증진 및 질병예방에 기여하는 데에 궁극적인 목적이 있다. 이를 위하여 국민의 식사 섭취가 적절한지를 평가하고 영양소 섭취기준을 식사계획에 이용하도록 하는 것이 중요하다. 새로이 개정된 2020 한국인 영양소 섭취기준을 식사평가나 식사계획에 활용할 수 있는 방안을 다음과 같이 제시하였다.

(1) 식사평가

식사평가는 식사 섭취의 양과 질이 적절한지를 평가하는 것이다. 영양소 섭취기준을 사용하여 식사를 평가하기 위해서는 각 기준을 제대로 이해하고 사용하는 것이 중요하다. 왜냐하면 현재 영양소 섭취기준이 단일 기준이 아닌 여러 기준으로 나뉘어 있고, 각 지표별로 특성이 상이하기 때문이다.

개인의 식사를 평가하기 위해서는 일상생활에서 개인이 섭취하는 영양소의 양을 파악하여 산출하여야 한다. 개인이 평상시 섭취하는 영양소의 양을 정확하게 파악하기는 매우 어렵기 때문에, 식사섭취조사 결과를 영양소 섭취기준에 따라 평가할 때에는 절대적 수치를 근거로 하여 판단하는 대신 식사의 적절/부적절 여부를 평가하는 것이 바람직하다.

반면, 집단의 식사를 평가하기 위해서는 집단 구성원들의 영양소 섭취량을 파악한 후, 그중 영양소 필요량을 충족시키지 못하는 사람들의 비율을 구한다. 집단의 식사평가에서는 각 개인의 영양소 필요량이나 평소 영양소 섭취량을 파악하는 것이 실질적으로 불가능하다. 따라서 확률적 접근법은 영양소 필요량의 분포와 정규성에 대한 확인이 필요하므로 집단의 식사평가에서 활용하는 것이 쉽지 않다. Cut Point 방법은 영양소 필요량의 중앙값을 활용하여 평가하며, 이때 평균필요량 미만으로 섭취하는 대상자의 비율을 추정한다(표 7).

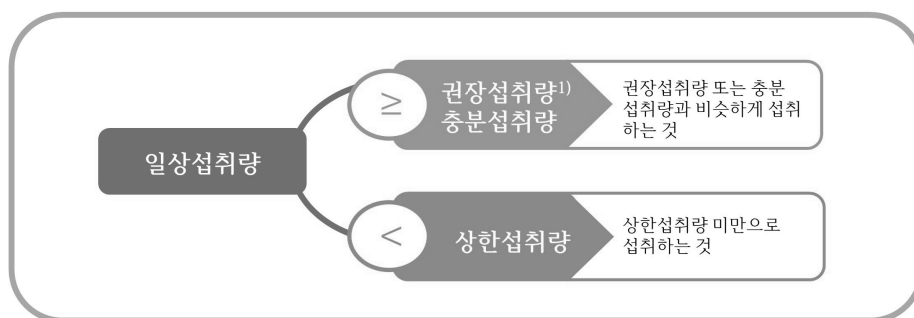
【표 7】 집단 내 부적절한 영양소 섭취인구 비율을 추정하는 방법 [17]

확률적 접근법	<ul style="list-style-type: none"> • 영양소 필요량과 섭취량의 분포를 활용함
Cut Point 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 영양소 필요량의 분포가 평균필요량을 중심으로 대칭일 경우 사용 • 이 방법에서는 평균필요량보다 적게 섭취하는 대상자의 비율을 부적절하게 섭취하는 사람들의 비율로 파악함

(2) 식사계획

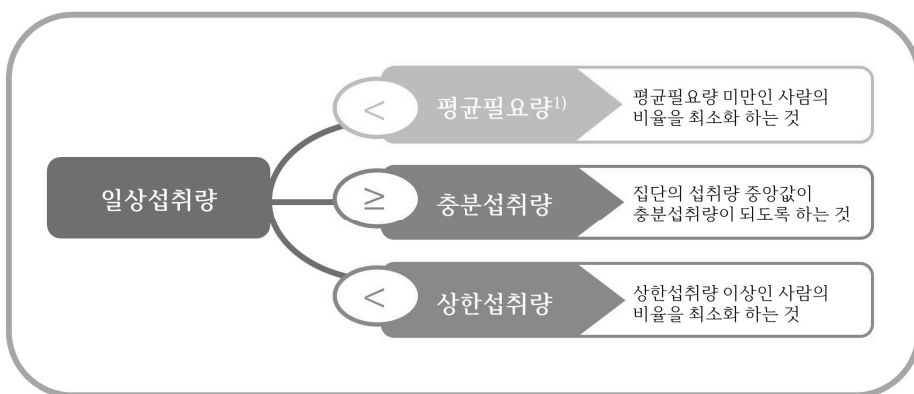
식사계획은 적절한 영양을 제공하여 개인 및 집단의 영양이 부족하거나 지나치지 않도록 하는 것이다. 식사계획은 개인이나 집단은 물론 정부의 식생활 관련 정책 및 영양/건강 사업의 계획, 실행, 평가 등 여러 분야에서 이용될 수 있다. 개인 또는 집단을 대상으로 하여 식사를 계획할 때는 구체적인 목표에 맞는 영양소 섭취기준을 활용해야 함에 유의하여야 한다.

개인의 경우, 식사계획은 권장섭취량 또는 충분섭취량을 기준으로 하며, 상한섭취량을 초과하지 않도록 한다. 집단을 대상으로 식사계획을 하는 경우에는 평균필요량이나 상한섭취량을 기준으로 설정한다. 이때, 영양소 섭취량 분포에서 평균필요량보다 적게 먹는 대상자 비율을 최소화하도록 섭취량 분포를 이동시키고 상한섭취량보다 적은 양의 중앙값을 선정하여 식사를 계획한다. 즉, 평상시 영양소의 결핍 또는 과잉 섭취를 막고, 부적절하게 영양을 섭취하는 사람들의 비율을 줄이기 위함이다. 그러나 이 방법은 영양소마다 섭취량 분포가 달라 현실적으로 적용하기가 쉽지 않다. 원칙적으로 집단의 식사계획 시 권장섭취량을 사용하지 않아야 하나 특정 집단의 성장 및 건강상태를 반영하여 권장섭취량과 충분섭취량을 기준으로 사용할 수도 있다. 각 영양소 섭취기준을 활용한 개인/집단별 식사계획은 그림 2 및 그림 3과 같다.



¹) 에너지필요추정량 포함

그림 2 개인의 식사계획 시 영양소 섭취기준의 활용 [17]



¹) 에너지필요추정량 포함

그림 3 집단의 식사계획 시 영양소 섭취기준의 활용 [17]

(3) 분야별 활용방안

새로이 제정된 2020 한국인 영양소 섭취기준을 국가, 지역사회, 개인 단위의 각 분야에서 활용하는 방안은 아래 그림 4과 같이 제시하였다. 개인의 경우 개별적으로 영양소 섭취실태를 평가하거나 식단을 계획할 때 영양소 섭취기준을 활용한다. 학교의 경우 급식 및 학생들을 대상으로 하는 영양상태 평가, 영양교육에서 영양소 섭취기준을 가이드라인으로 활용한다. 병원의 경우 환자급식계획, 영양상태평가, 식사지도 등에서 영양소 섭취기준을 활용한다. 산업체의 경우 제품 개발, 식품표시 등에서 영양소 섭취기준을 활용한다. 정부부처의 경우 식생활 관련 정책 및 영양/건강 사업의 계획, 실행, 평가 시 영양소 섭취기준을 활용한다.

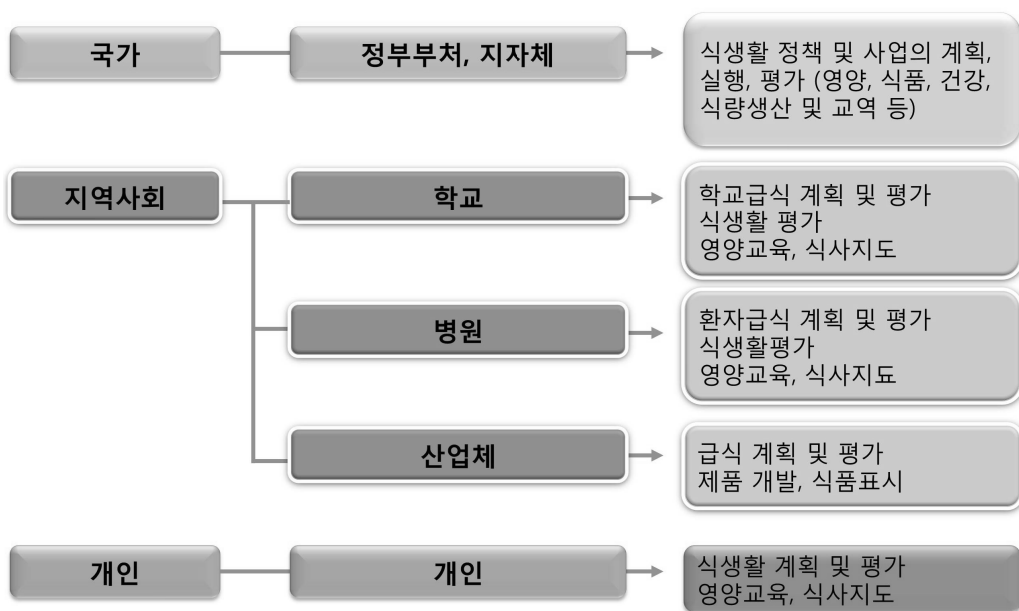
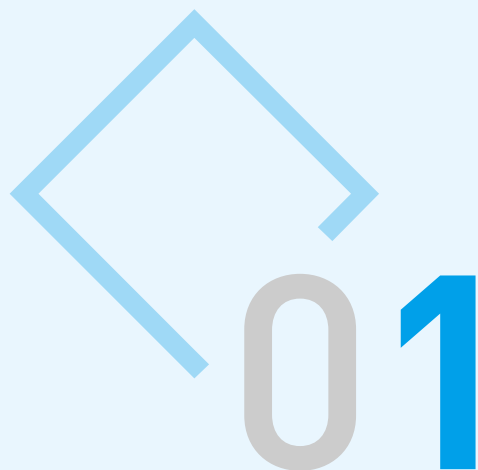


그림 4 | 각 분야별 영양소 섭취기준 활용

참고문헌

1. Raubenheimer D, Simpson SJ. Nutritional Ecology and Human Health. *Annu Rev Nutr* 2016;36:603-26.
2. Mozaffarian D, Rosenberg I, Uauy R. History of modern nutrition science-implications for current research, dietary guidelines, and food policy. *BMJ* 2018;361.
3. National Research Council(NRC). Recommended Dietary Allowances: 10th Edition. Washington, DC: National Academy Press; 1989.
4. Institute of Medicine. The Development of DRIs 1994-2004: Lessons Learned and New Challenges: Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press; 2008.
5. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2013. Ministry of Health and Welfare; 2014.
6. Jung KW, Won YJ, Kong HJ, Oh CM, Seo HG, Lee JS. Cancer statistics in Korea: incidence, mortality, survival and prevalence in 2010. *Cancer Res Treat* 2013;45(1):1.
7. Hong S, Won YJ, Park YR, Jung KW, Kong HJ, Lee ES, The Community of Population-Based Regional Cancer Registries. Cancer Statistics in Korea: Incidence, Mortality, Survival, and Prevalence in 2017. *Cancer Res Treat* 2020;52(2):335-50.
8. Shin S, Kim S, Joung H. Evidence-based approaches for establishing the 2015 Dietary Reference Intakes for Koreans. *Nutr Res Pract* 2018;12(6):459-68.
9. Hu T, Mills KT, Yao L, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy Jr WS, Kelly TN, He J, Bazzano LA. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012;176(suppl_7):S44-S54.
10. Numao S, Kawano H, Endo N, Yamada Y, Konishi M, Takahashi M, Sakamoto S. Short term low carbohydrate/high-fat diet intake increases postprandial plasma glucose and glucagon like peptide-1 levels during an oral glucose tolerance test in healthy men. *Eur J Clin Nutr* 2012;66(8):926-31.
11. Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, Tugwell P. The Newcastle Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta analyses. Oxford 2000.
12. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology(STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ* 2007;147(8):573-7.

13. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, Porter AC, Tugwell P, Moher D, Bouter LM. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC medical research methodology* 2007; 7(1):10.
14. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes Research Synthesis: Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press; 2006.
15. National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. Food Composition Table, 9.1 version. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration; 2019.
16. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2015. Report No.: 111352000-001537-14.
17. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. Washington, DC: The National Academies Press; 2000.



에너지

Energy

1

에너지

1

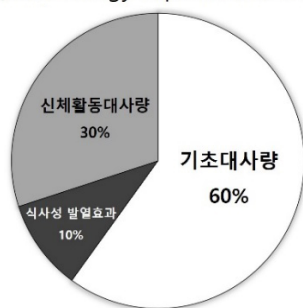
영양소의 특성

1-1. 개요

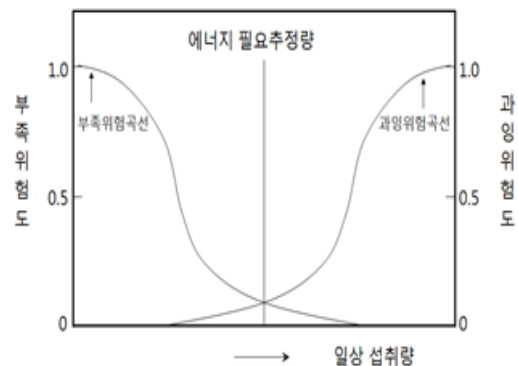
에너지는 인간의 생명과 생존 유지를 위해서 반드시 필요하다. 인간은 식품섭취를 통해서 에너지를 얻고, 이는 신체의 다양한 기능을 유지하는데 사용된다. 인체의 1일 총에너지소비량(Total energy expenditure, TEE)은 기초대사량(Basal energy expenditure, BEE), 신체활동대사량(활동에너지 소비량)(Physical activity energy expenditure, PAEE), 식사성 발열효과(식품이용을 위한 에너지 소비량)(Thermic effect of food, TEF)로 구성되며, 추가적으로 적응대사량이 더해지기도 한다 [1,2](그림 1).

에너지 평형은 섭취에너지와 소비에너지가 동일한 상태(섭취에너지=소비에너지)를 뜻하는데, 에너지균형 결과는 에너지의 저장량에 해당되는 체지방량에 영향을 미친다. 즉 에너지 균형여부는 체중 증가와 감소, 유지 등의 체중 조절과 관련이 있다. 에너지소비량 이상으로 에너지를 섭취하게 되면 남은 에너지는 지방의 형태로 체내에 축적되게 된다. 반면 섭취에너지가 소비에너지보다 적으면 체중의 감소, 즉 체지방의 감소가 초래된다 [3].

일일 총에너지소비량
(Total energy expenditure, TEE)



■ 그림 1 ■ 인체 소비에너지의 구성(예시)



■ 그림 2 ■ 에너지필요추정량의 결정

에너지는 영양소 섭취기준(Dietary Reference Intakes, DRI)에서 제시되는 4가지 개념인 평균필요량, 권장섭취량, 충분섭취량 및 상한섭취량 중에서 평균필요량에 해당하는 에너지필요추정량(Estimated Energy Requirements, EER)으로 제시되며 [4](그림 2), 다른 영양소와 달리 권장섭취량이나 상한섭취량의 개념이 적용되지 않는다. 권장섭취량은 건강한 대다수 국민들의 필요량을 충족시키는 양으로 평균필요량에 여유분을 추가하여 결정되기 때문에 많은 사람들에게는 필요량을 초과하는 양이 된다. 그러므로 에너지에 권장섭취량 개념을 적용하게 되면, 대다수의 사람들이 필요량을 초과하여 섭취하게 되고, 소비하고 남은 여분의 에너지는 체지방으로 전환·축적되어 비만을 초래할 수 있다. 이는 각종 질병의 직·간접적인 원인이 될 수 있으므로 에너지에는 권장섭취량을 적용하지 않는 것이다. 이와 같은 이유로 에너지에는 상한섭취량도 설정하지 않는다 [5].

1-2. 대사와 기능

(1) 에너지 대사와 기능

에너지 균형(평형)은 섭취에너지와 소비에너지가 동일한 상태를 말하며, 양의 에너지 균형은 체내 에너지 저장의 증가, 즉 체지방의 증가를 말한다. 적절한 양의 에너지 균형은 성장기 어린이와 체중 증가를 시도하는 사람에게 필요하지만, 성인기에는 과도한 체지방 축적으로 인한 비만을 초래하여 건강상의 문제를 야기할 수 있다. 예를 들어 0.45 kg의 체중을 증가시키려면 추가로 약 3,500 kcal의 에너지가 필요하다 [1]. 반면 체중 감소를 하려면 음의 에너지 균형이 필요하며, 이는 에너지소비량이 섭취량보다 많은 것을 뜻한다. 즉, 음의 에너지 균형에서는 식품 섭취가 감소되거나, 신체활동 증가가 나타난다.

- 에너지 균형 : 섭취에너지 = 소비에너지 ⇒ 체중유지
- 양(+)의 에너지 균형 : 섭취에너지 > 소비에너지 ⇒ 체중증가
- 음(-)의 에너지 균형 : 섭취에너지 < 소비에너지 ⇒ 체중감소

전세계적으로 비만의 유병률이 증가하고 있으며, 1975년 이래로 3배나 증가하였다 [6]. 우리나라도 성인의 30% 이상이 비만(체질량지수, body mass index, BMI, 25 이상)이고, 소아청소년의 비만율도 증가하고 있다 [7]. 비만도는 신장과 체중으로 표현되는 체질량지수(BMI)와 체지방 분포(상체비만, 하체비만, 복부비만)를 표현하는 허리둘레 및 <허리둘레/엉덩이둘레>비로 평가될 수 있다. 비만도가 정상범위(BMI 18.5-22.9; 허리둘레: 남자는 <90 cm, 여자는 <85 cm; 허리/엉덩이 둘레비: 남자는 <0.9, 여자는 <0.8)를 벗어나면 건강위험도가 증가한다. 비만도가 증가하는 경우 대사증후군, 심혈관계질환, 당뇨병, 이상지질혈증 및 고혈압 등의 위험이 증가하고 특히, 복부비만이면서 내장지방 축적률이 높은 경우 그 위험은 더욱 증가하게 된다 [1]. 한편, 체중이 지나치게 감소하면 면역 및 감염성질환, 위장관계질환 등의 위험도가 올라간다. 따라서 정상 범위의 비만도(건강체중)를 유지하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 섭취에너지와 소비에너지의 균형이 중요하다.

(2) 에너지소비량의 구성

하루 총에너지소비량(TEE)은 기초대사량(BEE), 신체활동대사량(PAEE), 그리고 식사성 발열효과(TEF)로 구성된다 [8].

① 기초대사량

기초대사량(BEE)은 인체의 기본적인 생리적 기능을 유지하는데 소비되는 최소한의 에너지를 말하며, 하루 총에너지소비량(TEE)의 60-75%를 차지한다. 따라서, 하루 에너지필요량을 결정짓는 중요한 요인이 된다. 기초대사량(BEE)은 식사와 활동이 거의 없는 상태(식사 후 약 12-14시간)에서 소비되는 에너지량으로 이른 아침 기상 직후 바로 측정해야 한다. 즉, 정확한 측정을 위하여 측정 전날 실험실에 미리 와서 자고 다음날 아침 기상 직후 측정해야하므로 현실적으로 정확한 기초대사량(BEE)의 측정이 쉽지 않다.

따라서, 식후 4-6시간이 지난 후 휴식을 취하고 있는 상태에서 측정하는 휴식대사량(Resting energy expenditure, REE)이 기초대사량(BEE)을 대신하여 이용되고 있다. 휴식대사량(REE)은 기초대사량(BEE)과 약 10% 정도 차이가 있는 것으로 보고되고 있는데, 이러한 차이는 남아있는 식사성 발열효과(TEF) 및 측정하기 전에 수행한 신체활동의 영향과 관련 있다 [9]. 그러나 실제로 에너지소비량에 관한 대부분의 연구에서는 기초대사량(BEE)과 휴식대사량(REE)을 혼용해서 사용하고 있기도 하다.

② 신체활동대사량

신체활동대사량(PAEE)은 신체활동에 의한 에너지소비량으로 개인 간에 차이가 있고, 동일인에서도 하루하루 차이가 나타나는 것으로 보고되고 있다 [10]. 성별과 연령 및 체격(또는 체조성)이 유사한 경우, 에너지소비량의 차이는 주로 신체활동대사량(PAEE)에 의한 것이라고 할 수 있다. 신체활동량이 낮은 사람은 신체활동대사량(PAEE)이 기초대사량(BEE)의 반에도 미치지 못하는 경우도 있는 반면, 활동량이 많은 운동선수나 일부 고강도의 육체적 노동자는 신체활동대사량(PAEE)이 기초대사량(BEE)의 2배 이상이 되는 경우도 있다 [11]. 신체활동대사량(PAEE)은 운동에 의한 활동대사량(Exercise activity thermogenesis, EAT)과 운동 이외의 활동대사량(Non-exercise activity thermogenesis, NEAT)으로 나눌 수 있다 [10]. 일반 성인이 운동을 목적으로 빠른 속도로 걷는 경우, 한 시간에 약 200-300 kcal(체중에 따라 차이는 있지만)을 소비할 수 있다. 따라서 하루 총에너지소비량(TEE)에서 운동이 차지하는 에너지소비량(EAT)의 비율은 평균 10% 미만이고, 1주일에 3번 정도 운동한다고 가정했을 때, 하루 평균 5% 미만으로 보여진다. 그러나 자세의 유지, 가사활동, 통근 및 일터에서의 신체활동 등과 같은 여러 가지의 신체활동을 포함하는 운동 이외의 활동대사량(NEAT)은 운동보다 더 많은 에너지를 소비하므로 하루 총에너지소비량(TEE)의 20-30%를 차지한다고 알려져 있다 [10]. 운동이 각종 만성퇴행성질환의 예방 및 치료에 효과적임이 보고되면서 운동을 통한 질병예방 전략들이 제시되고 있으나, 하루 총에너지소비량(TEE)을 늘리기 위해서는 일상 생활에서 운동 이외의 활동대사량(NEAT)을 증가시키는 것도 중요하다고 할 수 있다.

③ 식사성 발열효과

식사성 발열효과(TEF)는 식품섭취에 따른 영양소의 소화, 흡수, 이동, 대사, 저장 및 이 과정에서 발생하는 자율신경계 활동 증진 등에 따른 에너지소비량을 말한다. 식사성 발열효과(TEF)는 영양소별로 차이를 보이는데, 지방이 가장 낮고, 단백질이 가장 높다(지방: 0-5%, 탄수화물: 5-10%, 단백질: 20-30%). 지방은 흡수, 분해 및 저장의 과정이 비교적 쉽게 이루어지기 때문에 식사성 발열효과(TEF)가 가장 적고, 단백질은 타 영양소에 비하여 소화, 흡수, 대사 등의 과정이 복잡하여 가장 높은 식사성 발열효과(TEF)를 보인다. 국내에서 진행된 식사성 발열효과(TEF)에 관한 연구에 따르면 20대 성인의 식사성 발열효과(TEF)는 7.4%(남자 6.6%, 여자 8.1%)였고 [12], 고지방식(총 섭취에너지 중 지방의 비율 50%) 간의 식사성 발열효과(TEF)를 비교한 연구 [13]에 따르면, 버터를 이용한 경우는 6.4%였고, 참기름을 포함한 경우는 7.1%로 유의한 차이를 보였다. 따라서 동일한 영양소라 할지라도 급원에 따라 식사성 발열효과(TEF)의 차이를 보이는 영양소의 급원이 장기적으로 체중조절에 중요한 요소가 될 수 있음을 보여주고 있다. 또한 중쇄지방산(Medium-chain triglyceride, MCT)이 포함된 단일 식사는 장쇄지방산이 포함된 단일 식사에 비하여 식이성 발열효과(TEF)가 높음이 보고되기도 하였다 [14].

2 건강 유지 및 증진을 위한 섭취기준

2-1. 건강을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

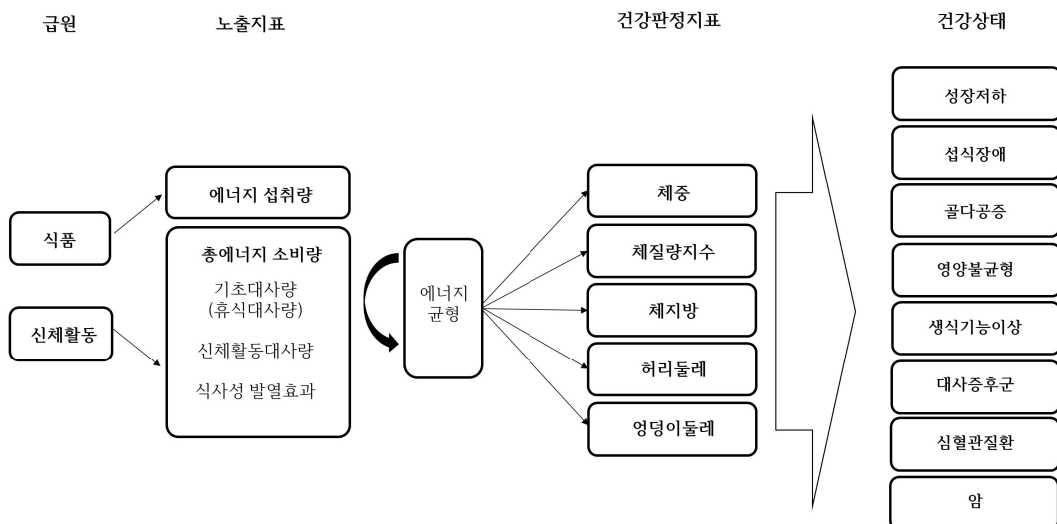


그림 3 | 에너지필요추정량 설정을 위한 분석틀

체내에서 하루 동안 소비되는 에너지는 기초대사량(BEE) 또는 휴식대사량(REE), 신체활동대사량(PAEE), 그리고 식사성 발열효과(TEF)로 구성된다. 식품을 통해 섭취하는 에너지와 소비하는 에너지 사이에 균형을 이루면 성장, 발달, 생리활성 및 건강유지 등의 긍정적인 효과를 준다. 그러나, 필요량보다 초과하여 에너지를 섭취하면 에너지 출력의 균형이 깨져 에너지 소비 후에 남은 여분의 에너지는 체지방으로 전환·축적되어 비만을 초래한다. 이는 각종 질병의 발생(대사증후군, 심혈관계질환, 암, 생식계 이상 등)에 직접 또는 간접적 영향을 줄 수 있다. 반면, 필요량보다 적게 에너지를 섭취하면 신체 성장 및 건강을 유지하는데 필요한 에너지가 부족하게 되어 체소모가 일어나며 이는 건강에 부정적인 영향(성장 저하, 섭식장애, 골다공증, 생식기능 이상, 면역관련 질환 위험)을 줄 수 있다.

(1) 에너지소비량에 영향을 주는 요인

① 성별과 연령

동일한 체중이라 할지라도 기초대사량(BEE)은 일반적으로 남자가 여자보다 높은 것으로 보고되고 있는데, 이는 성호르몬(남자는 안드로겐, 여자는 에스트로겐)과 관련이 있다. 성호르몬의 영향으로 남녀 간의 체성분이 다른 양상을 보이게 되는데, 남자가 여자보다 체지방량(Fat-mass, FM)이 적은 반면, 체지방량(Fat-free mass, FFM)이 많아 상대적으로 에너지소비량이 높게 나타난다 [15]. 그러므로, 남녀 간의 에너지 소비량을 비교할 때에는 체중 및 체성분으로 보정하여 살펴봐야 한다. 또한 기초대사량(BEE)은 일반적으로 연령이 증가할수록 단위 체중당 그 값이 감소하는 양상을 보인다 [16].

② 신체 크기와 신체성분

총에너지소비량(TEE)과 휴식대사량(REE)은 신체 크기(체중, 신장)와 신체 조성에 의해 영향을 받는다. 신체 크기가 클수록 [8, 16, 17], 체지방량이 많을수록 [9, 19-21] 에너지소비량이 증가된다고 보고되었다. 특히 체지방량(FFM)은 휴식대사량(REE)과 양의 상관성을 보이며, 독립변수로서 매우 높은 설명력($R^2 > 60\%$)을 보여주었다[18, 22, 23]. 또한, 체지방의 분포(허리둘레, 허리/엉덩이 둘레비)도 휴식대사량(REE)과 유의적인 양의 상관성을 보였는데 [24], 이는 피하지방조직에 비해 내장지방조직의 산소소비량이 유의하게 많기 때문으로 보고되었다 [24]. 이처럼 기초대사량(BEE)은 성별과 연령 및 신체 크기(신장 및 체중)에 따라 차이를 보이므로 이를 근거로 다음과 같이 기초대사량(BEE) 산출 공식이 제시되었다 [26].

- | | |
|-------------------|--|
| • 아동 및 청소년(3-18세) | 남자 BEE(kcal/일) = $68 - 43.3 \times \text{연령(세)} + 712 \times \text{신장(m)} + 19.2 \times \text{체중(kg)}$ |
| | 여자 BEE(kcal/일) = $189 - 17.6 \times \text{연령(세)} + 625 \times \text{신장(m)} + 7.9 \times \text{체중(kg)}$ |
| • 성인(19세 이상) | 남자 BEE(kcal/일) = $204 - 4.00 \times \text{연령(세)} + 450.5 \times \text{신장(m)} + 11.69 \times \text{체중(kg)}$ |
| | 여자 BEE(kcal/일) = $255 - 2.35 \times \text{연령(세)} + 361.6 \times \text{신장(m)} + 9.39 \times \text{체중(kg)}$ |

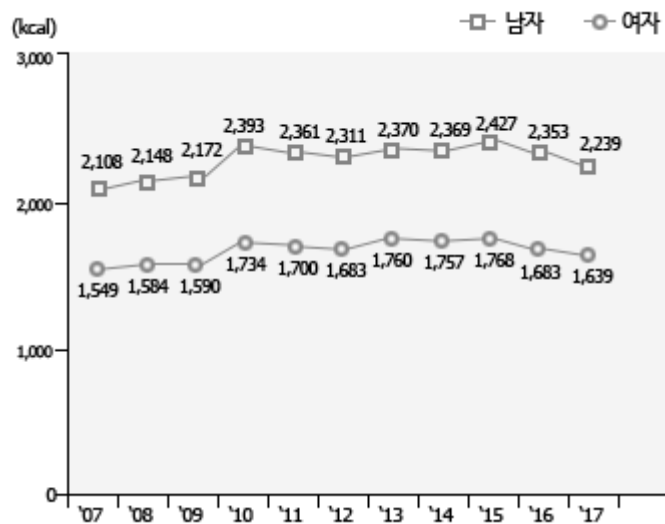
[26] National Academy of Medicine

(2) 생애주기별 고려사항

에너지필요추정량(EER)을 산정할 때 생애주기별 신체변화(성장, 발달, 유지 등)에 필요한 에너지필요량을 고려해야한다. 예를 들어, 임신부 및 수유부는 일반 성인 여자의 에너지필요추정량(EER)에 임신에 의한 에너지소비량 증가분과 모체 조직의 성장에 필요한 에너지축적량이 각각 추가되어야 한다. 영아는 에너지 소비량과 성장에 따른 에너지축적량의 합산 및 모유(조제유) 또는 이유식 섭취와 같은 특수 상황이 고려되어야 한다. 유아, 아동 및 청소년은 에너지소비량에 해당 시기별 성장에 필요한 추가 에너지량이 합산되어야 하고, 활동의 특징도 고려하여 산정되어야 한다.

(3) 에너지필요추정량 설정 시 고려해야할 사항

에너지 평형의 결과는 체중부족, 체중유지 및 체중초과(비만)로 나타나므로, 에너지필요추정량(EER)의 결정 시 에너지 섭취 비율과 비만유병률의 고려가 매우 중요하다. 이에 최근 한국인의 에너지섭취량(그림 4)과 비만유병률 및 관련 만성퇴행성질환의 유병률(그림 5)을 살펴보았다 [7].



■ 그림 4 ■ 최근 10년(2007-2017) 간 한국인의 에너지섭취량의 변화 [7]

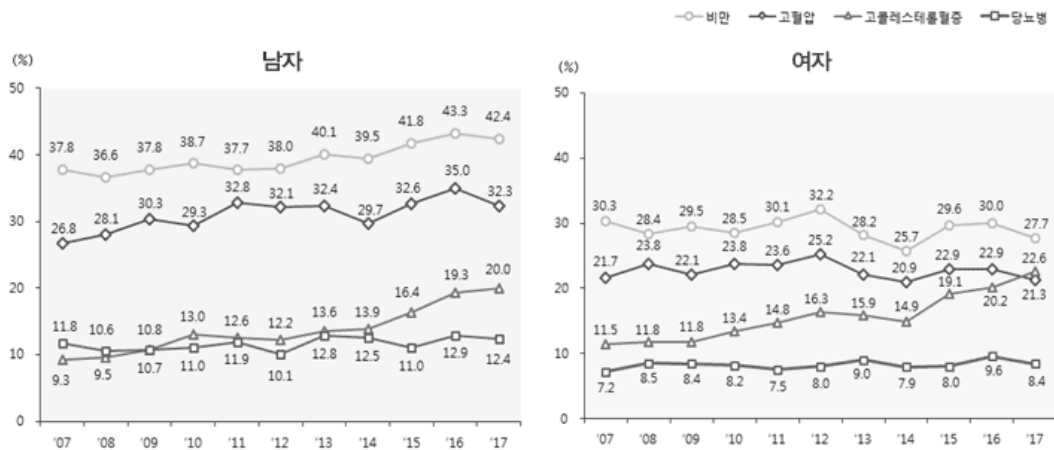


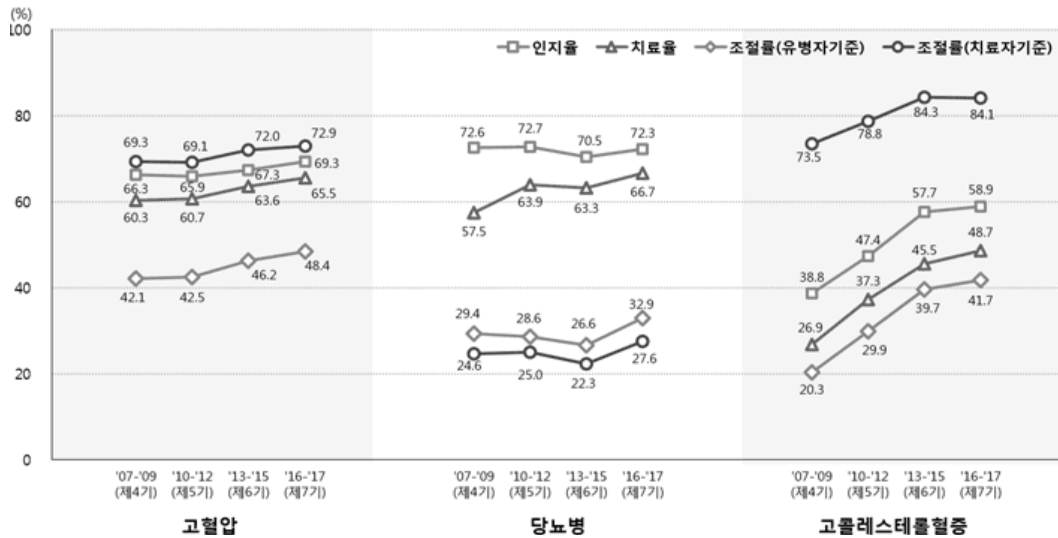
그림 5 최근 10년(2007-2017) 간 한국남자의 비만유병률 및 관련 만성퇴행성질환의 변화 [7]

- ※ 비만: 체질량지수(BMI, kg/m^2)가 25 이상인 분율, 만30세 이상
- ※ 고혈압: 수축기혈압이 140 mmHg 이상이거나 이완기혈압이 90 mmHg 이상 또는 고혈압 약물을 복용하는 분율, 만30세 이상
- ※ 당뇨병: 공복혈당이 126 mg/dL 이상이거나 의사진단을 받았거나 혈당강화제복용 또는 인슐린주사를 사용하는 분율, 만30세 이상
- ※ 고콜레스테롤혈증: 혈중 총콜레스테롤이 240 mg/dL 이상이거나 콜레스테롤강화제를 복용하는 분율, 만30세 이상
- ※ 2005년 추계인구로 연령표준화

그림 4와 그림 5에서 보듯이 한국인의 에너지섭취량과 비만유병률은 서서히 증가하는 경향을 보이고 있으며, 최근 성인 남자 5명 중 3명 이상이, 성인 여자 4명 중 1명 이상이 비만으로 나타났다. 더불어 고혈압은 3명 중 1명, 당뇨병은 10명 중 1명, 고콜레스테롤혈증은 5명 중 1명의 수준으로 유병률을 보였으며, 지속적으로 증가하고 있다.

그림 6에 따르면 비만관련 질환의 인지율과 관리율은 점진적으로 증가하고 있는 추세이다. 2016-2017년을 기준으로 볼 때 고혈압의 경우 유병자 3명 중 2명이 질환을 인지하고 있었고, 3명 중 2명이 치료를 받고 있었으며, 당뇨병은 유병자 4명 중 3명이 질환을 인지하였고, 3명 중 2명이 치료를 받고 있었고, 고콜레스테롤혈증은 유병자 2명 중 1명이 질환을 인지하였고, 2명 중 1명이 치료를 받고 있었다.

따라서, 에너지섭취량 추이가 비만의 유병률뿐만 아니라 고혈압, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증을 포함한 만성퇴행성질환의 유병률 추이의 변화와 같은 방향으로 가고 있음이 (에너지필요추정량 산정 시) 고려되어야 한다.



【그림 6】 최근 10년간(2007~2017) 비만관련 질환의 관리 추이 [7]

- ※ 고혈압 인지율: 고혈압 유병자 중 의사로부터 고혈압 진단을 받은 분율, 만30세 이상
- ※ 고혈압 치료율: 고혈압 유병자 중 현재 혈압강하제를 한달에 20일 이상 복용한 분율, 만30세 이상
- ※ 고혈압 조절률(유병자기준): 고혈압 유병자 중 수축기혈압이 140 mmHg 미만이고 이완기혈압이 90 mmHg 미만인 분율, 만30세 이상
- ※ 고혈압 조절률(치료자기준): 고혈압 치료자 중 수축기혈압이 140 mmHg 미만이고 이완기혈압이 90 mmHg 미만인 분율, 만30세 이상
- ※ 당뇨병 인지율: 당뇨병 유병자 중 의사로부터 당뇨병 진단을 받은 분율, 만30세 이상
- ※ 당뇨병 치료율: 당뇨병 유병자 중 현재 혈당강하제를 복용 또는 인슐린 주사를 사용하는 분율, 만30세 이상
- ※ 당뇨병 조절률(유병자기준): 당뇨병 유병자 중 당화혈색소가 6.5% 미만인 분율, 만30세 이상
- ※ 당뇨병 조절률(치료자기준): 당뇨병 치료자 중 당화혈색소가 6.5% 미만인 분율, 만30세 이상
- ※ 고콜레스테롤혈증 인지율: 고콜레스테롤혈증 유병자 중 의사로부터 고콜레스테롤혈증 진단을 받은 분율, 만30세 이상
- ※ 고콜레스테롤혈증 치료율: 고콜레스테롤혈증 유병자 중 현재 콜레스테롤강하제를 한 달에 20일 이상 복용한 분율, 만30세 이상
- ※ 고콜레스테롤혈증 조절률(유병자기준): 고콜레스테롤혈증 유병자 중 총콜레스테롤수치가 200 mg/dL 미만인 분율, 만30세 이상
- ※ 고콜레스테롤혈증 조절률(치료자기준): 고콜레스테롤혈증 치료자 중 총콜레스테롤수치가 200 mg/dL 미만인 분율, 만30세 이상

(4) 에너지소비량 평가방법

성인의 경우, 에너지필요추정량(EER)은 에너지 평형상태(섭취에너지와 소비에너지의 균형)의 에너지소비량으로 규정한다. 따라서 에너지필요추정량(EER)을 설정하기 위해서는 에너지소비량 평가가 먼저 필요하다. 인체의 에너지소비량을 평가하는 방법은 크게 직접열량측정법(Direct calorimetry)과 간접열량측정법(Indirect calorimetry)이 있다.

① 직접열량측정법

직접열량측정법은 특수한 대사측정실(Metabolic chamber) 내에서 대상자의 신체에서 발생하는 열(Heat)을 직접 측정하는 방법으로 내부와 외부 사이의 열이 완전히 차단된 대사측정실 사방의 벽을 따라 일정량의 물이 흐르게 설계되어 있다. 따라서, 측정실 내부에서 발생하는 열로 인해 상승되는 물의 온도

변화를 측정함으로써 신체에서 발생하는 열 생성량을 파악할 수 있다. 총 열 생성량의 80% 정도는 복사와 대류에 의해 발생되고 나머지는 증발열로 발생되며, 전도에 의한 열 생성량은 너무 적어서 고려하지 않는다. 이와 같은 방법은 훈련받은 전문가뿐만 아니라 고액의 설비비와 유지비가 필요하므로 현실적으로 적용하기에 어려움이 있다 [27].

② 간접열량측정법

간접열량측정법은 음식물의 대사와 관련된 산소의 소비와 이산화탄소의 생성을 측정하여 에너지소비량을 간접적으로 측정하는 방법이다. 간접열량측정법은 크게 이중표식수를 이용하는 방법(Doubly labeled water method, DLW)과 호흡가스를 분석하는 방법(Respiratory gas analysis)이 있다.

[이중표식수법]

이중표식수법(DLW)은 수소(^2H)와 산소(^{18}O)의 안정동위체를 사용하여 에너지소비량을 측정하는 방법으로 현재까지 알려진 일상생활 중의 총에너지소비량(TEE)을 측정하는 방법 중 가장 정확한 방법(gold standard)으로 알려져 있다 [28]. 그 원리를 요약하면, 안정동위체인 ^{18}O 과 ^2H 가 자연계에 존재하는 비율보다 많이 포함된 이중표식수($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$)를 체중당 일정비율로 피험자에게 섭취시킨 후 채취한 소변(1-2주) 중으로 배출된 양을 질량분석계(Isotope ratio mass spectrometry)를 이용하여 분석하는 방법이다 [28]. ^{18}O 의 배출률이 ^2H 의 배출률보다 크기 때문에 그 차이로부터 이산화탄소의 배출률(rCO_2)을 계산할 수 있다.

$$\text{rCO}_2(\text{mol/일}) = 0.4554 \times \text{TBW}(\text{mol}) \times (1.007 \times k_o - 1.041 \times k_h)$$

(TBW = total body water, k_o 와 k_h 는 각각 ^2H 와 ^{18}O 의 제거율)

일일 총에너지소비량은 Weir [29]의 식에 이산화탄소 배출률(rCO_2)과 식사섭취조사 결과로부터 산출한 FQ(food quotient)값을 적용하여 아래와 같이 계산한다.

$$\text{총에너지소비량(TEE, kcal/일)} = 3.9 \times (\text{rCO}_2/\text{FQ}) + 1.1 \times (\text{rCO}_2)$$

이중표식수법(DLW)은 피검자가 조사기간 중 활동에 제약을 받지 않기 때문에 유아, 임산부 및 초고령자에 이르기까지 모든 대상에 적용할 수 있다. 그러나 이중표식수의 제조비와 분석비가 매우 비쌌 뿐만 아니라, 대상자의 1일 총에너지소비량(TEE)만을 제시할 뿐, 개개인의 신체활동의 강도, 빈도, 기간 등을 평가할 수 없다는 단점이 있다. 그럼에도 불구하고 미국, 호주, 독일, 일본 등 많은 선진국에서는 이중표식수법(DLW)을 이용하여 총에너지소비량(TEE) 산출 공식을 도출하여 적용하고 있다 [26]. 우리나라는 최근에 이르러서야 비로서 이중표식수법(DLW)을 이용하여 총에너지소비량(TEE)을 측정·평가한 연구가 진행되고 있다 [30-38].

[호흡가스분석법]

호흡가스분석법은 호흡 중 발생하는 호기(Expired air)를 밀폐용기(Douglas bag)에 전량 수집하여 호흡 가스를 분석하는 총수집시스템(Total collection system), 호흡하는 동안 흡기(Inspired air)와 호기를 모두 분석하는 개방회로시스템(Open circuit system)과 폐쇄회로시스템(Closed circuit system)이 있다. 이 중 개방회로시스템이 널리 사용되는데 휴식대사량(REE) 측정과 같이 누워서 측정이 가능한 경우에는 마스크와 캐노피 및 챔버를 이용하는 환기후드시스템(Ventilated hood system)을 사용하며, 일상생활의 다양한 활동에너지 소비량(PAEE)을 측정 시에는 휴대용 호흡수집시스템(Expiratory collection system, 예: 무선 호흡가스분석기 K4b2)을 사용한다. 이때 산소 소모량(VO_2)과 이산화탄소 배출량(VCO_2)은 호흡가스분석기를 이용하여 분석하고 그 값을 Weir 공식 [29]에 적용하여 에너지소비량(EE, kcal/일)으로 산출한다. 이때 소변내 질소량(uN_2)이 포함되는데, 실제 에너지소비량의 4% 정도만을 차지하므로 에너지소비량 산출시 종종 공식에서 제외되어 사용되기도 한다 [39].

(5) 에너지필요추정량 설정 방법의 선정

에너지소비량을 정확하게 측정하려면 직접열량계, 간접열량계 또는 이중표식수법(DLW)을 이용 [40] 하는 것이 바람직하나, 고가의 장비와 훈련된 측정전문가가 필요하고, 측정 절차와 방법이 까다로워 보편적으로 사용하기는 현실적으로 어려움이 많다 [41]. 따라서 실제 현장에서는 에너지소비량을 직접 측정하기 보다는 쉽게 수집할 수 있는 변수(개인의 체중, 신장, 성별 및 연령 등)들을 추정 공식에 대입하여 에너지소비량을 계산하고있다.

에너지소비량의 추정 공식은 크게 휴식대사량(REE) 추정 공식과 총에너지소비량(TEE) 추정 공식이 있다. 휴식대사량(REE) 추정 공식은 1919년에 개발된 헤리스-베네딕트공식(Harris-Benedict equation) [18]이 대표적이며, 이후에 성별, 연령, 인종 및 비만도를 고려한 다양한 공식이 개발되어 활용되고 있다. 한편, 총에너지소비량(TEE) 추정 공식은 2002년 및 2005년 미국/캐나다 영양소 섭취기준을 책정할 당시 에너지필요추정량(EER)을 산정하기 위해 이중표식수법(DLW)으로 측정한 총에너지소비량(TEE)을 근거로 도출되었다 [26].

① 세계보건기구에서 채택한 에너지소비량 평가 방법

2005년에 한국인 영양소 섭취기준(에너지필요추정량, EER)이 도입되기 이전까지는 한국인을 위한 에너지 권장량, 즉 에너지 평균필요량은 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 채택한 방식인 휴식대사량에 하루 평균 신체활동수준(기존의 활동계수, Physical activity level, PAL)을 곱하는 방법으로 산출하였다 [8]. 이때 휴식대사량(REE)은 산출 공식에 연령, 신장 및 체중을 대입하여 구하였고, 신체활동수준은 (성인을 제외하고) 한국인을 대상으로 측정한 자료가 충분하지 않아서 세계보건기구 [8]에서 제시한 값을 기준으로 추정하여 적용하거나 [42, 43], 신체활동일기를 이용하여 산출한 값을 활용하였다.

[세계보건기구 총에너지소비량 산출 방식]

총에너지소비량(TEE) = 휴식(기초)대사량 × 활동계수

(예: 활동계수가 1.3 이라면, 일상생활에서 휴식대사량의 1.3배에 달하는 강도의 신체활동을 수행함)

그러나 위의 공식으로 계산된 휴식대사량(REE)은 오차가 발생할 수 있고, 신체활동일기를 이용하여 계산된 신체활동수준 역시 일상의 모든 활동을 정확히 기록하는데 있어서의 한계가 있으며, 다양한 신체활동의 강도별 분류상의 문제 등으로 인하여 정확한 평가가 어려운 실정이었다.

② 이중표식수법을 이용한 에너지필요추정량 산출 공식 선정

에너지 평형을 이루는 성인의 경우, 에너지 필요량이 에너지소비량과 같다고 규정함에 따라 가장 정확하게 에너지소비량을 평가하는 방법으로 알려진 이중표식수법(DLW)을 이용하여 측정된 에너지소비량에 근거하여 에너지필요추정량(EER)을 계산하는 산출 공식이 개발되어 이용되고 있다. 미국, 캐나다 및 일본 등에서는 이중표식수법(DLW)으로 측정한 자국민의 에너지소비량을 근거로 개발된 추정식을 이용하여 에너지필요추정량(EER)을 책정하고 있다 [26]. 그러나 우리나라는 한국인 영양소 섭취기준이 새롭게 제시된 2005년부터 2015년도까지, 국립 의학 아카데미(National Academy of Medicine, NAM)에서 이중표식수법(DLW)으로 측정한 총에너지소비량(TEE)에 근거하여 개발된 1일 에너지필요추정량 공식을 이용하여 한국인의 에너지필요추정량(EER)을 산출해 왔다 [44-46]. 앞서 언급하였듯이 이러한 추정식은 미국 등지에서 각 연령대별로 이중표식수법(DLW)을 이용하여 측정한 하루 총에너지소비량(TEE) 결과치를 토대로 하여 도출된 것이다 [26].

우리나라도 2003년 이후 이중표식수법(DLW)으로 에너지소비량을 평가한 연구결과가 보고되고 있으나 [30-37] 아직까지 연령대별로 측정한 대상자 수가 충분하지 않다. 따라서 한국인 영양소 섭취기준을 처음 도입(2005)하면서 적용하였던 에너지필요추정량(EER) 산출 공식을 그대로 적용하고 있다 [46].

(6) 2020년 에너지필요추정량 산출과정

에너지필요추정량(2020 EER)의 설정 방법의 근거를 마련하기 위하여 최근 발표된 다양한 문헌들을 수집하여 분석 및 평가하였다. 2003년 이후로 이중표식수법(DLW)을 이용하여 한국인을 대상으로 수행한 연구결과가 보고 [30-37]되어 왔으나, 아직은 자료가 부족한 실정이다. 이에 2015년과 마찬가지로 2020년에도 한국인을 위한 에너지필요추정량(EER)은 미국의 영양소 섭취기준에서 제시한 공식을 그대로 사용하였다.

[에너지필요추정량(EER)의 산출 공식]

$$\text{에너지필요추정량(EER)} = \alpha + \beta \times \text{연령(세)} + \text{PA} \times [\gamma \times \text{체중(kg)} + \delta \times \text{신장(m)}]$$

*PA(physical activity) = 신체활동단계별(비활동적, 저활동적, 활동적, 매우 활동적) 계수

에너지필요추정량(EER) 계산 공식에 적용되는 상수 및 계수는 표 1과 같고, 신체활동단계별 계수(PA) (표 2)는 2005년, 2010년 및 2015년과 마찬가지로 “저활동적”에 해당하는 값을 사용하였다.

표 1 | 에너지필요추정량 계산 공식에 적용되는 상수 및 계수

		아동 및 청소년(3-18세)		성인(19세 이상)	
		남자	여자	남자	여자
α	상수	88.5	135.3	662.0	354.0
β	연령 계수	- 61.9	- 30.8	- 9.53	- 6.91
γ	체중 계수	26.7	10.0	15.91	9.36
δ	신장 계수	903.0	934.0	539.6	726.0

① 신체활동단계별 계수의 적용

에너지필요추정량(EER) 산출값에 영향을 미치는 중요한 변수로 체중과 신장 및 연령 이외에 신체활동 단계별 계수(PA)를 들 수 있으며, 이는 개인 또는 집단의 신체활동수준(PAL)에 따라 결정된다(표 2). 신체활동수준(PAL)은 일일 평균 신체활동의 강도를 휴식대사량(REE)의 배수로 나타낸 값이다. 따라서 가장 정확한 신체활동수준은 이중표식수법(DLW)으로 측정한 총에너지소비량(TEE)을 간접열량계로 측정한 휴식대사량(REE)으로 나눈 값(PAL = TEE/REE)이다. 그러나 이중표식수법(DLW) 및 간접열량계측정법 모두 실제로 현장에서 사용하기는 어렵다.

그동안 국내에서 신체활동수준(PAL)을 평가한 연구들은 대부분 신체활동일기를 사용해왔다. 즉 신체활동일기에 기록된 다양한 신체활동을 일본 후생노동성(1985년)에서 개발한 신체활동분류표 또는 이를 다소 보완한 분류표에 의거하여 18단계로 분류하고 각 활동 단계별 에너지소비량 값(기초대사량에 대한 배수)에 소요시간을 곱하여 산출하였다. 그러나 이때 사용한 신체활동분류표는 1985년에 일본에서 개발된 것으로 오늘날 한국인의 신체활동을 대변하기에는 시대적 변화를 반영하지 못할 뿐만 아니라, 신체활동의 강도보다는 생활 활동 중심으로 구성되어 있어 정확한 신체활동의 수준을 평가하는데 제한이 많았다.

이에 1993년 Ainsworth 등 [47]에 의해서 개발된 후, 2000년 [48]과 2011년 [49]에 개정된 미국의 Compendium 및 한국인을 대상으로 측정한 신체활동의 에너지소비량 등 [50-52]을 포함한 성인의 신체활동별 에너지소비량 데이터베이스(DB)를 구축하고 이를 이용하여 ‘한국인을 위한 새로운 신체활동분류표’가 개발되어야 한다.

개인의 에너지필요추정량(EER)은 성별과 연령대별 산출 공식에 신장과 체중 그리고 4가지 신체활동단계 중 해당되는 신체활동단계별 계수(PA)를 대입하여 구한다 [4, 26].

【표 2】 에너지필요추정량(EER) 산출 공식에 적용되는 신체활동단계별 계수(PA)

신체활동단계	신체활동수준 (PAL)	신체활동단계별 계수(PA)			
		아동 및 청소년		성인	
		남	여	남	여
비활동적(Sedentary)	1.00-1.39	1.00	1.00	1.00	1.00
저활동적(Low active)	1.40-1.59	1.13	1.16	1.11	1.12
활동적(Active)	1.60-1.89	1.26	1.31	1.25	1.27
매우 활동적(Very active)	1.90-2.50	1.42	1.56	1.48	1.45

앞서 언급한 바와 같이, 2005년, 2010년 및 2015년 모두 에너지필요추정량(EER) 산출 시 모든 연령대에서 ‘저활동적’에 해당하는 신체활동단계별 계수(PA)를 EER 산출 공식에 적용하였다.

아래 표 3에 정리된 바와 같이, 한국인의 신체활동수준(PAL)은 대부분이 ‘저활동적’에 속하는 1.4-1.59를 보였고, 일부 연령층이나 특정 직업군(농업인, 운동선수 등)에서는 좀더 높은 신체활동수준을 보였다. 대부분의 연구에서 신체활동일기를 이용하여 하루 동안 수행한 모든 신체활동을 조사한 후 신체활동 분류표를 참고하여 활동강도에 따라 분류한 후, 각 활동의 소요시간과 활동강도를 적용하여 신체활동수준(PAL)을 산출하였다. 그러나 실제로 신체활동의 범위가 매우 다양하므로 작성한 활동일기를 토대로 활동강도를 분류하고 에너지소비량을 범주화하는 것은 쉽지 않기 때문에 오차 발생의 원인이 되기도 한다.

【표 3】 국내에 보고된 연령별 신체활동수준(Physical Activity Level, PAL)

연령대	출처	남	여
미취학아동 (4-6세)	김재희&김은경(2008) [53]	(주중/주말) 1.35/1.36 ¹⁾ →1.31/1.32 ²⁾	(주중/주말) 1.32/1.31→1.28/1.27
초등학생	이현미&김은경(2007) [54]	(주중/주말) 1.60/1.52→1.55/1.48	(주중/주말) 1.54/1.55→1.50/1.51
	김은경(2018) (DLW법) [35]	1.58	1.55
중학생	FAO/WHO/WHO(1985) [8]	1.65-1.67	1.57-1.58
	미국(2005) [26]	1.70	1.67
	일본(2019) [55]	1.72	1.72
	한국인영양권장량 7차개정(2000) [43]	1.60	1.55
	김영남&나현주(2003) [56]	1.48	1.47
고등학생	FAO/WHO/WHO(1985) [8]	1.60	1.52-1.53
	미국(2005) [26]	1.67	1.60
	일본(2019) [5]	1.71	1.69
	한국인영양권장량 7차개정(2000) [43]	1.53	1.53
	김영남&나현주(2003) [56]	1.51	1.49
	김은경(2009) [57]	(운동군/비운동군) 2.23/1.48	(운동군/비운동군) 2.16/1.46

연령대	출처		남	여
대학생	윤진숙(2002) [58]		1.48	1.46
	최현정(2005) [59]		-	1.74→1.69
	이가희(2006) [60]		-	1.46→1.42
	김은경(2017) (DLW법) [33]	운동군	-	1.97
		비운동군	-	1.60
성인	김은경(2017) (DLW법) [34]		(20-29세) 1.57 (30-39세) 1.50 (40-49세) 1.58	(20-29세) 1.43 (30-39세) 1.45 (40-49세) 1.51
	이정숙(2006) - 영양사 [61]		-	(주중/주말) 1.56/1.52→1.51/1.48
	이선희(2007) [62]-교대근무 경찰		(주간/야간/주말) 1.52/1.75/1.31 →1.48/1.70/1.27	
	김은경(2011) - 농업인 [63]		농번기 2.63	농번기 2.19
	이선희(2012) - 농업인 [64]		농한기 1.37	농한기 1.42

¹⁾ BMR가중치로 신체활동수준 결정

²⁾ 미국 등은 REE 가중치(REE = 1.03*BMR) 이용하므로 이를 적용하여 환산

신체활동일기를 이용하여 신체활동수준(PAL)을 산출하는 방법의 문제점이 인식된 바, 한국인을 대상으로 이중표식수방법(DLW)을 활용하여 신체활동수준(PAL)을 산출하는 연구가 진행되었다 [33-35]. 그 결과를 살펴보면(표 4), 아동의 경우는 초등학생을 대상으로 하였고, 성인의 경우 [34]는 일반 사무직 근로자를 대상으로 하였기에 해당 연령층을 대표할 수도 있겠으나, 노인의 경우 [37]는 규칙적인 운동을 하는 70대 초반의 노인을 대상으로 하였기에 일반적인 노인층을 대표하기에는 제한점이 있다.

표 4 | 이중표식수법(DLW)에 의한 한국인의 신체활동수준(PAL)

구분	성별	신체활동수준(PAL)
아동 [35]	남	1.58±0.20
	여	1.55±0.13
성인 [34]	남	1.55±0.19
	여	1.46±0.16*
노년층 [37]	남	1.83±0.28
	여	1.65±0.19
운동선수, 비운동선수 [33]	여	1.97±0.17
	여	1.60±0.15**

* $P < 0.05$ or ** $P < 0.005$

② 체위분과에서 제시한 2020 체위기준(안) 적용

2020 한국인 영양소 섭취기준 개정을 위하여 체위 분과에서 제안한 체위 참고치를 2015년 체위 기준치와 비교하여 보면, 일부 성별 및 연령대에서 신장과 체중이 변화하였다(표 5). 만 3세 이전에서는 신장과 체중 모두 감소하였고, 3-5세군에서는 신장의 변화는 없고, 단지 체중이 0.2 kg 증가하였다. 신장의 경우, 6세부터 29세까지, 그리고 75세 이상 노인층에서 남녀 모두 최소 0.2 cm에서 최대 2.3 cm까지 감소하였다. 반면 30세부터 74세까지 남녀 모두 최소 0.5 cm에서 최대 1.3 cm까지 증가하였다. 체중은 6-14세 초등학교생, 중학생 남아, 19-29세 성인여자 및 75세 이상의 여자를 제외하고, 전 연령층에서 증가하였다. 체위 변화를 반영한 체질량지수(BMI)의 변화를 살펴보았을 때, 만 3세 이전에서는 0.1-0.9 정도 감소하였고, 남자의 경우, 9-11세에서는 변동이 없었고, 나머지 연령층에서는 0.1-0.9 정도 증가하였다. 여자의 경우 6-18세에서 0.4-0.6 정도 증가하였고, 19세 이상 성인에서는 0.1 정도 감소하였다.

표 5 | 2020 한국인 체위 참고치의 비교(2015 한국인 체위 참고치와 비교)

구분		신장(cm)			체중(kg)			체질량지수(kg/m ²)		
연령(세)		2015	2020	차이	2015	2020	차이	2015	2020	차이
0-5(개월)		60.3	58.3	-2.00	6.2	5.5	-0.70	17.1	16.2	-0.90
6-11(개월)		72.2	70.3	-1.90	8.9	8.4	-0.50	17.1	17.0	-0.10
1-2		86.4	85.8	-0.60	12.5	11.7	-0.80	16.7	15.9	-0.80
3-5		105.4	105.4	0.00	17.4	17.6	0.20	15.7	15.8	0.10
남	6-8	126.4	124.6	-1.80	26.5	25.6	-0.90	16.6	16.7	0.10
	9-11	142.9	141.7	-1.20	38.2	37.4	-0.80	18.7	18.7	0.00
	12-14	163.5	161.2	-2.30	52.9	52.7	-0.20	19.8	20.5	0.70
	15-18	173.3	172.4	-0.90	63.1	64.5	1.40	21.0	21.9	0.90
	19-29	174.8	174.6	-0.20	68.7	68.9	0.20	22.5	22.6	0.10
	30-49	172	173.2	1.20	66.6	67.8	1.20	22.5	22.6	0.10
	50-64	168.4	168.9	0.50	63.8	64.5	0.70	22.5	22.6	0.10
	65-74	164.9	166.2	1.30	61.2	62.4	1.20	22.5	22.6	0.10
	75 이상	163.3	163.1	-0.20	60	60.1	0.10	22.5	22.6	0.10
여	6-8	125	123.5	-1.50	25	25	0.00	16.0	16.4	0.40
	9-11	142.9	142.1	-0.80	35.7	36.6	0.90	17.5	18.1	0.60
	12-14	158.1	156.6	-1.50	48.5	48.7	0.20	19.4	20.0	0.60
	15-18	160.9	160.3	-0.60	53.1	53.8	0.70	20.5	21.0	0.50
	19-29	161.5	161.4	-0.10	56.1	55.9	-0.20	21.5	21.4	-0.10
	30-49	159	159.8	0.80	54.4	54.7	0.30	21.5	21.4	-0.10
	50-64	155.4	156.6	1.20	51.9	52.5	0.60	21.5	21.4	-0.10
	65-74	152.1	152.9	0.80	49.7	50.0	0.30	21.5	21.4	-0.10
	75 이상	147.1	146.7	-0.40	46.5	46.1	-0.40	21.5	21.4	-0.10

(7) 2020년 에너지필요추정량 설정의 원칙

지난 2015년 한국인 영양소 섭취기준 개정 시, <2005년부터 한국인 영양소 섭취기준에서 에너지필요추정량(EER) 산출 시 사용하고 있는 추정식은 이중표식수법(DLW)을 이용하여 미국과 캐나다인을 대상으로 개발된 것이므로 한국인에게 적용 시의 정확도(타당도)가 검증되어야 함>이 지적된 바 있다.

지난 5년간 한국인을 대상으로 이중표식수법(DLW)을 이용하여 에너지필요추정량(EER) 산출식(dietary reference intake equations, DRI equations)의 정확도를 평가한 연구들이 몇 편 [33-35, 37] 보고되었다. 이중 성인을 대상으로 이중표식수법(DLW)으로 측정한 1일 총에너지소비량(TEE)과 DRI 공식을 이용하여 산출된 에너지필요추정량(EER)과의 상관관계를 분석한 결과(그림 7), 남자($r=0.783$, $P<0.001$)와 여자($r=0.810$, $P<0.001$) 모두 의미 있는 양의 상관관계를 보였다.

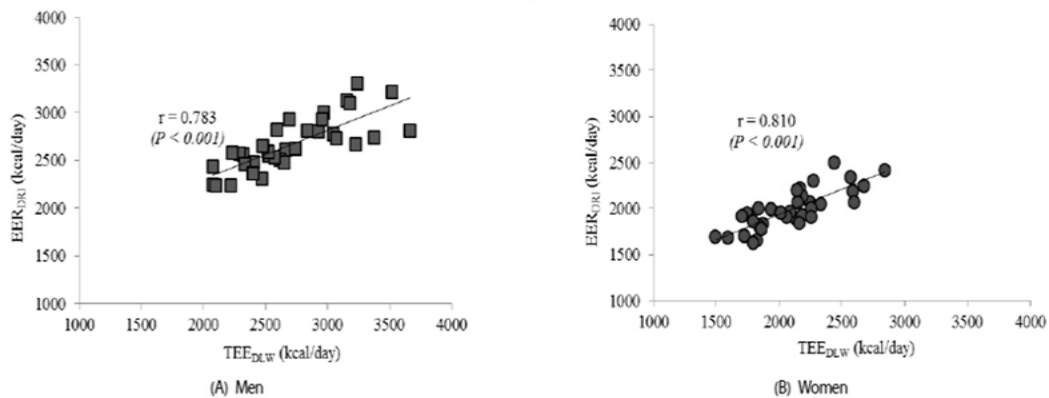


그림 7 1일 총에너지소비량(TEE_{DLW})과 에너지필요추정량(EER_{DRI})과의 상관관계

한편, 이중표식수(DLW)를 이용하여 한국인에서 DRI 공식(EER 산출식)의 타당도(정확도)를 평가한 결과를 요약한 결과는 표 6과 같다. DRI 공식(EER 산출식)의 정확도 평가 시, 산출값이 이중표식수(DLW)를 이용하여 측정한 총에너지소비량(TEE_{DLW})을 기준으로 90-110%에 해당되면 정확한 것(accurate)으로, 90% 이하이면 과소(under) 평가한 것으로, 110% 이상이면 과대(over) 평가한 것으로 보고하였다. 그 결과를 살펴보면(표 6), 남녀 각각 성인에서는 77.1%와 62.9%가, 노인에서는 64.0%와 74.0%가 정확하게 평가된 것으로 나타나, 한국인 성인과 노인에서 DRI 공식의 적용은 타당한 것으로 나타났다. 아동(초등학생)의 경우 여아에서는 63.6%의 정확도를 보였으나, 남아에서는 28.6%의 낮은 정확도를 보였고, 64.3%의 과대평가율을 보였다. 또한 운동선수(테니스 여자 선수)의 경우 비운동선수인 일반 여대생의 정확도(85.7%)에 비하여 37.5%의 매우 낮은 정확도를 보였다.

따라서 아동 및 운동선수 등의 에너지필요추정량(EER) 설정을 위해서는 이들을 위한 별도의 공식이 필요하겠으나, 한국인 성인과 노인에 있어서는 현재 사용하고 있는 DRI 공식(EER 산출식)을 적용하는 것은 가능한 것으로 나타났다.

【표 6】 한국인에 있어서 DRI 공식(에너지필요추정량 산출식)의 정확도 평가

Groups	Gender	Prediction(%)		
		Accurate ¹⁾	Under ²⁾	Over ³⁾
아동 [35]	남	28.6	7.1	64.3
	여	63.6	27.3	9.1
성인 [34]	남	77.1	11.4	11.4
	여	62.9	28.6	8.6
노년층 [37]	남	64.0	36.0	0
	여	74.0	26.0	0
운동선수, 비운동선수 [33]	여	37.5	37.5	25.0
	여	85.7	0	14.3

¹⁾ 90% of TEE_{DLW} < EER_{DRI} < 110% of TEE_{DLW}

²⁾ EER_{DRI} < 90% of TEE_{DLW}

³⁾ EER_{DRI} > 110% of TEE_{DLW}

이에 2020년 에너지필요추정량(EER)은 2005년 한국인 영양섭취기준이 처음 도입되면서 적용되었던 에너지필요추정량 공식이 그대로 적용되어 산출되었다. 이때 2020년 체위 참고치를 반영하되, 2020년 체위를 적용하여 산출된 에너지필요추정량(EER)의 원값에 대해 반올림 또는 올림 등의 계산방법을 적용하여 상향 조정하게 된다면, 우리 국민의 (비만유병률 및 관련 만성퇴행성질환 유병률을 고려할 때) 비만 및 이로 인한 만성퇴행성질환 유병률을 높이는 결과를 초래할 것이다. 이에 산출값을 100 kcal 단위로 절삭하였으며, 감소분에 대해서도 100 kcal 단위로 절삭하였다.

2020년 한국인 영양소 섭취기준 개정을 위한 에너지필요추정량(EER) 제정 원칙을 다음과 같이 정하였다.

첫째, 2015년에 사용하였던 에너지필요추정량 산출 공식을 그대로 적용한다.

둘째, 2020년도에 변경된 체위 참고치를 적용하여 에너지필요추정량을 계산한다.

셋째, 최근 한국인의 비만유병률을 고려하여 위의 산출값을 100 kcal 단위로 절삭하며, 감소분에 대해서도 100 kcal 단위로 절삭한다.

넷째, 신체활동단계는 ‘저활동적’을 적용하되, ‘활동적’ 및 ‘매우 활동적’ 신체활동수준에 해당하는 에너지필요추정량을 별도의 표로 제시한다.

에너지필요추정량(EER) 계산 공식에 연령대별 및 성별에 따라 적용되는 상수 및 계수를 적용한 최종 EER 산출식은 아래 표 7과 같다.

【 표 7 】 연령대별 에너지필요추정량(EER) 산출식

구분	연령	총에너지소비량(TEE) 산출공식	생애단계별 추가필요량
영아	0-5개월	$[89 \times \text{체중(kg)} - 100]$	+115.5
	6-11개월		+22
유아	1-2세	남: $88.5 - 61.9 \times \text{연령(세)} + PA \times [26.7 \times \text{체중(kg)} + 903 \times \text{신장(m)}]$ [PA = 1.0(비활동적), 1.13(저활동적), 1.26(활동적), 1.42(매우 활동적)]	+20
	3-5세		+20
아동	6-8세	여: $135.3 - 30.8 \times \text{연령(세)} + PA \times [10.0 \times \text{체중(kg)} + 934 \times \text{신장(m)}]$ [PA = 1.0(비활동적), 1.16(저활동적), 1.31(활동적), 1.56(매우 활동적)]	+25
	9-11세		
청소년	12-14세	남: $662 - 9.53 \times \text{연령(세)} + PA \times [15.91 \times \text{체중(kg)} + 539.6 \times \text{신장(m)}]$ [PA = 1.0(비활동적), 1.11(저활동적), 1.25(활동적), 1.48(매우 활동적)]	-
	15-19세		
성인	20세 이상	여: $354 - 6.91 \times \text{연령(세)} + PA \times [9.36 \times \text{체중(kg)} + 726 \times \text{신장(m)}]$ [PA = 1.0(비활동적), 1.12(저활동적), 1.27(활동적), 1.45(매우 활동적)]	초기+0
	임신부		중기+340
	수유부		말기+450

* 국내 연구논문자료 분석을 통해 우리나라 국민의 신체활동은 대부분 '저활동적'에 속하고 있어, 총 에너지소비량(TEE) 계산을 위한 PA는 '저활동적'에 해당하는 신체활동단계별 계수(표2)를 적용하였음.

2-2 에너지 섭취기준 및 한국인 섭취실태

앞에서 언급한 생애주기별 에너지필요추정량(EER) 설정방법을 토대로 2020년도에 제시된 체위기준을 적용하여 성인 남녀의 에너지필요추정량(EER)을 산출하였다.

(1) 영아기(1세 미만)

영아 전기(0-5개월)의 에너지섭취량은 체중측정방법(Test weighing method)을 이용하여 하루에 섭취한 모유의 양을 측정한 후 모유의 에너지 함량을 곱하여서 구하였다. 하루 모유 섭취량의 추정은 매번 수유 전후 측정한 영아의 체중의 차이를 1회 섭취량으로 하여 24시간 동안 합산한 값을 1일 섭취량으로 하였다. 영아 전기의 모유섭취량은 생후 4주부터 20주까지의 성숙유 섭취량을 측정한 국내 논문의 결과를 활용하여 계산하였다(표 8). 영아 전기의 하루 모유섭취량은 평균 677-782 mL이었고, 2015년도 한국인 영양소 섭취기준 마련 시 조사된 결과 이외에 추가된 사항이 없어 2015년과 마찬가지로 780 mL로 정하였다(영아 모유섭취량 참고). 또한 1-5개연령 모유의 평균 에너지 함량은 약 65 kcal/dL이므로, 해당 연령 영아의 하루 에너지섭취량은 $510 \text{ kcal}(0.65 \text{ kcal/mL} \times 780 \text{ mL} = 507 \approx 510 \text{ kcal})$ 이었다.

【표 8】 영아 전기(1-5개월)의 에너지섭취량에 대한 연구결과

출처	대상자 (명)	연령 (개월)	모유의 에너지 함량 (kcal/dL)	영아의 에너지섭취량 (kcal/일)
안홍석&정지윤 (1998) [65]	33/26	1-3/ 4-6	63.0/68.5 (평균 65.4)	523/533 (평균 527.4)
임현숙 등 (1993) [66]	9	1/2/3	67.1/59.0/56.1 (평균 59.6)	520.5/418.3/425.1 (평균 452.8)
구재옥 등 (1996) [67]	6	1/2/3	96.0/87.0/89.0 (평균 91.0)	765.4/664.0/705.3 (평균 714.4)
김을상&이종숙 (2002) [68]	16	1/2/3/4 /5	66.1/68.3/60.1/58.9/60.6 (평균 62.8)	435.0/484.6/442.4/416.0/414.5 (평균 438.5)
문수재 등 (1992) [69]	18	1/1.5/3	64.5/61.9/63.1 (평균 63.2)	-/450.0/-
배현숙 등 (1996) [70]	43	2	56.0	445.5
최경순&김을상 (1997) [71]	23	2	56.0	445.5
한영희 (2009) [72]	19	1/2/4/5	65.0	494.0/556.1/571.3/570.1 (평균 547.9)

모유와 함께 이유 보충식을 하는 영아 후기의 에너지섭취량 자료는 매우 부족하였다. 연구보고에 따르면, 1990년-2000년대 초까지는 6-11개월 영아들의 조제유 섭취 비율이 높았기 때문에 조제유와 보충식을 섭취하는 영아를 대상으로 한 자료가 상대적으로 많았다. 표 9에 따르면 해당 개월의 영아에서 모유와 보충식을 섭취한 총 25명의 영아는 평균 617.2 kcal을, 조제유와 보충식을 섭취한 총 182명의 영아는 평균 730.5 kcal을, 보충식만 섭취한 총 13명의 영아는 평균 668.8 kcal의 에너지를 섭취한 것으로 보고되었다 [64]. 또한, 6-11개월 영아들이 보충식으로부터 섭취한 열량을 살펴보면 [71-73], 모유와 보충식을 섭취한 영아는 평균 356 kcal, 조제유와 보충식을 섭취한 영아는 평균 307 kcal인 것으로 파악되었다(표 9).

【표 9】 영아 후기(6-11개월)의 에너지섭취량에 대한 연구결과

출처	연령 (개월)	영아(명)	영아의 총에너지 섭취량 (kcal/일)	이유보충식을 통한 에너지섭취량(kcal/일)
안홍석&정지윤 (1998) [65]	7-9	모유+보충식(5)	556.7	자료 없음
		조제유+보충식(21)	640.8	
		보충식(13)	668.8	
		평균	639.4	
안홍석&염성신 (2003) [73]	8-12	조제유+보충식(42)	844.5	356.0
장수정 등 (2004) [74]	7-11	조제유+보충식(108)	773.9	268.4

출처	연령 (개월)	영아(명)	영아의 총에너지 섭취량 (kcal/일)	이유보충식을 통한 에너지섭취량(kcal/일)
한영희 (2009) [72]	6-12	모유+보충식(20)	677.6	356.1
		조제유+보충식(11)	662.8	296.6
		평균	672.3	

영아의 에너지필요추정량(EER)은 영아의 에너지소비량에 성장에 필요한 에너지축적량(추가 필요량)을 더하여 산출하였다. 영아의 에너지소비량은 이중표식수법(DLW)을 사용하여 조사한 결과 [26]를 바탕으로, 성별에 관계없이 $<89 \text{ kcal/일} \times \text{체중(kg)} - 100 \text{ kcal/일}>$ 로 보고된 것을 적용하였다 [26]. 성장에 필요한 에너지축적량은 미국의 자료 [26]를 이용하여 영아 전기는 115.5 kcal/일, 영아 후기는 22.0 kcal/일을 적용하였다. 따라서 영아의 에너지필요추정량(EER)은 우리나라 영아의 전기와 후기의 표준체중(각각 5.5 kg과 8.4 kg)을 적용하여 아래와 같이 산출하였다. 2015년과 비교하여 2020년도에는 영아의 표준체위가 감소하였을 뿐만 아니라, 전반적인 비만 유병률을 고려하여 모든 연령층에 100 단위 절삭을 적용하는 원칙에 따라 다음과 같이 설정하였다.

표 10 | 영아기 에너지필요추정량(EER) 산출식 및 설정 요약

연령(개월)	에너지필요추정량(EER)	
	산출식(산출값)	설정값 (kcal/일)
영아 전기(0-5)	$(89 \text{ kcal/kg/일} \times 5.5 \text{ kg} - 100 \text{ kcal/일}) + 115.5 \text{ kcal/일} = 505 \text{ kcal/일}$	500
영아 후기(6-11)	$(89 \text{ kcal/kg/일} \times 8.4 \text{ kg} - 100 \text{ kcal/일}) + 22 \text{ kcal/일} = 669.6 \text{ kcal/일}$	600

(2) 성장기(1-18세)

유아와 아동의 에너지필요추정량(EER)은 에너지소비량에 성장에 필요한 추가필요량을 합산하여 산출하였다. 1-8세의 유아 및 아동의 성장에 필요한 에너지필요량은 남녀 모두 20 kcal/일로 책정하였고, 9-18세 아동은 남녀 모두 25 kcal/일로 책정하였다 [26]. 1-2세까지의 유아는 영아에 적용한 산출 방식과 마찬가지로 신체활동수준을 적용하지 않았고, 에너지 추가필요량 20 kcal/일을 적용하였다 [26]. 3-5세의 유아는 신체활동수준(PAL) 별로 에너지필요추정량(EER)이 달리 계산되었다.

김 등 [35]에 따르면 이중표식수법(DLW)으로 평가한 초등학교생의 신체활동수준(PAL)은 남녀 각각 1.58 ± 0.20 과 1.55 ± 0.13 으로 '저활동적' 수준에 해당하였다. 한편, 미국에서 보고한 3-8세 유아 및 아동의 신체활동수준(PAL)은 남아 1.39, 여아 1.48이었고, 9-13세 아동의 신체활동 수준은 남아 1.56, 여아 1.60으로 제시되었는데 [26], 이는 모두 '저활동적' 활동수준에 해당한다. 따라서 우리나라 유아 및 아동의 에너지필요추정량(EER) 산출 시에도 '저활동적' 신체활동수준을 기본으로 적용하였다.

청소년(12-18세)은 중·고등학생에 해당되는 연령군으로, 이들의 에너지필요추정량(EER)은 유아(3-5세) 및 아동(6-11세)에게 적용한 산출공식의 총에너지소비량(TEE)에 성장에 필요한 에너지를 추가로 더하였으

며, 이때 성장에 소요되는 필요에너지는 미국 DRI 자료 [26]를 바탕으로 9-11세 아동과 동일하게 하루 25 kcal로 하였다. 우리나라 청소년의 대부분은 하루 일과의 많은 부분을 대학입시 준비와 관련된 학습활동(학교 및 학원 수강, 야간 자율학습, 보충학습 등)에 할애하고 있으므로, 신체활동량이 부족한 ‘저활동적’ 수준으로 보고되었다(표 3). 따라서 우리나라 청소년의 에너지필요추정량(EER)은 ‘저활동적’ 신체활동수준을 적용하여 산출하였다. 그러나 청소년 중에서도 신체활동수준(PAL)이 중강도 또는 고강도인 경우, 별도의 에너지필요추정량(EER)이 제안되어야 할 것이다(표 16 참조).

위와 같은 과정을 통하여 계산된 성장기(1-18세)의 에너지필요추정량(EER) 산출값으로부터 최종 수치를 결정할 때는 앞서 제시한 바와 같이 증가하고 있는 비만유병률을 고려하여 100 kcal 단위로 절삭하였다.

표 11 | 성장기 에너지필요추정량(EER) 산출식 및 설정요약

연령(세)	에너지필요추정량(EER)	
	산출식(산출값)	설정값(kcal/일)
1-2	$(89 \text{ kcal/kg/일} \times 11.7 \text{ kg} - 100 \text{ kcal/일}) + 20 \text{ kcal/일} = 961 \text{ kcal/일}$	900
3-5	남자: $88.5 - 61.9 \times 4(\text{세}) + 1.13 \times [26.7 \times 17.6(\text{kg}) + 903 \times 1.054(\text{m})] + 20 \text{ kcal/일} = 1,476 \text{ kcal/일}$ 여자: $135.3 - 30.8 \times 4(\text{세}) + 1.16 \times [10.0 \times 17.6(\text{kg}) + 934 \times 1.054(\text{m})] + 20 \text{ kcal/일} = 1,378 \text{ kcal/일}$ 평균값: 1,423 kcal/일	1,400
남자	6-8 $88.5 - 61.9 \times 7(\text{세}) + 1.13 \times [26.7 \times 25.6(\text{kg}) + 903 \times 1.246(\text{m})] + 20 \text{ kcal/일} = 1,719 \text{ kcal/일}$	1,700
	9-11 $88.5 - 61.9 \times 10(\text{세}) + 1.13 \times [26.7 \times 37.4(\text{kg}) + 903 \times 1.417(\text{m})] + 25 \text{ kcal/일} = 2,069 \text{ kcal/일}$	2,000
	12-14 $88.5 - 61.9 \times 13(\text{세}) + 1.13 \times [26.7 \times 52.7(\text{kg}) + 903 \times 1.612(\text{m})] + 25 \text{ kcal/일} = 2,544 \text{ kcal/일}$	2,500
	15-18 $88.5 - 61.9 \times 16.5(\text{세}) + 1.13 \times [26.7 \times 64.5(\text{kg}) + 903 \times 1.724(\text{m})] + 25 \text{ kcal/일} = 2,797 \text{ kcal/일}$	2,700
여자	6-8 $135.3 - 30.8 \times 7(\text{세}) + 1.16 \times [10.0 \times 25.0(\text{kg}) + 934 \times 1.235(\text{m})] + 20 \text{ kcal/일} = 1,568 \text{ kcal/일}$	1,500
	9-11 $135.3 - 30.8 \times 10(\text{세}) + 1.16 \times [10.0 \times 36.6(\text{kg}) + 934 \times 1.421(\text{m})] + 25 \text{ kcal/일} = 1,816 \text{ kcal/일}$	1,800
	12-14 $135.3 - 30.8 \times 13(\text{세}) + 1.16 \times [10.0 \times 48.7(\text{kg}) + 934 \times 1.566(\text{m})] + 25 \text{ kcal/일} = 2,021 \text{ kcal/일}$	2,000
	15-18 $135.3 - 30.8 \times 16.5(\text{세}) + 1.16 \times [10.0 \times 53.8(\text{kg}) + 934 \times 1.603(\text{m})] + 25 \text{ kcal/일} = 2,013 \text{ kcal/일}$	2,000

* 신체활동수준에 따른 신체활동계수(PA)

남자 PA = 1.0(비활동적), 1.13(저활동적), 1.26(활동적), 1.42(매우 활동적)

여자 PA = 1.0(비활동적), 1.16(저활동적), 1.31(활동적), 1.56(매우 활동적)

(3) 성인기(19-64세)

성인(19세 이상)의 에너지필요추정량(EER)은 성장을 위한 에너지 축적량 없이 추정 공식의 산출값, 즉, 총에너지소비량(TEE)과 같다. 한국 성인의 신체활동수준(PAL)은 특수 활동(운동선수, 고강도의 육체적 노동자)을 하는 사람을 제외하고 일반적으로 1.60 미만인 ‘저활동적’ 상태인 것으로 보고되었다(표 3). 최근, 김 등 [34]은 이중표식수법(DLW)을 이용하여 한국인 성인의 신체활동수준(PAL)을 분석한 바(표 4) 남녀 각각 1.55 ± 0.19 및 1.46 ± 0.16 으로 ‘저활동적’ 수준(표 2)에 해당하였다. 따라서 성인의 에너지필요추정량(EER) 산출시 신체활동단계별 계수(PA)는 남녀 각각 ‘저활동적’ 수준에 해당하는 1.11과 1.12를 대입하였다. 최근 ‘저활동적’ 수준 보다 높은 신체활동을 하는 성인들도 증가하는 추세여서 이들을 위한 별도의 에

너지필요추정량(EER)을 산출하여 제시되어야 할 것이다(표 16 참조). 성인(19세 이상)의 경우 연령에 따라 19-29세, 30-49세 및 50-64세로 구분하였는데, 이는 연령군에 따른 체격(신장, 체중)의 차이에 따른 분류일 뿐 모든 성인에서 동일한 공식을 적용하여 에너지필요추정량(EER)을 산출하였다.

2020년도에 제시된 체위기준을 적용하여 성인 남녀의 에너지필요추정량(EER)을 구하되, 우리나라의 비만 문제를 고려하여, 에너지필요추정량(EER)이 상승하는 것에 대한 우려를 최소화하기 위하여 제시값은 100 kcal 단위로 절삭하였다.

【표 12】 성인기 에너지필요추정량(EER) 산출식 및 설정요약

연령(세)		에너지필요추정량(EER)	
		산출식(산출값)	설정값(kcal/일)
남자	19-29	$662-9.53 \times 24(\text{세}) + 1.11 \times [15.91 \times 68.9(\text{kg}) + 539.6 \times 1.746(\text{m})] = 2,696 \text{ kcal/일}$	2,600
	30-49	$662-9.53 \times 39.5(\text{세}) + 1.11 \times [15.91 \times 67.8(\text{kg}) + 539.6 \times 1.732(\text{m})] = 2,520 \text{ kcal/일}$	2,500
	50-64	$662-9.53 \times 57(\text{세}) + 1.11 \times [15.91 \times 64.5(\text{kg}) + 539.6 \times 1.689(\text{m})] = 2,270 \text{ kcal/일}$	2,200
여자	19-29	$354-6.91 \times 24(\text{세}) + 1.12 \times [9.36 \times 55.9(\text{kg}) + 726 \times 1.614(\text{m})] = 2,087 \text{ kcal/일}$	2,000
	30-49	$354-6.91 \times 39.5(\text{세}) + 1.12 \times [9.36 \times 54.7(\text{kg}) + 726 \times 1.589(\text{m})] = 1,954 \text{ kcal/일}$	1,900
	50-64	$354-6.91 \times 57(\text{세}) + 1.12 \times [9.36 \times 52.5(\text{kg}) + 726 \times 1.566(\text{m})] = 1,784 \text{ kcal/일}$	1,700

* 신체활동수준에 따른 신체활동계수(PA)

남자 PA = 1.0(비활동적), 1.11(저활동적), 1.25(활동적), 1.48(매우 활동적)

여자 PA = 1.0(비활동적), 1.12(저활동적), 1.27(활동적), 1.45(매우 활동적)

(4) 노인기(65세 이상)

최근 우리나라에서 65세 이상 노인층(평균 연령 남자 71.1세, 여자 72.2세)을 대상으로 이중표식수법(DLW)을 이용하여 측정한 신체활동수준(PAL)은 남녀 각각 1.97 ± 0.17 과 1.60 ± 0.15 로 보고되었으나 [37], 이들 대상자는 노인복지회관에서 규칙적인 운동에 참여하는 노인이었기에 우리나라 노인의 평균적인 신체활동수준(PAL)으로 보기 어렵다. 외국에서 이중표식수법(DLW)으로 노인의 신체활동수준을 평가한 연구들을 살펴보면, 70-75세의 노인층을 대상으로 한 연구 [75-79]가 있으며, 75세 노인의 신체활동수준(PAL)을 측정한 후 82세 때 다시 측정한 연구에서 보고한 남녀 노인의 신체활동수준(PAL)은 1.68이었다 [80]. 이처럼 몇몇 연구에서 노인층을 대상으로 한 연구가 있으나 아직 부족한 실정이며, 80세 이상의 노인에 대한 자료는 전무한 실정이다. 따라서, 2020년도에도 2015년도와 마찬가지로 노인층의 에너지필요추정량(EER) 산출 시 신체활동수준(PAL)을 '저활동적'을 적용하였다. 향후 이중표식수법(DLW)을 이용하여 75세 이상 또는 고령층 노인의 신체활동수준(PAL)의 평가가 필요하다.

2020년도에 제시된 체위 기준을 적용하여 노인층의 에너지필요추정량(EER)을 구하되, 우리나라의 비만 문제를 고려할 때, 에너지필요추정량(EER)이 과도하게 상승하는 것에 대한 우려가 있으므로 이를 최소화하기 위하여, 다른 연령층과 마찬가지로 최종 제시값은 100 kcal 단위로 절삭하였다.

【 표 13 】 노인기 에너지필요추정량(EER) 산출식 및 설정요약

연령(세)		에너지필요추정량(EER)	
		산출식(산출값)	설정값(kcal/일)
남자	65-74	$662 - 9.53 \times 69.5(\text{세}) + 1.11 \times [15.91 \times 62.4(\text{kg}) + 539.6 \times 1.662(\text{m})] = 2,097 \text{ kcal/일}$	2,000
	75이상	$662 - 9.53 \times 75(\text{세}) + 1.11 \times [15.91 \times 60.1(\text{kg}) + 539.6 \times 1.631(\text{m})] = 1,986 \text{ kcal/일}$	1,900
여자	65-74	$354 - 6.91 \times 69.5(\text{세}) + 1.12 \times [9.36 \times 50.0(\text{kg}) + 726 \times 1.529(\text{m})] = 1,641 \text{ kcal/일}$	1,600
	75이상	$354 - 6.91 \times 75(\text{세}) + 1.12 \times [9.36 \times 46.1(\text{kg}) + 726 \times 1.467(\text{m})] = 1,512 \text{ kcal/일}$	1,500

* 신체활동수준에 따른 신체활동계수(PA)

남자 PA = 1.0(비활동적), 1.11(저활동적), 1.25(활동적), 1.48(매우 활동적)

여자 PA = 1.0(비활동적), 1.12(저활동적), 1.27(활동적), 1.45(매우 활동적)

(5) 임신기

임신부의 경우 해당 연령의 일반 성인 여자의 에너지필요추정량(EER)에 임신에 따른 에너지소비량 증가분과 모체 조직의 성장에 필요한 에너지 축적량을 추가로 더하여 산출하였다. 2005년, 2010년 및 2015년 세 차례에 걸쳐 19세 이상의 가임기 성인 여자의 체위 참고치를 비교하여 보면, 2005년과 2010년에는 체위의 변화가 없었으나 2015년에는 신장 1.5-2.0 cm, 체중 1.9-2.2 kg 가량 증가하였고, 2020년에는 2015년도와 비교하여 20대에서 신장이 0.1 cm, 체중이 0.2 kg 감소하였고, 30-40대에서는 신장이 0.8 cm, 체중이 0.3 kg 증가하였다. 그러나 2005년 이후 임신부의 기초대사량(BEE)과 신체활동별 에너지소비량과 모체조직의 성장에 따른 에너지요구량 등에 관한 국내 연구 문헌 자료가 거의 없어 기존 문헌을 활용하여 산출한 2015년도와 동일하게 적용하였다. 연구보고에 따르면, 임신 분기에 따른 기초대사량(BEE)의 증가 비율은 각각 4%, 7% 및 19%인 반면, 신체활동으로 소비되는 에너지는 임신 25주까지는 유의한 변동이 없고, 그 이후에는 약 10-19% 증가하였다 [81]. 또한, 임신부의 식사성 발열효과(TEF)는 일반 성인 여자와 큰 차이가 없는 것으로 보고되었다 [82].

위의 자료에 근거하여 미국 [26]에서는 임신 1/3 분기에는 임신에 따른 에너지소비량 증가분 및 모체 조직 내 에너지 축적량이 없는 것으로 간주하였다. 따라서 이 시기의 임신부의 에너지필요추정량(EER)은 성인 여자의 에너지필요추정량(EER)과 동일하게 정하였다. 임신 2/3분기와 3/3분기에 있어서 임신에 의한 에너지소비량 증가분은 미국이 제시한 계산식 [26]에 2020년 한국 여자(19-29세)의 체위 기준인 체중(55.9 kg)을 대입하여 주(week) 당 에너지소비량 증가분(8 kcal/주)을 계산하였다. 여기에 임신기간(주)을 곱하여 계산한 값은 각각 약 160 kcal와 약 272 kcal였다. 이 시기의 에너지 축적량은 기존 미국자료(국내 결과와 유사함)를 그대로 적용하였고, 이는 임신기간 중 체내 축적되는 단백질(약 925 g)과 지방(약 1.9-5.9 kg)의 양을 근거로 하여 산출된 값이다. 한국인 여자에서 임신기간 중의 체중 증가량(약 12.2-14.6 kg)과 신생아의 체중(약 3.27-3.39 kg)이 미국 자료와 큰 차이가 없으므로 임신 중의 에너지 축적량은 다르지 않을 것 [83]으로 판단하여 적용한 것이다. 또한, 임신 초기(약 2달)에는 임신 여부를 인지하지 못할 수도 있고, 입덧으로 인한 식사 섭취량이 감소할 수 있으므로 임신으로 인해 증가된 총 에너지량을 (280일에서 60일을 제외한) 220일로 나누어 산출한 값, 180 kcal/일을 임신 2/3분기와 3/3분기의 체조직 증가에 필요

한 에너지로 계산하였다. 즉, 임신 1/3분기에는 에너지필요추정량(EER)을 추가 설정하지 않았고, 임신 2/3분기와 3/3분기에는 임신하지 않은 성인 여성의 에너지필요추정량(EER)에 임신에 따른 에너지소비량 증가분과 에너지 축적량의 합계인 340(160+180) kcal와 450(272+180=452를 반올림) kcal를 추가하여 에너지 필요추정량(EER)을 설정하였다 [26].

【 표 14 】 임신기 에너지필요추정량(EER) 추가분 설정요약

구분	A.에너지소비량 증가분 (kcal/일)	B.에너지 축적량 (kcal/일)	합 계(A+B) (kcal/일)	
			계산값	조정값
임신 1/3분기	0 kcal/일	0 kcal/일	0	0
임신 2/3분기	160 kcal/일	180 kcal/일	340	+340
임신 3/3분기	272 kcal/일	180 kcal/일	452	+450

(6) 수유기

수유부의 에너지필요추정량(EER)에 대한 추가량은 수유기간 중의 에너지소비량 변화, 모유 분비에 필요한 에너지와 모체에 저장된 지방조직에서 동원되는 에너지 등을 고려하여 설정하였다(표 15). 이때, 모유의 에너지 밀도와 1일 모유분비량은 2015년 한국인 영양소 섭취기준을 참고하여 각각 65 kcal/100 mL와 780 mL/일을 적용하였고 [65, 68-71, 84, 85], 수유부 모체에 저장된 여분의 에너지로부터 제공되는 에너지는 170 kcal/일 [66]을 적용하였다. 수유부의 일상생활 중의 에너지소비량은 일반 성인 여자와 별다른 차이가 없는 것으로 보고되었으므로 [86], 수유부의 에너지필요추정량(EER)은 비수유 여성의 에너지필요추정량(EER)에 모유로 방출되는 에너지($0.65 \text{ kcal/mL} \times 780 \text{ mL} = 507 \approx 510 \text{ kcal}$)를 더하고, 수유부의 저장 지방조직에서 동원되는 에너지(170 kcal)를 빼는 방법으로 계산하였다.

【 표 15 】 수유기 에너지필요추정량(EER) 추가분 설정요약

구분	A. 에너지소비량 증가분 (kcal/일)	B. 잉여에너지 축적량 (kcal/일)	합 계(A-B) (kcal/일)
수유기	510	170	340

(7) 신체활동단계(저활동적, 활동적 및 매우 활동적)에 따른 에너지 필요추정량

앞서 제시한 2020년 한국인 영양소 섭취기준 개정을 위한 에너지필요추정량(EER) 제정 원칙에서, 신체 활동단계는 2015년과 같이 ‘저활동적’을 그대로 적용하되, ‘활동적’ 및 ‘매우 활동적’ 신체활동수준에 해당하는 에너지필요추정량을 별도의 표로 제시하기로 한 바 있다. 이에 신체활동단계별 에너지필요추정량을 제시하면 표 16과 같다. 이때 영아(0-5개월, 6-11개월) 및 유아(1-2세)의 에너지필요추정량 산출식에는 신체 활동단계별 계수가 포함되지 않으므로, 신체활동단계에 따른 구분이 어렵다.

또한, 성별에 따른 남녀를 구분한 에너지필요추정량(EER) 산출식의 적용은 3세부터 시작된다. 그러나, 한국인 영양소 섭취기준에서 성별(남녀)에 따른 구분은 6세 이후부터 이다. 이에 3-5세의 에너지필요추정량(EER)을 제시할 때는, 남아와 여아의 각기 공식을 이용하여 산출한 값의 평균값을 남아와 여아 동일하게 제시하고 있다.

그러나 이와 같은 자료를 활용하고자 하는 경우, 산출식에서 적용된 신체활동단계의 판단 기준이 되는 신체활동수준(표 2 및 표 3 참조)에 대한 사전 평가가 필요하다. 현재 신체활동수준(PAL)을 평가할 수 있는 방법으로는 신체활동일기를 이용하는 방법이 있으나, 이 방법의 타당도를 높이기 위하여 한국인에게 적절한 신체활동분류표의 개발이 필요하다.

【 표 16 】 신체활동단계(저활동적, 활동적, 매우활동적)별 2020 에너지필요추정량(EER) 산출값 및 최종 제시값

성별	연령	2020 EER 산출값			2020 EER 최종 제시값		
		저활동적	활동적	매우활동적	저활동적	활동적	매우활동적
	신체활동수준(PAL)	1.40~1.59	1.60~1.89	1.90~2.50	1.40~1.59	1.60~1.89	1.90~2.50
영아	0-5(개월) ¹⁾	505			500		
	6-11(개월) ¹⁾	670			600		
유아	1-2(세) ¹⁾	961			900		
	3-5(세) ²⁾	1,423	1,602	1,861	1,400	1,600	1,800
	남	1,467	1,652	1,880			
	여	1,378	1,552	1,842			
남자	6-8(세)	1,719	1,954	2,243	1,700	1,900	2,200
	9-11세	2,069	2,365	2,729	2,000	2,300	2,700
	12-14세	2,544	2,916	3,374	2,500	2,900	3,300
	15-18	2,797	3,224	3,748	2,700	3,200	3,700
	19-29	2,696	2,981	3,450	2,600	2,900	3,400
	30-49	2,520	2,802	3,265	2,500	2,800	3,200
	50-64	2,270	2,541	2,986	2,200	2,500	2,900
	65-74	2,097	2,362	2,796	2,000	2,300	2,700
	75 이상	1,985	2,242	2,665	1,900	2,200	2,600
여자	6-8(세)	1,568	1,778	2,129	1,500	1,700	2,100
	9-11세	1,816	2,070	2,494	1,800	2,000	2,400
	12-14세	2,021	2,314	2,801	2,000	2,300	2,800
	15-18	2,013	2,318	2,827	2,000	2,300	2,800
	19-29	2,087	2,341	2,646	2,000	2,300	2,600
	30-49	1,954	2,205	2,506	1,900	2,200	2,500
	50-64	1,784	2,028	2,321	1,700	2,000	2,300
	65-74	1,641	1,878	2,162	1,600	1,800	2,100
	75 이상	1,512	1,736	2,006	1,500	1,700	2,000

¹⁾ 영아(0-5개월, 6-11개월) 및 유아(1-2세)의 에너지필요추정량 산출식에는 신체활동단계별계수가 포함되지 않으므로, 신체활동단계에 따른 구분이 없음.

²⁾ 성별에 따른 남녀를 구분한 에너지필요추정량(EER) 산출식의 적용은 3세부터 시작됨. 그러나, 한국인 영양소 섭취기준에서 성별(남녀)에 따른 구분은 6세 이후부터 임. 이에 3-5세의 에너지필요추정량(EER)은 각기 다른 공식을 이용하여 산출한 남아와 여아의 산출값의 평균값으로 제시하였음.

(8) 연령대별 일일 평균 에너지섭취량과의 2020 에너지필요추정량과의 비교

최근 5년(2013-2017)간의 국민건강영양조사 자료에서 보고된 일일 평균 에너지섭취량과 2020 에너지필요추정량(EER)을 비교하면 다음 표 17과 같다.

표 17 | 연령대별 일일 평균 에너지섭취량과 조정된 2020 에너지필요추정량(EER) 비교

연령(세)	대상자수	에너지섭취량(A) (kcal/일)		2015(EER)	2020(EER) (B)	% EER [(A/B)×100] (평균에너지 섭취량 대비 2020EER)	EER 변동량 (2020-2015)
		평균	중위값				
0-5개월	-	-	-	550	500	-	-50
6-11개월	-	-	-	700	600	-	-100
1-2	312	1133.3	1052.9	1,000	900	125.9	-100
3-5	534	1435.0	1330.5	1,400	1,400	102.5	0
남자							
6-8(세)	250	1798.2	1718.9	1,700	1,700	105.8	0
9-11	211	2094.2	1987.9	2,100	2,000	104.7	-100
12-14	219	2438.6	2263.6	2,500	2,500	97.5	0
15-18	230	2559.8	2355.5	2,700	2,700	94.8	0
19-29	446	2398.6	2243.2	2,600	2,600	92.3	0
30-49	1311	2478.7	2310.3	2,400	2,500	99.1	100
50-64	817	2325.5	2201.9	2,200	2,200	105.7	0
65-74	334	2029.5	1883.2	2,000	2,000	101.5	0
75 이상	190	1808.9	1717.0	2,000	1,900	95.2	-100
여자							
6-8(세)	260	1551.3	1488.9	1,500	1,500	103.4	0
9-11	219	1871.0	1786.6	1,800	1,800	103.9	0
12-14	190	1858.2	1772.6	2,000	2,000	92.9	0
15-18	204	1823.2	1730.0	2,000	2,000	91.2	0
19-29	475	1794.6	1645.9	2,100	2,000	89.7	-100
30-49	1818	1749.7	1647.1	1,900	1,900	92.1	0
50-64	848	1696.5	1631.4	1,800	1,700	99.8	-100
65-74	197	1609.7	1557.3	1,600	1,600	100.6	0
75 이상	184	1305.4	1218.2	1,600	1,500	87.0	-100

% EER = (A/B)×100 = (에너지섭취량/2020 EER)×100

대부분의 연령대(여자 19-29세, 75세 이상 및 유아 1-2세를 제외)에서 일일 평균 에너지섭취량은 2020 에너지필요추정량의 91.2-105.8%를 보여, 2020 에너지필요추정량(EER) 값과 실제 에너지섭취량과 비슷한 수준을 보였다. 여자에서 19-29세와 75세 이상에서는 2020 에너지필요추정량(EER) 대비 에너지 섭취비율이 각각 89.7%와 87.0%로 실제 평균 에너지섭취량이 2020 에너지필요추정량(EER) 보다 다소 낮은 수준이었다. 2020 에너지필요추정량(EER)과 2015 에너지필요추정량(EER)을 비교해보면 몇몇 연령대에서 100 kcal가 감소된 것으로, 섭취량에 좀 더 가까워졌다. 1-2세의 경우, 2020 에너지필요추정량(EER) 대비 에너지 섭취비율은 125.9%로 평균 에너지섭취량이 2020 에너지필요추정량(EER) 보다 다소 높은 것으로 나타났다. 1-2세의 2020 에너지필요추정량(EER)은 2015 에너지필요추정량(EER)과 비교할 때, 해당 연령대에서 100 kcal가 감소되었다. 소아비만율의 증가 및 소아비만이 성인비만으로의 연결 등을 고려할 때, 1-2세의 2020 에너지필요추정량(EER)은 적절한 것으로 판단된다. 단, 영유아 체위 변화 추세, 비만 발생률 및 이환율 등을 장기적으로 관찰하고 비교하여, 그 결과를 향후 에너지필요량 설정에 반영할 필요성이 있다.

2-3. 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준

서두에 언급한 바와 같이 에너지는 다른 영양소와는 달리 권장섭취량이나 상한섭취량의 개념이 적용될 수 없다. 무엇보다도 섭취에너지와 소비에너지간의 균형이 중요하다. 섭취에너지와 소비에너지가 동일한 상태가 되면 에너지 균형이 맞아 현재 체중을 유지할 수 있지만, 섭취에너지가 소비에너지 보다 높으면 양의 에너지 균형이 되어 남은 에너지는 체지방의 형태로 체내에 축적되어 체중이 증가하고, 반대로 섭취에너지가 소비에너지보다 낮으면 음의 에너지 균형이 되어 체중이 감소하게 된다. 더욱이, 최근 우리 국민의 비만유병률과 비만과 관련된 만성퇴행성질환 유병률의 증가를 고려할 때, 에너지는 성별과 연령별 체위 기준(신장과 체중)에 따라 정확한 에너지필요추정량(EER)을 산정하여 제시하는 것이 중요하다.

3

안전확보를 위한 섭취기준

앞서 언급하였듯이 에너지는 권장섭취량이나 상한섭취량을 적용하지 않고, 에너지필요추정량(EER)으로 산출된다.

표 17 한국인의 1일 에너지 섭취기준

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

4

식품의 에너지 함량 및 주요 급원식품

인체가 필요로 하는 에너지는 매일 섭취하는 식품을 통해서 공급받기 때문에 총에너지소비량(TEE)을 결정하는 데에 있어서 어떤 식품을 얼마나 섭취하였는지를 정확하게 파악해야 한다. 식품 속의 에너지 함량은 bomb(열량계)를 이용하여 측정하는데, 사방이 물로 둘러싸인 작은 방 안에 무게를 알고 있는 식품의 일 정량을 넣고 태울 때 방출되는 열이 방을 둘러싸고 있는 물의 온도를 몇도 올리는지를 측정함으로써 식품의 에너지 함량을 알아내는 방법이다. 이때 물 1 kg을 14.5℃에서 15.5℃로 1℃ 올리는데 필요한 에너지를 1 kcal라고 표현할 수 있다. 식품 속 영양소 중에서 에너지를 공급하는 영양소는 탄수화물, 지방, 단백질이고 기타 알코올이다. 생리적 에너지의 평균 함량은 탄수화물 4 kcal/g, 지방 9 kcal/g, 단백질 4 kcal/g, 알코올 7 kcal/g이며, 이들 각 영양소의 g 당 평균 kcal를 아트워터계수(Atwater's calorie factors)라고 한다. 생리적 에너지는 물리적 에너지 함량에 평균 소화율(탄수화물 97%, 지방 95%, 단백질 92% 흡수)을 적용하여 산출된다. 예를 들면, 탄수화물의 중 전분의 물리적 에너지는 4.18 kcal/g, 설탕은 3.94 kcal/g, 포도당은 3.72 kcal/g 이며, 지방 중 버터는 9.21 kcal/g, 동물성지방은 9.48 kcal/g 이며, 단백질 중 육류단백질은 5.35 kcal/g, 달걀단백질은 5.58 kcal/g 이라고 할 때, 이 값에 평균 소화율을 적용하여 생리적 에너지 값을 산출하는 것이다 [87]. 우리나라 식품성분표의 식품 에너지 함량은 이러한 계수를 적용하여 산출된 것이다. 에너지를 내는 영양소의 물리적 에너지와 생리적 에너지 함량의 예가 표 19에 제시되었다 [88].

표 19 에너지 영양소의 물리적 에너지(연소 에너지)와 생리적 에너지(대사 에너지)

구분		물리적 에너지 ¹⁾ (kcal/g)	O ₂ (kcal/L)	RQ ²⁾ (CO ₂ /O ₂)	생리적 에너지 ³⁾ (kcal/g)
탄수화물	전 분	4.18	5.05	1.0	
	설탕	3.94	5.02	1.0	4.0
	포도당	3.72	4.99	1.0	
지방		9.44	4.69	0.71	9.0
단백질	완전 연소	5.60			
	체내 대사	4.70	4.66	0.84	4.0
알코올		7.09	4.86	0.67	7.0

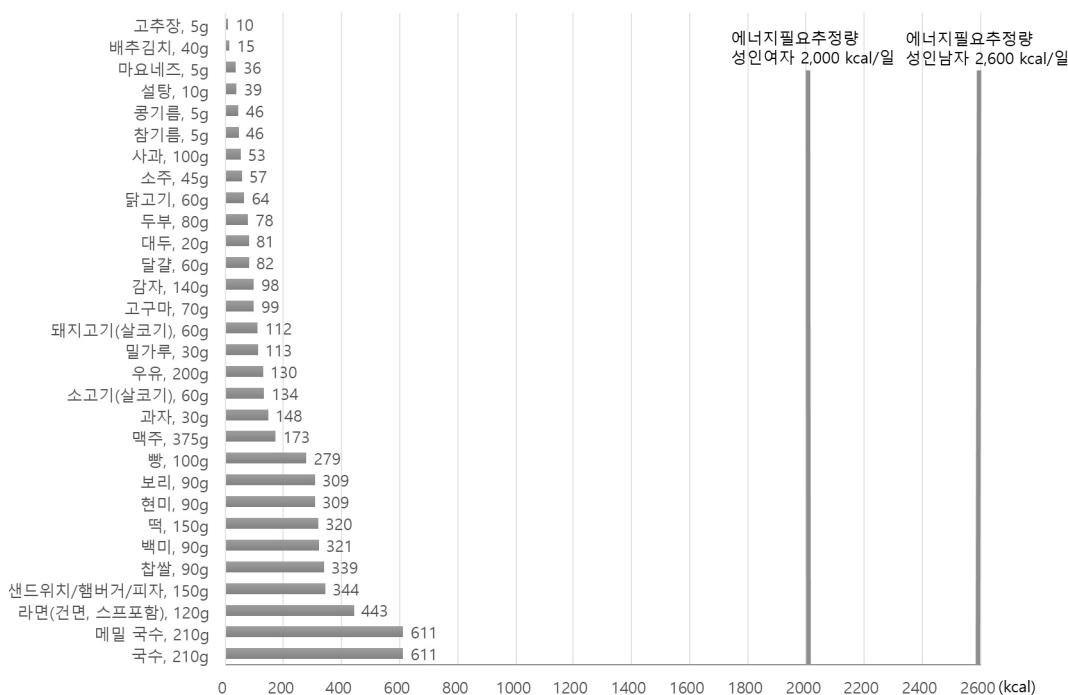
¹⁾ Bomb calorimeter 내의 열량가, ²⁾ 호흡률(Respiratory quotient), ³⁾ 아트워터 계수(Atwater's calorie factors)

표 20과 그림 8은 에너지의 주요 급원식품 및 에너지 함량(식품 100 g [89] 및 1회 분량 기준 [46])에 대한 상위 30개 식품 정보를 제시하고 있다 [46, 88-90]. 우리나라 사람들의 1회 분량을 통해 섭취하는 에너지가 높은 식품은 대부분 곡류군(국수, 메밀국수, 참쌀, 백미, 떡, 현미, 보리, 빵, 과자, 밀가루 등)에 속하였고, 그 다음으로 육류군(소고기, 돼지고기, 달걀, 두부, 닭고기 등), 유제품(우유), 유지류(참기름, 콩기름, 마요네즈)가 차지하였다. 또한 라면, 샌드위치, 햄버거, 피자과 같은 패스트푸드와 주류(맥주, 소주)도 1회 분량당 높은 에너지 함량을 보였다. 한편, 국가표준식품성분표 [89]에서 100 g 당 에너지 함량이 높은 식품에는 대부분 유지류가 포함된다(표 21).

【표 20】 에너지 주요 급원식품 및 함량(100 g 당 함량)

급원식품 순위	급원식품	함량 (kcal/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (kcal/100 g)
1	백미	357	16	사과	53
2	돼지고기(살코기)	186	17	배추김치	37
3	소고기(살코기)	223	18	밀가루	375
4	라면(건면, 스프포함)	369	19	보리	343
5	빵	279	20	고구마	141
6	소주	127	21	찹쌀	377
7	국수	291	22	두부	97
8	우유	65	23	메밀 국수	291
9	과자	494	24	마요네즈	711
10	떡	213	25	샌드위치/햄버거/피자	229
11	달걀	136	26	설탕	387
12	닭고기	107	27	참기름	917
13	콩기름	915	28	고추장	205
14	맥주	46	29	감자	70
15	현미	343	30	대두	407

1) 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 에너지 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [89]) 자료를 활용하여 에너지 주요 급원식품 상위 30위 산출

【그림 8】 에너지 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

1) 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 에너지 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [89]) 자료를 활용하여 에너지 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [46])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출, 19~29세 성인 에너지필요추정량 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교

표 21 | 에너지 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (kcal/100 g)	함량 순위	식품	함량 (kcal/100 g)
1	돼지기름	941	16	옥수수기름	919
2	쇼트닝	941	17	참기름	917
3	쇠기름	940	18	콩기름	915
4	면실유	921	19	복숭아씨기름	911
5	쌀겨기름	921	20	양기름	902
6	올리브유	921	21	연어기름	902
7	잇꽃씨기름	921	22	닭기름	900
8	코코넛유	921	23	땅콩기름	884
9	팜유	921	24	아마씨유	884
10	해바라기유	921	25	아보카도유	884
11	혼합식물성유	921	26	호두유	884
12	들기름	920	27	버터	761
13	유채씨기름	920	28	마카다미아넛, 볶은것	720
14	포도씨유	920	29	마가린	714
15	고추기름	919	30	마요네즈, 전란	711

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [89]

5

향후 2025 섭취기준 개정을 위한 제언

5-1. 섭취기준 설정에서 제기된 문제

에너지필요추정량(EER)은 추정식에 성별과 연령대를 구분하여 해당 시기의 연령, 체위 및 신체활동단계 별 계수(PA)를 반영하여 에너지필요추정량(EER)을 산출하고 있다. 또한 성인기 이전에는 생애 주기의 특징에 따라 추가필요량을 더해준다. 현재의 연령 구분에서는 노년기를 65-74세와 75세 이상으로 구분하고 있으나, 성인기의 에너지필요추정량(EER) 산출식을 그대로 노인기에도 적용하고 있다. 노년기는 신체 기능과 대사가 성인기와 다르고, 특히 기대수명의 증가로 80세, 나아가 90세 이상의 고령자 인구수도 증가하고 있다. 따라서, 2025년 한국인 영양소 섭취기준 설정 시에는 노년기를 세분화하고, 각 해당시기에 적절한 에너지필요추정량(EER) 산출식이 개발되어 이용되어야 할 것이다.

성별에 따른 남녀를 구분한 에너지필요추정량(EER) 산출식의 적용은 3세부터 시작된다. 그러나 한국인 영양소 섭취기준에서는 6세 이후부터 성별(남녀)에 따른 구분을 하고 있다. 따라서, 3-5세의 에너지필요추정량(EER)을 제시할 때는, 성별에 따른 각각 다른 공식을 이용하여 산출한 서로 다른 두 값의 평균값을 남아와 여아 모두에게 동일하게 제시하고 있다. 2025년도에는 3-5세에서 체위기준치 및 산출 공식이 서로 다른 남아와 여아의 에너지필요추정량(EER)을 구별하여 제시하는 방법에 대하여 검토해 볼 필요가 있다.

5-2. 과학적 근거가 부족한 사항

2020년도에 제시하는 에너지필요추정량(EER)의 공식과 적용된 체위는 과학적인 연구자료를 바탕으로 검토하고 정리된 것이다. 그러나 일부 계층(임신부 및 수유부)에서 최신의 자료가 부재하여 2015년도에 적용하였던 자료를 그대로 적용하여 2020년도 산출값을 제시하였는데, 2025년도에는 해당 계층에서의 연구자료가 더 마련된다면 좀더 최적의 결과를 제시할 수 있을 것이다.

5-3. 향후 2025 섭취기준 개정을 위해 필요한 과제

(1) 한국인을 대상으로 이중표식수법(DLW)을 이용하여 에너지필요추정량(EER) 산출공식 개발

2005년부터 2020년 현재까지 한국인 영양소 섭취기준에서 에너지필요추정량(EER) 산출 공식으로 사용하고 있는 추정식은 이중표식수법(DLW)을 이용하여 미국과 캐나다인을 대상으로 개발된 것으로 한국인에게 적용 시 타당도 검증의 필요성이 거론된 바 있다. 최근 국내에서도 일부 한국인(초등학생, 대학생, 성인, 노년층 등)을 대상으로 이중표식수법(DLW)을 이용하여 에너지소비량 측정 연구 [31~38]가 수행된 점은 큰 발전이라 할 수 있다. 그러나 한국인을 위한 에너지필요추정량(EER) 산출공식이 개발되기 위해서는 영유아와 75세 이상의 노년층을 포함하여 각 계층별로 좀 더 많은 대상자를 포함하는 이중표식수법(DLW)을 이용한 연구결과가 필요하다. 또한 정상범위의 체질량지수(BMI)를 가진 사람 외에도 저체중, 과체중 및 비만인의 에너지필요추정량 설정 방법에 대한 연구도 필요할 것이다.

(2) 한국인의 신체활동수준에 대한 연구

2015년 에너지필요추정량(EER)을 제시할 때, 우리나라도 일본처럼 신체활동단계(I, II, III)에 따른 에너지필요추정량을 제시할 것을 제안한 바 있다. 최근 들어 우리나라에서도 건강 및 운동의 중요성이 부각되면서, 저활동부터 고강도까지의 다양한 신체활동을 규칙적으로 하는 인구가 증가하고 있다. 이에 2020 에너지필요추정량(EER) 설정 시에는 ‘저활동적’ 신체활동단계별 계수(PA)를 적용하고, 이외는 별도로 ‘활동적’ 또는 ‘매우 활동적’ 신체활동수준에 해당하는 에너지필요추정량을 제시하였다.

그러나 이와 같은 자료를 활용하고자 하는 경우, 산출식에서 적용된 신체활동단계의 판단 기준이 되는 신체활동수준에 대한 사전 평가가 필요하다. 신체활동단계에 따른 차별화된 에너지필요추정량이 현장에서 실질적으로 적용되려면 이중표식수법(DLW)을 이용하여 다양한 계층의 신체활동수준(PAL)에 대한 연구가 수행되어야 한다. 또한 개인의 신체활동수준을 평가할 수 있는 다양한 방법(도구)들이 개발되어야 한다. 예를 들어, 한국인을 위한 신체활동분류표의 개발과 함께 이를 이용한 활동일기를 활용하는 방법 및 스마트폰이나 어플리케이션을 이용한 신체활동수준의 평가 방법에 대한 연구가 필요하다.

(3) 산출식에 적용하는 체위에 대한 해석(참조 체중 적용)

미국의 DRI에서 에너지필요추정량(EER)을 설정한 과정 [26]을 살펴보면 건강을 유지하는데 이상적인 체위를 적용한다고 하였다(The estimated energy requirement is defined as the dietary energy intake that is predicted to maintain energy balance in a healthy adult of a defined age, gender, weight, height, and level of physical activity consistent with good health) [26]. 일본은 에너지필요추정량(EER) 산출시 우리나라에서 사용중인 미국/캐나다의 산출 공식을 따르지 않고, 자체의 참조 체중과 신체활동수준을 적용한 공식인 <기초대사기준치(kcal/kg/day)×참조체중(kg, reference weight)×신체활동수준(PAL)>을 사용하고 있다 [55]. 특히 일본은 2015년도부터 DRI에서 에너지필요추정량(EER)을 산출할 때, 건강체질량지수(healthy BMI) 유지의 중요성에 초점을 두고 있다. 이에 2020년 DRI에서는 동아시아 및 2016 일본 NHNS 등의 코호트 자료에 기반하여 건강을 유지하기 위한 연령대별 건강체질량지수(healthy BMI) 범위를 설정하였고, 이에 해당하는 참조체중(reference weight)을 에너지필요추정량(EER) 산출에 적용하고 있다 [5, 91]. 또한 신체활동수준(PAL)도 미국/캐나다에서 제시한 값이 아닌 일본 국민을 대상으로 도출된 결과를 사용하고 있는데, 성인은 이중표식수법(DLW)에 의해 도출된 결과를 적용하였고, 소아청소년은 이중표식수법(DLW)에 의한 실측값과 외국자료를 함께 활용하여 적용하고 있다.

따라서, 우리나라도 건강 체질량지수(Healthy BMI)에 대한 개념을 정리하고, 해당 범위에 대한 정의가 필요하다. 향후 일본 DRI의 에너지필요추정량(EER) 산출 방법을 우리나라에 적용하여 비교해 볼 필요가 있다.

참고문헌

1. 김숙희, 김선희, 김정선, 김주현, 윤균애, 이다희, 이상선, 정혜경. 고급영양학: 제 9장 에너지 균형과 체중조절. 라이프사이언스 2006;244-264.
2. Groff JL, Gropper SS, Hunt SM. Advanced nutrition and human metabolism. 5th ed. West Publishing Company, St Paul, MN USA, 2009.
3. 박미정. 에너지 항상성 조절 및 비만의 병태생리에 관한 최신지견. 대한소아과학회지 2005;48(2):126-137.
4. 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 2002;102(11):1621-1630.
5. 일본후생노동성, 독립행정법인국립건강영양연구소, 사단법인 전국 영양사 양성시설협회, 특정 비영리활동법인 일본 영양개선학회, 사단법인 일본 영양 식량학회. 식사 섭취기준에 대한 세미나 자료. 일본, 2004;p.2-6.
6. WHO(world health organization). Obesity and overweight Fact sheet N°311, Updated April 2020 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
7. 질병관리본부. 국민건강영양조사 제8기 3차년도. 2019.
8. FAO/WHO/UNU. Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, WHO Technical Report Series No. 724. Geneva: WHO, 1985.
9. Owen OE, Kaval E, Owen RS, Polansky M, Mozzoli MA, Kendrick ZV, Bushman MC, Boden G. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. Am J Clin Nutr 1986;44(1):1-19.
10. Levine JA. Non-exercise activity thermogenesis(NEAT). Nutr Rev 2004;62:s82-s97.
11. Grund A, Krause H, Kraus M, Siewers M, Rieckert H, Müller MJ. Association between different attributes of physical activity and fat mass in untrained, endurance- and resistance-trained men. Eur J Appl Physiol 2001;84(4):310-320.
12. 김명희, 김은경. 성인 남녀의 식사성 발열효과 및 식후 영양소 산화율. 한국영양학회지 2011;44(6):507-517.
13. 이명주, A.Fahmy Arif Tsani, 김은경. 버터와 참기름을 함유한 지방 식사의 식이성 발열효과, 영양소 산화율 및 포만도. 대한지역사회영양학회지 2012;17(2):215-225.
14. 손희령, 이명주, 김은경. 중쇄중성지방(MCT)의 식이성 발열효과, 영양소 산화율 및 포만도. 대한지역사회영양학회지 2015;20(6):468-478.

15. Webb P. Energy expenditure and fat-free mass in men and women. *Am J Clin Nutr* 1981;34:1816-1826.
16. St-Onge MP, Gallagher D. Body composition changes with aging: the cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition* 2010;26(2):152-155.
17. DuBois D, DuBois EF. The measurements of the surface area of man. *Arch Intern Med* 1915;15:868-875.
18. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Basal Metabolism in Man. Carnegie Ins. Washington, D.C. USA, 1919;p.279.
19. Cunningham JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction Trumboquation. *Am J Clin Nutr* 1991;54(6):963-969.
20. Weinsier RL, Schutz Y, Bracco D. Reexamination of the relationship of resting metabolic rate to fat-free mass and to the metabolically active components of fat-free mass in humans. *Am J Clin Nutr* 1992;55(4):790-794.
21. Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Speakman JR. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. *Am J Clin Nutr* 2005;82(5):941-948.
22. Weyer C, Snitker S, Rising R, Bogardus C, Ravussin E. Determinants of energy expenditure and fuel utilization in man: effects of body composition, age, sex, ethnicity and glucose tolerance in 916 subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999;23(7):715-722.
23. Bosy-Westphal A, Kossel E, Goele K, Later W, Hitze B, Settler U, Heller M, Gluer C, Heymsfield S, Muller M. Contribution of individual organ mass loss to weight loss-associated decline in resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr* 2009;90(4):993-1001.
24. Weststrate JA, Dekker J, Stoel M, Begheijn L, Deurenberg P, Hautvast JG. Resting energy expenditure in women: impact of obesity and body-fat distribution. *Metabolism* 1990;39(1):11-17.
25. Nicklas BJ, Goldberg AP, Bunyard LB, Poehlman ET. Visceral adiposity is associated with increased lipid oxidation in obese, postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1995;62(5):918-922.
26. Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. The National Academies Press Washington D.C. USA, 2005;p.107-264.

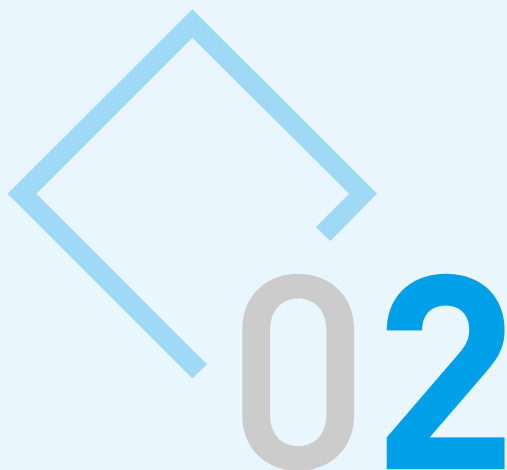
27. Levine JA. Measurement of energy expenditure. *Public Health Nutr* 2005;8(7A):1123-1132.
28. Lifson N, Gordon GB, McClintock R. Measurement of total carbon dioxide production by means of D₂O¹⁸. *J Appl Physiol* 1955;7:704-710.
29. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109(1-2):1-9.
30. 이상직, 김형렬. 이중표식수법에 의한 프로축구선수의 총에너지소비량 측정평가. *운동영양학회지* 2003;7(3):241-246.
31. 윤진숙, 김은경, 김정현, 김명희. 이중표식수법을 이용한 에너지 소비량-2차년도: 휴식기대사량 및 신진활동량- 추정연구. 질병관리본부 학술연구용역과제보고서. 2013.
32. Park JH, Ishikawa-Takata K, Lee SJ, Kim EK, Lim KW, Kim HR, Lee IS, Tanaka S. Association between daily step counts and physical activity level among Korean elementary schoolchildren. *J Exerc Nutrition Biochem* 2016;20(3):51-55.
33. Ndahimana D, Lee SH, Kim YJ, Son HR, Ishikawa-Takata K, Park JH, Kim EK. Accuracy of dietary reference intake predictive equation for estimated energy requirements in female tennis athletes and non-athlete college students: comparison with the doubly labeled water method. *Nutr Res Pract* 2017;11(1):51-56.
34. Kim EK, Kim JH, Kim MH, Ndahimana D, Yean SE, Yoon JS, Kim JH, Park JH, Ishikawa-Takata K. Validation of dietary reference intake equations for estimating energy requirements in Korean adults by using the doubly labeled water method. *Nutr Res Pract* 2017;11(4):300-306.
35. Kim EK, Ndahimana D, Ishikawa-Takata K, Lee SJ, Kim HR, Lim KW, Lee IS, Tanaka S, Kim YJ Choi YJ, Ju MJ, Park JH. Validation of Dietary Reference Intakes for predicting energy requirements in elementary school-age children *Nutr Res Pract* 2018;12(4):336-341.
36. Park JH, Ishikawa-Takata K, Lee SJ, Kim EK, Lim KW, Kim HR, Lee IS, Tanaka S. Comparison of daily physical activity parameters using objective methods between overweight and normal-weight children *J Sport Health Sci* 2018;7(2):210-217.
37. Ndahimana D, Go NY, Ishikawa-Takata K, Park JH, Kim EK. Validity of the dietary reference intakes for determining energy requirements in older adults *Nutr Res Pract* 2019;13(3):256-262.
38. 전지혜, 고나영, 이모란, Didace Ndahimana, 김은경. 남자 노인에서 에너지 섭취 조사를 위한 24시간 회상법의 정확도 평가 -이중표식수법을 사용하여-. *대한지역사회영양학회지* 2018;23(6):516-524.

39. Ferrannini E. The theoretical bases of indirect calorimetry: A review. *Metabolism* 1988;37:287-301.
40. Matarese LE. Indirect calorimetry: Technical aspect. *J Am Diet Assoc* 1997;97:154-60.
41. Stewart CL, Goody CM, Branson R. Comparison of two systems of measuring energy expenditure. *J Parenter Enteral Nutr* 2005;29(3):212-217.
42. 한국영양학회. 한국인 영양권장량. 서울, 1995.
43. 한국영양학회. 한국인 영양권장량 제 7차 개정. 중앙문화사, 서울, 2000;p.33-41.
44. 한국영양학회. 2005 한국인 영양소 섭취기준. 서울, 2005.
45. 한국영양학회. 2010 한국인 영양섭취기준. 도서출판 한아름기획, 서울, 2010.
46. 한국영양학회. 2015 한국인 영양소 섭취기준. 서울, 2015
47. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(1):71-80.
48. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9s):S498-516.
49. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett JR DR, Tudor-Loxke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS. 2011 Compendium of Physical Activities: A Second Update of Codes and MET Values. *Med. Sci. Sports Exerc* 2011;43(8):1575-1581.
50. 최연정, 주문정, 박정혜, 박종훈, 김은경. 성인의 13가지 신체활동의 에너지 소비량 및 가속도계 정확성의 남녀비교. *한국영양학회지* 2017;50(6):552-564.
51. 김예진, 왕취상, 김은경. 대학생의 트레드밀 걷기활동과 자율적 걷기활동을 통한 에너지소비량 측정 - 간접열량계와 가속도계를 이용하여 -. *대한지역사회영양학회지* 2016;21(6):1-13.
52. 김예진, 안해선, 김은경. 고등학생의 비만여부에 따른 8가지 걷기활동의 에너지소비량 비교- 간접 열량계와 허리와 발목에 착용한 가속도계를 이용하여-. *대한영양사협회학술지* 2017;23(1):78-93.
53. 김재희, 김은경. 미취학아동의 1일 활동량, 활동계수의 평가 및 유아교육시설의 실외놀이실태. *대한지역사회영양학회지* 2009;14(6):777-788.
54. 이현미, 김은경. 농촌지역 초등학교생의 1일 평균 보행수, 활동량 및 활동계수 평가. *대한지역사회영양학회지* 2007;12(3):361-371.
55. 일본후생노동성, 일본인 식사 섭취 기준 연구단체 보고서(안). 2019.

56. 김영남, 나현주. 중·고등학교 남·여 청소년의 에너지 소비실태, 대한지역사회영양학회지 2003;8(3):270-279.
57. 김은경, 김귀선, 박지선. 운동군과 비운동군 고등학생의 활동량, 활동계수, 예측 휴식대사량, 1일 에너지 및 영양소 섭취량의 비교. 대한영양학회 학술지 2009;15(1):52-68.
58. 윤진숙, 김기진, 김정희, 박영숙, 구재옥. 한국성인의 영양권장량 설정 및 국민식생활프로그램 개발연구-에너지를 중심으로- 보건복지부 건강증진기금연구사업보고서 2002;p. 121.
59. 최현정, 송주미, 김은경. 여대생의 1일 보행수, 활동계수, 신체조성, 휴식대사량 및 에너지 소비량의 평가. 대한영양학회 학술지 2005;11(2):159-169.
60. 이가희, 김명희, 김은경. 남녀 대학생에 있어서 휴식대사량 예측공식의 정확도 평가. 대한지역사회영양학회지 2009;14(4):462-473.
61. 이정숙, 이가희, 김은경. 영동지역 영양사의 1일 보행수, 활동계수 및 에너지 소비량 평가. 대한영양학회 학술지 2006;12(3):277-288.
62. 이선희, 박지선, 김은경. 교대근무경찰의 1일보행수, 활동량 및 활동계수의 평가. 한국영양학회지 2007;40(6):576-583.
63. 김은경, 이선희, 고수영, 연서은, 최정숙. 농번기 농업인의 에너지필요추정량 설정을 위한 활동량 및 신체활동수준 평가. 대한지역사회영양학회지 2011;16(6):751-761.
64. 이선희, 연서은, 손희령, 최정숙, 김은경. 에너지필요추정량 설정을 위한 농한기 농업인의 에너지 섭취량 및 신체활동수준의 평가. 대한지역사회영양학회지 2012;17(5):652-663.
65. 안홍석, 정지윤. 도시 저소득층 지역의 모자 영양 및 섭식에 관한 생태학적 연구- III. 영양아의 섭취와 성장 발육. 대한지역사회영양학회지 1998;3(2):174-189.
66. 임현숙, 이정아, 허영란, 이종임. 모유영양아와 인공영양아의 에너지, 단백질, 지질, 락토오섭취량에 관한 연구. 한국영양학회지 1993;26(3):325-337.
67. 구재옥, 최정숙, 김원경. 모유영양아와 인공영양아의 성장과 에너지 및 단백질 대사에 관한 종단적 연구. 지역사회영양학회지 1996;1(1):47-65.
68. 김을상, 이종숙. 모유영양아의 수유기간별 에너지, 단백질, 지질과 유당 섭취량. 한국영양학회지 2002;35(7):771-778.
69. 문수재, 이민준, 김정현, 강정선, 안홍석, 송세화, 최문희. 수유 기간에 따른 모유의 총질소, 총지질 및 젖당 함량변화와 모유 영양아의 에너지 섭취에 관한 연구. 한국영양학회지 1992;25(3):233-247.
70. 배현숙, 이동환, 안홍석. 영양공급양상에 따른 2개연령 영양의 영양소 섭취에 관한 연구, 한국영양

- 학회지 1996;29(1):77-88.
71. 최경순, 김을상. 채식 수유부의 수유기간별 영아의 에너지, 단백질, 지질, 락토오스 섭취량에 관한 연구. 한국영양학회지 1997;30(5):512-519.
72. 한영희. 모유, 조제분유, 액상대두영아식을 먹은 영아의 엽산, 철, 아연, 구리 영양상태 평가. 3년 종단연구[박사 학위논문]. 충북대학교, 청주, 2009.
73. 안홍석, 엄성신. 서울지역 일부 영유아의 영양소 섭취에 관한 연구. 한국모자보건학회지 2003;7(4):179-191.
74. 장수정, 신지혜, 이연숙. 서울 일부지역의 조제유수유 영유아에서 조제유 및 이유보충식에 의한 영양소섭취 실태조사. 대한지역사회영양학회지 2004;9(3):251-262.
75. Reilly JJ, Lord A, Bunker VW, et al. Energy balance in healthy elderly women. Br J Nutr 1993;69:21-27.
76. Sawaya AL, Saltzman E, Fuss P, et al. Dietary energy requirements of young and older women determined by using the doubly labeled water method. Am J Clin Nutr 1995;62:338-344.
77. Bonnefoy M, Normand S, Pachiardi C, et al. Simultaneous validation of ten physical activity questionnaires in older men: a doubly labeled water study. J Am Geriatr Soc 2001;49:28-35.
78. Yamada Y, Yokoyama K, Noriyasu R, et al. Light-intensity activities are important for estimating physical activity energy expenditure using uniaxial and triaxial accelerometers. Eur J Appl Physiol 2009;105:141-152.
79. Colbert LH, Matthews CE, Havighurst TC, et al. Comparative validity of physical activity measures in older adults. Med Sci Sports Exerc 2011;43:867-876.
80. Cooper JA, Manini TM, Paton CM, et al. Longitudinal change in energy expenditure and effects on energy requirements of the elderly. Nutr J 2013;2:73.
81. Prentice AM, Spaaij CJ, Golderg GR, Poppitt SD, van Raaij JM, Totton M, Swann D, Black AE. Energy requirements of pregnant and lactating women, Eur J Clin Nutr 1996;50:S82-S111.
82. Bronstein MN, Mak RP, King JC. The thermic effect of food in normal-weight and overweight pregnant women. Br J Nutr 1995;74:261-275.
83. 이종업, 임현숙, 조영숙. 임신부의 체위와 체조성 및 임신의 결과. 한국영양학회지 1998;31(6):1057-1067.
84. 이영남, 문진, 설민영, 김을상. 수유 기간별 모유 중 단백질 분비량과 영아의 단백질 섭취량. 한국영양학회지 1995;28(8):782-790.

85. 임현숙, 이정아, 허영란, 이종임. 모유수유부에서 모체의 체조성과 에너지균형의 변화. 한국영양학회지 1996;29(8):899-907.
86. Piers LS, Diggavi SN, Thangam S, Van Raaij JM, Shetty PS, Hautvast, JG. Changes in energy expenditure, anthropometry, and energy intake during the course of pregnancy and lactation in well-nourished Indian women. Am J Clin Nutr 1995;61:501-513.
87. 농촌진흥청 농촌생활연구소. 식품성분표 제9개정판 제 I 편. 농촌진흥청, 경기도, 2017.
88. 질병관리본부. 2017 국민건강통계 ‘영양소별 섭취량의 주요 급원식품’ 2018
89. 농촌진흥청 국립농업과학원. 국가표준식품성분 DB9.1. 2019
90. 보건복지부. 19-29세 성인 권장섭취량 기준. 2020
91. 2020 한국인 영양소 섭취기준 에너지분과. 2020 한국인 영양소 섭취기준-에너지 설정을 위한 세미나, 서울, 2019.05.31.



탄수화물

Carbohydrate

2

탄수화물

탄수화물은 지질, 단백질과 함께 3대 열량 영양소의 하나이다. 탄수화물은 결합되어 있는 단당류의 개수에 따라 단당류와 이당류, 올리고당류, 다당류로 분류한다. 단당류에는 포도당(glucose), 과당(fructose), 갈락토오스(galactose)가 있고 이당류는 맥아당(maltose), 자당(sucrose), 유당(lactose)이 있다. 다당류에는 전분, 글리코젠, 식이섬유가 있는데 전분은 식물의 에너지 저장고이며, 글리코젠은 동물의 에너지 저장고이다. 식이섬유는 인체 내 소화효소로는 분해될 수 없는 특징을 가지고 있으며 체내에서 에너지로는 사용될 수 없으나 다양한 생리적인 작용을 통하여 건강과 관련성을 가지고 있다. 탄수화물 부분에서는 체내 에너지를 공급할 수 있는 '탄수화물(단당류, 이당류, 전분)'과 단당류와 이당류를 포함하는 '당류'에 대한 섭취기준을 다루었다. 체내에 에너지는 공급하지 않지만 생리기능을 하는 식이섬유의 섭취기준은 별도의 장에서 설명하였다.

1

영양소의 특성

1-1. 개요

단당류는 가장 간단한 형태의 당으로, 포도당(glucose), 과당(fructose), 갈락토오스(galactose)가 있고 이당류는 단당류가 2개 결합된 것으로 맥아당(maltose), 자당(sucrose), 유당(lactose)이 있다. 맥아당은 포도당 두 분자가 결합되어 있고, 자당은 포도당과 과당이, 유당은 포도당과 갈락토오스가 결합되어 있다. 올리고당은 단당류가 3-10개 정도 결합되어 있는 것으로, 라피노스(raffinose)와 스타키오스(stachyose)등이 있다. 소장에서 소화효소에 의해 소화되지 않은 올리고당은 대장에 있는 미생물에 의해 발효되는데 장내 유익균의 생장을 증가시켜 건강에 도움을 줄 수 있다. 다당류에는 전분, 글리코젠, 식이섬유가 있다. 다당류 중 90% 이상을 차지하는 전분은 식물에 저장되어 있으며, 수백~수천 개의 포도당이 α -1,4 글리코시드 결합으로 연결되어 있는 아밀로오스와 α -1,4 글리코시드 결합과 α -1,6 글리코시드 결합으로 연결되어 있는 분지형태의 아밀로펙틴 구조를 가지고 있다. 다당류 중 동물에 저장되어 있는 형태는 글리코젠으로 포도당이 α -1,4 글리코시드 결합과 α -1,6 글리코시드 결합으로 연결되어 있는 분지형태를 가지며, 전분의 아밀로펙틴 구조보다 분지를 더 많이 가지고 있는 복잡한 구조이다.

총 당류(total sugar)란 식품에 내재하거나 가공, 조리 시에 첨가된 당류를 모두 합한 값이다 [1]. 최근에

는 당류 섭취와 건강과의 관계에 관심이 높아지면서, 급원식품별로 당류를 구분하는 노력이 필요하게 되었다. 영국 보건성은 자연적으로 식품에 함유된 당을 내재성당(intrinsic sugar) 그리고 외부에서 첨가된 당을 외재성당(extrinsic sugar)으로 구분하였다 [2]. 미국 농무성은 같은 개념을 바탕으로 자연적으로 식품에 함유된 당을 천연당(natural sugar), 그리고 맛, 색, 질감, 저장성을 높이기 위해 식품의 제조과정이나 조리 시에 첨가되는 꿀, 시럽, 텍스트로즈, 설탕, 물엿, 당밀 등을 첨가당(added sugar)으로 구분하였다 [3].

한편, 세계보건기구는 식품의 제조와 조리 시에 사용되는 첨가당 외에 꿀, 시럽, 과일 주스에 함유된 천연당도 포함한 개념인 유리당(free sugar)을 제시하였다 [4]. 그러나 실제로 유리당을 구분할 수 있는 적절한 시험방법이 없으며 식품의 영양표시에 사용되고 있는 당류란 총당류와 같은 의미이다 [5].

1-2. 흡수, 분포, 대사, 배설

탄수화물의 소화는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는다. 식품에 포함되어 있는 탄수화물의 형태(물리적 형태, 입자크기), 식품의 가공과정(조리 방법과 가공), 전분의 구조(아밀로오스, 아밀로펙틴), α -아밀라아제 저해제의 존재여부, 장 통과시간, 식품에 함께 포함되어 있는 식이섬유, 지질 및 단백질 함량에 의해서도 영향을 받는다 [6]. 식품에 포함된 전분은 그 구조에 따라 섭취한 후 혈당과 인슐린의 반응이 달라질 수 있다. 아밀로오스와 아밀로펙틴은 전분의 가수분해 과정에서 혈당에 대한 반응이 다르게 나타나며 아밀로오스가 많이 함유된 전분의 경우에는 아밀로펙틴이 많이 함유된 전분에 비해 낮은 혈당 반응을 보였다 [7]. 이는 아밀로오스 전분은 치밀한 구조로 낮은 용해도를 가지고 있어 포도당으로 느리게 소화·흡수되는 반면 아밀로펙틴은 구조적 특성으로 인해 소화효소가 효과적으로 작용하여 소화·흡수가 더 빨리 이루어지기 때문이다.

탄수화물의 주요 급원인 전분은 침에 함유되어 있는 아밀라아제에 의해 분해가 시작되고 췌장 아밀라아제에 의해 포도당으로 분해된다. 이당류인 맥아당, 자당, 유당은 소장 점막세포에서 분비되는 이당분해효소에 의해 단당류로 분해된다. 맥아당은 말타아제(maltase)에 의해 포도당 2분자로, 자당은 수크라아제(sucrase)에 의해 포도당과 과당으로, 유당은 락타아제(lactase)에 의해 포도당과 갈락토오스로 분해된다. 분해된 단당류 중 포도당과 갈락토오스는 능동적 운반으로, 과당은 촉진 확산에 의해 흡수되어 문맥순환(portal circulation)으로 들어가고 [6], 단당류는 소화과정 없이 소장에서 장점막세포로 쉽게 흡수되어 빠르게 세포로 전달된다. 흡수된 갈락토오스는 간에서 포도당-1 인산(glucose-1 phosphate)으로 전환되어 주로 글리코겐으로 저장되며, 과당은 과당-1인산(fructose-1 phosphate)으로 전환되어 해당작용이나 당신생과정의 중간산물로 전환되어 체내 에너지 상태에 따라 에너지를 생산하거나 포도당, 지방산 생산에 사용된다 [8].

혈액 내 포도당 농도는 췌장에서의 인슐린 분비, 조직으로의 포도당 유입(uptake), 간에서의 포도당 생성 등의 생리적 과정에 의해 조절되고 항상성이 유지된다. 이러한 항상성 유지에는 인슐린과 글루카곤, 카테콜아민, 코티졸과 같은 호르몬들이 관여한다. 대사적으로 중요한 에너지원으로 포도당과 지방산이 있지만 포도당은 뇌와 근육에서 에너지원으로 선호되므로 지속적인 포도당 공급이 매우 중요하며 신체는 혈당

을 일정하게 유지함으로써 안정적으로 포도당을 세포에 공급해야 한다 [9]. 포도당은 에너지를 생산하며 결국은 이산화탄소와 물로 분해된다. 에너지가 충분한 상황에서 포도당은 간과 근육에 글리코젠으로 저장되고 중성지방으로 저장되기 위해 지방산으로 전환될 수 있다.

포도당을 주 에너지원으로 사용하는 체내 기관은 뇌, 적혈구, 망막, 수정체, 신장의 수질 등이 있다. 저탄수화물 식사를 하면 혈액 내 인슐린 농도가 감소하고 글루카곤 농도가 증가하게 되고 이에 따른 효소의 활성변화는 체내에서 단백질로부터의 당신생합성을 증가시킨다. 한편 신체는 당신생합성에 대한 요구를 감소시키기 위해 포도당을 대신할 대체 에너지원을 생산하게 된다. 즉, 탄수화물이 부족한 상태에서는 체내 지방조직으로부터 지방산의 유출속도가 증가하여 간은 아세틸-CoA를 케톤체(acetone, acetoacetate, β -hydroxybutyrate)로 전환시키며 케톤체는 뇌와 같은 다른 기관에서 에너지로 사용된다 [10]. 그러나 케톤체의 생산이 장기간 지속될 때에는 케토시스(ketosis)를 일으킬 위험이 있다. 한편 다른 기관과 달리 적혈구는 포도당만을 에너지원으로 사용하므로 [11] 탄수화물 섭취가 없는 경우 간과 신장에서 1일 약 200 g의 포도당을 생산하여 [12] 적혈구에 에너지원을 공급한다. 비만인을 대상으로 하루에 1,800 kcal의 열량을 공급하면서 1일 탄수화물 섭취량을 30, 60, 104 g으로 제한 시켰을 때 하루에 30 g의 탄수화물을 섭취한 군에서 연구기간 동안 지속적으로 소변 중 케톤체 배설을 확인할 수 있었다 [13].

1-3. 기능

탄수화물은 1 g 당 4 kcal의 에너지를 제공하는 신체의 중요한 에너지원이며 DNA와 RNA의 구성성분이 되기도 한다. 프락토올리고당이나 갈락토올리고당, 이눌린과 같은 올리고당, 일부의 전분,식이섬유는 소장에서 소화효소에 의해 분해되지 않고 대장으로 넘어가 미생물의 발효과정을 거치게 되며, 이로 인해 여러 가지 건강상 이득을 제공한다 [14]. 섭취한 식품의 종류에 따라 전분의 5-20%는 소장에서 소화되지 않는데 이 부분을 저항전분(resistant starch)이라고 한다. 소화·흡수되지 않고 대장으로 넘어간 탄수화물은 유익균에 의해 발효되어 아세트산, 프로피온산, 부티르산과 같은 단쇄지방산(short chain fatty acid, SCFA)과 가스(CO_2 , CH_4 , H_2), 열을 발생하게 된다. 생성된 단쇄지방산은 대장 상피세포의 에너지원으로 이용되고 연동운동을 촉진하여 영양소의 소화·흡수를 돕는다. 또한 단쇄지방산은 장내 pH를 낮추어 병원성의 유해한 미생물을 감소시키고 담즙산의 용해도와 무기질의 흡수를 증가시키고 암모니아의 생산을 감소시키는 작용을 한다 [15]. 당류는 단맛을 가지고 있어 섭취 시 정신적으로 만족감을 갖게 하고, 식품의 조리 또는 가공 시 단맛이나 기능적인 면을 향상시키기 위한 감미료로도 이용된다.

탄수화물은 인슐린 분비와 식후 혈당 수준에 영향을 주는 주요 영양소이다. 인슐린 분비와 혈당이 지속적으로 증가하면 혈액 내 HDL-콜레스테롤은 감소하고 당화혈색소(HbA1c)와 산화적 스트레스는 증가하는 등 만성 질환의 발생 위험을 높일 수 있다 [16]. 최근 국내 여러 연구에서 총 에너지로부터 탄수화물의 섭취 비율이 증가할수록 대사증후군의 위험이 증가하며 [17-19] 특히, 저 HDL-콜레스테롤혈증으로 인한 이상지질혈증의 위험이 높았다고 보고하고 있다 [20, 21].

2 건강 유지 및 증진을 위한 섭취기준

2-1. 건강을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

(1) 두뇌의 탄수화물 소비량

체내 기관 중 뇌, 적혈구, 망막, 수정체, 신장의 수질 등은 포도당을 에너지원으로 선호한다. 성인의 두뇌에서 하루에 산화되는 포도당량은 연구에 따라 117-142 g/일이며, 평균 적으로 100 g/일 이라고 보고하고 있다 [8]. 그러나 공복이나 단식 등 포도당이 충분히 공급되지 않으면 두뇌에 사용될 포도당을 공급하기 위해 체내에서는 탄수화물이 아닌 다른 물질, 주로 단백질로부터 포도당을 합성하는 과정(당신생합성)이 증가한다. 이러한 상태에서 저장 지방으로부터 에너지 공급을 위하여 지방산이 분해되어 나오고 베타-산화 과정을 통해 아세틸-CoA가 생성된다. 그러나 포도당 공급이 부족한 상태에서 옥살로아세트산은 당신생합성에 사용되어 아세틸-CoA가 구연산 회로로 들어가는 데 제한을 주게 된다. 구연산회로로 들어가지 못한 아세틸-CoA는 축적되고, 서로 결합하여 케톤체(acetone, acetoacetate, β -hydroxybutyrate)로 전환된다. 케톤체는 단기적으로는 뇌와 같은 기관에서 에너지로 사용되는 장점이 있으나 [10], 장기간 지속될 때에는 케톤체가 축적되어 케토시스(ketosis)를 일으킬 위험이 있으므로 식품섭취를 통한 포도당 공급이 필요하다. 케토시스를 예방할 수 있는 탄수화물량은 1일 50-100 g으로 두뇌에서 1일 산화되는 양과 유사하다. 그러므로 미국의 경우 두뇌에서 케톤으로 에너지를 사용하지 않고 포도당으로 충분한 에너지를 공급 받는 양을 1일 100 g으로 적용하여 이 값을 평균필요량으로 설정하였다.

(2) 혈당 조절

탄수화물은 곡류, 감자류, 과일류, 당류 등을 통해 섭취될 수 있다. 그러나 섭취된 탄수화물은 급원식품에 따라 혈당을 높이는 정도와 혈액 내 인슐린 농도에 영향을 준다. 탄수화물 섭취 후 혈당 증가는 탄수화물의 절대적 섭취량 뿐 만 아니라 섭취하는 탄수화물 종류에 의해서도 영향을 받는다. Jenkins 등은 제1형 당뇨병과 고지혈증의 식사요법으로 당 지수(glycemic index, GI)를 사용하였다 [22]. GI는 50 g의 탄수화물을 포함하고 있는 특정 식품을 섭취한 후 2시간 동안 혈당 반응 곡선의 면적을 측정하여 50 g의 포도당을 섭취하였을 때의 혈당 증가를 기준으로 상대적으로 계산한 값을 말한다. 포도당의 GI 100을 기준으로 흰밥 86, 고구마 61, 사과 38, 우유 27 등 GI는 식품에 따라 다르다(표 1) [23]. GI는 식품의 숙성 정도, 식품의 물리적 형태(고체, 액체), 가공과정(정제정도)과 조리과정(생 것, 조리방법), 식품에 함께 포함된 단백질과 지질의 함량에도 영향을 받는 것으로 알려져 있다 [24]. 한편 식품마다 섭취하는 1회 분량이 다르고 1회 분량에 함유된 탄수화물의 양이 다르므로 식품의 일상적인 1회 분량을 섭취하였을 때의 혈당반응을 계산한 당부하(glycemic load, GL)개념도 사용되고 있다 [25]. GI와 GL이 여러 질환에 미치는 영향을 메타분석(meta-analysis)한 결과 GL이나 GI가 낮은 식사를 한 경우에, 식후 혈당이 낮았으며, 과체중, 비

만, 당뇨병, 심장질환의 위험을 감소되는 것으로 보고되었다 [16, 26]. 즉, 고 GI 식품은 저 GI 식품에 비해 혈당을 더 높여, 인슐린 요구량이 증가하게 되고, 결국은 인슐린이 분비되는 췌장의 β -세포가 손상되어 혈당조절에 문제를 일으킬 수 있다. 또한 고 GI 식사는 인슐린 저항성을 증가시킨다고 한다 [27].

표 1 주요식품별 당지수(GI)와 당부하지수(GL)¹⁾

식품	당지수(GI) (포도당 = 100)	1회 분량(g)	탄수화물 함량 (g/1회 분량)	1회 분량 당 당부하지수(GL)
대두콩	18	150	6	1
우유	27	250	12	3
사과	38	120	15	6
배	38	120	11	4
밀크초코렛	43	50	28	12
포도	46	120	18	8
쥐눈이콩	42	150	30	13
호밀빵	50	30	12	6
현미밥	55	150	33	18
파인애플	59	120	13	7
페스트리	59	57	26	15
고구마	61	150	28	17
아이스크림	61	50	13	8
환타	68	250	34	23
수박	72	120	6	4
늪은 호박	75	80	4	3
게토레이	78	250	15	12
콘플레이크	81	30	26	21
구운감자	85	150	30	26
흰밥	86	150	43	37
떡	91	30	25	23
참쌀밥	92	150	48	44

¹⁾ 대한 당뇨병 학회, 2010

건강한 여성의 경우 GI가 높은 식사를 하면 공복 혈당과 당화혈색소가 증가하였고 [28], Brand-Miller [29] 등의 메타분석 결과에 의하면 저 GI식 섭취 시 고 GI식 섭취 시에 비해 당화혈색소가 0.43% 낮았다. 또한 섭취하는 식품의 GI를 낮추면 혈액 내 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤이 감소하고, 인슐린 민감도가 상승하였다고 하였다 [30]. Ma 등 [31]은 식사 GI가 체질량지수의 예측인자라고 보고하였고, 다른 연구에서도 GI와 GL은 체질량지수와 양의 관련성이 있다고 보고하였다 [32]. 6-7세 홍콩의 아동대상 연구에서도 과체중군 식사의 GL이 높았으며, GI 수준이 높을수록 체질량지수가 유의적으로 높았다 [33]. 그러나 우리나라 여자 고등학생을 대상으로 정상체중과 과체중군을 나누었을 때 식사 GI는 각각 66.5, 66.4, 식사

GL은 162.0, 155.9로 유의적인 차이가 없었으며, 쌀이 GI와 GL에 가장 큰 기여를 하였다 [34]. GI와 체중 증가와의 관련성을 살펴본 연구에서 GI가 높은 식품을 섭취하면 혈당을 빠르게 증가되어 인슐린 분비를 증가시키고, 이에 따라 지방산화가 억제되고, 결과적으로 체지방 증가가 유도되었다 [35].

또한 GI가 높고 곡류를 통한 식이섬유 섭취량이 적은 식사가 제2형 당뇨병의 위험을 증가시킨다는 보고가 있었다 [36]. 당뇨병 환자를 대상으로 7주간의 저 GI에 대한 교육을 실시하였을 때 저 GI의 인지도 및 실천도가 개선되어 체중, 비만도, 수축기 혈압이 유의적으로 감소되었다 [37]. 20-70세 성인을 대상으로 한 연구에서 GI가 높은 식사를 하면 GI가 낮은 식사를 한 경우에 비해 심혈관계질환에 대한 위험이 1.56배 높았으며 [38], 건강한 여성의 경우는 GI가 낮은 식사를 할수록 혈액 내 HDL-콜레스테롤이 높고, 염증인자인 C-reactive protein(CRP)이 낮았다고 보고하였다 [39]. 그러나 메타분석이나 고찰논문에서는 저 GI식을 섭취할 경우 고 GI식을 섭취할 때보다 혈당조절에 긍정적인 영향을 준다고 하였으나, 무작위 대조군 연구에서는 GI가 다른 식사에 따른 혈당개선의 효과가 적었는데 연구마다 저 GI와 고 GI의 기준이 다른 문제점이 있어 결과 해석이 어려운 점이 있다 [40].

(3) 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율

총에너지섭취량에 대한 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율은 건강문제와 관련이 있다. 고혈압, 대사증후군, 당뇨병을 가진 사람들은 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 높은 경향을 보이는데, 당뇨병이나 고혈압, 대사증후군으로 진단받은 우리나라 성인은 절반 이상의 사람들이 총 에너지 중 70% 이상의 에너지를 탄수화물로부터 섭취하고 있었으며, 60대 이상의 연령에서 그 경향이 뚜렷하였다 [41]. 우리나라 성인의 경우 총 에너지 중 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 70% 이상인 경우 여성에서 당뇨병, 저 HDL-콜레스테롤혈증의 위험이 증가하고, 흰쌀밥과 김치위주의 식사보다는 밥, 국수, 빵 등의 주식과 콩, 생선, 과일, 우유 등을 다양하게 섭취하는 식사가 저 HDL-콜레스테롤혈증의 위험을 낮춘다고 보고하였다 [17]. 우리나라 성인 여성의 경우 탄수화물 섭취비율과 식사의 당지수가 높을수록 대사증후군의 위험이 유의적으로 높다는 보고도 있다 [42]. 우리나라 40대 이상 성인과 노인을 대상으로 분석한 결과 탄수화물로부터 에너지 섭취비율이 55-65%인 사람을 기준으로 65% 이상인 사람의 경우 심혈관계질환 고위험군에 속할 가능성이 1.18배 높은 것으로 보고되었다 [43].

미국 성인의 경우는 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 60% 이상일 때 고 중성지질혈증과 저 HDL-콜레스테롤혈증의 교차비가 증가하고, 50-60%일 때 심혈관계질환 위험이 낮았다고 보고하였다 [44]. 2007-2009년 국민건강영양조사 자료 분석에서 체질량지수를 기준으로 25 kg/m^2 이상을 비만군으로 하였을 때 정상군의 1일 탄수화물 섭취량이 유의적으로 낮았으나 에너지 섭취비율에는 차이가 없었다 [45]. 탄수화물 과다 섭취군의 경우 여성은 복부비만의 위험이 1.719배, 남성은 이상지질혈증의 위험이 2.094배 높았다 [46]. 그러나 우리나라 성인의 경우 허리둘레로 비만을 판정하였을 때 남자의 경우 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율은 정상군 63.8%, 비만군 63.6%, 여자는 정상군 70.2%, 비만군 71.0%로 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고도 있다 [47]. 대사증후군은 복부비만, 이상지질혈증, 내당능 장애, 혈압상승 등의 증상이 복합적으로 나타나는 것으로 제2형 당뇨병이나 심장순환계 질환 등의 위험을 높이는 것으로 알

려져 있다 [48]. 대사증후군의 근본적인 위험요인으로는 복부비만, 인슐린저항성, 낮은 신체활동, 노화, 호르몬 불균형 등이 관여하는 것으로 알려져 있다 [49]. 한국인을 대상으로 한 연구에서 40-65세 성인의 경우 대사증후군을 가지고 있는 사람들이 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 높다고 보고하고 있으며 [50], 30-64세 성인의 경우는 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 남자 69.9% 이상, 여성 75.7% 이상이면 당뇨병과 대당능 장애 위험이 증가하였다고 보고하였다 [51]. 18-30세 성인을 대상으로 한 연구에서 탄수화물의 섭취가 높거나, 조섬유 섭취가 낮은 경우 대사증후군의 위험이 증가한다는 보고가 있고 [52], 45-64세 성인의 경우 정제 곡류, 적색 및 가공육의 섭취가 많은 식사패턴의 경우 대사증후군의 발생빈도가 높았다는 보고가 있다 [53]. 건강한 사람을 대상으로 한 연구에서 흰쌀을 현미를 포함한 전곡으로 대체하였을 경우 당뇨병의 위험이 감소되었고 [54], 탄수화물 제한식사를 하면 대사증후군과 심혈관계질환의 위험이 개선되었다는 보고도 있다 [55]. 20세 이상 건강증진센터에서 건강진단을 받은 성인의 경우 1일 탄수화물 섭취량이 대조군 279.0 g, 비 알코올성 지방간 군은 282.2 g으로 유의적으로 높았으나 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율은 대조군 59.7%, 비 알코올성 지방간 군은 59.2%로 오히려 대조군에서 유의적으로 높았고, 여자의 경우는 섭취량은 대조군은 251.7 g, 비 알코올성 지방간 군은 258.0 g, 섭취비율은 대조군은 59.7%, 비 알코올성 지방간 군은 60.1%로 섭취량이나 섭취비율 모두 비 알코올성 지방간 군에서 높아 남녀 간의 차이가 있었다 [56].

2-2. 결핍 예방을 위한 섭취기준 및 한국인 섭취실태

성인의 경우 탄수화물 섭취가 1일 50 g인 경우에 케토시스를 방지할 수 있다는 보고 [12]와 비만인을 대상으로 하루에 1,800 kcal의 열량과 30 g의 탄수화물을 섭취하면, 케톤체의 생산이 증가하였다는 보고가 있다 [13]. 또한 근육조직의 손실을 방지하려면 1일 100 g 정도의 탄수화물을 섭취해야 하며 [57], 건강하고 중등수준의 신체활동을 하는 성인의 경우 탄수화물은 적어도 1일 200 g을 섭취해야 한다고 보고하고 있다 [58]. 반면, 제1형 당뇨병인 경우에만 케토시스가 위험하다는 보고가 있으며 [59], 체내 포도당유지를 위한 최소한의 섭취량을 측정하기 어려워 [60], 탄수화물 섭취부족으로 인한 결핍증에 대한 증거가 드물다고 한다 [12]. 탄수화물 섭취가 제한되는 경우에는 체내에서 당신생합성이나 케톤체 생산으로 체내에서 사용할 수 있는 에너지원이 만들어 지는데 당신생합성에 이용되는 글리세롤이나 아미노산량과 케톤체 생산량에 따라 섭취해야 할 탄수화물의 양이 달라지므로 [11, 12], 섭취량을 설정하기에는 어려운 점이 있다고도 보고되고 있다. 미국의 경우 탄수화물 섭취기준은 1세 이후 평균필요량을 100 g으로 설정하였는데 이는 1일 뇌에서 사용되는 포도당 양이 100 g이라는 것에 근거하고 있다 [8]. 즉, 탄수화물의 평균필요량은 케토시스를 방지하고, 체내에 필요한 포도당을 공급하는 것을 근거로 설정되어 있다. 우리나라 사람을 대상으로 뇌에서 사용하는 포도당의 양이나 케토시스를 방지하기 위한 포도당 양을 실험한 연구결과가 부족한 상황에서 미국에서의 평균필요량과 권장섭취량을 적용하여 한국인의 탄수화물 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였다. 우리나라의 탄수화물 1일 섭취량은 2013-2017년 국민건강영양조사 자료 [61]에 의하면 1세 이상 전체 평균 307.8 g으로, 2008-2012년 결과인 314.5 g 보다 약간 감소하였다. 탄수화물 평균필요

량의 기준인 100 g/일과 비교하여 보면, 1-2세는 25 백분위수, 3-5세는 5 백분위수부터 1일 100 g 이상 섭취하고 있다. 그 이후 연령의 우리나라 탄수화물 섭취량을 보면, 남자의 경우는 2.5 백분위수부터 1일 100 g 이상 섭취하고 있고, 여자의 경우는 19-29세, 65세 이상에서는 5 백분위수부터, 다른 연령은 2.5 백분위수부터 1일 100 g 이상을 섭취하고 있다(표 2).

표 2 | 연령별 탄수화물 섭취량(2013-2017년 국민건강영양조사 자료) [56](g/일)

연령(세)	명수	평균± 표준오차	백분위수								
			2.5	5	10	25	50	75	90	95	97.5
1-2	312	179.3±4.4	66.8	85.3	96.4	130.7	165.4	218.5	259.8	301.0	357.4
3-5	534	226.1±5.1	90.5	119.9	136.3	175.9	215.2	263.6	318.8	371.2	404.5
남 자	6-8	250	273.4±9.7	114.8	155.1	181.1	212.4	263.7	310.6	372.8	485.0
	9-11	211	319.5±4.4	141.5	167.8	188.0	246.7	303.1	375.3	444.1	523.3
	12-14	219	362.1±10.0	163.4	183.4	220.5	270.2	338.8	427.7	553.2	621.5
	15-18	230	375.0±11.7	122.3	164.1	212.3	266.0	349.5	442.2	547.7	650.7
	19-29	446	334.2±7.2	129.8	146.3	180.3	244.6	316.5	400.3	519.3	586.8
	30-49	1,311	351.2±4.0	150.0	171.6	207.4	265.2	340.4	416.1	514.6	573.8
	50-64	817	361.4±4.8	155.4	186.8	223.4	274.6	349.8	427.9	521.4	569.4
	65-74	334	347.1±8.2	142.1	183.1	197.9	250.3	328.6	427.6	509.3	579.4
	75+	190	322.0±10.0	124.4	138.9	175.1	228.5	298.3	377.9	487.5	561.0
여 자	6-8	260	245.1±5.3	120.3	132.9	153.0	194.8	234.7	291.8	359.2	392.3
	9-11	219	287.8±7.5	134.4	152.7	181.4	221.9	276.5	337.7	420.3	449.6
	12-14	190	285.9±7.5	140.0	149.3	173.4	207.0	274.7	340.0	402.9	451.2
	15-18	204	273.2±8.3	110.0	134.5	152.0	194.1	260.5	335.0	403.3	440.0
	19-29	75	257.6±5.2	98.1	128.5	152.4	190.5	237.7	308.8	366.7	451.9
	30-49	1,818	272.5±2.8	110.9	130.0	162.2	200.5	257.6	325.2	402.0	454.3
	50-64	848	293.3±4.4	114.2	135.1	161.8	215.3	281.3	352.8	419.5	480.0
	65-74	197	303.6±10.1	57.8	143.3	167.1	227.6	288.8	367.6	441.2	486.9
	75+	184	250.4±8.2	87.3	107.6	138.7	175.2	234.8	296.6	388.1	436.1
1+	9,249	307.8±1.7	120.6	141.2	169.2	220.6	289.1	374.4	466.5	536.5	606.2

영아에게 필요한 탄수화물 섭취량은 정확히 알려져 있지 않고, 분명하지 않으나 생후 1년간은 모유로부터 섭취하는 양이 가장 적절하다고 생각되고 있다. 그러므로 영아 전기의 경우 모유로부터 섭취되는 탄수화물 양을, 영아 후기는 모유로부터 섭취하는 양과 이유식으로부터 기초로 섭취기준을 설정할 수 있다.

이에 영아의 탄수화물 섭취기준은 모유와 이유식으로 섭취하는 탄수화물의 양을 고려하여 충분섭취량을 설정하였다. 그리고 1세 이후는 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였다.

(1) 영아기(1세 미만)

영아기의 포도당 대사량은 체중 당 성인에 비해 4배 이상으로 높다고 [62] 보고하였으나 영아에게 필요한 최저 탄수화물 섭취량은 분명하지 않다. 모유는 영아에게 필요한 모든 영양소를 공급할 수 있는 가장 적합한 식품으로 인식되고 있으며, 생후 4개월 또는 6개월까지는 모유만 공급하는 것을 권장하고 있다. 모유 내 함유된 탄수화물인 유당은 영아의 소장에서 쉽게 소화되고 간문맥으로 흡수되어 열량을 공급하게 된다.

모유의 유당 함량은 모체의 영양 상태와 음식 섭취에 따른 영향을 크게 받지 않으며 일정한 수준을 유지한다고 본다. 국내의 자료 [63, 64]에 의하면 모유 내 유당 함량은 74 g/L이며, 영아 전기의 1일 모유 섭취량 780 mL을 적용하여 0-5개월의 영아의 충분섭취량을 60 g으로 설정하였다. 2010년도 충분섭취량 설정 시에는 모유 섭취량이 1일 760 mL이었으나 2015년에 모유 섭취량이 780 mL로 변경되었고 2020년에도 780 mL을 기준으로 하였다.

영아 후기는 모유와 이유보충식을 통한 탄수화물 섭취량을 기준으로 충분섭취량을 설정하였다. 영아 후기의 모유 섭취량은 1일 600 mL을 기준으로 하여 모유로부터의 탄수화물 섭취량 $44 \text{ g} (74 \text{ g/L} \times 0.60 \text{ L} \div 44 \text{ g/일})$ 과 이유보충식을 통한 탄수화물 섭취량 추정치 45 g/일을 합하여 90 g을 1일 충분섭취량으로 설정하였다(표 3).

표 3 | 영아기 탄수화물 충분섭취량 설정 요약

연령(개월)	충분섭취량
영아 전기(0-5)	$74 \text{ g/L} \times 0.78 \text{ L/일} = 57.72 \text{ g/일} \approx 60 \text{ g/일}$
영아 후기(6-11)	$(74 \text{ g/L} \times 0.60 \text{ L/일} \div 44 \text{ g/일}) + 45 \text{ g/일} \approx 90 \text{ g/일}$

(2) 성장기(1-18세)

성장기 탄수화물의 평균필요량은 두뇌에서 사용되는 포도당을 기준으로 하고 있다. 성장기의 경우 성인에 비해 뇌의 무게가 작지만 하루에 필요한 포도당의 양은 성인과 같은 범위에 있다 [8]는 것을 기준으로 성인과 같은 양인 100 g/일을 평균필요량으로 설정하였다(표 4). 성장기 탄수화물의 권장섭취량은 변이계수를 15%로 하여 평균필요량에 변이계수 두 배를 더한 130 g/일로 설정하였다. 이 양은 집단의 97-98%가 충족하는 양이다(표 5).

표 4 | 성장기 탄수화물 평균필요량 설정 요약

연령(세)	평균필요량
1-2	100 g/일
3-5	100 g/일

연령(세)		평균필요량
남자	6-8	100 g/일
	9-11	100 g/일
	12-14	100 g/일
	15-18	100 g/일
여자	6-8	100 g/일
	9-11	100 g/일
	12-14	100 g/일
	15-18	100 g/일

표 5 | 성장기 탄수화물 권장섭취량 설정 요약

연령(세)		권장섭취량
1-2		100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
3-5		100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
남자	6-8	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
	9-11	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
	12-14	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
	15-18	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
여자	6-8	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
	9-11	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
	12-14	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일
	15-18	100 g/일 $\times 1.3 = 130$ g/일

(3) 성인기(19-64세)

성인기 탄수화물의 평균필요량은 두뇌에서 사용되는 포도당을 기준으로 하고 있다. 1일 두뇌가 필요한 탄수화물량은 117-142 g이며 이 양은 케토시스를 예방할 수 있는 1일 50-100 g과 유사하다. 미국의 경우 두뇌가 케톤체에 의해 포도당 사용을 대치하지 않은 상태에서 포도당으로부터 충분한 에너지를 공급할 수 있는 탄수화물의 섭취량인 100 g/일을 평균필요량으로 설정하였다 [8]. 우리나라의 경우 한국인을 대상으로 한 실험결과가 제한되어 있어 미국의 평균필요량을 설정한 근거를 적용하여 성인의 평균필요량을 100 g/일로 설정하였다(표 6).

성인기 탄수화물의 권장섭취량은 변이계수를 15%로 하여 평균필요량에 변이계수 두 배를 더한 130 g/일로 설정하였다(표 7).

표 6 | 성인기 탄수화물 평균필요량 설정 요약

성별	연령(세)	평균필요량
남자	19-29	100 g/일
	30-49	100 g/일
	50-64	100 g/일
여자	19-29	100 g/일
	30-49	100 g/일
	50-64	100 g/일

표 7 | 성인기 탄수화물 권장섭취량 설정 요약

성별	연령(세)	권장섭취량
남자	19-29	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
	30-49	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
	50-64	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
여자	19-29	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
	30-49	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
	50-64	100 g/일 \times 1.3=130 g/일

(4) 노인기(65세 이상)

노인기의 탄수화물의 평균필요량은 성인기와 같이 두뇌에서 사용되는 포도당량을 기준으로 성인과 같은 값인 100 g/일로 설정하였다(표 8). 나이가 증가함에 따라 두뇌의 무게가 감소하기는 하나 두뇌에서 산화되는 포도당량은 실제로 매우 적은 차이가 나므로 [8] 성인과 같은 값으로 설정하였다. 노인기 탄수화물의 권장섭취량은 변이계수를 15%로 하여 평균필요량에 변이계수 두 배를 더한 130 g/일로 설정하였다(표 9).

표 8 | 노인기 탄수화물 평균필요량 설정 요약

성별	연령(세)	평균필요량
남자	65-74	100 g/일
	75 이상	100 g/일
여자	65-74	100 g/일
	75 이상	100 g/일

표 9 | 노인기 탄수화물 권장섭취량 설정 요약

성별	연령(세)	권장섭취량
남자	65-74	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
	75 이상	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
여자	65-74	100 g/일 \times 1.3=130 g/일
	75 이상	100 g/일 \times 1.3=130 g/일

(5) 임신기

임신기의 탄수화물 평균필요량은 모체의 두뇌에서 사용되는 포도당과 태아의 두뇌에서 사용되는 포도당 양을 고려하여 설정하였다. 태아의 두뇌가 하루에 사용하는 포도당의 양은 약 32.5 g이라는 보고를 [8] 근거로 임신기 평균필요량은 모체의 포도당 필요량 100 g/일에 태아의 두뇌가 사용하는 포도당양 35 g/일을 더하여 135 g/일로 설정하였다(표 10).

임신기 탄수화물의 부가 권장섭취량은 가산치 35 g에 변이계수를 15%로 하여 변이계수 두 배를 더한 45 g/일로 설정하였다(표 11).

【표 10】 임신기 탄수화물 평균필요량 설정 요약

구분	평균필요량
임신기	* 성인 임신부의 부가 평균필요량: 태아의 두뇌에서 필요한 포도당 35 g/일 * 성인 임신부의 평균필요량: 100 g/일(비임신 성인여성의 평균필요량)+35 g/일 = 135 g/일

【표 11】 임신기 탄수화물 권장섭취량 설정 요약

구분	권장섭취량
임신기	* 성인 임신부의 부가 권장섭취량: 가산치 35 g/일 \times 1.3=45.5 g/일 \approx 45 g/일 * 성인 임신부의 권장섭취량: 135 g/일(비임신 여성의 권장섭취량)+45 g/일 \approx 180 g/일

(6) 수유기

수유기의 탄수화물 평균필요량은 수유부의 두뇌에서 사용되는 포도당과 모유로 분비되는 포도당양을 합하여 설정하였다. 모유에 함유된 유당은 74 g/L이며 하루에 0.78 L/일을 분비하여 하루에 모유로 분비되는 양은 60 g/일로 산정하였다(74 g/L \times 0.78 L/일 = 57.72 g/일 \approx 60 g/일). 그러므로 수유기의 평균필요량은 모체의 포도당 필요량 100 g/일에 모유로 분비되는 유당 60 g/일을 더하여 160 g/일로 설정하였다(표 12).

수유기 탄수화물의 부가 권장섭취량은 가산치 60 g에 변이계수를 15%로 하여 변이계수 두 배를 더한 80 g/일로 설정하였다(표 13).

【표 12】 수유기 탄수화물 평균필요량 설정 요약

구분	평균필요량
수유기	* 성인 수유부의 부가 평균필요량: 모유로 분비되는 유당 60 g/일 * 성인 수유부의 평균필요량: 100 g/일(비수유 성인여성의 평균필요량)+60 g/일 = 160 g/일

표 13 | 수유기 탄수화물 권장섭취량 설정 요약

구분	권장섭취량
수유기	* 성인 수유부의 부가 권장섭취량: 가산치 60 g/일 \times 1.3 = 78 g/일 \approx 80 g/일 * 성인 수유부의 권장섭취량: 135 g/일(비임신 여성의 권장섭취량)+80 g/일=215 g/일

2-3. 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준

(1) 탄수화물

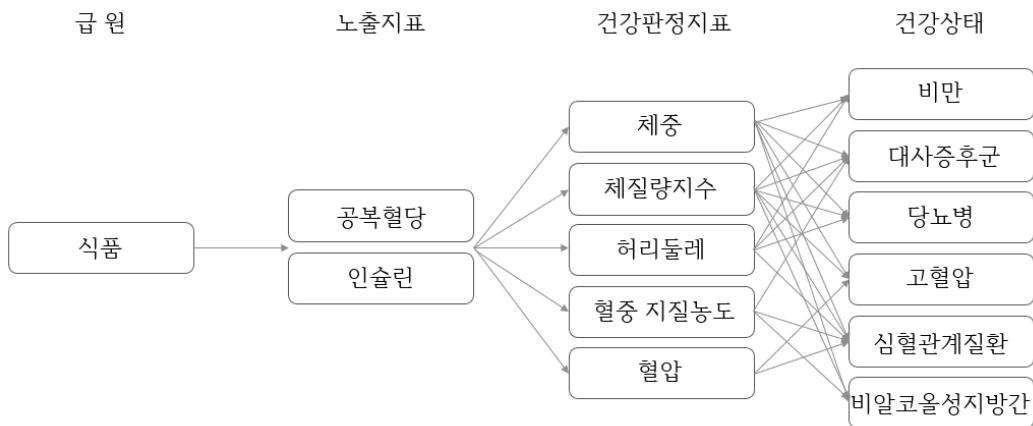


그림 1 | 탄수화물 섭취기준 설정을 위한 분석틀

탄수화물의 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준은 국내외 문헌을 토대로 그림 1과 같은 분석틀을 가지고 설정하였다. 우리나라 성인의 경우 총 에너지 중 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 70% 이상인 경우 여성에서 당뇨병, 저 HDL-콜레스테롤혈증의 위험이 증가하고, 흰쌀밥과 김치위주의 식사보다는 밥, 국수, 빵 등의 주식과 콩, 생선, 과일, 우유 등을 다양하게 섭취하는 식사가 저 HDL-콜레스테롤혈증의 위험을 낮춘다고 보고하였다. 또한 우리나라 성인에서 탄수화물 섭취비율이 72%일 때에 비해 52.7%, 64.6%일 때 대사증후군의 교차비가 각각 0.77(95% CI: 0.65-0.92), 0.89(95% CI: 0.76-1.00)로 유의적으로 낮았다 [17]. 그리고 탄수화물 섭취비율이 62.3%에 비해 68.2%, 73.6%, 81.4%에서 HDL-콜레스테롤 위험 수준이 유의적으로 높았고 [20], 탄수화물 섭취비율을 5분위로 나누었을 때 1분위 55.3%에 비해 3분위 68.2%, 5분위 78.2%에서 대사증후군과 관련 있는 지표인 혈액 내 중성지방이 증가하고, HDL-콜레스테롤 농도가 감소하여 중성지방(≥ 200 mg/100 mL)과 HDL-콜레스테롤(남자 < 40 mg/100 mL, 여자 < 50 mg/100 mL)에 대한 교차비가 각각 중성지방 1.33, 1.58, HDL-콜레스테롤 1.26, 1.43으로 유의적으로 증가하였다 [21]. 40-65세 우리나라 성인의 경우 대사증후군을 가지고 있는 사람들이 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 높았으며 [50], 30-64세 성인의 경우는 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 남자 69.9% 이상, 여성 75.7% 이상이면 당뇨병과 내당능장애 발생 위험이 증가하였다고 보고하였다 [51]. 또한 탄수화물 섭취량

과 대사질환과의 관련성을 식이섬유 섭취량과 함께 분석한 연구에서 우리나라 20세 이상 성인에서 식이섬유 섭취가 낮으면, 남자는 탄수화물 섭취가 많은 3분위군 일 때 1분위군에 비해 대사증후군과 죽상경화성 이상지질혈증의 교차비가 유의적으로 증가하고, 여자는 탄수화물 섭취가 2분위군 일 때 1분위군에 비해 고콜레스테롤혈증의 교차비가 유의적으로 증가하였다. 식이섬유 섭취가 높은 경우는 남자는 탄수화물 섭취비율이 증가할수록 고중성지방혈증의 위험도가 증가하는 경향이라고 보고하였다 [65]. 또한 우리나라 20세 이상 성인 중 심혈관질환진단을 받기 위해 관상동맥조영술을 받은 사람을 대상으로 관상동맥협착 정도와 탄수화물섭취량과의 관계를 관찰한 연구에서 탄수화물섭취량을 3분위로 나누었을 때 이완기혈압, 체질량지수, 복부둘레가 2, 3 분위에서 유의적으로 높았고, 중성지방과 HDL-콜레스테롤은 3분위에서 유의적인 차이가 있었다. 또한 탄수화물 섭취량은 관상동맥협착 정도와 양의 상관관계를 나타내므로 심혈관계질환의 위험을 낮추기 위해 적절한 탄수화물 섭취가 중요하다고 보고 하고 있다 [66].

최근 5년간(2013-2017년)의 국민건강영양조사 자료를 이용하여 분석한 탄수화물로부터의 에너지 섭취 비율은 19-29세는 남자 57.7%, 여자 59.0% 이었고, 30-49세는 남자 58.7%, 여자 63.4% 이었고, 50-64세는 남자 64.4%, 여자 69.5% 이었다. 남녀 모두 50세 이후에 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 증가하는 것으로 나타났다(표 14).

이와 같이 탄수화물의 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준으로는 총 에너지섭취량 중 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율인 에너지적정비율(acceptable macronutrient distribution ranges, AMDR)을 설정하였고 1세 이후 모든 연령에서 55-65%이다(표 15). 성인의 에너지적정비율을 2015년에 2010년 설정 값인 55-70%를 55-65%로 낮추었으며 2020년에도 2015년 설정 값을 변경시킬 만한 근거가 부족하여 같은 값을 유지하도록 하였다. 우리나라 10-18세 청소년의 경우 고탄수화물 섭취군(76.3%)이 저탄수화물 섭취군(52.9%)에 비해 혈청 중성지방 농도와 수축기 혈압이 유의하게 높아 고탄수화물 섭취는 성인기 뿐만 아니라 청소년기에도 대사증후군의 지표에 영향을 미치는 것으로 보고되었다 [67]. 따라서 성장기의 에너지적정비율은 성인과 같이 남녀 모두 55-65%를 설정하였다. 노인기의 경우 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 높을 때 복부비만, 골격건강 [68], 인지기능 및 우울 [69], 대사증후군 [70]에 영향을 줄 수 있는데, 노인의 경우 에너지 섭취가 부족한 경우에 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율이 높으므로 전체 에너지 섭취와 탄수화물 섭취비율을 적절히 섭취하는 것이 중요하다고 보고하고 있다 [71]. 노년기의 에너지 섭취비율을 설정할 문헌적 근거가 부족하므로 노년기의 탄수화물 에너지적정비율은 성인과 같은 55-65%로 설정하였다. 임신기와 수유기의 경우도 탄수화물의 에너지 적정비율을 성인과 달리 설정한 근거가 부족하여 성인과 같은 값으로 설정하였다.

일본의 경우 생활습관병을 예방할 수 있는 탄수화물의 목표량을 에너지 섭취비율로 설정하고 있다. 일본은 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율을 단백질로부터의 에너지 섭취비율(13 또는 15%)과 지질로부터의 에너지 섭취비율(20%)을 감안하여 67% 또는 65%로 계산하고 이중 낮은 값인 65%를 목표량(상한)으로 설정하였다. 그리고 탄수화물 섭취비율과 총사망률 상승과 기대 수명의 단축과의 관련성에 대한 연구결과를 근거로 탄수화물의 에너지 섭취비율 목표를 50-65%로 설정하였다 [72].

표 14 | 연령별 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율(2013-2017년 국민건강조사자료) [56](%)

연령 (세)	명수	평균± 표준오차	백분위수								
			2.5	5	10	25	50	75	90	95	97.5
1-2	312	63.5±0.7	41.8	44.9	48.2	55.9	64.7	70.2	75.5	80.0	83.3
3-5	534	63.7±0.4	46.0	50.0	53.7	58.5	64.5	68.9	74.0	76.2	87.2
남 자	6-8	250	61.7±0.6	43.7	45.1	48.8	55.7	61.3	68.6	73.0	77.6
	9-11	211	61.6±0.7	40.0	43.5	50.3	56.9	62.1	67.2	73.1	80.0
	12-14	219	60.4±0.8	38.1	42.2	46.5	53.3	60.9	68.2	71.7	77.9
	15-18	230	59.8±0.8	33.9	37.2	44.7	53.6	60.8	66.9	73.5	77.0
	19-29	446	57.7±0.7	29.9	33.3	39.5	49.8	59.4	66.4	72.6	76.5
	30-49	1,311	58.7±0.4	29.1	33.2	39.6	51.5	60.4	68.0	74.4	80.0
	50-64	817	64.4±0.5	35.1	39.6	47.1	57.1	66.1	73.3	79.5	85.1
	65-74	334	69.5±0.7	40.9	48.8	55.8	64.2	70.3	76.9	82.0	87.0
	75+	190	71.8±0.8	46.2	50.5	57.0	65.5	74.6	79.1	83.6	86.5
여 자	6-8	260	63.8±0.6	41.3	53.2	53.2	57.8	63.7	70.3	74.5	80.0
	9-11	219	62.1±0.7	38.1	51.5	51.5	57.2	62.5	66.5	71.8	79.7
	12-14	190	61.9±0.8	40.9	48.8	48.8	56.1	62.1	67.1	72.4	81.6
	15-18	204	60.9±1.0	37.7	46.6	46.6	54.4	60.9	68.1	74.2	81.3
	19-29	75	59.0±0.6	29.8	43.7	43.7	51.3	59.3	67.2	74.0	79.3
	30-49	1,818	63.4±0.3	36.7	46.9	46.9	56.3	64.6	71.6	77.7	81.3
	50-64	848	69.5±0.4	44.5	53.7	53.7	62.4	71.0	77.3	82.7	87.1
	65-74	197	75.6±0.8	5.3	61.7	61.7	70.9	77.2	81.5	85.7	89.3
	75+	184	77.1±0.7	53.1	64.7	64.7	72.2	78.8	83.5	86.8	89.4
1+	9,249	62.5±0.2	34.0	39.5	45.9	55.2	63.6	71.1	77.6	81.2	84.1

표 15 | 탄수화물 에너지 적정비율 설정 요약

성별	연령(세)	에너지 적정비율(%)
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

성별	연령(세)	에너지 적정비율(%)
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
임신기		55-65
수유기		55-65

(2) 당류

만성질환 위험감소를 위한 관점에서 당류 섭취를 분석하기 위한 분석틀은 그림 2와 같다. 당류 섭취와 관련된 건강상태와 그 근거를 종합 검토하였으나, 당류 섭취와 충치 발생의 관련성은 이미 확립되었고 최신 연구는 거의 이루어지지 않았으므로 이에 대해서는 자세히 논하지 않았다.

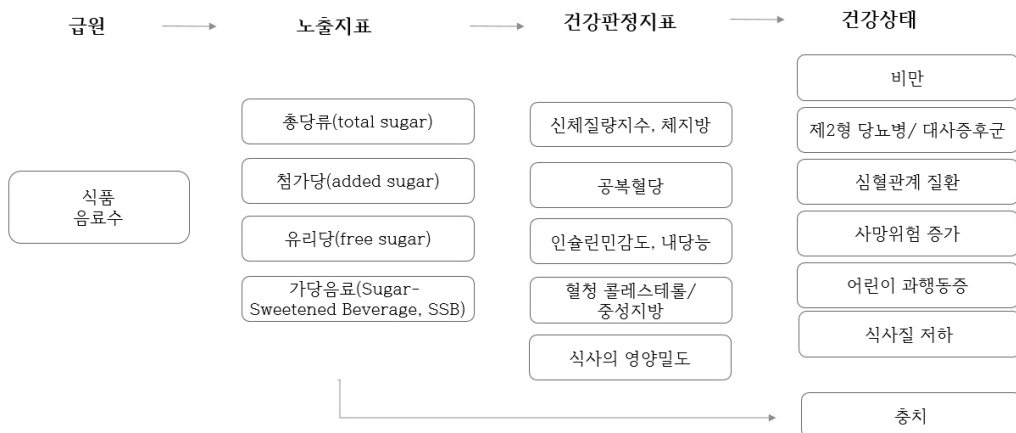


그림 2 당류 섭취기준 설정을 위한 분석틀

① 비만

당류 섭취와 비만과의 연구는 총당류 섭취가 아닌 유리당 또는 첨가당 섭취나 가당음료수(Sugar Sweetened Beverage, SSB)와의 관련성을 본 연구가 대다수이다. 가당음료수는 첨가당 섭취의 제1급원이며 당이외에 다른 영양소가 거의 함유되어 있지 않아 영양밀도가 낮고 에너지밀도만 높은 식품으로 비만, 당뇨병을 포함한 대사질환의 위험도를 높이는 것으로 간주된다. 당류 섭취 연구와 관련해서 연구 설계나

섭취량 조사 방법 등의 차이로 일관성 있는 결과를 도출하기가 어려운 제한점이 있지만, 국제보건기구(WHO)의 주도로 전향적 코호트와 임의할당 개입연구를 이용한 대규모 메타분석 연구 결과가 발표되었다. 성인과 어린이 모두에서 유리당 섭취는 체중증가와 양의 관련성을 나타냈으나, 동일한 에너지 섭취에서 유리당을 다른 탄수화물이나 다량영양소 급원으로 바꾸어 섭취를 줄이는 경우에는 체중변화와 아무 관련성이 없었다 [73]. 또한 Malik 등 [74]은 가당음료수에 대해 전향적 코호트와 임의할당 개입연구를 이용한 메타분석 결과를 발표하였는데, 가당음료수 섭취 증가는 어린이와 성인 모두에서 체중증가와 유의적 관련성이 있었다.

② 제2형 당뇨병과 대사증후군

당뇨병과 당뇨 섭취에 대한 연구 대부분도 가당음료수 섭취를 중심으로 수행되었다. 코호트 자료를 이용하여 메타분석을 한 결과에서 가당음료수 섭취가 높은 그룹이 낮은 그룹에 비해 제2형 당뇨병과 대사증후군 발생의 위험도가 증가하는 것으로 보고하였다 [75].

최근 우리나라 사람을 대상으로 한 연구도 보고가 되고 있는데, 중년 남성에서 총당류 섭취가 20% 이상인 그룹은 그렇지 않은 그룹에 비해 대사증후군과 비만유병률 위험도가 유의적으로 높았고 [76], 가당음료수 섭취가 높은 그룹은 그렇지 않은 그룹에 비해 비만, 대사증후군 유병률 위험도가 유의적으로 높았으며 [77], 탄산음료 섭취는 성인 여성에서 대사증후군 지표와 관련성이 있었다 [78]. 그러나 대부분 횡단조사는 제한점을 가지고 있고 일부 연구에서는 남자에서만, 일부 연구에서는 여자에서만 연관성을 보여 향후 연구가 더 필요하다.

③ 심혈관계 질환

미국 의학연구소는 2002년 여러 역학조사 보고서를 근거로 자연적으로 식품에 존재하거나 가공과정에서 첨가된 당의 섭취와 관상동맥질환의 위험은 관련이 없으며, 혈당지수와 관상동맥질환과의 관련성은 일치된 경향을 나타내지 않으므로, 당의 상한섭취량을 설정하기에는 근거가 충분치 않다고 결론을 내린 바 있다 [79]. 그러나, 국제보건기구 주도로 시행된 당섭취와 혈압과 지질 지표들에 대한 메타분석 결과는 당류 섭취와 뚜렷한 양의 관련성을 제시하고 있다 [80].

우리나라 성인을 대상으로 한 최근의 코호트 연구 결과, 가당음료수의 주당 섭취 빈도가 가장 높은 그룹이 가장 낮은 그룹에 비해 고혈압 발생 위험이 1.21배 높은 것으로 나타났으며, BMI 25 kg/m² 이상인 그룹에서 가당음료와 고혈압 발생 위험의 양의 상관관계가 나타난 반면, BMI 25 kg/m² 미만인 그룹에서는 유의적인 상관성을 보이지 않았다 [81]. 국민건강영양조사 자료를 활용한 단면연구에서도 우리나라 성인에서 가당음료수의 섭취 빈도가 높아질수록 고혈압 유병 위험이 유의적으로 높아지는 결과를 보였다 [82, 83]. 그러나 우리나라 인구집단에서 당류 섭취와 여러가지 심혈관계질환의 관련성을 조사한 연구는 매우 제한적이며, 향후 연구가 더 필요한 실정이다.

④ 사망위험 증가

성인과 노인을 대상으로 한 대규모 코호트 연구를 통해 보고된 바에 의하면 당류 섭취수준에 따른 사망 위험의 변화는 섭취수준에 따라 다른 방향으로 나타났다. 급원식품에 따라서도 다른 양상을 나타내었으며, 당류 대신 인공감미료를 사용한 음료수의 섭취도 사망위험을 증가시키는 것으로 관찰되고 있어, 좀 더 다면적인 분석과 보완적인 연구가 필요하였다.

에너지 섭취기여율에 따라 당류의 섭취수준을 나누고 사망률과의 연관성을 살펴보았을 때, 섭취수준에 따른 사망의 위험은 J형을 나타내었으나 위험을 증가시키는 섭취수준은 연구에 따라 차이를 보였다 [84, 85]. 또한, 에너지 섭취의 10%미만으로 섭취수준이 낮은 구간을 세분화하지 않았을 때는 이러한 양상을 관찰할 수 없었다 [86].

첨가당의 급원식품으로는 고형식품보다 가당음료수와 같은 액체형 급원의 기여가 컸다. 액체형 급원에서는 섭취수준의 증가에 따라 사망의 위험이 증가하였으나, 당류 외 다른 영양소를 포함하는 고형 급원식품을 통한 첨가당의 섭취는 사망의 위험을 감소시켰다 [87]. Narain 등 [88]이 2015년에 코호트 연구를 체계적으로 고찰하고 메타분석하여 보고한 결과에서는 가당음료수 섭취와 사망위험 간 연관성을 보이지 않았으나, 최근 보고된 체계적 문헌 고찰과 메타분석 연구에서는 가당음료수 섭취와 사망 위험 간 연관성을 관찰할 수 있었다. Mullee 등 [89]이 유럽 10개국의 인구집단을 대상으로 한 코호트 연구를 메타분석 한 결과에서 하루에 2잔 이상 가당음료수를 섭취하는 대상자는 한달에 한잔 미만 섭취하는 대상자에 비해 사망 위험이 높았고, Qin 등 [90]은 가당음료수 섭취가 사망위험의 증가와 용량 반응 관계가 있음을 관찰할 수 있었다. 두 연구 모두에서 가당음료수뿐 아니라 인공감미료를 이용한 음료의 섭취도 사망위험과 연관성을 나타내어 가당음료수와 관련된 사망위험의 증가는 당류의 섭취 뿐 아니라 음료수를 섭취하는 사람들의 다른 위험요인이 반영된 결과로 이해할 수 있다.

⑤ 어린이 과행동증

당류 섭취와 어린이의 과행동증과의 관계에 대해서는 아직까지 일관된 연구결과를 나타내지 못하고 있다. 그러나 설탕섭취와 어린이의 과행동증에 관한 몇몇 메타분석 연구에서 당류의 섭취는 과행동증 또는 행동이상증세와 관련이 없음을 보고하였다 [91, 92]. 우리나라 초등학교생을 대상으로 한 연구에서도 설탕섭취는 주의결핍 과잉활동장애와 유의적인 연관성이 없었다 [93].

⑥ 식사질 저하

미국 의학연구소에서는 첨가당의 함량이 높은 식사를 한 사람들은 필수영양소(칼슘, 마그네슘, 철, 아연, 비타민 A, 비타민 E)의 섭취량이 낮아서 첨가당을 총섭취에너지의 25% 이상은 먹지 말라고 권고하였다 [79]. 당류의 섭취와 미량영양소 섭취 수준의 연관성에 관한 체계적 문헌 고찰에서는 명확한 관련성을 나타내지 않았으나, 연구마다 당류 섭취의 정의, 섭취량 조사 방법 등의 차이가 있어 결과를 해석할 때 이를 고려할 필요가 있다 [94].

당류의 섭취가 증가하면 영양밀도가 감소하여 식사의 질이 낮아질 것이라는 우려가 있으나, 우리나라는 서구와 다르게 총당류 섭취가 증가하여도 영양밀도가 오히려 증가하는 결과들도 보고된 바 있다 [95, 96]. 이는 당류의 급원식품의 차이에서 기인된 것으로, 당류의 총섭취량만으로 식사의 질을 단편적으로 평가하기보다는 급원식품별 섭취량이 고려되어야 함을 시사하고 있다. 최근 우리나라 초등학생을 대상으로 수행된 연구에서는 총 에너지섭취량 중 당류에서 얻어지는 에너지 비율이 20%이상인 경우 20% 미만인 대상자에 비해 철, 아연, 니아신 섭취가 유의적으로 낮았다고 보고하였다 [97].

⑦ 한국인의 1일 당류 섭취 기준

당류의 섭취기준 설정을 위해 당류섭취와 식사의 영양밀도의 관계, 당류섭취와 대사성질환의 관계와 우리나라 사람들의 총당류 섭취 실태를 고려하였다. 최근의 과학적 근거들은 첨가당이나 가당음료수 섭취가 많을수록 비만, 당뇨병, 심혈관 질환의 위험도가 유의미하게 증가하고 있음을 나타내고 있다. 우리나라 국민을 대상으로 한 연구 자료는 아직 미비한 실정이지만, 총당류를 통한 에너지 섭취비율이 증가할수록 대사증후군의 발생률과 유병률의 위험도가 증가하며, 그러한 현상은 특히 여자에게서 더 유의하게 나타남이 보고된 바 있다. 또한, 총당류 에너지 섭취비율이 증가할수록 대부분의 영양소의 섭취량도 증가하는 것으로 나타났으나, 총당류 에너지 섭취비율이 20% 이상인 군에서는 에너지, 단백질, 지질, 나트륨, 니아신의 섭취가 유의적으로 감소하였다 [98].

이에 따라 2015년 영양소 섭취기준 제정 시 총당류의 섭취기준은 총 에너지섭취량의 10-20%로 하였으며, 생애주기별 자료가 극히 제한되어 생애주기별로 당류 섭취기준을 제시하지 않았다. 또한 총당류의 급원식품 중 가공식품의 비율이 높아지고 있다는 점과 2015년 발표된 국제보건기구(WHO)의 당 섭취기준을 고려하여, 총당류 중 첨가당을 총 에너지섭취량의 10% 이내로 섭취하도록 권고하였다.

2018년 국민건강통계에서 제 7기 국민건강영양조사기간 3년 간 총 당류의 섭취는 점진적으로 감소하고 있는 것으로 보고되었다. 그러나 2015년 이후 보고된 과학적 근거가 2015년 제정된 섭취기준 개정의 필요성을 나타내고 있지는 않아 2020년에도 유지하는 것으로 결정하였다.

3 안전확보를 위한 섭취기준

탄수화물의 섭취가 증가하면 다양한 만성 질환의 위험이 증가하는 것으로 보고되고 있으나 상한섭취량을 설정할 만한 문헌적 근거가 부족하여 상한섭취량을 설정하지 않았다. 미국과 일본 등에서도 탄수화물의 상한섭취량은 설정되어 있지 않다.

【표 16】 한국인의 1일 탄수화물 섭취기준

성별	연령	탄수화물(g/일)			
		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
영아	0-5(개월)			60	
	6-11			90	
유아	1-2(세)	100	130		
	3-5	100	130		
남자	6-8(세)	100	130		
	9-11	100	130		
	12-14	100	130		
	15-18	100	130		
	19-29	100	130		
	30-49	100	130		
	50-64	100	130		
	65-74	100	130		
	75 이상	100	130		
여자	6-8(세)	100	130		
	9-11	100	130		
	12-14	100	130		
	15-18	100	130		
	19-29	100	130		
	30-49	100	130		
	50-64	100	130		
	65-74	100	130		
	75 이상	100	130		
임신부		+35	+45		
수유부		+60	+80		

4 주요 급원식품

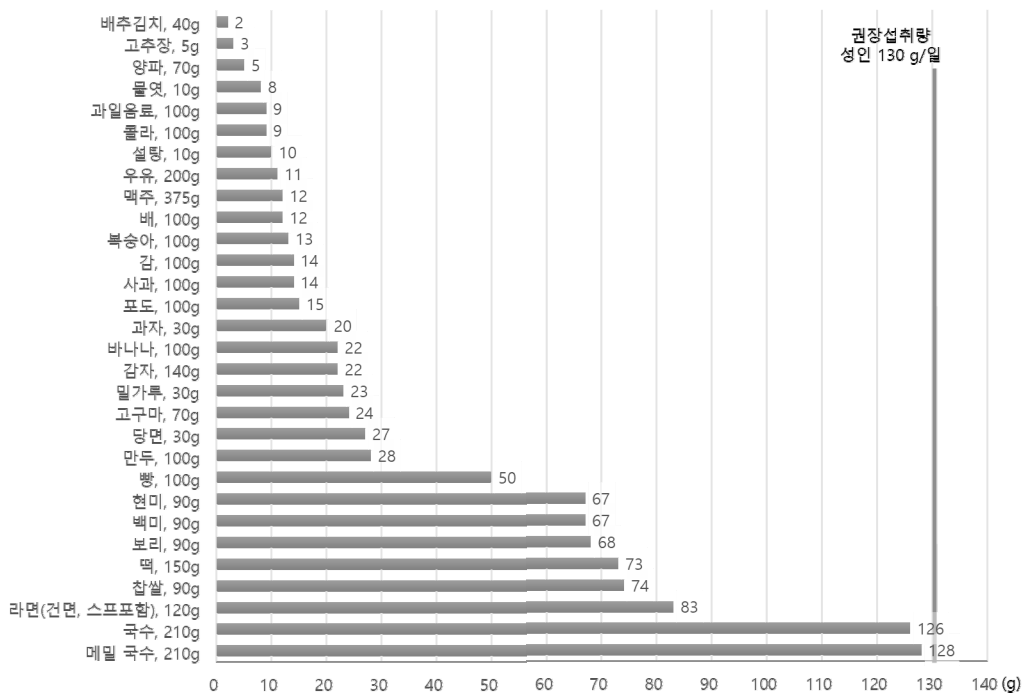
(1) 탄수화물

탄수화물은 에너지 공급원으로 매우 중요하며 소화가 쉽고 체내 대사과정 중 독성물질을 만드는 일도 드물다. 탄수화물의 급원식품은 대부분 식물성 식품이며 단당류는 과일과 채소에 함유되어 있다. 이당류 중 자당은 사탕수수와 사탕무, 꿀 등에 함유되어 있고 유당은 우유 및 유제품에 존재하며 맥아당은 전분의 가수분해 산물로 생성되며 맥아(엿기름)에 포함되어 있다. 올리고당은 주로 두류에 함유되어 있다. 대부분의 탄수화물은 전분 형태로 섭취하는데 곡류 및 곡류제품, 감자와 같은 서류, 호박 등에 함유되어 있다 [99]. 우리나라 국민의 다소비식품에서 탄수화물 섭취에 기여하는 대표적 급원식품으로는 백미, 라면, 국수, 빵, 떡, 사과, 현미, 과자, 밀가루, 고구마 순으로 조사되었다(표 17). 탄수화물 주요 급원식품의 1회 분량 당 함량은 그림 3과 같다. 또한, 탄수화물 고함량 식품은 표 18에 나타내었다.

【 표 17 】 탄수화물 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	백미	75	16	메밀 국수	61
2	라면(건면, 스프포함)	69	17	고추장	52
3	국수	60	18	감자	16
4	빵	50	19	바나나	22
5	떡	49	20	콜라	9
6	사과	14	21	과일음료	9
7	현미	74	22	맥주	3
8	과자	66	23	감	14
9	밀가루	77	24	양파	7
10	고구마	34	25	복숭아	13
11	보리	75	26	당면	89
12	참쌀	82	27	만두	28
13	배추김치	6	28	물엿	83
14	설탕	100	29	포도	15
15	우유	6	30	배	12

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 탄수화물 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [100]) 자료를 활용하여 탄수화물 주요 급원식품 상위 30위 산출

【 그림 3 】 탄수화물 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 탄수화물 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [100]) 자료를 활용하여 탄수화물 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [101])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출, 19-29세 성인 권장섭취량 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교

【표 18】 탄수화물 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	설탕	100	16	물엿	83
2	과당	100	17	참쌀	82
3	사탕	98	18	젤리	82
4	껌	95	19	계피가루	81
5	생강차	91	20	영지버섯, 말린것	81
6	전분	90	21	카라멜	80
7	당면, 말린것	89	22	밀가루	77
8	조청	88	23	파스타, 말린것	77
9	کمپ리차 가루	88	24	율무차 가루	76
10	쌍화차 가루	88	25	미숫가루	76
11	녹두 국수, 말린것	88	26	밀	76
12	꿀	86	27	달기잼	75
13	시리얼	85	28	보리	75
14	상황버섯, 말린것	85	29	백미	75
15	얼레지 뿌리, 말린것	83	30	한천	75

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [100]

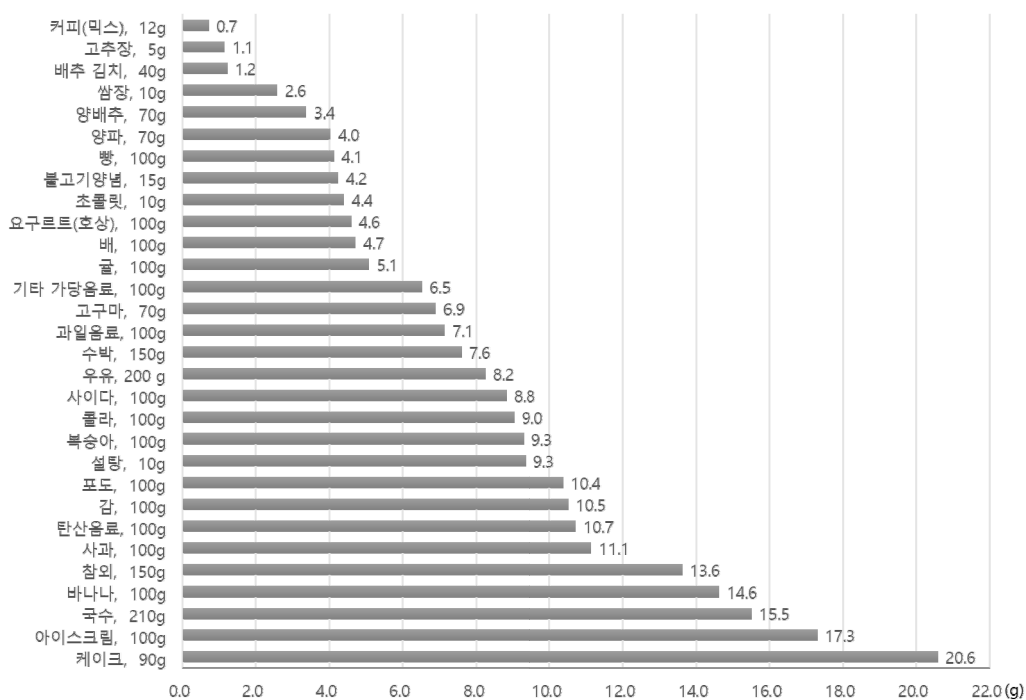
(2) 당류

2018 국민건강통계 [102] 자료에 따르면 우리나라 인구집단(1세 이상)의 당류 1일 섭취량은 60.2 g이고, 19세 이상 성인의 섭취량은 59.2 g으로 나타났다. 남자의 경우 64.5 g, 여자의 경우 55.6 g이며, 성인 남성은 64.3 g, 성인 여성은 53.8 g이다. 최근 3년 동안의 당류 1일 섭취량은 2016년 67.9 g, 2017년 64.8 g, 2018년 60.2 g으로 감소하는 추이를 보였다. 동 자료에 따르면 당류의 식품군별 섭취량은 과일류(13.4 g)와 음료류(11.8 g)가 가장 높았고, 우유류(7.6 g), 채소류(6.9 g), 곡류(6.4 g) 순이었다. 한국인의 당류 주요 급원식품은 사과, 설탕, 우유, 콜라 순으로 나타났다(표 19). 당류 주요 급원식품의 1회 분량 당 함량은 그림 4에, 당류 고함량 식품은 표 20에 제시하였다.

표 19 | 당류 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	사과	11.1	16	아이스크림	17.3
2	설탕	93.5	17	참외	9.1
3	우유	4.1	18	포도	10.4
4	콜라	9.0	19	케이크	22.9
5	배추김치	3.1	20	가당 오렌지주스	6.5
6	과일음료	7.1	21	빵	4.1
7	바나나	14.6	22	요구르트(호상)	4.6
8	양파	5.7	23	초콜릿	43.9
9	감	10.5	24	꿀	5.1
10	고추장	22.8	25	수박	5.1
11	고구마	9.8	26	불고기양념	28.2
12	복숭아	9.3	27	쌈장	25.7
13	국수	7.4	28	커피(믹스)	5.9
14	사이다	8.8	29	배	4.7
15	기타 탄산음료	10.7	30	양배추	4.8

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 당류 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [100]) 자료를 활용하여 당류 주요 급원식품 상위 30위 산출

그림 4 | 당류 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 당류 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [100]) 자료를 활용하여 당류 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [101])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출

【표 20】 당류 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	설탕	93.5	16	쥐치포, 말린것	25.8
2	꿀	74.7	17	쌈장	25.7
3	시럽, 단풍나무	60.5	18	대추, 생것	24.3
4	코코아 가루	55.7	19	케이크	22.9
5	딸기잼	53.2	20	고추장	22.8
6	조청	49.9	21	돈까스 소스	22.3
7	초콜릿	43.9	22	물엿	22.1
8	사탕	42.8	23	겨자 페이스트	21.1
9	양갱	41.9	24	잭프루트, 생것	19.1
10	분유	38.6	25	프루트카데일, 통조림	18.9
11	초고추장	36.0	26	고춧가루	17.5
12	매실 농축액	35.9	27	아이스크림, 바닐라맛	17.3
13	시리얼	35.1	28	머루, 생것	17.1
14	꽃감, 말린것	29.8	29	마늘 장아찌	15.0
15	불고기양념	28.2	30	발사믹식초	15.0

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [100]

5

향후 2025 섭취기준 개정을 위한 제언

5-1. 섭취기준 설정에서 제기된 문제

(1) 탄수화물

우리나라 국민건강영양조사 자료에 따르면 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율은 50세 이후에 급격히 증가하고, 특히 여성에서 높은 섭취비율을 나타낸다. 그러므로 성별, 연령별에 따라 탄수화물의 에너지 적정비율을 세분화해야 할 지에 대한 검토가 필요하다.

(2) 당류

WHO는 2015년 당류 섭취지침을 설정하면서 유리당의 섭취를 에너지 섭취수준의 10% 이내로 제한하였다. 그러나 현재 당류의 섭취수준이 낮은 국가에서는 이 기준을 적용하기 보다는 현재의 섭취수준이 더 이상 높아지지 않도록 하는 것이 바람직하다는 논평을 덧붙이고 있다. 현재 우리나라의 총당류 섭취수준은

서구와 다르게 비교적 낮은 편이나, 첨가당 또는 유리당 섭취수준은 분석하지 못하고 있다. 우리나라 사람들의 첨가당 또는 유리당 섭취를 파악하여 적절한 기준을 설정하는 것이 필요하다.

5-2. 과학적 근거가 부족한 사항

탄수화물의 섭취가 많으면 만성질환 발생의 위험을 증가시킨다는 보고들이 있으므로 만성질환을 예방하기 위한 섭취기준과 상한섭취량 설정에 대한 근거를 확보하기 위해 우리나라 국민을 대상으로 연구가 필요하다. 인구집단의 당류 섭취수준을 분석할 수 있는 공신력 있는 데이터베이스가 최근에야 구축되어 우리 국민의 당류 섭취와 건강지표의 인과적 연관성을 살펴본 연구는 물론 섭취 특성에 대한 기본적인 기술적 연구조차 매우 부족한 상태이다. 섭취기준 설정을 위한 여러 수준에서의 근거 축적이 요구된다.

5-3. 향후 2025 섭취기준 개정을 위해 필요한 과제

(1) 다량 영양소 간 섭취비율과 건강문제

탄수화물 섭취비율과 지질, 단백질 섭취비율을 동시에 고려하여 에너지 섭취가 건강문제에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다. 탄수화물의 섭취가 낮아지면 상대적으로 지질의 섭취가 높아지므로 열량원의 섭취는 상대적인 의미를 가진다. 그러므로 열량영양소 간의 적절한 섭취비율에 대한 연구가 함께 이루어져야 할 것이다.

(2) 한국인의 첨가당, 유리당의 섭취량 추정 및 급원식품

우리나라 사람들의 첨가당이나 유리당 섭취량 수준이나 급원식품 파악과 이를 위한 데이터베이스의 구축이 요구된다.

(3) 한국인의 당류 섭취량의 질적 평가 및 만성질환과의 인과적 연관성 파악을 위한 종단연구

당류섭취량과 건강지표와의 연관성 연구에 있어, 에너지 섭취 기여비율과 당류 급원에 따른 질적인 섭취 평가가 종합적으로 필요하며 인과성 규명을 위한 종단연구가 요구된다.

(4) 당류 섭취 관련 건강지표 및 만성질환 발생의 대사 기전 연구

당류 섭취의 질적 평가와 함께, 이러한 당류 섭취가 체내 건강 지표 및 만성질환 발생에 영향을 미치는 대사적 기전이 함께 규명되어야 한다.

참고문헌

1. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Carbohydrates in Human Nutrition, Rome: World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998.
2. The Committee on Medical Aspects of Food Policy(COMA) DoH, Dietary Reference Values of Food Energy and Nutrients for the United Kingdom, London: The Stationery Office/Tso, 1991.
3. Bowman SA. Added sugars: Definition and estimation in the USDA Food Patterns Equivalents Databases. Journal of Food Composition and Analysis 2017;64:64-7. doi: 10.1016/j.jfca.2017.07.013.
4. World Health Organization, Guideline: Sugars Intake for Adults and Children, 2015.
5. Cummings JH, Stephen AM. Carbohydrate terminology and classification. Eur J Clin Nutr 2007;61(S1):S5-S18. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602936.
6. Wong JM, Jenkins DJ. Carbohydrate digestibility and metabolic effects. J Nutr 2007;137(11 Suppl):2539S-46S.
7. Hallfrisch J, Facn, Behall KM. Mechanism of the effects of grains on insulin and glucose response. J Am Coll Nutr 2000;19:320S-5S.
8. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press; 2005.
9. Kawahito S, Kitahara H, Oshita S. Problems associated with glucose toxicity: Role of hyperglycemia-induced oxidative stress. World J Gastroenterol 2009;15(33):4137-42.
10. Goodridge AG, Sul HS. Lipid metabolism Synthesis and oxidation. In: Stipanuk MH, ed. Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition. Philadelphia PA: W.B. Saunders Company, 2000; pp305-50.
11. Manninen AH. Metabolic effects of the very-low carbohydrate diets: misunderstood "villains" of human metabolism. J Int Soc Sports Nut 2004;31(2):7-11.
12. Westman EC. Is dietary carbohydrate essential for human nutrition? Am J Clin Nutr 2002;75(5):951-3.
13. Young CM, Scanlan SS, Im HS, Lutwak L. Effect of body composition and other parameter in obese young men of carbohydrate level of reduction diet. Am J Clin Nutr 1971;24(3):290-6.

14. Roberfroid MB. Introducing inulin-type fructans. *Br J Nutr* 2005;93(supple1):S13-S25.
15. Jenkins DJ, Jenkins AL. Nutrition principles and diabetes. A role for "lente carbohydrate"? *Diabetes Care* 1995;18(11):1491-8.
16. Brand-Miller JC. Postprandial glycemia, glycemic index, and the prevention of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2004;80:243-4.
17. Song Y, Joung H. A traditional Korean dietary pattern and metabolic syndrome abnormalities. *Nutr Met Cardio Dis* 2012;22(5):456-62.
18. 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* 2013;8(10):e78088.
19. 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* 2014;114(1):54-62.
20. Choi H, Song S, Kim J, Chung J, Yoon J, Paik HY, Song Y. High carbohydrate intake was inversely associated with high-density lipoprotein cholesterol among Korean adults. *Nutr Res* 2012;32(2):100-6.
21. Song SJ, Lee JE, Paik HY, Park MS, Song YJ. Dietary patterns based on carbohydrate nutrition are associated with the risk for diabetes and dyslipidemia. *Nutr Res Prac* 2012;6(4):349-56.
22. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor TH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981;34:362-6.
23. 대한당뇨병학회. 당뇨병 식품교환표 활용지침 제3판, 골드기획. 2010; p77.
24. Pi-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76:290S-8S.
25. Salmerón J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 1997;277(6):472-7.
26. Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J. Glycemic response and health a systematic review and meta-analysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *Am J Clin Nutr* 2008;87(1):258S-68S.
27. Pawlak DB, Ebbeling CB, Ludwig DS. Should obese patients be counselled to follow a

- low-glycaemic index diet? Yes. Obesity reviews. J Inter Assoc Study Obesity 2002;3(4):235-43.
28. Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, Okubo H, Hosoi Y, Horiguchi H, Oguma E, Kayama F. Dietary glycemic index and load in relation to metabolic risk factors in Japanese female farmers with traditional dietary habits. Am J Clin Nutr 2006;83(5):1161-9.
 29. BrandMiller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. Diabetes Care 2003;26:2261-67.
 30. Jebb SA, Lovegrove JA, Griffin BA, Frost GS, Moore CS, Chatfield MD, Bluck L J, Williams CM, Sanders TA. Effect of changing the amount and type of fat and carbohydrate on insulin sensitivity and cardiovascular risk: the RISCK(Reading, Imperial, Surrey, Cambridge, and Kings) trial. Am J Clin Nutr 2010;92(4):748-58.
 31. Ma YS, Olendzki B, Chiriboga D, Hebert JR, Le Yf, Li WJ, Campbell MJ, Gendreau K, Ockene IS. Association between dietary carbohydrates and body weight. Am J Epidemiol 2005;161:359-67.
 32. Lau C, Toft U, Tetens I, Richelsen B, Jørgensen T, Borch-Johnsen K, Clümer C. Association between dietary glycemic index, glycemic load, and body mass index in the Inter99 study: is underreporting a problem? Am J Clin Nutr 2006;84:641-5.
 33. Hui LL, Nelson EAS. Meal glycaemic load of normalweight and overweight Hong Kong children. Eur J Clin Nutr 2006;60:220-7.
 34. 홍희옥, 이정숙. 서울 일부지역 여자 고등학생의 식품 및 영양소 섭취, Glycemic Index Glycemic Load와 비만도와의 관련성 연구. 한국영양학회지 2010;43(5):500-12.
 35. Du H, Van der ADL, Feskens EJ. Dietary glycaemic index: a review of the physiological mechanisms and observed health impacts. Acta Cardiol 2006;61:383-97.
 36. Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. Am J Clin Nutr 2004;80(2):348-56.
 37. 김미자, 권순자, 이선영. 제2형 당뇨병환자의 저혈당지수 영양교육이 혈당관리에 미치는 영향. 한국영양학회지 2010;43(1):46-56.
 38. Denova-Gutiérrez E, Huitrón-Bravo G, Talavera JO, Castañón S, Gallegos-Carrillo K, Flores Y, Salmerón J. Dietary glycemic index, dietary glycemic load, blood lipids, and coronary heart disease. J Nutr Metab Article ID 170680, 2010.

39. Levitan EB, Cook NR, Stampfer MJ, Ridker PM, Rexrode KM, Buring JE, Manson JE, Liu S. Dietary glycemic index, dietary glycemic load, blood lipids, and C-reactive protein. *Metabolism* 2008;57(3):437-43.
40. 노민영. 탄수화물의 질과 당뇨병. *대한당뇨병학회지* 2014;15(2):104-9.
41. 정현주, 송원옥, 백희영, 정효지. 한국인의 대사증후군과 다량 영양소의 섭취패턴. *한국영양학회지* 2011;44(2):119-30.
42. Kim K, Yun SH, Choi BY, Kim MK. Cross-sectional relationship between dietary carbohydrate, glycaemic index, glycaemic load and risk of the metabolic syndrome in a Korean population. *Br J Nutr* 2008;100(3):576-84.
43. 한영환, 김현진, 정래호, 백원석. 한국 성인의 수면시간, 탄수화물 섭취비율과 동맥경화성 심혈관 질환 위험도 간 연관성. *Korean J Fam Pract* 2019;9(1):89-98.
44. Chung HK, Yang EJ, Song WO. Carbohydrate intake associated with risk factors of coronary heart disease in the adults: NHANES, III. *Korean J Nutr* 2000;33(8):873-81.
45. 배윤정. 성인 여성에서 비만 여부에 따른 식사섭취상태 및 식사의 질 평가 : 2007-2009 국민건강영양조사 자료를 이용하여. *한국영양학회지* 2012;45(2):140-49.
46. 박민선, 서윤석, 정영진. 한국 노인 식사의 탄수화물 에너지비에 대한 만성질환 위험도 비교, 2007-2009년 국민건강영양자료 이용. *J Nutr Health* 2014;47(4):247-57.
47. 김명성, 권대철, 배윤정. 한국인 성인 남녀에서 허리 둘레 기준 복부비만에 따른 영양섭취상태 평가: 2010-2012 국민건강영양조사 자료를 이용하여. *J Nutr Health* 2014;47(6):403-15.
48. National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults(Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002;106(25):3143-421.
49. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, Gordon DJ, Krauss RM, Savage PJ, Smith SC Jr, Spertus JA, Fernando C. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement: Executive summary. *Circulation* 2005;112:2735-52.
50. Moon HK, Kong JE. Assessment of nutrient intake for middle aged with and without metabolic syndrome using 2005 and 2007 Korean National Health and Nutrition Survey. *Korean J Nutr* 2010; 43(1):69-78.
51. Kim EK, Lee JS, Hong H, Yu CH. Association between glycemic index, glycemic load, dietary carbohydrates and diabetes from Korean National Health and Nutrition Examination Survey

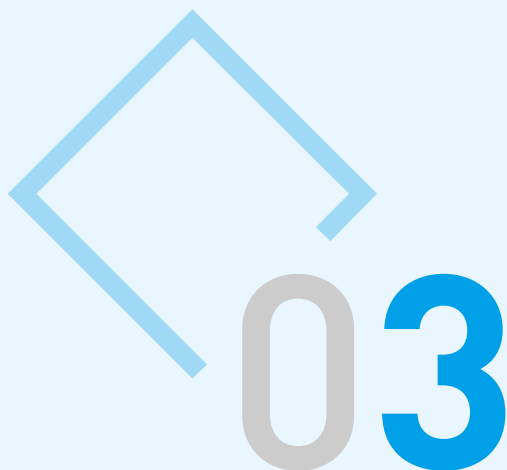
2005. Korean J Nutr 2009;42(7):622-30.
52. Carnethon MR, Loria CM, Hill JO, Sidney S, Savage PJ, Liu K, Coronary Artery Risk Development in Young Adults study. Risk factors for the metabolic syndrome: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults(CARDIA) study, 1985-2001. Diabetes Care 2004; 27(11):2707-15.
 53. Lutsey PL, Steffen LM, Stevens J. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome: the atherosclerosis risk in communities study. Circulation 2008;117(6):754-61.
 54. Sun Q, Spiegelman D, van Dam RM, Holmes MD, Malik VS, Willett WC, Hu FB. White rice, brown rice, and risk of type 2 diabetes in US men and women. Arch Intern Med 2010;14;170(11):961-9.
 55. Hernandez TL, Sutherland JP, Wolfe P, AllianSauer M, Capell WH, Talley ND, Wyatt HR, Foster GD, Hill JO, Eckel RH. Lack of suppression of circulating free fatty acids and hypercholesterolemia during weight loss on a high-fat, low carbohydrate diet. Am J Clin Nutr 2010;91(3):578-85.
 56. 장지호, 이혜승, 강은희. 건강증진센터 고객의 비알콜성 지방간 유무에 따른 식습관 및 영양섭취, 식사의 질에 관한 연구. J Nutr Health 2014;47(5):330-41.
 57. St Jeor ST, Howard BV, Prewitt TE, Bovee V, Bazzarre T, Eckel RH. Dietary protein and weight reduction: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism of the American Heart Association. Circulation 2001;9;104(15):1869-74.
 58. MacDonald IA. Carbohydrate as a nutrient in adult: range of acceptable intakes. Eur J Clin Nutr 1999;53:S101-6.
 59. Sato K, Kashiwaya Y, Keon CA, Tsuchiya N, King MT, Radda GK, Chance B, Clarke K, Veech RL. Insulin, ketone bodies, and mitochondrial energy transduction. FASEB J 1995;9(8):651-8.
 60. Feinman RD, Makowske M. Metabolic syndrome and lowcarbohydrate ketogenic diets in the medical school biochemistry curriculum. Metab Syndr Relat Disord 2003;1(3):189-97.
 61. 질병관리본부. 2013-2017 국민건강통계. 보건복지부, 2018.
 62. Kalhan SC, Kiliç I. Carbohydrate as nutrient in the infant and child: range of acceptable intake. Eur J Clin Nutr 1999;53 Suppl 1:S94-S100.
 63. 문수재, 이민준, 김정현, 강정선, 안홍석, 송세화, 최문희, 수유기간에 따른 모유의 총질소, 총지질 및 젖당 함량 변화와 모유 영양아의 에너지 섭취에 관한 연구. 한국영양학회지 1992;225:233-47.

64. Nommsen LA, Lovelady CA, Heinig MJ, Lönnerdal B, Dewey KG. Determinants of energy, protein, lipid, and lactose concentrations in human milk during the first 12 mo of lactation: the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 1991;53(2):457-65.
65. 문희수, 하경호, 송윤주. 고식이섭유 및 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 관련성. *J Nutr Health* 2019;52(6):540-51.
66. 손원국, 홍해숙. 관상동맥조영술 환자의 탄수화물 섭취와 관상동맥협착정도와의 관계. *경북간호학회지* 2015;19(2):9-19.
67. 한미란, 임정현, 송윤주. 우리나라 청소년의 고 탄수화물 식사와 고지방식사가 대사증후군 위험요인에 미치는 영향: 1998- 2009년 국민건강영양조사 자료를 이용하여. *J Nutr Health* 2004;47(3):186-92.
68. Lee LH. Bone health status of Korean elderly people and dietary factors related to bone mineral density. *J Res Ins Korean Educ* 2006;24:1-19.
69. Lee L. Associations between dietary intake and health status in Korean elderly population. *Korean J Nutr* 2002;35(1):124-36.
70. Jung HJ, Song WO, Paik HY, Joung H. Dietary characteristics of macronutrient intake and the status of metabolic syndrome among Koreans. *Korean J Nutr* 2011;44(2):119-30.
71. 소은진, 정효지. 노인의 에너지 섭취부족과 관련된 사회환경요인 분석. *J Nutr Health* 2015;48(4):371-9.
72. 후생노동성. 평성26년. 일본인의 식사섭취기준. 2015.
73. 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* 2013;346:e7492. doi: 10.1136/bmj.e7492.
74. Malik VS, Pan A, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2013;98(4):1084-102. doi: 10.3945/ajcn.113.058362.
75. Malik VS, Popkin BM, Bray GA, Despres JP, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2010;33(11):2477-83. doi: 10.2337/dc10-1079.
76. Seo EH, Kim H, Kwon O. Association between total sugar intake and metabolic syndrome in middle-aged Korean men and women. *Nutrients* 2019;11(9):2042.

77. Shin S, Kim S-A, Ha J, Lim K. Sugar-Sweetened Beverage Consumption in Relation to Obesity and Metabolic Syndrome among Korean Adults: A Cross-Sectional Study from the 2012-2016 Korean National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES). *Nutrients* 2018;10(10):1467. doi: 10.3390/nu10101467.
78. Chung S, Ha K, Lee HS, Kim CI, Joung H, Paik HY, Song Y. Soft drink consumption is positively associated with metabolic syndrome risk factors only in Korean women: Data from the 2007-2011 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Metabolism* 2015;64(11):1477-84. doi: 10.1016/j.metabol.2015.07.012.
79. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press, 2005.
80. Te Morenga LA, Howatson AJ, Jones RM, Mann J. Dietary sugars and cardiometabolic risk: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids. *Am J Clin Nutr* 2014;100(1):65-79. doi: 10.3945/ajcn.113.081521.
81. Kwak JH, Jo G, Chung H-K, Shin M-J. Association between sugar-sweetened beverage consumption and incident hypertension in Korean adults: a prospective study. *Eur J Nutr* 2019;58(3):1009-17. doi: 10.1007/s00394-018-1617-1.
82. Hwang E-J, Yoo J-H, Shin J-Y, Bae M-J, Jo S-I. Association of Sugar-Sweetened Beverages Consumption and Hypertension in Korean Adults: Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2012-2013. *Korean J Fam Pract* 2016;6(5):446-51. doi: 10.21215/kjfp.2016.6.5.446.
83. Song HJ, Paek YJ, Choi MK, Yoo KB, Kang JH, Lee HJ. Gender Differences in the relationship between carbonated sugar-sweetened beverage intake and the likelihood of hypertension according to obesity. *International journal of public health* 2017;62(5):573-81. doi: 10.1007/s00038-016-0855-3.
84. Liu ZM, Tse LA, Chan D, Wong C, Wong SYS. Dietary sugar intake was associated with increased body fatness but decreased cardiovascular mortality in Chinese elderly: an 11-year prospective study of Mr and Ms OS of Hong Kong. *Int J Obes(Lond)* 2018;42(4):808-16. doi: 10.1038/ijo.2017.292.
85. Ramne S, Alves Dias J, Gonzalez-Padilla E, Olsson K, Lindahl B, Engstrom G, Ericson U, Johansson I, Sonestedt E. Association between added sugar intake and mortality is nonlinear and dependent on sugar source in 2 Swedish population-based prospective cohorts. *Am J Clin Nutr* 2019;109(2):411-23. doi: 10.1093/ajcn/nqy268.

86. Yang Q, Zhang Z, Gregg EW, Flanders WD, Merritt R, Hu FB. Added sugar intake and cardiovascular diseases mortality among US adults. *JAMA internal medicine* 2014;174(4):516-24. doi: 10.1001/jamainternmed.2013.13563.
87. Tasevska N, Park Y, Jiao L, Hollenbeck A, Subar AF, Potischman N. Sugars and risk of mortality in the NIH-AARP Diet and Health Study.
88. Narain A, Kwok C, Mamas M. Soft drinks and sweetened beverages and the risk of cardiovascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Intern J Clin Pract* 2016;70(10):791-805.
89. Mullee A, Romaguera D, Pearson-Stuttard J, Viallon V, Stepien M, Freisling H, Fagherazzi G, Mancini FR, Boutron-Ruault M-C, Kühn T. Association between soft drink consumption and mortality in 10 European countries. *JAMA internal medicine* 2019;179(11):1479-90.
90. Qin P, Li Q, Zhao Y, Chen Q, Sun X, Liu Y, Li H, Wang T, Chen X, Zhou Q. Sugar and artificially sweetened beverages and risk of obesity, type 2 diabetes mellitus, hypertension, and all-cause mortality: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. Springer, 2020.
91. Wolraich ML, Wilson DB, White JW. The effect of sugar on behavior or cognition in children. A meta-analysis. *JAMA* 1995;274(20):1617-21. doi: 10.1001/jama.1995.03530200053037.
92. Rojas NL, Chan E. Old and new controversies in the alternative treatment of attention-deficit hyperactivity disorder. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* 2005;11(2):116-30. doi: 10.1002/mrdd.20064.
93. Chung HK, Park SS. The effect of sugar intake on attention deficit hyperactivity disorder of school children. *Korean J Nutr* 1995;28(7):644-52.
94. Rennie KL, Livingstone MBE. Associations between dietary added sugar intake and micronutrient intake: a systematic review. *Br J Nutr* 2007;97(5):832-41. doi: 10.1017/s0007114507617206.
95. Chung HK, Park SS, Chang MJ. Sugar intake and dietary behavior of children with and without school lunch program. *Korean J Dietary Culture* 1995;10(2):107-17.
96. Chung C. Association of total sugar intakes and metabolic syndrome from Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2002. *Korean J Nutr* 2007;207(40(Suppl)):29-38.
97. Ko YS, Kim EM, Lee HS. A study of dietary intake of total sugars by elementary students in

- Jeju province. J Nut Health 2015;48(1):81-93.
98. Lee H-S, Kwon S-o, Yon M, Kim D, Lee J-Y, Nam J, Park S-j, Yeon J-y, Lee S-k, Lee H-y, et al. Dietary total sugar intake of Koreans: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES), 2008-2011. J Nutr Health 2014;47(4). doi: 10.4163/jnh.2014.47.4.268.
99. McGuire M, Beerman KA. Nutritional Science. CENGAGE Learning. 2007
100. 국립농업과학원. 국가표준식품성분표 DB 9.1. 농촌진흥청. 2019
101. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2015. Report No.: 11-1352000-001537-14
102. 질병관리본부. 2018 국민건강통계. 질병관리본부, 2019.



식이섬유

Total fiber

3

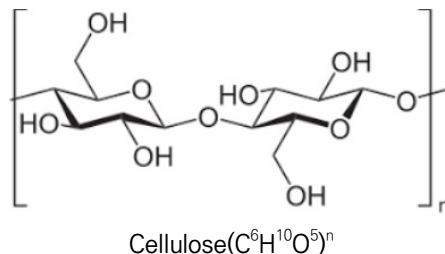
식이섬유

1

영양소의 특성

1-1. 개요

식이섬유는 1953년 Hipsley [1]가 식물세포벽을 구성하는 비소화성 구성물질로 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌의 세 가지 성분을 식이섬유라고 설명한 것을 시작으로 다양한 정의가 제안되어 왔다. 1976년 Trowell [2]는 식이섬유를 “인간의 소화효소로 분해할 수 없는 식물의 다당류와 리그닌”으로 정의했는데, 이는 FDA가 식이섬유를 분리하기 위한 AOAC 방법을 채택하는데 큰 도움을 주었다. 1987년 미국 FDA는 식이섬유를 비전분성 다당류, 리그닌 몇몇 저항성 전분의 혼합물이라 정의하였고 [3], 1995년 영양표시에 대한 Codex Alimentarius Guidelines 에서는 “인간의 소화기관에서 소화효소에 의해 분해되지 않는 섭취 가능한 식물성 혹은 동물성 물질”이라 정의하면서 동물성 급원의 물질도 식이섬유의 범위에 포함되었다 [4]. 2000년 American Association of Cereal Chemists [5] 에서는 과거 30년간 연구에서 도출된 식이섬유의 중요한 생리적 영향에 근거하여 소장에서 소화 흡수되지 않고 대장에서 부분적으로 혹은 완전히 발효는 식물의 가식부분과 유사탄수화물이라 정의한 바 있다. 이와 같이 식이섬유에 대해 간단하게 정의 내리기는 어렵지만 많은 연구를 토대로 “포유동물의 소화효소로 분해되지 않는 탄수화물과 리그닌과 같은 식물 세포 성분에 내재된 성분”을 말하며 [6](그림 1), 최근에는 분리하거나 합성하는 방법으로 제조하여 인체의 생리적 기능에 유익한 영향을 줄 수 있는 기능성 식이섬유를 모두 포괄하여 지칭하고 있다. [7]



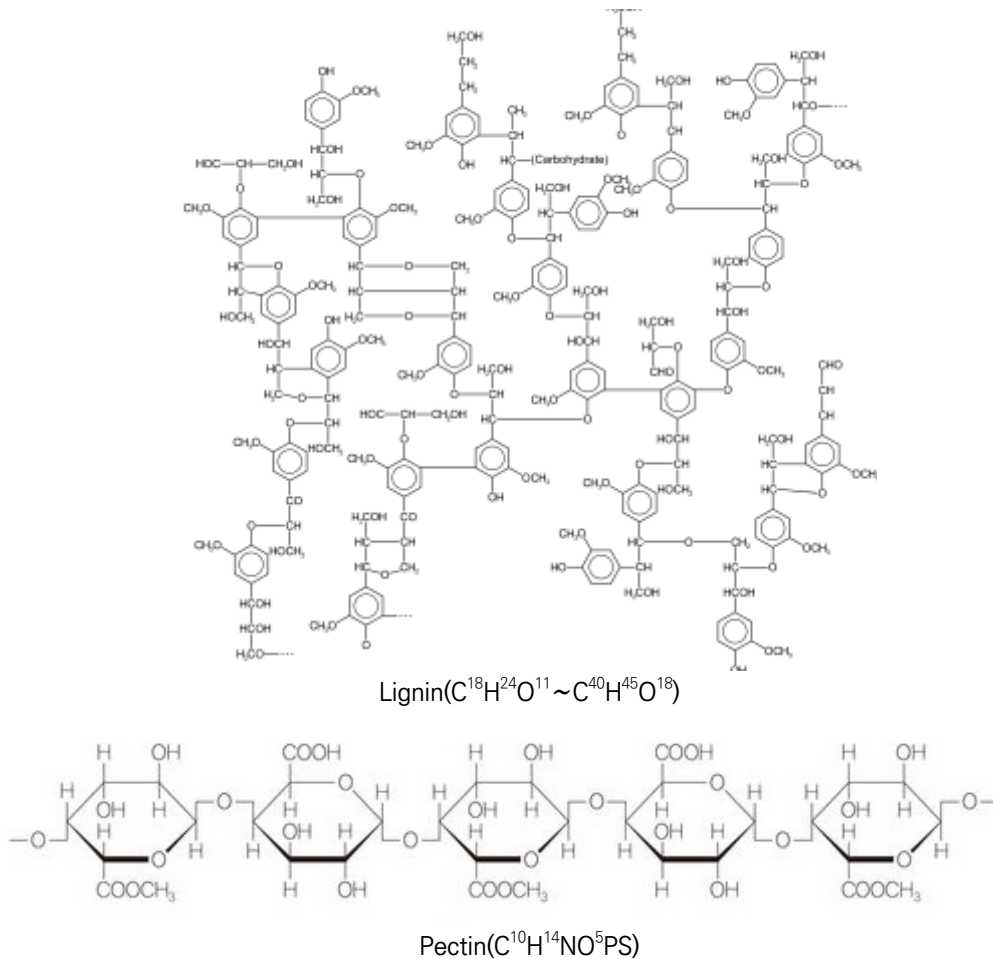


그림 1 주요 식이섬유의 구조

1-2. 흡수, 분포, 대사, 배설

식이섬유는 포유동물의 소화효소로 분해되지 않는 탄수화물이기 때문에 대부분 대장까지 그대로 도달하게 되며, 위장관을 통과하는 동안 다양한 생리적 영향을 준다. 식이섬유는 포만감을 유지하게 해 줌으로써 식욕을 조절하는데 도움을 줄 수 있다. 점도가 높은 식이섬유는 소화 시간을 더디게 하는 기능을 가지고 있다 [8, 9]. 음식물의 소화 시간을 지연시켜 결과적으로 에너지의 흡수를 낮추어줄 수 있어 비만의 위험을 낮추는데 도움이 될 수 있다 [9-14]. 식이섬유는 소장에서 분해되지 않고 대장에 도달하게 되면 대장 내의 장내세균들에 의해 이산화탄소, 메탄, 수소, 단쇄지방산(아세트산, 프로피오니산, 부티르산)으로 발효될 수 있다. 과일과 채소처럼 헤미셀룰로오스, 펙틴 등이 풍부한 식품들은 곡류와 같은 셀룰로오스가 많은 식품보다 더 완전히 발효될 수 있다 [15-17]. 특히 난소화성 전분은 매우 발효성이 강하며 [18], 생성되는 단쇄지방산 중 부티르산은 대장세포를 위한 좋은 에너지원으로 작용하고 아세트산 및 프로피오니산은 간문맥

을 통과하여 간으로 도달한 후 대사된다 [19]. 부티르산의 생산, 흡수, 대사의 결함은 궤양성 대장염 (ulcerative colitis)의 원인 중의 하나로 간주되기도 하며 [20, 21], 부티르산이 대장암의 예방에 기여할 수 있다는 연구가 보고되고 있기도 하나 대장암과 부티르산의 관련성은 확실한 결론이 나지 않은 상태이다 [22]. 발효된 식이섬유의 일부는 대변으로 세균들과 단쇄지방산이 함께 배출되기도 한다 [23]. 식품 조성의 차이, 식이 섭취 패턴의 차이, 섭취하는 식이섬유의 양, 개인의 대사 상태의 차이, 소화 능력의 차이 등에 의해 식이섬유로부터 얻어지는 에너지값은 변이가 큰데, 식이섬유로부터 회수되는 에너지는 탄수화물의 4 kcal/g 보다 적은 1.5-2.5 kcal/g 정도이다 [24, 25]. 최근에는 장내 세균의 중요성이 크게 대두되면서 폴리텍스트로스, 난소화성 올리고당류가 장내 세균총의 패턴에 영향을 미친다고 제안되고 있으나 이로 인한 건강상의 이점에 대한 연구는 지속적으로 진행될 필요가 있다 [26-49].

1-3. 기능

식이섬유는 흡수되지 않는 성분이므로 혈중 수준이 측정될 수 없다. 따라서 필수영양소로서의 기능보다는 섭취에 따른 잠재적인 건강상의 이점에 대해 연구되어 왔다. 식이섬유는 소화관을 따라가면서 섬유의 특성에 따라 여러 가지 다른 생리적 효과(기능)를 나타낸다. 장 내용물의 통과시간을 단축시키고, 변 무게와 배변의 빈도를 증가시켜, 변통을 완화하고 변비에 긍정적인 효과가 있는 것으로 알려져 있다 [50, 51]. 대장에 정상적으로 존재하는 세균들을 위한 발효성 기질을 제공함으로써 대장의 기능에 좋은 영향을 미칠 수 있다. 또한 식이섬유가 담즙산이나 콜레스테롤과 같은 스테로이드를 흡수하지 못하게 배설시키고, 콜레스테롤과 담즙산의 재순환을 방해하고 [52, 53], 펙틴과 구아검과 같이 점성을 가지는 대부분의 식이섬유들은 혈중 콜레스테롤을 저하시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다 [54]. 또한 식후 혈당반응과 인슐린 반응을 저하시킨다 [55]. 이와 같은 효과는 점성이 있는 식이섬유들이 위에서의 배출 속도를 느리게 하고 [9] 소장에서의 영양소 소화 흡수를 지연시키기 때문인 것으로 설명되고 있다 [13]. 이처럼 식이섬유는 혈당 수준과 콜레스테롤 수준을 저하시킴으로써 당뇨병과 심혈관질환, 관상동맥질환의 위험을 낮추며 대장암의 발생 위험의 감소와도 관련이 있는 것으로 연구되고 있으나 [56, 57], 만성질환의 예방 효과에 대해서는 심혈관질환을 제외하고는 직접적인 증거는 아직 부족하다 [58]. 최근 장내세균의 중요성이 크게 대두되면서 식이섬유와 장내세균과의 관련성에 대한 연구가 활발해지고 있다 [15-17, 59-61].

2 건강 유지 및 증진을 위한 섭취기준

2-1. 건강을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

식이섬유의 영양상태를 반영하는 생화학적 분석방법은 현재까지는 없다. 식이섬유는 흡수되지 않는 성분이라서 혈중의 식이섬유 함량을 측정할 수 없기 때문에 그 동안 건강에 유익한 영향을 주는 점이 식이섬유의 섭취기준 설정에 고려되어 왔다 [62]. 식이섬유는 개별 식이섬유의 종류에 따라 그 정도는 매우 다르지만 일반적으로 장 기능에 도움을 주어 배변 활동을 원활하게 도와주며, 콜레스테롤의 흡수를 방해하여 혈중 콜레스테롤이 높아지지 않도록 도와줄 수 있다. 또한 혈당의 흡수를 억제하여 식후 혈당의 상승을 방해하고, 소장에서 소화되지 않고 오랜 기간 남아있어 포만감을 오랫동안 유지할 수 있도록 하는데 도움을 줄 수 있다고 알려져 있다. 이에 따라 식이섬유의 필요량을 추정하기 위해 콜레스테롤대사, 인슐린저항성, 장운동 포만감, 대장암과 유방암이 건강관정지표로 검토되었으며, 식이섬유 섭취 수준에 따른 고지혈증, 코콜레스테롤혈증, 관상동맥질환 및 심혈관질환의 예방, 당내성 및 인슐린 반응과 당뇨병의 완화, 대장암 또는 유방암의 예방, 게실염과 변비, 비만에 유익한 영향이 건강상태 지표로 검토되었다(그림 2).

식이섬유 섭취량과 혈중 콜레스테롤 및 심혈관질환 발병과의 상관관계에 대해서는 몇몇 전향적 코호트 연구들 [63-65]에서 평상시 14 g/1,000 kcal 정도의 식이섬유 섭취가 관상심장질환의 발생을 유의적으로 감소시키는 것으로 보고됨에 따라 미국/캐나다에서는 이 수치를 근거로 충분섭취량을 설정한 바 있다 [62]. 식이섬유 섭취량과 당뇨병 및 대사증후군과의 관련성에 대한 다양한 관찰연구들이 보고되고 있으며 일부 문헌에서는 곡류에서 유래한 식이섬유의 섭취가 증가하면 당뇨병 발병이 유의하게 감소함을 관찰하였다 [56, 58, 66, 67]. 식이섬유와 직장대장암 발병에 관한 코호트 연구들은 일반적으로 AOAC 방법에 의해 측정되어진 총식이섬유에 초점을 두고 있다. 과일, 채소, 곡류 등의 식이섬유 급원들과 대장암 발병률 사이에 관련성을 조사한 연구들 [57, 68-73]에서 과일과 곡물 유래 식이섬유들은 일반적으로 보호효과를 나타내었으나 채소 유래 식이섬유는 유의한 결과를 얻지 못하였다. 식이섬유 섭취량과 유방암과의 관련성에 대해서는 5만 여명 이상의 스웨덴 여성에 대한 전향적 연구 [74]에서 총 식이섬유량 보다는 과일과 곡류로부터 유래한 식이섬유의 섭취가 유방암 위험을 유의적으로 감소시키는 역할을 할 수 있는 것으로 보고되었다. 폐경 전 영국 여성을 대상으로 한 연구 [75]에서는 총 식이섬유와 곡류에서 유래한 식이섬유 섭취량과 유방암 발생 위험 간에 유의한 역의 상관관계를 보고한 바 있으며, 멕시코 여성 대상의 연구 [76]에서도 식이섬유의 섭취가 유방암 발생에 관련되는 에스트로겐 수준을 낮추어 유방암 발생 위험을 낮출 수 있는 가능성을 제시한 바 있다. 식이섬유가 대장 기능에 미치는 영향은 변의 무게를 측정함으로써 확인할 수 있으며 비전분성 다당류의 섭취량과 유의한 관련이 있는 것으로 보고되었다 [77, 78]. 이상과 같이 식이섬유 섭취와 만성질환 지표들과의 관련성에 대해 지금까지 이용 가능한 증거들을 근거하여 그림 1과 같은 식이섬유 섭취기준 설정을 위한 분석틀을 구축하고, 문헌은 고찰을 통해 필요량 추정에 반영되었다.

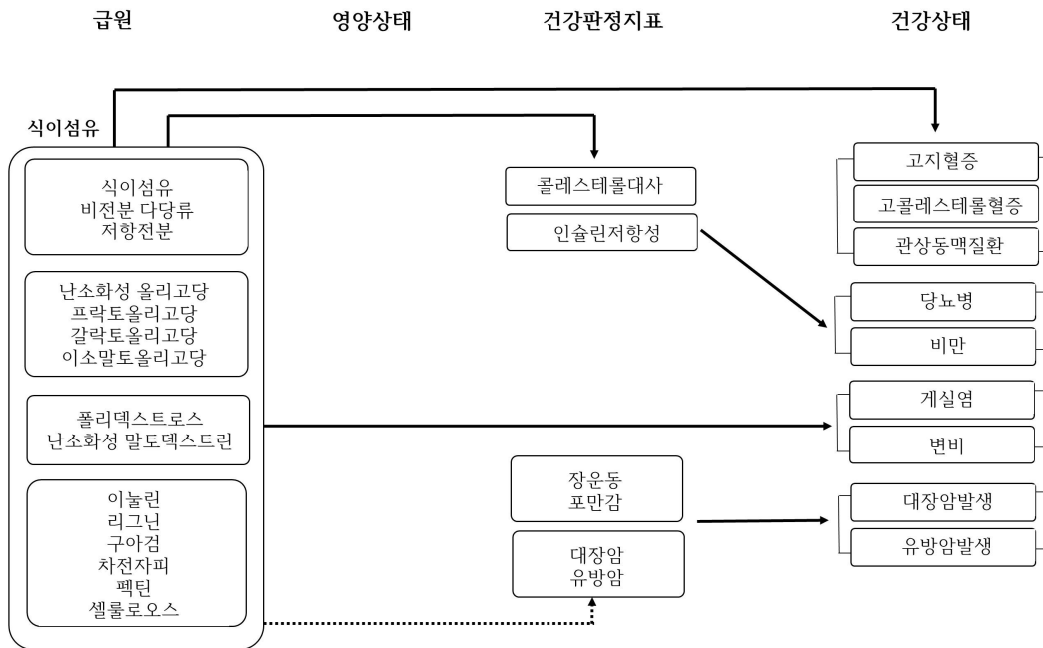


그림 2 | 식이섭유 섭취기준 설정을 위한 분석틀

2-2. 결핍 예방을 위한 섭취기준 및 한국인 섭취실태

결핍을 예방하기 위한 평균필요량과 권장섭취량을 설정하기에는 흡수되지 않는 식이섭유는 영양상태를 평가할 수 없고 관련 정보가 불충분하다. 이에 따라 식이섭유에 대한 섭취기준은 잠재적인 건강 이점을 섭취기준 추정을 위한 지표로 사용하여 충분섭취량을 설정해 왔다. 식이섭유의 충분섭취량을 설정하는 방법으로는 각 성별 연령군의 건강한 사람들의 식이섭유 섭취량의 중앙값 또는 평균치를 기준으로 하여 충분섭취량을 설정하는 방법이 있다.

미국/캐나다의 경우 역학적 임상자료들을 근거로 하여 심혈관질환을 예방하는 것으로 식이섭유 섭취 수준(14 g/1,000 kcal)을 충분섭취량의 기준으로 정하고 여기에 성별, 연령군별로 1일 일상 에너지섭취량의 중앙값을 곱하여 하루 충분섭취량을 산출하였다 [62]. 뉴질랜드와 오스트리아에서는 국민영양조사에서 나타난 성별, 연령군별 평균 식이섭유 섭취량을 근거로 충분섭취량을 설정하였다. 한편 일본의 경우에는 식이섭유는 생활습관병의 예방을 목적으로 ‘생활습관병의 예방을 위한 현재의 일본인이 당면한 목표로 해야 할 섭취량’으로 간주하고 ‘목표섭취량’(tentative dietary goal for preventing life-style related diseases: DG)을 설정했다 [79]. 일본에서는 소아 청소년의 경우 생활습관병 발병률과 식이섭유 섭취와의 관련성을 검토하기가 곤란하다는 이유로 섭취 목표량을 설정하지 않았다.

우리나라의 경우에는 2005년도 식이섭유 충분섭취량 설정 당시에는 식이섭유 섭취 수준과 만성질환과의 상관관계에 관한 국내 자료가 거의 없었기 때문에 만성퇴행성질환이 주요 사인이 되지 않았던 60년대 말-70년대 초의 한국인의 평균 식이섭유 추정 섭취량(12 g/1,000 kcal)을 식이섭유 충분섭취량 설정기준으로

로 정하였다 [66]. 2010년도 식이섬유 충분섭취량 개정 시에는 국민건강영양조사 원시자료를 활용하여 한국인의 평균 식이섬유 섭취 실태가 분석되었는데, 국민 전체 1인 1일 식이섬유 평균 섭취 수준이 2005년도에 설정된 식이섬유 충분섭취량 기준에 미달되어 동일한 기준을 그대로 유지하였다. 2015년 개정 시에도 2008년도부터 2013년도까지의 우리 국민의 식이섬유 평균섭취량이 충분섭취량(12 g/1,000 kcal)에 비해 낮아(그림 3), 식이섬유 충분섭취량 기준을 12 g/1,000 kcal 그대로 유지하여 설정한 바 있다.

금번 2020년도 개정에서는 국민건강영양조사 2013-2018년 자료를 활용한 우리국민의 평균 식이섬유 섭취량 분석한 결과를 근거로 하였다. 2016년-2018년도에는 11 g/1,000 kcal로 여전히 12 g/1,000 kcal에 비해 낮은 섭취 수준을 보이고 있으며(그림 3), 지난 10년 간 전반적으로 비슷한 수준을 보이고 있다. 반면, 대장암으로 인한 사망률은 지속적으로 증가하고 있다(그림 4).

이와 같은 결과에 따라, 2020년 개정에서도 식이섬유 충분섭취량 기준을 12 g/1,000 kcal로 그대로 유지하여 설정하였다. 1일 성별·연령층별 식이섬유 충분섭취량(g/일)을 식이섬유 충분섭취량 기준치(12 g/1,000 kcal)와 2013-2017년 국민건강영양조사 자료 분석 결과 얻어진 성별 연령층별 에너지섭취량의 증양값(표 1)을 사용하여 다음 식에 의해 산출하였다.

$$\text{식이섬유 충분섭취량(g/일)} = 12 \text{ g/1,000 kcal} \times \text{각 성별·연령층별 1일 에너지섭취량 증양값(kcal/일)}$$

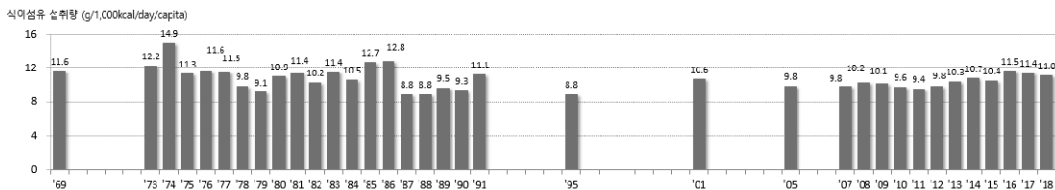
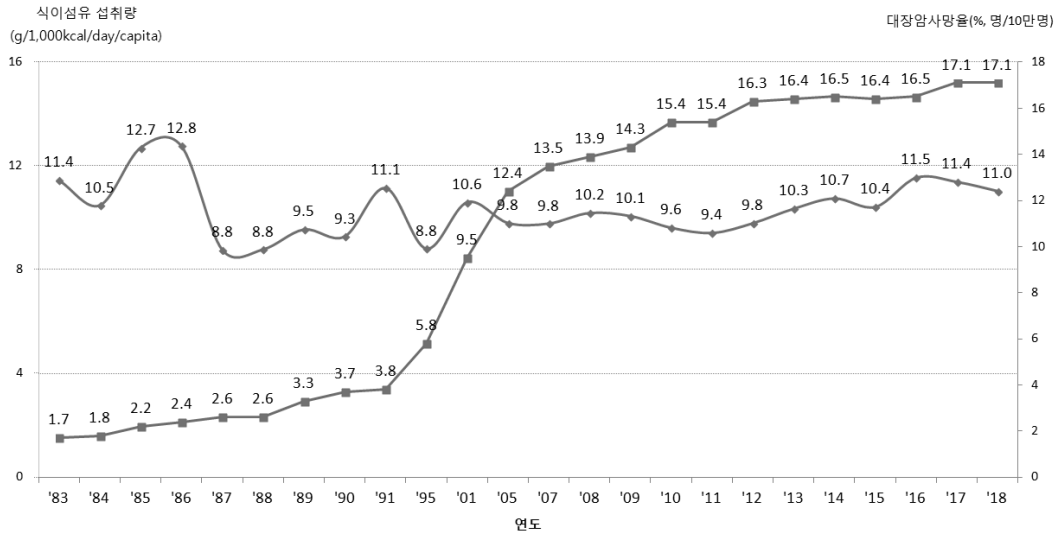


그림 3 | 한국인의 연도별 식이섬유 추정 섭취량(g/1,000 kcal/일/인), 1969-2007¹⁾, 2008-2012²⁾ 2013-2018³⁾

¹⁾ 이혜성 등, 1991 [80]; 이혜성 등, 1994 [81]; 이규한 등, 1994 [82]; 황선희 등 1996 [83]; 승정자, 1997 [84]; 이 미경 & 이서래, 1997 [85]; 현화진 등, 1999 [86]; 이혜정 등, 2006a [87]; 이혜정 등, 2006b [88]; 유경혜 등, 2008 [89]; 식품의약품안전청, 2010 [90]

²⁾ 국민건강영양조사 제4기 2-3차년도(2008-2009), 제5기(2010-2012), 제6기 1차년도(2013) 원자료 분석(질병관리본부, 2009-2013).

³⁾ 질병관리본부, 국민건강통계 2018. 2020 연령표준화에 근거한 섭취량 [91]



■ 그림 4 ■ 한국인의 연도별 식이섬유 추정 섭취량(1983-2007¹⁾, 2008-2013²⁾)과 대장암 사망률 추이(1983-2013)³⁾

¹⁾ 이해성 등, 1991 [80]; 이해성 등, 1994 [81]; 이규한 등, 1994 [82]; 황선희 등, 1996 [83]; 송정자, 1997 [84]; 이 미경 등, 1997 [85]; 현화진 등, 1999 [86]; 이해정 등, 2006a [87]; 이해정 등, 2006b [88]; 유경혜 등, 2008 [89]; 식품의약품안전청, 2010 [90].

²⁾ 국민건강영양조사 제4기 2-3차년도(2008-2009) [92], 제5기(2010-2012) [93], 제6기 1차년도(2013) 원자료 분석(질병 관리본부, 2009-2014 [94]).

³⁾ 통계청, 2013년 사망원인통계. 통계청, 2014 [95].

■ 표 1 ■ 식이섬유 충분섭취량 설정 근거

연령(세)		A	B	C	D	E
		2013-2017 KNHANES 성별·연령층별 에너지섭취량 중앙값 (kcal/일)	2013-2017 KNHANES 성별·연령층별 식이섬유 평균섭취량 (g/일)	충분섭취량 산출값: 12 g/1,000 kcal × 성별·연령층별 에너지섭취량 중앙값(kcal/day) (g/일)	수치조정안 2020 충분섭취량 (g/일)	2015 충분섭취량 (g/일)
영아	0-5(개월)	1,053	7	13		
	6-11(개월)	1,331	11	16		
유아	1-2	1,053	7	13	15	10
	3-5	1,331	11	16	20	15
남자	6-8	1,719	14	21	25	20
	9-11	1,988	16	24	25	20
	12-14	2,264	17	27	30	25
	15-18	2,356	18	28	30	25
	19-29	2,243	18	27	30	25

연령(세)		A	B	C	D	E
		2013-2017 KNHANES 성별·연령층별 에너지섭취량 중앙값 (kcal/일)	2013-2017 KNHANES 성별·연령층별 식이섬유 평균섭취량 (g/일)	충분섭취량 산출값: 12 g/1,000 kcal × 성별·연령층별 에너지섭취량 중앙값(kcal/day) (g/일)	수치조정안 2020 충분섭취량 (g/일)	2015 충분섭취량 (g/일)
	30-49	2,310	23	28	30	25
	50-64	2,202	27	26	30	25
	65-74	1,883	24	23	25	25
	75 이상	1,717	17	21	25	25
여자	6-8	1,489	12	18	20	20
	9-11	1,787	15	21	25	20
	12-14	1,773	16	21	25	20
	15-18	1,730	14	21	25	20
	19-29	1,646	15	20	20	20
	30-49	1,647	20	20	20	20
	50-64	1,631	25	20	20	20
	65-74	1,557	20	19	20	20
	75 이상	1,218	13	15	20	20
임신부		0		1분기+0 g	+5	+5
		340		2분기+4 g		
		450		3분기+5 g		
수유부		320		+4 g	+5	+5

(1) 영아기(1세 미만)

모유는 식이섬유를 포함하고 있지 않다. 따라서 모유를 섭취하는 0-5개연령의 건강한 영아를 위한 식이섬유의 충분섭취량 설정은 적절하지 않는 것으로 판단하였다. 6-11개월 동안 이유 보충식을 통해 점차 식이섬유 섭취가 증가할 것이나 이 연령그룹에 대한 식이섬유 섭취량에 관한 이론적 근거가 명확하지 않으며, 섭취량에 관한 자료도 문헌검토 과정을 통해 발견되지도 않았으므로 6-11개월 영아에 대하여도 2015년도와 동일하게 식이섬유의 충분섭취량을 설정하지 않았다.

(2) 성장기(1-18세)

유아, 아동 및 청소년에 대한 충분섭취량도 위 식에 따라 계산한 결과 성별, 연령층별로 표 2와 같이 산출되었다. 유아, 아동 및 청소년의 경우도 성인과 마찬가지로 정상적인 배변 및 관련 질환 예방을 위해 식이섬유 섭취량이 충분해야 할 필요성이 있으므로 실제 섭취량보다 높게 조정하였다(표 1의 D).

【표 2】 성장기 식이섬유 섭취기준 설정 요약

	연령(세)	평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
유아	1-2			15	
	3-5			20	
남자	6-8			25	
	9-11			25	
	12-14			30	
	15-18			30	
여자	6-8			20	
	9-11			25	
	12-14			25	
	15-18			25	

(3) 성인기(19-64세)

만19세 이상 성인에 대한 충분섭취량을 위 식에 따라 계산한 결과 성별, 연령군별로 표 3과 같이 산출되었으며, 실제 섭취수준과 산출치를 절충하고 실생활에서의 활용을 편리하도록 하기 위해 연령에 따른 차이를 두지 않고 성인남자 30 g/일, 성인여자 20 g/일로 조정하였다(표 1의 D).

【표 3】 성인기 식이섬유 섭취기준 설정 요약

	연령(세)	평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
남자	19-29			30	
	30-49			30	
	50-64			30	
여자	19-29			20	
	30-49			20	
	50-64			20	

(4) 노인기(65세 이상)

노인에 대한 충분섭취량을 위 식에 따라 계산한 결과 성별, 연령군별로 표 4와 같이 산출되었으며, 실제 섭취수준과 산출치를 절충하고 실생활에서의 활용을 편리하도록 하기 위해 연령에 따른 차이를 두지 않고 노인남자 25 g/일, 노인여자 20 g/일로 조정하였다(표 1의 D).

【표 4】 노인기 식이섬유 섭취기준 설정 요약

연령(세)		평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
남자	65-74			25	
	75 이상			25	
여자	65-74			20	
	75 이상			20	

(5) 임신기

임신기 식이섬유 부가섭취량을 에너지 추가요구량을 근거로 위 식에 따라 계산한 결과 표 5와 같이 임신 1/3 분기에는 부가섭취량이 0 g/일, 2/3 분기에는 +4 g/일, 3/3 분기에는 +5 g/일이었다. 산출된 임신 2/3 분기와 3/3 분기 부가섭취량 1 g의 차이는 그 중요성이 크다고 판단되지 않으므로 임신기 부가섭취량을 +5 g으로 단일화 하였다(표 1의 D).

<임신기 분기별 식이섬유 부가섭취량 산출>

임신기 1/3 분기 부가섭취량(g/일): $12 \text{ g}/1,000 \text{ kcal} \times 0 \text{ kcal/일} = 0 \text{ g/일}$

임신기 2/3 분기 부가섭취량(g/일): $12 \text{ g}/1,000 \text{ kcal} \times (+340) \text{ kcal/일} = +4.08 \text{ g/일} = +4 \text{ g/일}$

임신기 3/3 분기 부가섭취량(g/일): $12 \text{ g}/1,000 \text{ kcal} \times (+450) \text{ kcal/일} = +5.40 \text{ g/일} = +5 \text{ g/일}$

【표 5】 임신기 식이섬유 섭취기준 설정 요약

구분	평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
임신기			25	

(6) 수유기

수유기의 식이섬유 부가섭취량 또한 에너지 추가 요구량을 근거로 +4 g/일로 산출되었으나 수치를 5단위로 단순화시켜 임신부와 동일하게 +5 g으로 조정하였다(표 6). 1일 식이섬유 부가섭취량이 +4 g이었으나 수치를 5단위로 단순화시켜 임신부와 동일하게 +5 g으로 조정하였다(표 1의 D).

<수유기 분기별 식이섬유 부가섭취량 산출>

수유기 부가섭취량(g/일): $12 \text{ g}/1,000 \text{ kcal} \times (+320) \text{ kcal/일} = +3.84 \text{ g/일} = +4 \text{ g/일}$

【표 6】 수유기 식이섭취 섭취기준 설정 요약

구분	평균필요량	권장섭취량	충분섭취량	상한섭취량
임신기			25	

이상과 같이 2020년 개정된 연령별 충분섭취량 기준을 근거로 하여, 국민건강영양조사 2013-2017년 자료를 활용하여 한국인의 식이섭취 섭취실태를 분석한 결과, 전체 대상자의 67.0%가 충분섭취량 미만을 섭취하는 것으로 나타나, 3명 중 1명은 부족하게 섭취하는 것으로 볼 수 있다. 특히 어린이와 청소년, 청년층에서는 충분섭취량 미만 섭취자 비율이 80% 이상으로 매우 높게 나타났다(표 7).

【표 7】 2020년 설정된 연령에 따른 식이섭취 충분섭취량 기준치 미만 섭취자 비율(2013-2017¹⁾)

성별	연령(세)	충분섭취량 미만 섭취자 비율%
전체		67.0
	1-2	88.9
남자	3-5	89.3
	6-8	83.8
	9-11	81.5
	12-14	80.5
	15-18	83.8
	19-29	81.0
	30-49	70.9
	50-64	58.4
	65-74	52.1
	75+	67.6
여자	6-8	84.3
	9-11	84.1
	12-14	86.1
	15-18	88.5
	19-29	70.9
	30-49	52.1
	50-64	36.8
	65-74	47.5
	75+	79.3

¹⁾ 2013-2017년 국민건강영양조사 원자료 분석(질병관리본부, 2013-2017) [94].

2-3. 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준

과일, 채소와 같은 식이섬유가 풍부한 식단은 당뇨병, 심장병, 관절염 등 만성질환 예방하고 변비 개선, 장 기능 개선 효과가 있다는 연구는 활발하게 이루어지고 있다. Chen 등 [96]의 폐경기 여성 유방암에 대한 메타분석 결과, 식이섬유 섭취가 10 g/일 씩 증가 할 때마다 유방암 위험이 4% 감소한 것으로 분석되었으며, Wu [58] 등이 18개 연구를 메타 분석한 연구결과에서도 관상동맥 심장질환 발생률은 0.93(95% 신뢰구간(CI): 0.91-0.96, $P < 0.001$), 사망률은 0.91(95% CI: 0.74-1.12, $P = 0.383$)로 감소효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 Kim 등 [56]이 식이섬유 섭취량과 심혈관질환(cardiovascular disease, CVD), 관상동맥 심장질환(Coronary Heart Disease, CHD) 및 모든 암과 사망률과의 연관성을 메타분석 한 연구에서도 식이섬유 섭취가 10 g/일 씩 증가할 때마다 상대위험도(Relative Risk, RR)는 CVD의 경우 0.91(95% CI: 0.88-0.94), CHD의 경우 0.89(95% CI: 0.85-0.93), 모든 암에 대해서는 0.94(95% CI: 0.91-0.97)로 나타나, 고 식이섬유 섭취는 CVD, CHD 및 모든 암으로 인한 사망 위험 감소와 관련이 있음을 뒷받침하고 있다.

미국심장협회(American Heart Association) [97]에서는 성인은 식이섬유를 하루 25 g/2,000 kcal를 섭취하라고 권장하고 있는데(50세 미만의 성인여성 21-25 g/일, 50세 미만의 성인남성 30-38 g/일), 아직 우리나라에서는 성인을 대상으로 한 충분한 연구결과가 없기 때문에 만성질환 위험감소를 위한 목표 섭취량을 설정하기는 어렵다. 다만 지난 2015년 기준치보다 성인 남성의 충분섭취량 기준치를 30 g/일 으로 5 g 상향 조정한 것에 의미를 둘 수 있지만, 성인 여성의 20 g/일은 상대적으로 낮아, 이에 대한 과학적 근거 확보가 필요하다.

3 안전확보를 위한 섭취기준

3-1. 안전을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

일부 합성하거나 분리 정제한 기능성 식이섬유들을 과잉으로 섭취할 때 가끔 위장관 부작용 증세가 관찰되기는 하지만 심각한 만성 부작용은 관찰되지 않는 것으로 보고되고 있다 [62, 66]. 또한 식이섬유를 다량으로 섭취하면 무기질 및 비타민의 생체이용률의 저하, 농약 및 중금속의 섭취 증가, 장내 미생물의 변화로 인한 식품에 대한 과민반응, 복부팽만감 등의 위장관 장애가 일어날 수 있는 것으로 알려져 있다 [66]. 하지만 현재까지 알려진 과학적 근거에서는 식이섬유의 과잉섭취로 인한 위해 영향은 거의 없는 것으로 확인되고 있다.

3-2. 안전 확보를 위한 섭취기준 및 한국인 섭취실태

일부 동물시험과 인체적용 연구들에 의하면 식이섬유 함량이 높은 식사를 피트산(phytate)과 함께하면, 무기질 대사에 변화가 발생 가능하다고 보고되고 있다 [98]. 즉 식이섬유를 과량으로 섭취하게 되면 철, 칼슘, 아연 등과 같은 무기질의 흡수율이 변화될 수 있다 [99]. 하지만 일본의 연구에 의하면 1,000 kcal 당 10-12 g 정도의 식이섬유의 섭취는 칼슘 섭취가 낮은 청소년들에서 안전한 것으로 제시되었으며 [100], 일반적으로 하루 50 g 정도로 식이섬유를 다량으로 섭취한다고 해도 무기질의 생체이용률을 방해한다는 확실한 과학적 근거는 밝혀진 바 없는 것으로 보고되고 있다 [101]. 또한 비타민의 경우에도 식이섬유의 과잉섭취가 비타민의 생체이용률을 감소시키지는 않으며, 비타민 섭취량이 적절할 때 비타민 영양 상태에 영향을 미칠 가능성은 낮은 것으로 보고되고 있다 [102]. 하지만 과민성 대장증후군을 가지고 있는 사람들이 과잉의 식이섬유를 섭취하면 위장관 통증이 일어날 수 있어 이들에게는 가스 발생을 일으키지 않는 식이섬유를 섭취하도록 권장하고 있다 [103]. 일반적으로 식이섬유를 과량으로 섭취하는 경우 위장관 부작용 증세가 관찰되기는 하지만 심각한 만성 부작용은 관찰되지 않고 있다 [62]. 식이섬유는 그 근원이 되는 식품, 제조방법 등에 따라 조성 및 특성이 매우 다양하여 특정한 식이섬유와 부작용을 연결시키기가 매우 어렵고 직접적인 과학적 근거 또한 매우 부족하다. 또한 우리 국민을 대상으로 한 고용량 식이섬유 섭취 시 임상 및 생화학적 평가가 수행되어 있지 않아 상한섭취량 설정의 근거가 되는 최저유해용량(lowest observed adverse effect level, LOAEL)이나 최대무해용량(no observed adverse effect level, NOAEL)을 규명할 수 없었다. 따라서 식이섬유의 상한섭취량은 설정하지 않는 것으로 하였다.

【표 8】 한국인의 1일 식이섬유 섭취기준

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

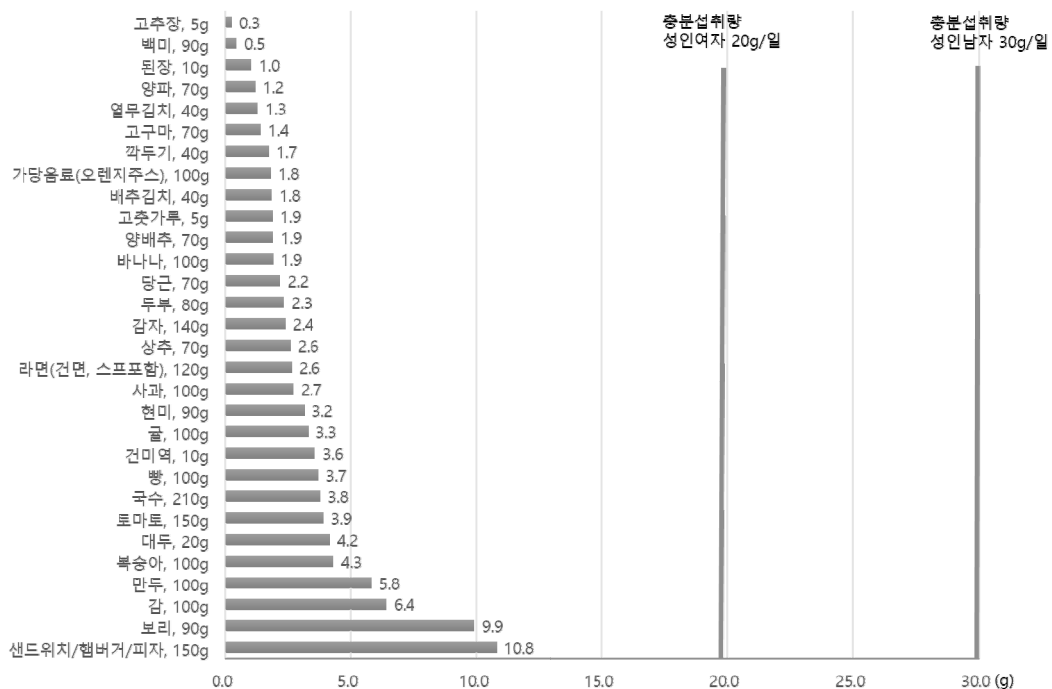
4 주요 급원식품

식이섬유는 대부분의 과일류, 채소류, 곡류에 존재하며, 우리나라 사람들이 상용하는 해조류나 콩류, 버섯류는 식이섬유의 좋은 급원이다. 실제 우리 국민의 식이섬유 섭취의 주요 급원식품을 2017년 국민건강영양조사의 식품섭취량 자료와 국가표준식품성분 DB 9.1 [104]를 활용하여 분석한 결과, 식이섬유 상위 5개의 급원식품은 배추김치>사과>감>고춧가루>백미 순이었다. 이는 식이섬유 함량이 높은 식품보다는 1일 섭취량이 높은 식품이 주요 급원식품인 것을 볼 수 있다(표 9). 그림 5는 우리 국민의 식이섬유 주요 급원식품에 대한 1인 1회 분량 당 식이섬유 함량을 성인의 2015 식이섬유 충분섭취량과 비교한 것으로, 1회 분량의 식이섬유 함량이 가장 높은 식품은 샌드위치/햄버거/피자>보리>감 순으로 각각 10.8 g과 9.9 g, 6.4 g이었다(그림 5). 기타 국가표준식품성분 DB 9.1 [104]에서 식이섬유 함량이 가장 많은 것은 영지버섯 말린 것 77.9 g, 상황버섯 74.4 g으로 버섯류의 식이섬유 함량이 높은 것으로 발표하였다(표 10). 한편 가공식품인 어묵, 햄, 소시지, 돼지고기 가공식품에서는 식이섬유가 거의 검출되지 않았으며, 음료류인 과일채소음료에서는 매우 소량만이 함유되어 있었으나, 탄산음료 등 대부분의 음료는 식이섬유가 없는 것으로 분석되었다.

【표 9】 식이섬유 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	배추김치	4.6	16	깍두기	4.3
2	사과	2.7	17	고추장	5.2
3	감	6.4	18	라면(건면, 스프포함)	2.2
4	고춧가루	37.7	19	감자	1.7
5	백미	0.5	20	현미	3.5
6	빵	3.7	21	고구마	2.0
7	보리	11.0	22	국수	1.8
8	대두	20.8	23	만두	5.8
9	두부	2.9	24	건미역	35.6
10	복숭아	4.3	25	양배추	2.7
11	샌드위치/햄버거/피자	7.2	26	상추	3.7
12	양파	1.7	27	열무김치	3.2
13	굴	3.3	28	바나나	1.9
14	된장	10.3	29	가당음료(오렌지주스)	1.8
15	토마토	2.6	30	당근	3.1

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 식이섬유 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [104]) 자료를 활용하여 식이섬유 주요 급원식품 상위 30위 산출

【그림 5】 식이섬유주요급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 식이섬유 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [104]) 자료를 활용하여 식이섬유 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [105])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출, 19-29세 성인 총분섭취량 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교

【표 10】 식이섬유 고함량 식품(100 g 당 함량)

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	영지버섯, 말린것	77.9	16	들깨, 볶은것	22.0
2	상항버섯, 말린것	74.4	17	콩(대두), 흑태, 말린것	20.8
3	계피, 가루	61.4	18	염교(락교), 생것	20.7
4	석이버섯, 말린것	60.9	19	보리, 엿기름, 말린것	20.4
5	산초, 가루	56.6	20	겨자 페이스트	19.4
6	오레가노, 말린것	42.5	21	팥, 볶은팥, 말린것	17.9
7	고춧가루, 가루	37.7	22	홀익나물, 생것	17.2
8	미역, 말린것	35.6	23	코코넛, 말린것	16.3
9	녹차 잎, 말린것	35.4	24	참깨, 흰깨, 볶은것	14.1
10	치아씨, 말린것	34.4	25	강낭콩, 생것	14.1
11	팽창제, 효모, 말린것	32.6	26	아마란스, 건조	13.8
12	월계수 잎, 말린것	26.3	27	꾸지뽕 잎, 생것	13.5
13	잠두, 생것	25.0	28	미숫가루	12.8
14	아마씨, 볶은것	24.0	29	선인장, 열매, 생것	12.4
15	삼씨, 말린것	22.7	30	아몬드, 볶은것	11.3

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [104]

5 향후 2025 섭취기준 개정을 위한 제언

5-1. 섭취기준 설정에서 제기된 문제

식이섬유의 경우 아직까지 그 정의에 대한 명확한 합의가 없어 매우 광범위한 난소화성 탄수화물과 이와 유사한 성분들을 모두 포함하여 검토되었다. 식이섬유의 정의는 식품표시와 매우 밀접한 관련이 있으며, 표시를 위한 식이섬유는 정확한 분석방법이 확립되어야 하나 현재까지 합의에 도달한 식이섬유의 정의 및 분석방법이 없어 식이섬유의 범위를 어느 부분까지 결정해야 하는 지에 대한 이슈가 여전히 존재하고 있다. 식이섬유 분석법이 명확하지 않아 섭취량을 산출하기 위한 식이섬유 데이터베이스가 명확하지 않는 제한점이 있다. 또한 우리나라 국민을 대상으로 식이섬유 섭취의 건강상의 이점에 대한 대규모 인체 연구, 코호트 연구 등이 부족하여 2005년 이후 식이섬유 충분섭취량 설정 방식을 그대로 유지할 수 밖에 없었다.

5-2. 과학적 근거가 부족한 사항

앞서 밝힌 바와 같이, 상한섭취량과 관련하여 식품으로부터 섭취되는 식이섬유의 경우 독성이 보고된 바가 없다. 다만, 과량 섭취하는 경우 비타민, 무기질, 단백질 흡수를 저해하고, 설사를 일으키기도 하고, 혐기성 미생물에 의해 수소, 메탄 등 장내 내부에 가스가 발생되기도 하지만, 독성이 없다는 결론을 내리는 것 역시 아직 자료가 부족하다. 또한 만성질환과의 관련성에 대한 연구는 많으나, 우리 국민을 대상으로 한 연구가 부족하여 만성질환 위험감소를 위한 목표치 설정을 위한 과학적 근거도 부족한 실정이다.

5-3. 향후 2025 섭취기준 개정을 위해 필요한 과제

- (1) 식이섬유와 건강과의 관계는 매우 중요한 이슈이다. 특히 새로운 기능성 식이섬유들이 지속적으로 개발되고 있어 이들 식이섬유가 식품 소재에 내재되어 있는 식물 세포벽 성분 등의 식이섬유와 동일한 기능성을 발휘할 수 있는지에 대해서는 지속적으로 인체를 대상으로 한 연구가 수행되어야 할 것이다.
- (2) 식이섬유는 대장암/유방암/심혈관질환 등의 만성질환의 발생 위험을 낮춘다는 연구가 활발하다. 하지만 이를 인체에서 입증하기 위한 임상연구는 여전히 부족한 실정이며 개인간의 유전형의 차이, 생활양식의 차이 등에 따른 효과 또한 분석되지 않고 있다. 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.
- (3) 한편, Marshall 등 [106]은 최근 들어 장내미생물과 비만, 나이가 우울증과의 관련성 연구도 이루어지고 있다, 식이섬유와 장내 미생물, 비만 및 우울증의 관련성에 대한 연구도 주목할 만하다.
- (4) 식이섬유는 소장에서 흡수되지 않고 대장까지 도달하여 장내세균들의 에너지원으로 활용될 수 있다. 이들 식이섬유 대부분은 장내균총 변화에 유익한 방향으로 영향을 줄 것으로 추정되어 prebiotics로 불리고 있으나 식이섬유 각각에 대해서는 매우 다른 양상을 보일 것으로 추정된다. 식이섬유의 종류 별로 장내균총 변화에 미치는 영향에 대한 연구가 향후 필요할 것으로 판단된다.
- (5) 식이섬유의 범주, 섭취량 추정을 위한 DB 개발을 위해서는 식이섬유 분석법에 대한 광범위한 연구가 요구된다. 특히 최근 새롭게 개발되는 기능성 식이섬유들은 기존의 분석법으로는 첨가한 양에 비해 낮은 함량으로 분석되는 경우가 종종 있으며 분석자와 분석기관에 따른 편차가 매우 큰 것으로 알려져 있다. 식이섬유 분석법을 확립하고 이를 기반으로 우리나라 식품 중의 식이섬유 함량에 대한 데이터베이스가 지속적으로 구축되어야 할 것이다.
- (6) 건강기능식품 섭취가 증가하면서 식이섬유는 일반 식사뿐만 아니라 식이보충제로 섭취하는 비율이 높을 것으로 추정되고 있다. 식이보충제 및 강화식품으로 섭취하는 식이섬유 섭취 현황은 충분섭취량 설정에 필수적인 자료이므로 이에 대한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

1. Hipsley, E.H., Dietary “fibre” and pregnancy toxemia. British medical journal, 1953. 2(4833): p. 420.
2. Trowell, H., D. Southgate, and T. Wolever, Dietary fibre redefined. Lancet, 1976. 1: p. 967.
3. FDA, U.S., Nutrition labeling of food; calorie content., in Federal Register 1987, 52:28590-28691. 1987, U.S. Food and Drug Administration: U.S. Food and Drug Administration.
4. FAO/WHO, Guidelines for Nutrition Labelling., in Codex Alimentarius. 1995: Rome.
5. FAO/WHO, Progress Report on Dietary Fibre. Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses, in Codex Alimentarius Commission. 2000: Rome.
6. Dreher, M.L., Dietary fiber overview. In: McCleary, B.V., Prosky, L. (Eds.), Advanced Dietary Fibre Technology. Blackwell Science, 2001: p. 1-16.
7. IOM, Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. 7. Dietary, Functional, and Total Fiber. Vol. 5. 2005, Washington, DC: The National Academies Press. 1358.
8. Low, A., Nutritional regulation of gastric secretion, digestion and emptying. Nutrition Research Reviews, 1990. 3(1): p. 229-252.
9. Roberfroid, M., Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 1993. 33(2): p. 103-148.
10. Heaton, K., Food fibre as an obstacle to energy intake. The Lancet, 1973. 302(7843): p. 1418-1421.
11. Jenkins, D., Wolever T., Leeds, A., Gassull M., Haisman, P., Dilawari, J., Goff, D., Metz, G., Alberti, K., Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. Br Med J, 1978. 1(6124): p. 1392-1394.
12. Ritz, P., Krempf M., Cloarec, D., Champ, M., Charbonnel B., Comparative continuous-indirect-calorimetry study of two carbohydrates with different glycemic indices. The American journal of clinical nutrition, 1991. 54(5): p. 855-859.
13. Truswell, A., Glycaemic index of foods. European Journal of Clinical Nutrition, 1992. 46: p. S91-101.
14. Slavin, J.L., Dietary fiber and body weight. Nutrition, 2005. 21(3): p. 411-8.

15. Cummings, J.H., Microbial digestion of complex carbohydrates in man. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1984. 43(1): p. 35-44.
16. Cummings, J.H. and H.N. Englyst, Fermentation in the human large intestine and the available substrates. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1987. 45(5): p. 1243-1255.
17. McBurney, M.I. and L.U. Thompson, Fermentative characteristics of cereal brans and vegetable fibers. 1990.
18. Munster, I., Boer, H., Jansen, M., Haan, A., Katan, M., Amelsvoort, J., Nagengast, F., Effect of resistant starch on breath-hydrogen and methane excretion in healthy volunteers. *The American journal of clinical nutrition*, 1994. 59(3): p. 626-630.
19. Roediger, W., Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon. *Gastroenterology*, 1982. 83(2): p. 424-429.
20. Roediger, W., The colonic epithelium in ulcerative colitis: an energy-deficiency disease? *The Lancet*, 1980. 316(8197): p. 712-715.
21. Roediger, W., Duncan, A., Kapaniris, O., Millard, S., Reducing sulfur compounds of the colon impair colonocyte nutrition: implications for ulcerative colitis. *Gastroenterology*, 1993. 104(3): p. 802-809.
22. Lupton, J., Butyrate and colonic cytokinetics: differences between in vitro and in vivo studies. *European journal of cancer prevention*, 1995. 4(5): p. 373-378.
23. Cummings, J.H. and W.J. Branch, Fermentation and the production of short-chain fatty acids in the human large intestine, in *Dietary fiber*. 1986, Springer. p. 131-149.
24. Livesey, G., Energy values of unavailable carbohydrate and diets: an inquiry and analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 1990. 51(4): p. 617-637.
25. Smith, T., J.C. Brown, and G. Livesey, Energy balance and thermogenesis in rats consuming nonstarch polysaccharides of various fermentabilities. *The American journal of clinical nutrition*, 1998. 68(4): p. 802-819.
26. Bouhnik, Y., Achour, L., Paineau, D., Riottot, M., Attar, A., Bornet, F., Four-week short chain fructo-oligosaccharides ingestion leads to increasing fecal bifidobacteria and cholesterol excretion in healthy elderly volunteers. *Nutrition Journal*, 2007. 6(1): p. 42.
27. Depeint, F., Tzortzis, G., Vulevic, J., I'anson, K., Gibson G., Prebiotic evaluation of a novel galactooligosaccharide mixture produced by the enzymatic activity of *Bifidobacterium bifidum* NCIMB 41171, in healthy humans: a randomized, double-blind, crossover,

- placebo-controlled intervention study. *The American journal of clinical nutrition*, 2008. 87(3): p. 785-791.
28. Silk, D., Davis, A., Vulevic, J., Tzortzis, G., Gibson, G., Clinical trial: the effects of a trans-galactooligosaccharide prebiotic on faecal microbiota and symptoms in irritable bowel syndrome. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 2009. 29(5): p. 508-518.
 29. Beards, E., K. Tuohy, and G. Gibson, A human volunteer study to assess the impact of confectionery sweeteners on the gut microbiota composition. *British Journal of Nutrition*, 2010. 104(5): p. 701-708.
 30. Costabile, A., Kolida, S., Klinder, A., Gietl, E., Bäuerlein, M., Froberg, C., Landschütze, V., Gibson, G., A double-blind, placebo-controlled, cross-over study to establish the bifidogenic effect of a very-long-chain inulin extracted from globe artichoke (*Cynara scolymus*) in healthy human subjects. *British journal of nutrition*, 2010. 104(7): p. 1007-1017.
 31. Davis, L., Martínez, I., Walter, J., Hutkins, R., A dose dependent impact of prebiotic galactooligosaccharides on the intestinal microbiota of healthy adults. *International journal of food microbiology*, 2010. 144(2): p. 285-292.
 32. Boler, M., Seroo, M., Bauer, L., Staeger, M., Boileau, T., Swanson, K., Fahey Jr G., Digestive physiological outcomes related to polydextrose and soluble maize fibre consumption by healthy adult men. *British Journal of Nutrition*, 2011. 106(12): p. 1864-1871.
 33. Davis, L., Martínez, I., Walter, J., Goin, C., Hutkins, R., Barcoded pyrosequencing reveals that consumption of galactooligosaccharides results in a highly specific bifidogenic response in humans. *PLoS One*, 2011. 6(9): p. e25200.
 34. Slavin, J. and J. Feirtag, Chicory inulin does not increase stool weight or speed up intestinal transit time in healthy male subjects. *Food & function*, 2011. 2(1): p. 72-77.
 35. Hooda, S., Boler, B., Seroo, M., Brulc, J., Staeger, M., Boileau, T., Dowd, S., Fahey Jr, G., Swanson, K., 454 pyrosequencing reveals a shift in fecal microbiota of healthy adult men consuming polydextrose or soluble corn fiber. *The Journal of nutrition*, 2012. 142(7): p. 1259-1265. et
 36. Brandl, B., Lee, Y., Dunkel, A., Hofmann, T., Hauner, H., Skurk, T., Effects of Extrinsic Wheat Fiber Supplementation on Fecal Weight; A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 2020. 12(2): p. 298.
 37. Zengul, A., Demark-Wahnefried, W., Barnes, S., Morrow, C., Bertrand, B., Berryhill, T., Frugé, A., Associations between Dietary Fiber, the Fecal Microbiota and Estrogen Metabolism

- in Postmenopausal Women with Breast Cancer. *Nutrition and Cancer*, 2020: p. 1-10.
38. Goloso-Gubat, M., Ducarmon, Q., Tan, R., Zwitterink, R., Kuijper, E., Nacis, J., Santos, N., Marshall, J., Thabane, M., Garg, A., Clark, W., Moayyedi, P., Collins, S., *Microorganisms*, 2020, 8(7): p. 1015.
39. Myhrstad, M., Tunsjø, H., Charnock, C., Telle-Hansen, V., Dietary Fiber, Gut Microbiota, and Metabolic Regulation—Current Status in Human Randomized Trials. *Nutrients*, 2020, 12(3): p. 859.
40. Antunes-Ricardo, M., Villela-Castrejón, J., Gutiérrez-Urbe, J., Saldívar, S., Dietary Fiber and Cancer. *Science and Technology of Fibers in Food Systems*, 2020, p. 241-276.
41. Yang, H., Sun, Y., Cai, R., Chen, Y., Gu, B., The impact of dietary fiber and probiotics in infectious diseases. *Microbial Pathogenesis*, 2020, 140: p. 103931.
42. Hussain, S., I. Jõudu, and R. Bhat, Dietary Fiber from Underutilized Plant Resources—A Positive Approach for Valorization of Fruit and Vegetable Wastes. *Sustainability*, 2020, 12(13): p. 5401.
43. Tovar, A., Guevara-Cruz, M., Zúñiga, A., Torres, N., Dietary Fiber and Hyperlipidemia and Cardiovascular Disease, *Science and Technology of Fibers in Food Systems*, 2020, p. 219-239.
44. Morales-de la Peña, M., Odriozola-Serrano, I., Oms-Oliu, G., Martín-Belloso, O., Dietary Fiber in Fruits and Vegetables, *Science and Technology of Fibers in Food Systems*, 2020, p. 123-152.
45. Joy, J., Antony, R., Rajagopal, S., Dietary Fiber Intake and Benefit of Colorectal Cancer. *Asian Journal of Research in Pharmaceutical Science*, 2019, 9(3): p. 209-214.
46. Soliman, G., Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*, 2019, 11(5): p. 1155.
47. Dreher, M., Fiber and colorectal cancer, in *Dietary Fiber in Health and Disease*, 2018, p. 333-365.
48. Dreher, M., Overview of the health benefits of adequate fiber intake, in *Dietary fiber in health and disease*, 2018, Springer, p. 19-40.
49. McNabney, S., and Henagan, T., Short chain fatty acids in the colon and peripheral tissues: a focus on butyrate, colon cancer, obesity and insulin resistance. *Nutrients*, 2017, 9(12): p. 1348.

50. Topping, D., Clifton, P., Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological reviews*, 2001.
51. Sanjoaquin, M., Appleby, P., Spencer, E., Key T., Nutrition and lifestyle in relation to bowel movement frequency: a cross-sectional study of 20 630 men and women in EPIC-Oxford. *Public Health Nutrition*, 2004. 7(1): p. 77-83.
52. Marlett, J., Sites and mechanisms for the hypocholesterolemic actions of soluble dietary fiber sources, *Adv Exp Med Biol*. 1997, p. 109-121.
53. Jenkins, D., Kendall, C., Axelsen, M., Augustin, L., Vuksan, V., Viscous and nonviscous fibres, nonabsorbable and low glycaemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease. *Current opinion in lipidology*, 2000. 11(1): p. 49-56.
54. Brown, L., Rosner, B., Willett, W., Sacks, F., Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 1999. 69(1): p. 30-42.
55. Wolever, T.M. and D.J. Jenkins, Effect of dietary fiber and foods on carbohydrate metabolism. *CRC handbook of dietary fiber in human nutrition*, 1993. 2: p. 111-152.
56. Kim, Y. and Y. Je, Dietary fibre intake and mortality from cardiovascular disease and all cancers: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Arch Cardiovasc Dis*, 2016. 109(1): p. 39-54.
57. Wakai, K., Date, C., Fukui, M., Tamakoshi, K., Watanabe, Y., Hayakawa, N., Kojima, M., Kawado, M., Suzuki, K., Hashimoto, S., Tokudome, S., Ozasa, K., Suzuki, S., Toyoshima, H., Ito, Y., Tamakoshi, A., JACC Study Group, Dietary fiber and risk of colorectal cancer in the Japan collaborative cohort study. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 2007. 16(4): p. 668-675.
58. Wu, Y., Qian, Y., Pan, Y., Li, P., Yang, J., Ye, X., Xu, G., Association between dietary fiber intake and risk of coronary heart disease: A meta-analysis. *Clin Nutr*, 2015. 34(4): p. 603-11.
59. Simpson, H.L. and B.J. Campbell, Review article: dietary fibre-microbiota interactions. *Aliment Pharmacol Ther*, 2015. 42(2): p. 158-79.
60. Lin, D., Peters, B., Friedlander, C., Freiman, H., Goedert, J., Sinha, R., Miller, G., Bernstein, M., Hayes, R., Ahn, J., Association of dietary fibre intake and gut microbiota in adults. *Br J Nutr*, 2018. 120(9): p. 1014-1022.
61. Fuller, S., Beck, E., Salman, H., Tapsell, L., New Horizons for the Study of Dietary Fiber and Health: A Review. *Plant Foods Hum Nutr*, 2016. 71(1): p. 1-12.

62. Medicine(IOM), Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids:7. Dietary, Functional, and Total Fiber. Vol. 5. 2005: National Academy Press: Washington, DC, USA.
63. Pietinen , P., Rimm, E., Korhonen, P., Hartman, A., Willett, W., Albanes, D., Virtamo, J., Intake of dietary fiber and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men: the Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Circulation*, 1996. 94(11): p. 2720-2727.
64. Rimm, E., Ascherio, A., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M., Willett, W., Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *Jama*, 1996. 275(6): p. 447-451.
65. Wolk, A., Manson, J., Stampfer, M., Colditz, G., Hu, F., Speizer, F., Hennekens, C., Willett, W., Long-term intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. *Jama*, 1999. 281(21): p. 1998-2004.
66. 한국영양학회, 2010 한국인 영양섭취기준. 2010: 서울. p. 119-134.
67. Post, R., Mainous, A., King, D., Simpson, K., Dietary fiber for the treatment of type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 2012. 25(1): p. 16-23.
68. Mai, V., Flood, A., Peters, U., Lacey Jr, J., Schairer, C., Schatzkin, A., Dietary fibre and risk of colorectal cancer in the Breast Cancer Detection Demonstration Project(BCDDP) follow-up cohort. *International journal of epidemiology*, 2003. 32(2): p. 234-239.
69. Bingham, S., Norat, T., Moskal, A., Ferrari, P., Slimani, N., Clavel-Chapelon, F., Kesse, E., Nieters, A., Boeing, H., Tjønneland, A., Overvad, K., Martinez, C., Dorronsoro, M., González, C., Ardanaz, E., Navarro, C., Quirós, J., Key, T., Day, N., Trichopoulou, A., Naska, A., Krogh, V., Tumino, R., Palli, D., Panico, S., Vineis, P., Bueno-de-Mesquita, H., Ocké, M., Peeters, P., Berglund, G., Hallmans, G., Lund, E., Skeie, G., Kaaks, R., Riboli, E., Is the association with fiber from foods in colorectal cancer confounded by folate intake? *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 2005. 14(6): p. 1552-1556.
70. Lin, J., Zhang, S., Cook, N., Rexrode, K., Liu, S., Manson, J., Lee, I., Buring, J., Dietary intakes of fruit, vegetables, and fiber, and risk of colorectal cancer in a prospective cohort of women(United States). *Cancer causes & control*, 2005. 16(3): p. 225-233.
71. Michels, K., Fuchs, C., Giovannucci, E., Colditz, G., Hunter, D., Stampfer, M., Willett, W., Fiber intake and incidence of colorectal cancer among 76,947 women and 47,279 men.

- Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers, 2005. 14(4): p. 842-849.
72. Nomura, A., Hankin, J., Henderson, B., Wilkens, L., Murphy, S., Pike, M., Marchand, L., Stram, D., Monroe, K., Kolonel, L., Dietary fiber and colorectal cancer risk: the multiethnic cohort study. *Cancer causes & control*, 2007. 18(7): p. 753-764.
 73. Schatzkin, A., Mouw, T., Park, Y., Subar, A., Kipnis, V., Hollenbeck, A., Leitzmann, M., Thompson, F., Dietary fiber and whole-grain consumption in relation to colorectal cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2007. 85(5): p. 1353-1360.
 74. Suzuki, R., Rylander-Rudqvist, T., Ye, W., Saji, S., Adlercreutz, H., Wolk, A., Dietary fiber intake and risk of postmenopausal breast cancer defined by estrogen and progesterone receptor status—a prospective cohort study among Swedish women. *International journal of cancer*, 2008. 122(2): p. 403-412.
 75. Cade, J.E., V.J. Burley, and D.C. Greenwood, Dietary fibre and risk of breast cancer in the UK Women's Cohort Study. *International journal of epidemiology*, 2007. 36(2): p. 431-438.
 76. Monroe, K., Murphy, S., Henderson, B., Kolonel, L., Stanczyk, F., Adlercreutz, H., Pike, M., Dietary fiber intake and endogenous serum hormone levels in naturally postmenopausal Mexican American women: the Multiethnic Cohort Study. *Nutrition Cancer*, 2007. 58(2): p. 127-135.
 77. Cummings, J., Bingham, S., Heaton, K., Eastwood, M., Fecal weight, colon cancer risk, and dietary intake of nonstarch polysaccharides(dietary fiber). *Gastroenterology*, 1992. 103(6): p. 1783-1789.
 78. Birkett, A., , Jones, G., Silva, A., Young, G., Muir, J., Dietary intake and faecal excretion of carbohydrate by Australians: importance of achieving stool weights greater than 150 g to improve faecal markers relevant to colon cancer risk. *European journal of clinical nutrition*, 1997. 51(9): p. 625-632.
 79. 일본후생노동성, 일본인의 식사섭취기준. 2015.
 80. 이혜성, 이연경, 대학생의 식이섭유 섭취에 관한 연구. *한국영양학회지*, 1991. 24(6): p. 534-546.
 81. 이혜성, 이연경, 서영주, 한국인의 식이섭유 섭취상태의 연차적 추이(1969-1990). *한국영양학회지*, 1994. 27(1): p. 59-70.
 82. 이규한, 박미아, 김을상, 문현경, 한국인의 식이성섭유소 섭취량에 대한 연구. *한국식품영양과학회지*, 1994. 23(5): p. 767-773.

83. 황선희, 김정인, 승정자, 한국대학생의 식이섬유 섭취실태조사. 한국식품영양과학회지, 1996. 25(2): p. 205-213.
84. 승정자, 일부 여대생의 식이섬유 섭취와 철분대사에 관한 연구. 한국영양학회지, 1997. 30(2): p. 147-154.
85. 이미경, 이서래, 한국인의 도시/농촌별 식이섬유 섭취량 추정. 한국영양학회지, 1997. 30(7): p. 848-853.
86. 한화진, 이정원, 광충실, 대전지역 성인의 연령별 식이섬유소와 지방 섭취 실태. 한국생활과학회지 제, 1999. 8(3).
87. 이해정, 김영아, 이해성, 한국인 식이섬유 섭취 상태의 연차적 추이(1991-2001). 한국영양학회지, 2006. 39(6): p. 549-559.
88. 이해정, 김영아, 이해성, 한국인의 연령과 성별에 따른 식이섬유 섭취 상태. 한국식품영양과학회지, 2006. 35(9): p. 1207-1214.
89. 유경혜, 정진은, 이선영, 식이섬유 D/B 구축과 2001 국민건강 영양조사 식이섬유 섭취량 재평가: 20 세 이상 성인을 대상으로. 한국영양학회지, 2008. 41(1): p. 100-110.
90. 식품의약품안전청, 한국인의 영양섭취기준 개선연구. 2010.
91. 질병관리본부, 2018 국민건강통계. 2020.
92. 질병관리본부, 국민건강영양조사 제4기 2, 3차년도(2008-2009). 2010.
93. 질병관리본부, 국민건강영양조사 제5기(2010-2012). 2013.
94. 질병관리본부, 국민건강통계 제6기 1차년도(2013). 2014.
95. 통계청, 2013년 사망원인통계. 통계청. 2014.
96. Chen, S., Chen, Y., Ma, S., Zheng, R., Zhao, P., Zhang, L., Liu, Y., Yu, Q., Deng, Q., Zhang, K., Dietary fibre intake and risk of breast cancer: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. Oncotarget, 2016. 7(49): p. 80980-80989.
97. American Heart Association, Whole Grains, Refined Grains, and Dietary Fiber. 2020.8.1; Available from: <https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/nutrition-basics/whole-grains-refined-grains-and-dietary-fiber>.
98. Sandstead, H.H., Fiber, phytates, and mineral nutrition. Nutrition reviews, 1992. 50(1): p. 30.
99. Williams, C.L., M. Bollella., and E.L. Wynder, A new recommendation for dietary fiber in childhood. Pediatrics, 1995. 96(5): p. 985-988.

100. Nishimune, T., Sumimoto, T., Konishi, Y., Yakushiji, T., Komachi, Y., Mitsunashi, Y., Nakayama, I., Okazaki, K., Tsuda, T., Ichihashi, A., Adachi, T., Imanaka, M., Kirigaya, T., Ushio, H., Kasuga, Y., Saki, K., Yamamoto, Y., Ichikawa, T., Nakahara, S., Oda, S., Dietary fiber intake of Japanese younger generations and the recommended daily allowance. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 1993. 39(3): p. 263-278.
101. Gordon, D.T., D. Stoops, and V. Ratliff, Dietary fiber and mineral nutrition. 1995: Eagan Press, Eagan, Minn, USA.
102. Kritchevsky, D., Bonfield, C., Anderso, J., Dietary Fiber: Chemistry, Physiology, and Health Effects. 1999, New York
103. Cummings, J., Nutritional management of diseases of the gut. *Human nutrition and dietetics*, 2000. 10(5): p. 47-73.
104. 농촌진흥청, 국가표준식품성분 DB 9.1. 2019.
105. 보건복지부, 2015 한국인 영양소 섭취기준. 2016.
106. Marshall, J., Thabane, M., Garg, A., Clark, W., Moayyedi, P., Collins, S., Walkerton Health Study I: Eight year prognosis of postinfectious irritable bowel syndrome following waterborne bacterial dysentery. *Gut*, 2010. 59(5): p. 605-611.



단백질

Protein

4

단백질

1

영양소의 특성

1-1. 개요

단백질은 인체의 정상적인 성장 및 유지에 필요한 아미노산과 질소화합물을 공급하는 영양적 기능을 하는 동시에 1 g 당 4 kcal를 생성하는 에너지 급원으로 사용된다. 단백질은 여러 아미노산이 펩타이드 결합으로 이루어진 형태의 복합분자로, 탄소, 산소, 수소와 더불어 질소를 함유하며 일부는 황, 철, 인 등을 함유하기도 한다. 아미노산은 생체 내에서 합성이 불가능하여 외부로부터 섭취 공급되어야 하는 9종의 필수 아미노산과 체내 합성이 용이한 5종의 비필수아미노산으로 구분되며, 정상적 상황에서 체내 합성이 충족되더라도 특정 생리 상태에서 그 합성이 제한되는 7종의 조건적 필수아미노산으로 분류된다(표 1).

표 1 필수/비필수아미노산 및 조건적 필수아미노산¹⁾

필수아미노산	비필수아미노산	조건적 필수아미노산 ²⁾	조건적 필수아미노산의 전구체
메티오닌	알라닌	아르기닌	글루타민/글루탐산, 아스파르트산
류신	아스파르트산	시스테인	메티오닌, 세린
이소류신	아스파라긴	티로신	글루탐산/암모니아
발린	글루탐산	글루타민	세린, 콜린
라이신	세린	글라이신	글루탐산
페닐알라닌		프롤린	페닐알라닌
히스티딘		타우린	
트레오닌			
트립토판			

¹⁾ 메티오닌: methionine, 류신: leucine, 이소류신: isoleucine, 발린: valine, 라이신: lysine, 페닐알라닌: phenylalanine, 히스티딘: histidine, 트레오닌: threonine, 트립토판: tryptophan, 알라닌: alanine, 아스파르트산: aspartic acid, 아스파라긴: asparagine, 글루탐산: glutamic acid, 세린: serine, 아르기닌: arginine, 시트룰린: citrulline, 오르니틴: ornithine, 시스테인: cysteine, 티로신: tyrosine, 글루타민: glutamine, 글라이신: glycine, 프롤린: proline, 타우린: taurine, 콜린: choline

²⁾ 조건적 필수아미노산: 합성이 그 대사적 요구를 충족시키지 못할 경우 식이를 통한 공급이 필요한 아미노산

질소를 함유하는 아미노기가 카르복실기에 연결되면서 형성되는 아미노산 사슬이 단백질의 구조를 결정한다. 아미노산이 단순하게 연결되면 일차 구조, 아미노산 사슬 간 수소결합에 의해 나선형이 형성되면 이차 구조, 사슬 구조가 접히고 꼬여 입체적으로 형성되면 3차 구조 등으로 나타나며, 이러한 구조적 특이성은 단백질의 고유한 기능적 특성과 관련된다. 식품 내 단백질은 조리과정에서 가열에 의해 입체적 구조가 느슨해지는 변성이 이루어져 소화 및 흡수가 용이해진다. 섭취된 단백질은 대사 과정을 거쳐 아미노산으로 가수분해 되고, 체내 단백질 및 질소 함유 분자를 생성한다. 단백질은 주로 체조직 성분을 구성하는데 사용되지만, 탄수화물, 지방과 같은 다른 에너지 영양소의 섭취가 부족할 경우 체내 에너지 급원으로도 사용된다. 따라서 다른 에너지 영양소의 섭취가 충분히 이루어져야 식품 단백질을 체내에서 효율적으로 이용할 수 있다.

1-2. 흡수, 분포, 대사, 배설

식품 단백질을 섭취하면 위와 소장을 거치면서 단백질을 분해하는 소화 효소에 의해 아미노산으로 분해된다. 위에서는 펩신이 분비되어 단백질을 구성하는 폴리펩타이드가 작은 분자의 펩타이드로 분해되고, 소장으로 내려가면, 일부 단백질과 펩타이드가 췌장과 소장에서 분비되는 여러 단백질 소화 효소에 의해 더 작은 펩타이드 분자와 유리아미노산으로 가수분해된다. 아미노산은 중성, 염기성, 산성 등의 특성을 띠는데, 소장 상피세포의 용모막에는 특이성을 지닌 아미노산 운반체가 존재하여 아미노산이 장 점막 세포 내로 흡수되는 것을 돕는다. 또한 장 점막 세포의 세포질에는 펩타이드 가수분해 효소가 있어, 세포 내로 들어온 다이펩타이드를 유리아미노산으로 분해시킨다. 이렇게 흡수된 아미노산은 문맥을 통해 간으로 운송되어 일부는 간에서 이용·저장되고 일부는 간에서 다른 조직으로 운송되어 단백질, 비필수아미노산, 체내 질소 화합물 합성 등에 사용된다. 섭취한 식품 단백질로부터의 아미노산 생성이 부족할 경우에는 체단백질을 분해하여 만들어진 아미노산이 '아미노산 풀(amino acid pool)'을 이루어 단백질 합성에 활용된다(그림 1). 단백질 합성에 사용된 아미노산 외 나머지 아미노산은 아미노기(-NH₂)를 제거하는 과정 등의 이화과정을 거쳐 탄소골격과 아미노기로 분리가 되고, 이는 각각 포도당 및 지방, 요소 합성에 사용된다. 한편, 아미노산은 소장, 근육, 신장 등의 기관에 운송되어 특이적인 대사작용을 거치기도 하는데, 소장에서는 글루탐산 및 글루타민이 가장 활발하게 대사되고, 근육조직에서는 측쇄아미노산(류신, 이소류신, 발린)의 대사가 활발히 진행된다. 신장은 산-염기 균형을 유지하기 위해 글루타민을 글루탐산으로, 글라이신을 세린으로 전환시키면서 암모늄 및 중탄산염 이온을 생성한다. 최종적으로 아미노산의 질소는 요소, 암모니아, 요산 및 크레아티닌 등의 질소 화합물의 형태로 주로 소변으로 배설되거나 땀, 피부 탈피, 콧물, 머리카락, 월경혈, 정액 등으로 소량 배출된다(그림 1). 이렇게 체내에서 분해되고 흡수된 총 단백질의 43% 가량은 근육에 저장되고, 15% 가량은 피부에, 15% 가량은 혈액에, 10% 가량은 간과 신장에, 나머지 소량이 뇌, 심장, 폐, 골 조직 등에 존재하게 된다.

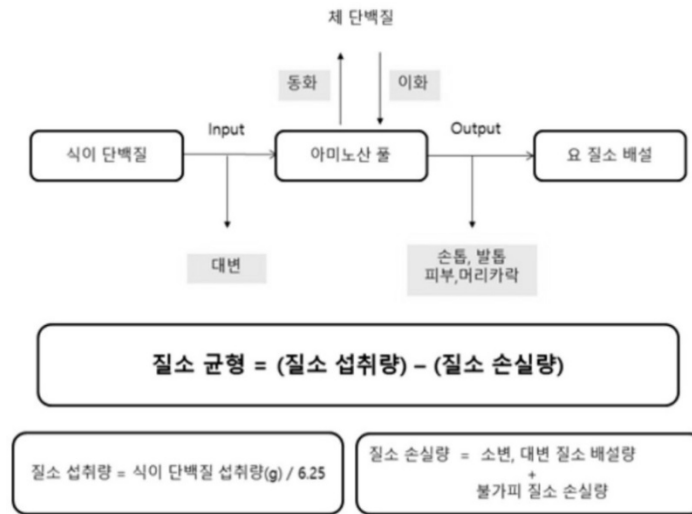


그림 1 체내 질소균형 도식

1-3. 기능

단백질은 인체의 정상적인 성장과 생리적 기능 및 생명유지를 위해 다음의 주요 두 가지 기능을 한다. 첫째, 근육, 피부, 뼈, 손톱, 머리카락 등의 신체조직과 호르몬, 항체, 효소의 구성 성분이 된다. 둘째, 체내 필수 영양성분이나 활성 물질의 운반과 저장, 체액과 산-염기의 평형 유지 등의 중요한 기능을 가진다. 따라서, 단백질을 부족하게 섭취하거나 과도하게 섭취했을 때는 그에 따른 건강문제가 발생한다.

단백질을 불충분하게 섭취했을 때 나타나는 건강문제로는 성장 지연, 면역력 저하, 근감소증(sarcopenia), 콕시오키(kwashiorkor), 인체 대사조절 이상 등이 있다. 근감소증은 주로 노인에게서 나타나는데, 노화가 진행되면서 근력과 근육량이 감소되는 증상으로 각종 감염에 대한 민감도 증가, 신체 활동 및 감각 저하, 인지장애 등과 연관성이 있는 것으로 보인다 [1-5]. 만성질환, 외상, 활동부족이 있으면서 불충분한 단백질을 섭취할 경우에는 근감소증이 더 빨리 진행되며 이는 각종 장애와 사망의 원인이 된다. 콕시오키는 식량부족 문제에 처한 저개발국가에서 흔히 나타나는데, 급속한 성장을 이루는 영유아기 동안에 단백질 섭취가 부족할 경우 발생하는 단백질 결핍증으로, 영유아의 발육부진 및 감염증의 원인이 될 수 있다. 특히, 라이신이 부족한 식이를 섭취할 경우 성장지연뿐만 아니라 빈혈도 일으킬 수 있으며 미숙아에서 트레오닌 부족 시 단백질 합성이 제한될 수 있다 [6, 7]. 선진국에서 나타나는 단백질 결핍은 주로 암, 결핵 및 AIDS와 같은 감염성 질환, 만성신장질환, 간질환, 흡수불량증이나 식욕감퇴증 등을 가진 환자들에서 단백질-에너지 영양불량(protein-energy malnutrition)의 형태로 나타난다.

한편, 단백질의 과잉섭취가 건강상태에 미치는 영향은 당뇨, 심혈관질환, 암, 사망 등과의 연관성을 통해 다양하게 보고되었다. 일반 성인이 하루에 섭취한 총 에너지섭취량의 20% 이상을 단백질로 섭취했을 때, 제2형 당뇨의 위험 증가와 관련이 있었고 [8], 임신부에게서도 임신성 당뇨의 위험이 높아지는 것으로 나타

났다 [9]. 특히 동물성 단백질 식품 섭취와 제2형 당뇨 발병간에 유의한 연관성을 보이는데 [8, 9], 동물성 단백질의 높은 섭취량은 당뇨뿐만 아니라 심혈관질환, 대사증후군, 그리고 여성의 유방암 발병과도 관련이 있는 것으로 보고되었다 [10-12]. 또한 고단백질 섭취가 사구체 여과율을 변화시키는 것으로 지속적으로 보고되고 있으나 [13-16] 신장질환 발병에 기여하는 근거는 아직 자료가 부족한 실정이다. 최근 보충제의 형태로 개개의 아미노산을 섭취하는 경우가 증가하고 있는데, 과도한 개별 아미노산의 무분별한 섭취는 아미노산 간의 흡수 경쟁을 유발하여 아미노산 불균형 및 독성 위험을 증가시킬 수 있으며 경우에 따라 오히려 아미노산의 부족을 초래하기도 한다. 표 2는 각각의 아미노산과 관련된 과잉섭취에 따른 부작용 관련 연구결과의 요약정리이다. 아동 혹은 성인에서의 증가된 단백질 섭취는 내장지방, 체지방, BMI 등과 양의 상관성을 보인다는 연구 결과가 있으나 [17-19], 체지방량을 증가시킨다는 결과 [20, 21]도 있어 논란의 여지가 있다. 고단백질 섭취는 사망 위험과도 연관이 있는 것으로 보이는데 50세 이상의 성인이 총 에너지 섭취량의 20% 이상을 단백질로 섭취했을 때, 당뇨와 암으로 인한 사망률이 4-5배 증가하는 것으로 나타났다 [22]. 한편, 단백질 과잉섭취를 예방하기 위해 건강한 성인은 하루 체중 kg 당 2 g 이상의 단백질을 섭취하지 않도록 제의된 바 있다 [23].

표 2 | 아미노산 과잉섭취에 따른 부작용 관련 연구결과의 요약

아미노산	대상자	기간	사용량	섭취(투여) 방법	부작용	출처
시스테인	정상 성인	1회	5-10 g	구강	메스꺼움, 어지러움	Carlson 등, 1989 [24]
히스티딘	성인	24일	8-65 g	구강	혈중 아연 농도 감소, 뇨중 아연 배설 증가	Henkin 등, 1975 [25]
	신생아	2일	165 mg/kg b.w. ¹⁾	TPN ²⁾	뇨중 아연 배설 증가	Zlotkin 등, 1989 [26]
티로신	성인	2시간	100, 150 mg/kg b.w. ¹⁾	구강	뇨중 카테콜라민 증가	Alonso 등, 1982 [27]
메티오닌	성인	4일	8 g/일	구강	혈중 엽산 농도 감소	Connor 등, 1978 [28]
트립토판	성인	1회	5 g/일	구강	구토, 두통, 졸음	Greenwood 등, 1975 [29]
	성인	14일	50 mg/kg/일	구강	섭취 30분 이내 장기간의 무기력감과 현기증	Yuwiler 등, 1981 [30]

¹⁾ b.w.: 체중(body weight)

²⁾ TPN: 중심정맥영양(Total Parenteral Nutrition)

2

건강 유지 및 증진을 위한 단백질 섭취기준

2-1. 건강을 위한 단백질 섭취기준 설정 시 고려사항

(1) 단백질 섭취기준 설정을 위한 분석틀

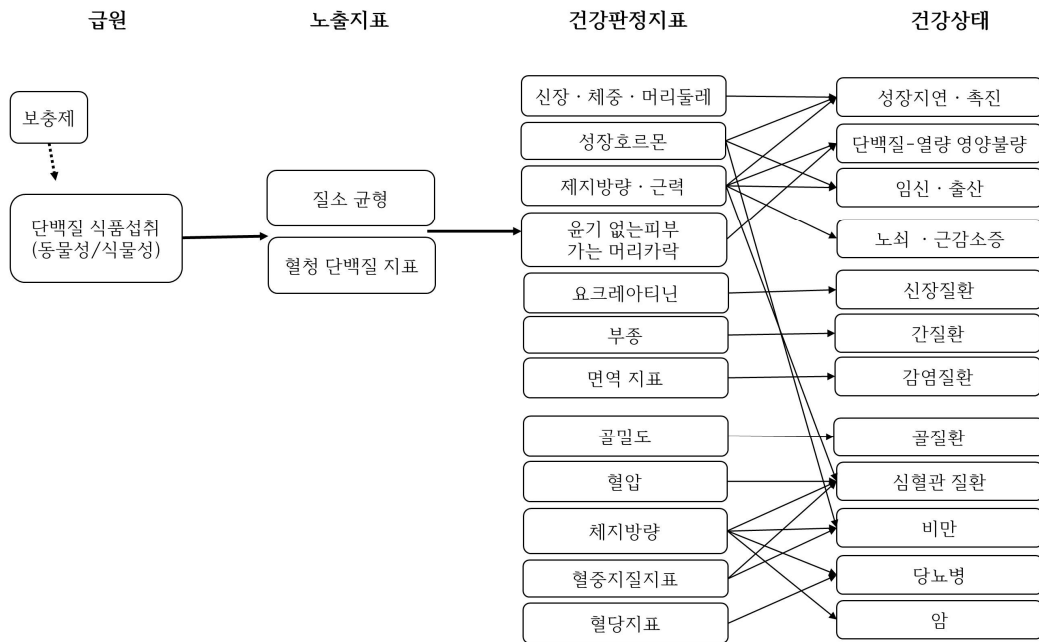


그림 2 | 단백질 섭취기준 설정을 위한 분석틀

단백질 섭취기준 설정을 위한 분석틀은 그림 2와 같다. 단백질 급원변수와 단백질 영양상태를 나타내는 노출지표, 건강판정지표와 건강상태로 분류하여 분석틀을 구성하였다. 단백질은 대부분 식품을 통해 섭취되나, 최근 단백질 보충제로 섭취되는 경우가 일부 늘어나고 있다. 체내 단백질의 영양상태를 완벽하게 평가할 수 있는 단일 노출 지표는 존재하지 않지만, 일반적으로 질소 균형과 알부민(albumin), 트랜스페린(transferrin)과 같은 혈청단백질 지표가 이용된다 [31]. 영유아의 경우 신장과 체중, 성장호르몬 등 성장관련 지표들의 수준이 낮을 경우 단백질 섭취 부족을 반영할 수 있으나, 부종과 복수 증상이 있으면 상태를 정확히 반영하기 어렵다. 근육량을 나타낼 수 있는 상완의 중간 둘레나 요크레아티닌 수준, 그리고 빠르게 자라는 피부와 머리카락, 부종 또한 단백질 영양상태와 연관된 건강판정 지표이다. 장기간에 걸친 단백질 섭취 상태는 제지방량의 변화로 나타낼 수 있다 [32].

단백질 섭취에 영향을 받는 대표적인 건강상태는 성장, 발달, 임신 및 출산 등이 있는데, 이는 단백질 섭취필요량에 있어 질소 평형 유지에 필요한 양 외에 성장과 발달, 모유 생산과 분비 등에 필요한 추가량

이 있다는 것을 의미한다. 임신부의 단백질 섭취 부족은 저체중아 출산으로 이어지며 [33], 반대로 임신부의 적절한 단백질 섭취량은 태아의 출생 시 체중에 영향을 미친다. 영아기의 단백질 섭취량 증가는 영아기 성장 증진에 영향을 미친다는 보고가 있다 [34-36]. 단백질-에너지 영양불량(protein-energy malnutrition)은 어린이뿐 아니라 성인에서도 발생할 수 있다. 성인의 경우 다양한 원인에 의해 단백질 결핍이 유도될 수 있다. 식사 단백질 섭취량이 직접적으로 감소한 경우뿐 아니라, 위장관의 단백질 흡수 기능이 저하되었을 경우, 그리고 특정 질병 상태일 경우 체내 단백질 결핍이 발생할 수 있다. 대표적인 질병상태로는 신부전, 암, 감염 등과 같은 질병을 들 수 있으며, 이 외에도 화상이나 수술에 의해 근육 단백질의 이화작용이 촉진될 경우 체내 단백질 결핍 현상이 발생할 수 있다. 체내 단백질량 저하는 면역 기능의 저하 및 감염 취약성에 영향을 미칠 수 있으며, 전반적인 생리 기능 저하로 인한 신장 질환 발병과 밀접한 연관성이 있다 [37]. 또한 단백질 결핍은 노인의 노쇠나 근감소증의 위험을 증가시키는 중요한 요인이 된다.

현대사회에서 단백질 섭취가 증가하면서, 단백질의 과잉섭취는 만성질환 위험과 유의적 상관성이 있다고 보고되고 있다. 따라서 상한섭취량 분석을 위해 만성질환 위험을 나타내는 혈압, 체지방량, 혈중지질이나 혈당지표를 틀에 포함하였으며 이러한 지표의 증가와 관련된 심혈관질환이나, 당뇨, 비만, 암을 관련 건강상태로 포함하였다. 또한 단백질에 포함된 질소대사가 과잉으로 일어날 경우 관련될 수 있는 골다공증 등의 골질환과 신부전증과 같은 신질환도 포함하였다.

(2) 단백질 필요량 추정을 위한 분석법

단백질 필요량은 '정상적인 신체 활동을 하면서 에너지 균형을 유지하는 상태에서, 식사로 섭취된 질소량과 질소손실량 사이에 균형을 유지할 수 있는 최소 수준의 단백질량'으로 정의된다 [38]. 체내 질소균형은 그림 1과 같이 질소섭취량에서 질소손실량을 뺀 값으로, 질소섭취량과 질소손실량이 같아 그 차이가 0(zero)이 되는 상태를 질소평형(Nitrogen equilibrium)이라 하며, 일반적인 대사적 요구량 이외에 질소평형에 추가적인 단백질 축적이 요구되는 성장기와 임신 및 수유기와 같은 양(+)의 질소균형점에서는 생리적 과정의 특별 요구량이 고려되어야 한다. 질소균형을 고려한 단백질 필요량 환산에는 일반적으로 요인가산법(Factorial method)과 질소균형 실험법(Nitrogen balance approach)이 사용되고, 최근에는 지표아미노산 산화법(Indicator amino acid oxidation technique)의 활용도 제안되고 있다.

① 요인가산법(Factorial method)

요인가산법은 단백질이 없는 식사를 하는 동안 신체로부터 손실되는 모든 질소 화합물의 양을 측정하고 이 손실량의 합을 질소필요량으로 환산하는 방법이다. 이는 소변, 대변으로 배설되는 질소량과 손톱, 발톱, 머리카락, 피부로부터의 질소 손실량을 합하여 총 불가피 질소 손실량(obligatory nitrogen losses)을 산정한 후 이를 최소 질소필요량으로 정하고 이에 필요한 식사단백질을 추정한다. 그러나 이 방법은 질소평형에 근접할수록 식사단백질의 효율이 감소되어, 이에 근거하여 산출된 단백질량의 섭취 시 실제로는 음의 질소균형이 일어날 수 있다는 단점이 있다 [39]. 또한 손톱, 발톱, 머리카락, 피부로부터의 질소 손실량을 실제로 측정하는 것이 어렵고, 영유아기 및 아동기에 무단백질 식사를 통한 질소필요량 환산은 불가능하여

다른 연령대의 필요량에서 추산된 값으로 환산하여야 한다는 제한점이 있다 [38]. 그러나, 요인가산법은 성장기와 임신 및 수유기의 생리적 조건에서 질소평형 유지뿐 아니라 추가적인 체내 축적 및 모유의 분비에 필요한 단백질을 추정하는 데는 유용하게 이용될 수 있다.

② 질소균형 실험법(Nitrogen balance approach)

질소균형실험법은 식사로 섭취한 질소량과 질소 손실량이 동일한 질소평형점에 도달하기 위해 필요한 단백질량을 추정하는 방법으로 기존의 요인가산법보다 실제 질소평형에 필요한 단백질량 추정에 더 근접하므로 널리 활용되고 있다 [38]. 요인가산법 등으로 추정된 질소필요량을 기준으로 몇 가지 단계의 단백질을 대상 성인에게 섭취시키고, 각 수준에서 질소균형을 조사한 뒤 회귀방정식을 유도하여 질소평형을 이루는 질소 섭취량을 산출한다. 여기에 측정이 어려운 피부, 머리카락, 손톱, 발톱의 질소손실분을 추가하여 최소 단백질 필요량을 제시한다. 질소균형 실험법은 성인의 단백질 필요량을 추정하는 최상의 방법으로 이용되어 왔으나 실험 수행 및 통계적 분석법에 있어 한계점을 가지고 있다. 회귀방정식 유도를 위한 세 수준 이상의 단계적 질소섭취량의 적용에 있어 대상자가 적응할 시간이 부족한 점 [40], 그리고 실험값에서 질소평형점에 가까울수록 질소섭취량이 과대평가되고 질소손실량이 과소평가됨으로써 양의 질소균형에 가까워질수록 질소필요량이 실제 필요량보다 낮게 산정되는 문제가 있다 [41]. 또한 회귀분석에 이용된 모델의 추정방법에 따라 질소필요량이 저평가되는 문제를 발생시킬 수 있다 [40]. 대부분의 국가에서 섭취 기준 설정에 사용된 근거자료 [42]는 직선회귀 모델을 이용하였으며, 이에 따라 필요량이 이중선형 모델을 이용했을 때 보다 낮게 산출되었다고 보고되었다(그림 3) [43, 44].

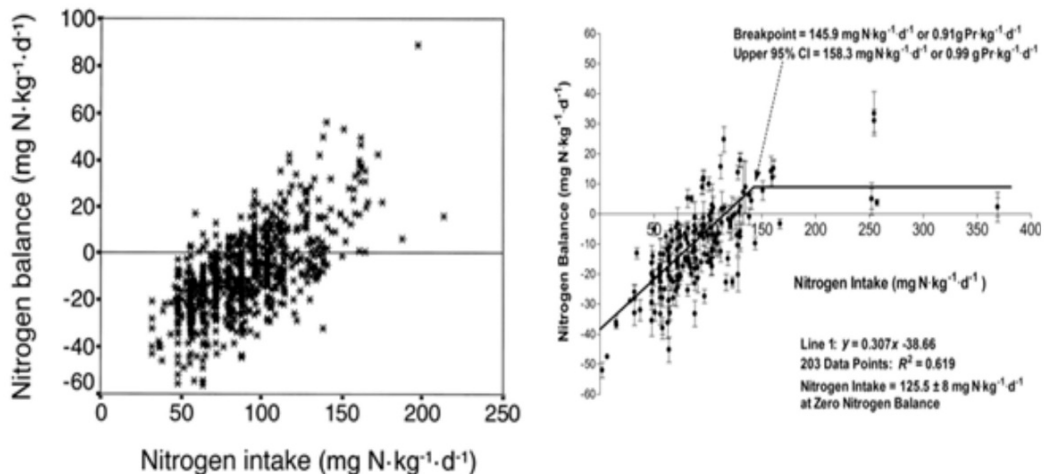


그림 3 질소균형 실험 분석의 직선회귀 모델(왼쪽; Rand 등, 2003)과 이중직선 모델(오른쪽; Humayun 등, 2007)

③ 지표아미노산 산화법(Indicator amino acid oxidation technique)

지표아미노산 산화법은 아미노산의 필요량을 추정하는 방법으로, 최근 대두된 질소균형 실험법의 한계를 보완하고자 단백질 섭취기준 설정에 적용되었다 [44]. 기본 개념은 아미노산 섭취기준 설정에서 자세히 언급될 것이나, 대략적으로 성인의 경우 섭취된 아미노산은 단백질 합성에 이용되거나 산화되며, 단백질 섭취량이 부족할 경우 방사능 표지 탄소(^{13}C)가 단백질 합성에 쓰이지 못하고 산화되어 $^{13}\text{CO}_2$ 로 방출되는 것을 기본으로 측정한다. 단백질 섭취가 증가할 경우 지표 아미노산의 산화속도가 느려지며, 단백질 필요량이 충족된 질소평형상태가 되면 아미노산 산화가 일정해지는데, 이 지점이 단백질의 섭취 필요량이 된다. 최근 시도된 페닐알라닌 산화를 이용한 단백질 필요량 추정 결과 [43], 질소균형 실험 결과를 바탕으로 한 결과보다 단백질 평균필요량이 다소 높게 산출되기는 하였으나 단백질 섭취기준 설정 근거로 사용될 수 있는 가능성이 있다고 보고된 바 있다 [44]. 노년기 대상자나 임신부의 경우에도 아미노산 산화법을 이용한 단백질 필요량 추정결과가 기존의 섭취기준보다 높다고 보고되었다 [45-47]. 그러나 실험 시 일상식 대신 방사능을 표지한 정제된 아미노산 혼합식을 이용한다는 제한점이 있고, 아직 많은 연구가 이루어지지 않아 질소평형 유지에 필요한 값을 추산하고 단백질 섭취기준에 활용할 수 있는지에 대한 검증이 필요하다.

(3) 단백질 필요량 추정에 영향을 주는 인자들

단백질 필요량 추정에 있어 일반적으로 가장 중요하게 고려되는 요소는 체중이다. 18세 혹은 19세 이상(나라에 따라 다름) 성인의 경우 성별이나 나이보다 체중량에 비례하여 단백질 필요량이 늘어나므로 대부분의 국가에서 질소평형 유지를 위한 성인의 단백질 필요량 산출 시 성별이나 연령에 상관없이 동일한 비율을 적용한다. 성장, 발달, 임신, 수유는 질소평형 유지를 위해 체중 당 필요한 단백질량 외에도 새로운 조직 생성 및 성장에 따른 체단백질 축적이나 모유 생산을 위한 추가 필요량을 요구한다. 이 시기에 단백질 섭취가 부족하면 성장지연 및 저체중아 출산 등으로 이어질 수 있다 [33]. 암, 감염 등과 같은 질병도 일반적으로 단백질의 필요량을 증가시키며, 이 외에도 화상이나 수술에 의해 근육 단백질의 이화작용이 촉진될 경우 체내 단백질 결핍 현상이 발생하여 단백질의 필요량을 증가시킬 수 있다.

섭취 단백질과 직접적으로 연관되어 있는 요인으로는 급원식품의 종류와 소화율 등이 있다. 급원식품의 종류에 따라 구성 아미노산의 성분 및 필수 아미노산 조성이 다르다. 동물성 단백질 및 대두 단백질은 필수 아미노산 함량이 풍부하고 소화율이 높아 질 좋은 단백질로 분류되고, 기타 식물성 단백질은 제한 아미노산의 존재로 체내이용률이 낮으며 소화율 또한 낮은 경향이 있다. 대부분의 서양 식사는 단백질 소화율 보정 아미노산가(Protein digestibility corrected amino acid score, PD-CAAS)가 1을 상회하는 동물성 식품 위주의 식단으로 이루어져 있고, 동물성과 식물성 단백질을 혼합하여 섭취하는 경우에는 동물성 단백질과 큰 차이를 보이지 않음 [48]을 근거로 북미와 유럽의 단백질 섭취기준 설정 시에는 소화율이나 이용효율을 따로 고려하고 있지 않다. 그러나 동물성 단백질 급원이 섭취 단백질의 60-70%를 차지하는 서양에 비해 [49], 우리나라는 50% 이하로 상대적으로 동물성 급원 섭취가 낮고 식물성 급원 섭취가 높아 [50] 단백질 이용효율이 서양보다 낮을 것으로 예상된다. 실제 단백질의 급원 구성비가 유사한 일본에서는 단백

질 필요량 산정 시 90%의 체내이용율을 보정하여 기준설정에 반영하고 있다 [51]. 또한, 최근 채식주의자들이 많아지고 있어 식물성 단백질의 구성비가 높아졌을 때의 이용 효율을 고려해야 하지만 아직 관련 연구는 미비한 실정이다.

그 외에도 최근 운동 [52, 53], 노령 [54, 55] 등이 단백질 필요량에 미치는 영향에 대해 보고된 바 있으나, 아직 일관성 있는 결론에는 이르지 못하였다. 특히 운동선수의 경우, 일반적으로 경기력 향상을 위해 보통의 단백질 섭취보다 높은 수준의 단백질 섭취가 필요할 것으로 생각되지만, 이에 대한 과학적 근거는 매우 부족하다 [56]. 흡연과 음주 또한 해독작용에 있어 아미노산의 소비를 증가시켜 단백질 필요량에 영향을 줄 수 있으며, 대사적 스트레스나 감염, 면역 작용과 같은 환경적 요인에 대한 노출도 단백질 필요량을 증가시킬 수 있다 [57].

2-2. 결핍 예방을 위한 단백질 섭취기준 및 한국인 섭취실태

단백질의 섭취기준은 6개월 이상 연령층에서는 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였고 영아 전반기(0-5개월)에는 충분섭취량을 설정하였다. 0-5개월 영아의 충분섭취량은 평균 모유 섭취량 0.78 L과 모유 내 평균 단백질 함량 12.2 g/L을 바탕으로 산출하였다. 6개월 이상의 모든 연령층에서 단백질의 필요량은 국제적으로 통용되는 질소균형 실험 결과를 활용하되 혼합 단백질 급원의 이용 효율을 반영한 질소평형을 유지하는데 필요한 양으로 추정하였다. 영아기와 성장기의 경우에는 추가로 체내 단백질 축적량, 즉 성장에 필요한 부가 단백질 양을 추가하여 평균필요량을 설정하였다.

질소평형을 유지하는데 필요한 단백질 양은 국제적으로 통용되는 질소균형 실험의 메타분석 결과(그림 3, 왼쪽패널) [42]를 기본으로 활용하여 산출하였다. 이는 미국/캐나다의 단백질 섭취기준 [57] 및 FAO/WHO/UNU 전문위원회 보고서 [58], 유럽식품안전위원회 보고서 [48] 및 일본인의 식사섭취기준 [51] 등 국제적 단백질 섭취기준설정에서도 근거로 사용되고 있다. 식사 단백질 수준 평형을 중심으로 적어도 3개 수준 이상의 질소균형 실험을 한 정량적 연구만을 모아 총 19개 연구 235명의 자료를 분석하여 전체 대상자 평형의 중앙값을 단백질 평균필요량으로 하였으며, 그 값은 0.66 g/kg/일(질소필요량 105 mg/kg/일과 동일)이었다. 소아의 경우에도 질소평형을 유지하기 위한 단백질 양은 0.67 g/kg/일 [59-64]로 성인과 거의 차이가 없다. 그러므로 1세 이상 모든 연령에서 0.66 g/kg/일을 기본으로 두고 이용효율을 적용하였다.

질소균형 실험은 양질의 동물성 단백질 급원식품을 이용하여 측정한 결과로, 일상적인 혼합 단백질 급원 식사를 할 경우에는 체내 이용효율이 감소하는 것으로 알려져 있다. 실제로 일본인을 대상으로 실측된 일상 혼합식의 이용효율은 평균 92.2%로 보고된 바 있으며 [65], 1세 소아의 체중 유지 시의 이용 효율은 이보다 더 낮은 70%로 보고되었다 [59]. 이를 근거로 일본의 단백질 섭취기준 설정에서는 1세부터 성인까지 이용효율이 점차적으로 증가한다는 가설을 바탕으로, 대상자 연령을 다섯 구간으로 나누어 이용효율을 설정 및 적용하고 있다 [51]. 따라서 2020 단백질 섭취기준은 우리와 급원식품 및 생리적 특성이 유사한 일본의 단백질 이용효율 근거자료를 참고하되, 연령을 보정하여 산출하였다(6개월-8세, 70%; 9-11세 73%;

12-14세, 80%; 15-18세, 86%; 19세 이상, 90%).

영아 후기부터 18세까지 성장기의 평균필요량에는 질소평형 유지에 필요한 단백질 양에 체내 단백질 이용효율을 반영한 뒤 성장에 필요한 단백질 양을 추가하여 산정하였다. 성인의 경우 0.66 g/kg/일에 이용 효율 90%를 적용하여 0.73 g/kg/일을 질소평형 유지를 위한 단백질 필요량으로 결정하였다. 75세 이상 노인을 위한 평균필요량의 경우 취약한 섭취실태와 체중감소를 고려하여, 체중을 적용하여 산출한 값 대신 65-74세의 기준을 동일하게 적용하였다. 임신부의 단백질 부가 평균필요량은 요인가산법을 사용하여 비임신 여성보다 추가로 요구되는 모체의 체중 증가와 태아와 모체의 체단백질 축적을 위해 필요한 양으로 산정하였고, 추가량이 요구되지 않는 초기를 제외하고 임신 중기와 후기로 나누어 제시하였다. 수유부의 단백질 부가 평균필요량은 모유생산에 필요한 단백질량은 모유 분비량에 비례한다는 가정 하에 요인가산법을 사용하여 모유 내 평균 단백질 함량을 이용하여 산정하였다. 임신 및 수유부의 부가 필요량과 권장섭취량 산출시에는 일반 성인과 동일한 계수를 적용하였다.

권장섭취량은 평균필요량에 표준편차의 1.96배(1.96SD)를 더해 인구의 97.5 백분위수를 추정된 값으로, 표준편차는 12.5%를 적용하여 [42] 권장량 산정계수 1.25를 산출하고, 평균필요량에 1.25를 곱한 값으로 산출하였다.

각 연령 및 성별군의 모든 산출 결과는 5를 단위로 하여 일의 자리에서 올림한 값을 기준 수치로 결정하였다. 단, 추정량이 낮아 올림을 하면 평균필요량과 권장섭취량이 동일해지는 유아 1-2세의 평균필요량과 임신부 2분기의 부가 평균필요량의 경우는 예외로 하였다.

2015년 섭취기준과 비교하여, 개정된 섭취기준은 성장기 이용효율의 반영과 체위 기준 변화를 기반으로, 성장기와 일부 성인기에서 상향조정 되었다. 2013-2017년도 국민건강영양조사 자료 분석 결과 현재 우리나라 국민의 단백질 평균섭취량은 여성 75세 이상을 제외하고 상향조정 된 평균필요량 보다 높은 수준이었으며(표 3), 에너지 섭취비율은 대부분의 연령대에서 2.5 퍼센타일부터 95 퍼센타일까지 7-20% 기준 범위 내에서 섭취하고 있는 것으로 나타나(표 4) 단백질 섭취는 일부 노년층을 제외하고 결핍이 우려되지 않는 수준으로 나타났다.

표 3 | 2013-2017년도 국민건강영양조사의 단백질 평균섭취량

성별	연령	평균섭취량 (g/일)	Percentiles								
			2.5	5	10	25	50	75	90	95	97.5
유아	1-2(세)	38.1±1.1	14.7	16.5	20.0	27.7	34.9	44.6	61.7	75.0	81.2
	3-5	46.3±1.1	18.5	21.2	28.1	34.2	43.3	54.6	67.5	77.0	84.8
남자	6-8(세)	62.9±1.6	25.6	30.0	35.9	47.2	60.9	73.1	91.6	108.0	129.1
	9-11	74.8±2.4	29.3	35.2	40.8	54.3	70.2	89.8	114.4	133.4	137.4
	12-14	89.1±3.0	32.8	37.1	44.5	61.7	80.0	105.0	135.5	160.7	207.3
	15-18	96.4±3.7	26.8	35.2	46.5	59.1	82.7	118.2	162.2	192.3	222.4
	19-29	88.3±2.4	27.4	34.8	41.1	56.8	81.4	111.7	139.5	172.8	196.8
	30-49	88.8±1.3	31.5	37.4	46.3	61.0	80.0	107.9	141.9	169.2	190.1

성별	연령	평균섭취량 (g/일)	Percentiles								
			2.5	5	10	25	50	75	90	95	97.5
	50-64	82.5±3.5	28.2	30.2	36.4	56.0	74.2	96.2	124.4	143.8	166.1
	65-74	69.2±2.2	20.3	25.1	34.5	45.5	64.3	84.9	108.0	133.2	152.2
	75 이상	58.0±2.4	12.1	21.4	28.0	38.3	52.8	71.8	99.5	106.9	121.8
여자	6-8(세)	52.3±1.5	21.1	24.1	28.9	37.5	49.1	62.7	80.7	90.4	99.5
	9-11	65.2±2.0	27.1	28.4	36.9	48.1	60.0	78.0	94.5	108.3	122.0
	12-14	66.4±2.2	27.9	31.7	40.2	47.8	59.5	76.3	97.8	129.4	149.4
	15-18	63.5±2.5	14.6	20.4	30.3	42.7	58.5	77.8	98.6	113.7	117.5
	19-29	64.3±1.6	19.5	25.2	30.5	42.7	58.1	79.1	104.8	120.8	148.4
	30-49	63.0±0.9	22.4	27.0	32.6	42.9	56.4	74.6	98.9	115.0	134.6
	50-64	57.8±1.0	19.6	23.7	29.8	40.5	54.1	70.6	87.5	106.4	118.5
	65-74	49.6±1.8	11.6	20.9	24.8	34.7	46.3	60.9	75.4	83.2	106.2
	75 이상	37.7±1.5	9.4	14.8	17.5	24.4	35.5	48.5	58.4	67.1	73.9

표 4 | 2013-2017년도 국민건강영양조사의 단백질 에너지 섭취비율

성별	연령	평균 에너지 섭취비율(%)	Percentiles								
			2.5	5	10	25	50	75	90	95	97.5
유아	1-2(세)	13.5±0.2	8.2	8.8	10.1	11.3	13.0	15.1	17.2	19.5	20.7
	3-5	13.1±0.1	8.0	8.7	9.5	11.3	12.9	14.6	16.5	18.1	19.1
남자	6-8(세)	14.0±0.2	9.1	9.6	10.5	11.8	13.5	16.0	18.4	19.7	21.0
	9-11	14.3±0.3	9.3	9.9	10.7	12.2	13.5	15.9	17.8	20.2	24.5
	12-14	14.5±0.3	9.0	9.3	10.1	11.9	13.9	15.9	19.6	21.5	23.3
	15-18	14.9±0.3	9.2	9.6	10.2	12.3	14.2	16.9	20.4	22.6	26.2
	19-29	14.8±0.2	8.7	9.7	10.4	12.0	13.7	16.7	20.3	22.7	25.5
	30-49	14.3±0.1	8.2	9.1	10.0	11.6	13.8	16.3	19.3	21.8	24.6
	50-64	13.8±0.2	8.1	9.0	9.7	11.3	13.1	15.6	18.6	20.2	22.5
	65-74	13.5±0.2	7.8	8.5	9.1	11.1	13.2	15.1	18.3	20.6	21.7
	75 이상	12.7±0.3	7.2	7.5	8.4	10.0	12.3	14.7	17.6	19.7	21.1
여자	6-8(세)	13.5±0.3	8.3	9.1	9.9	11.1	13.0	14.8	17.6	19.3	21.5
	9-11	14.0±0.3	8.5	9.0	10.3	11.7	13.7	15.6	18.3	19.2	20.9
	12-14	14.4±0.3	8.8	9.1	10.2	11.8	13.8	15.9	19.0	20.5	22.9
	15-18	13.8±0.3	6.9	8.5	9.5	11.1	13.3	15.4	18.8	21.9	23.3
	19-29	14.4±0.2	8.0	8.7	9.7	11.4	13.8	16.1	20.8	22.2	24.0
	30-49	14.3±0.1	8.3	9.3	10.2	11.8	13.7	16.2	18.7	20.9	23.3
	50-64	13.7±0.1	8.4	9.0	9.8	11.2	13.2	15.7	17.9	20.1	22.3
	65-74	12.3±0.2	7.4	8.1	8.6	10.3	12.0	14.0	15.4	18.0	19.0
	75 이상	11.5±0.3	6.8	7.5	8.0	9.1	10.8	13.4	15.6	17.8	18.9

(1) 영아기(1세 미만)

급격한 성장이 이루어지는 시기이므로 충분한 양의 단백질 섭취가 필요하다. 이 시기의 단백질 필요량은 신체조직 형성 및 성장 속도와 밀접한 관련이 있다. 또한 급속한 성장을 위해 충분한 열량 섭취가 중요한데, 만약 열량 섭취가 부족하게 되면 단백질이 열량 급원으로 사용되므로 성장 속도가 늦어질 수 있다. 0-5개월 영아의 경우 모유영양으로 단백질 결핍이 보인다고 보고된 바가 없으므로 모유 섭취량과 모유의 단백질 농도를 기준으로 충분섭취량을 산출하였다. 직접적인 모유 섭취량의 측정이 불가능하므로, 영아 전기 산모의 1일 평균 모유 분비량인 0.78 L/일을 섭취량 기준으로 하고, 모유 중 단백질 함량 1.22 g/dL(표 5)을 적용하여 1일 평균 단백질 분비량은 9.8 g/일로 산출하였고, 이를 기반으로 영아 전기의 단백질 충분섭취량으로 10 g/일을 제시하였다.

【표 5】 영아 전기 모유의 단백질 함량 및 영아의 단백질 섭취량¹⁾

연령	영아(명)	모유의 단백질 함량(g/dL)	영아의 단백질 섭취량(g/일)	출처
0-6개월	18	1.76	10.01	문수재 등, 1992 [66]
2-5일		2.45	-	
1주		1.95	-	
2주		1.79	-	
4주		1.56	-	
6주		1.46	-	
12주		1.32	-	
3-6개월		-	10.01	
1-3개월	9	1.17	8.3	임현숙 등, 1993 [67]
1개월		1.2	9.5	
2개월		1.2	8.0	
3개월		1.1	7.6	
0.5-6개월	164	1.17	8.26	이영남 등, 1995 [68]
0.5개월		1.50	8.09	
1개월		1.33	9.29	
2개월		1.22	9.27	
3개월		1.05	7.84	
4개월		1.05	8.03	
5개월		1.05	8.03	
6개월		1.06	7.44	
2개월	157	1.16	8.82	배현숙 등, 1996 [69]
	남: 80 여: 77		남: 9.29 여: 8.34	
1-3개월	6	1.06	8.3	구재옥 등, 1996 [70]
1개월		-	9.1	

연령	영아(명)	모유의 단백질 함량(g/dL)	영아의 단백질 섭취량(g/일)	출처
2개월		-	7.6	
3개월		-	8.2	
0.5-3개월	23	1.07	6.49	최경순&김을상, 1997 [71]
0.5개월		1.31	7.02/5.96	
1개월		1.09	8.10/6.84	
2개월		0.99	7.44/6.22	
3개월		0.91	6.78/5.59	
1-6개월	59	1.13	11.55	안홍석&정지윤, 1998 [72]
1-3개월		1.23	11.62 ³⁾	
4-6개월		1.02	11.48 ³⁾	
0.5-5개월	16	1.21	8.22	김을상&이종숙, 2002 [73]
0.5개월		1.48	7.89	
1개월		1.35	8.81	
2개월		1.17	8.31	
3개월		1.11	8.65	
4개월		1.15	8.03	
5개월		1.10	7.61	
총 평균		1.22	8.74	

¹⁾ 한국인 영양소 섭취기준(한국영양학회, 2010)

6-11개월 영아 후기의 단백질 평균필요량은 측정에 대한 한계에도 불구하고 성인과 동일하게 질소균형 실험법 결과(0.66 g/kg/일)를 근거로 하되 1세의 이용효율 70%를 적용하여 질소평형을 유지하는데 필요한 양을 산출하고, 성장에 필요한 양을 합산하여 산정하였다. 모유의 단백질 이용효율과 우유 단백질의 이용효율은 모두 70% 정도로 알려져 있다 [59]. 따라서 분유나 혼합수유를 하는 경우에도 기준량은 모유로 수유를 하는 경우와 같다고 생각하여 따로 구분하지 않았다. 성장에 필요한 단백질량은 WHO/FAO/UNU 보고서(2007)에서 제시한 6개월 영아기준을 근거로 0.46 g/kg/일을 추가하였고 [58], 평균체중 8.4 kg을 적용하여 평균필요량을 산출하였다. 또한 권장섭취량은 평균필요량에 권장량산정계수인 1.25를 적용하여 환산하였다(표 6).

표 6 | 영아기 단백질 섭취기준 설정 요약

연령(개월)	섭취기준	
영아 전기(0-5)	$0.78 \text{ L/일} \times 1.22 \text{ g/dL} = 9.5 \text{ g/일} \approx 10 \text{ g/일}^{1)}$	충분섭취량
영아 후기(6-11)	$[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.46 \text{ g/kg}] \times 8.4 \text{ kg} = 12 \text{ g/일}^{2)}$	평균필요량
	$[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.46 \text{ g/kg}] \times 8.4 \text{ kg} \times 1.25 = 15 \text{ g/일}^{3)}$	권장섭취량

¹⁾ 1일 평균 모유 분비량×모유의 단백질 함량

²⁾ (질소평형 유지를 위한 단백질 필요량/이용효율+성장에 필요한 단백질량)×평균 체중

³⁾ (질소평형 유지를 위한 단백질 필요량/이용효율+성장에 필요한 단백질량)×평균 체중×권장량산정계수

국내에서 조사된 자료 중 모유를 섭취하면서 이유식을 먹는 영아들의 자료는 거의 없다. 대부분이 조제유와 이유식을 함께 먹는 영아들의 자료이며 이들의 자료에서 나온 단백질 섭취량이 대부분 20 g/일을 넘는다(표 7). 이는 우리나라의 영양소 섭취기준이나 미국의 영양소 섭취기준을 초과하는 수준이나 섭취기준을 개정하기 위한 과학적 근거가 충분치 않아 본 섭취기준 개정에 반영하지 않았다. 또한 최근 보고된 연구결과에 의하면, 2세 이하 영아에서 단백질 함량이 높은(1.7-2 g/dL 이상) 조제유 섭취는 체지방량 증가와 상관성이 있는 것으로 나타났으며, 6세가 된 시점에서 이보다 낮은 단백질 함량 조제유 섭취군이나 모유섭취군과 비교했을 때 체질량지수가 유의적으로 높았고 비만위험도도 2.43배로 더 높았다 [74, 75]. 그러나 영아의 섭취수준과 건강위험에 대한 장기간 추적 연구가 필요한 것으로 보이며, 추후에 우리나라 영아에 맞는 산출 근거가 충분히 확보된 후에 섭취기준 상향조정을 고려해 볼 필요가 있다고 사료된다.

표 7 | 영아 후기의 단백질 섭취량¹⁾

섭식양식(영아수)	연령(개월)	영아의 단백질 섭취량(g/일)(보충식만)	출처
모유+보충식(5)	7-9	10.25±2.50	안홍석&정지윤, 1998 [72]
조제유+보충식(21)		22.13±5.54	
보충식(13)		27.04±3.08	
조제유+보충식(42)	8-12	30.6±12.5	안홍석&엄성신, 2003 [76]
조제유+보충식(50)	7-8	~23	장수정 등, 2004 [77]
조제유+보충식(58)	9-11	~30	

¹⁾ 한국인 영양소 섭취기준(한국영양학회, 2010)

(2) 성장기(1-18세)

성장기의 단백질 평균필요량은 질소 평형을 위한 단백질 필요량에 이용효율을 적용하고 성장에 필요한 부가량을 추가한 뒤 이를 연령별 평균 체중과 곱하여 산출하였다. 질소균형 실험법으로 측정된 성장기에 질소평형 유지에 필요한 단백질 양의 근거는 매우 제한적이다. 1개월에서 14세 연령 아동들의 질소 필요량 중앙값은 110 mg N/kg/일(단백질량 688 mg/kg/일)이나, 14-18세 청소년들의 질소필요량은 자료가 충분하지 않아 성인과 동일한 105 mg N/kg/일(단백질량 656 mg/kg/일)로 추정 가능하다고 보고된 바 있다 [57]. 그러나 14세 이하의 경우에도 질소대사가 성인과 크게 다르지 않고, 과학적 증거가 명확하지 않다는 지적에 따라 [48, 58], 질소평형 유지에 필요한 기본량은 성인과 동일하게 적용하되, 연령에 따른 이용효율의 편차를 적용하였다. 또한 성장기에 중요한 성장에 필요한 질소량을 추가하여 최종 평균필요량으로 환산하였다. 성장에 필요한 질소량은 체내 단백질 축적량으로 신체 칼륨(K)조사, 방사능 물의 희석, 또는 이중 에너지 X-선 흡수계측법(dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)법 등으로 체구성분을 분석한 자료를 바탕으로 단백질 축적량을 나이에 따라 자연스러운 곡선을 나타내도록 계산식을 산출하였다 [42]. 성별 및 연령 구간별 성장에 필요한 단백질 양은 WHO/FAO/UNU 보고서(2007)에서 제시한 근거를 바탕으로 추가하였다(표 8). 1-5세는 성별에 상관없이 통합하여 산출하였고 6세 이상은 성별을 반영하여 각각 산출하였다(표 9). 또한 권장섭취량은 평균필요량에 권장량산정계수인 1.25를 적용하여 환산하였다(표 10).

표 8 WHO/FAO/UNU가 제시한 유아, 아동 및 청소년의 질소평형과 성장에 필요한 단백질량¹⁾

연령 (세)	질소평형 유지에 필요한 양 ¹⁾	성장에 필요한 양 ²⁾	평균필요량	섭취권장량 ³⁾
(g/kg/일)				
0.5	0.66	0.46	1.12	1.31
1	0.66	0.29	0.95	1.14
1.5	0.66	0.19	0.85	1.03
2	0.66	0.13	0.79	0.97
3	0.66	0.07	0.73	0.90
4	0.66	0.03	0.69	0.86
5	0.66	0.03	0.69	0.85
6	0.66	0.06	0.72	0.89
7	0.66	0.08	0.74	0.91
8	0.66	0.09	0.75	0.92
9	0.66	0.09	0.75	0.92
10	0.66	0.09	0.75	0.91
여자				
11	0.66	0.07	0.73	0.90
12	0.66	0.06	0.72	1.89
13	0.66	0.05	0.71	1.88
14	0.66	0.04	0.70	0.87
15	0.66	0.03	0.69	0.85
16	0.66	0.02	0.68	0.84
17	0.66	0.01	0.67	0.83
18	0.66	0.00	0.66	0.82
남자				
11	0.66	0.09	0.75	0.91
12	0.66	0.08	0.74	0.90
13	0.66	0.07	0.73	0.90
14	0.66	0.06	0.72	0.89
15	0.66	0.06	0.72	0.88
16	0.66	0.05	0.71	0.87
17	0.66	0.04	0.70	0.86
18	0.66	0.03	0.69	0.85

¹⁾ 한국인 영양소 섭취기준(한국영양학회, 2010)

【표 9】 성장기 단백질 평균필요량 설정 요약

연령(세)	평균필요량
1-2	$[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.19 \text{ g/kg}] \times 11.7 \text{ kg} = 13 \text{ g/일} \approx 15 \text{ g/일}^{1)}$
3-5	$[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.04 \text{ g/kg}] \times 17.6 \text{ kg} = 17 \text{ g/일} \approx 20 \text{ g/일}$
남자	6-8 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.08 \text{ g/kg}] \times 25.6 \text{ kg} = 26 \text{ g/일} \approx 30 \text{ g/일}$
	9-11 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.73+0.09 \text{ g/kg}] \times 37.4 \text{ kg} = 37 \text{ g/일} \approx 40 \text{ g/일}$
	12-14 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.8+0.07 \text{ g/kg}] \times 52.7 \text{ kg} = 47 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}$
	15-18 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.86+0.05 \text{ g/kg}] \times 64.5 \text{ kg} = 52 \text{ g/일} \approx 55 \text{ g/일}$
여자	6-8 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.08 \text{ g/kg}] \times 25.0 \text{ kg} = 26 \text{ g/일} \approx 30 \text{ g/일}$
	9-11 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.73+0.08 \text{ g/kg}] \times 36.6 \text{ kg} = 36 \text{ g/일} \approx 40 \text{ g/일}$
	12-14 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.8+0.05 \text{ g/kg}] \times 48.7 \text{ kg} = 43 \text{ g/일} \approx 45 \text{ g/일}$
	15-18 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.86+0.02 \text{ g/kg}] \times 53.8 \text{ kg} = 42 \text{ g/일} \approx 45 \text{ g/일}$

¹⁾ [(질소평형 유지를 위한 단백질 필요량)/이용효율+성장에 필요한 량]×평균 체중

【표 10】 성장기 단백질 권장섭취량 설정 요약

연령(세)	권장섭취량
1-2	$[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.19 \text{ g/kg}] \times 11.7 \text{ kg} \times 1.25 = 16 \text{ g/일} \approx 20 \text{ g/일}^{1)}$
3-5	$[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.04 \text{ g/kg}] \times 17.6 \text{ kg} \times 1.25 = 22 \text{ g/일} \approx 25 \text{ g/일}$
남자	6-8 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.08 \text{ g/kg}] \times 25.6 \text{ kg} \times 1.25 = 33 \text{ g/일} \approx 35 \text{ g/일}$
	9-11 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.73+0.09 \text{ g/kg}] \times 37.4 \text{ kg} \times 1.25 = 46 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}$
	12-14 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.8+0.07 \text{ g/kg}] \times 52.7 \text{ kg} \times 1.25 = 59 \text{ g/일} \approx 60 \text{ g/일}$
	15-18 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.86+0.05 \text{ g/kg}] \times 64.5 \text{ kg} \times 1.25 = 65 \text{ g/일} \approx 65 \text{ g/일}$
여자	6-8 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.7+0.08 \text{ g/kg}] \times 25.0 \text{ kg} \times 1.25 = 32 \text{ g/일} \approx 35 \text{ g/일}$
	9-11 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.73+0.08 \text{ g/kg}] \times 36.6 \text{ kg} \times 1.25 = 45 \text{ g/일} \approx 45 \text{ g/일}$
	12-14 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.8+0.05 \text{ g/kg}] \times 48.7 \text{ kg} \times 1.25 = 53 \text{ g/일} \approx 55 \text{ g/일}$
	15-18 $[(0.66 \text{ g/kg/일})/0.86+0.02 \text{ g/kg}] \times 53.8 \text{ kg} \times 1.25 = 52 \text{ g/일} \approx 55 \text{ g/일}$

¹⁾ [(질소평형 유지를 위한 단백질 필요량)/이용효율+성장에 필요한 량]×평균 체중×권장량산정계수

2015년 섭취기준에서는 적용되지 않았던 성장기의 단백질 이용효율을 차등 적용한 결과, 성장기 모든 연령구간과 성별에서 단백질 섭취기준이 상향조정 되었다. 2020 개정된 단백질 섭취기준에서 유아의 경우 단백질 평균필요량은 1-2세는 12 g/일에서 15 g/일로, 3-5세는 15 g/일에서 20 g/일로 산정되었다. 권장섭취량은 1-2세는 15 g/일에서 20 g/일로, 3-5세는 20 g/일에서 25 g/일로 산정되었다. 2013-2017년 국민건강영양조사 자료에 따르면, 유아(1-2세, 3-5세)의 1일 평균 단백질 섭취량은 38.1 g/일, 46.3 g/일로 2020 개정된 단백질 권장섭취량을 상회하여 섭취하고 있는 것으로 나타났다(표 5). 그렇지만 1-2세의 2.9%와 3-5세의 3.6%는 2020 단백질 평균필요량 미만으로 섭취하고 있고 이 수치는 전 연령대에서 가장 낮았다 [78, 79]. 어린이 및 청소년(6-8세, 9-11세, 12-14세, 15-18세)의 평균필요량은 남자는 모든 연령대에서 2015년 대비 5 g이 증가하였고, 여자는 6-8세와 9-11세에서는 10 g, 12-14세와 15-18세에서는 5 g이 증가하였다. 2013-2017 국민건강영양조사 분석 결과, 어린이 및 청소년의 1일 평균 단백질 섭취량은 연령 구간

별로 남자는 62.9 g/일, 74.8 g/일, 89.1 g/일, 96.4 g/일이었으며, 여자는 52.3 g/일, 65.2 g/일, 66.4 g/일, 63.5 g/일로 전 연령대에서 평균필요량과 권장섭취량 대비 100%를 상회하여 섭취하고 있었다(표 5). 평균필요량 미만 섭취 분율은 남자 6-8세와 9-11세는 4.9%, 9.6%이었으며, 같은 연령대 여자에서는 각각 11.0%와 12.8%로 10% 내외의 분율을 나타내었다. 그러나 남자 12-14세와 15-18세는 13.2%와 19.3%였으며, 같은 연령대 여자에서는 각각 18.3%와 27.8%로 6-8세와 9-11세보다 다소 높게 나타났다 [78, 79]. 비록 어린이 및 청소년의 1일 평균 단백질 섭취량은 2020 단백질 권장섭취량을 충족하고 있지만, 평균필요량 미만으로 섭취하고 있는 아동들의 경우에는 성장기인 만큼 양질의 단백질을 충분히 섭취할 수 있도록 주의하는 것이 필요하다.

(3) 성인기(19-64세)

성인기의 단백질 평균필요량은 질소 평형을 위한 단백질 필요량에 이용효율을 적용하고 연령별 평균 체중과 곱하여 산출하였다. 질소균형 실험 결과의 메타 분석에서 얻어진 필요량인 0.66 g/kg/일 [42]에 이용효율 90%를 적용하여 0.73 g/kg/일을 질소평형 유지를 위한 단백질 필요량으로 결정하였다(표 11). 또한 권장섭취량은 평균필요량에 권장량산정계수인 1.25를 적용하여 0.91 g/kg/일을 기준으로 하였다(표 12).

표 11 | 성인기 단백질 평균필요량 설정 요약

성별	연령(세)	평균필요량
남자	19-29	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 68.9 \text{ kg} = 50 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}^{1)}$
	30-49	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 68.9 \text{ kg} = 49 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}$
	50-64	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 64.5 \text{ kg} = 47 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}$
여자	19-29	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 55.9 \text{ kg} = 41 \text{ g/일} \approx 45 \text{ g/일}$
	30-49	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 54.7 \text{ kg} = 40 \text{ g/일} \approx 40 \text{ g/일}$
	50-64	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 52.5 \text{ kg} = 38 \text{ g/일} \approx 40 \text{ g/일}$

¹⁾ (질소평형 유지를 위한 단백질 필요량/이용효율) × 평균체중

표 12 | 성인기 단백질 권장섭취량 설정 요약

성별	연령(세)	권장섭취량
남자	19-29	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 68.9 \text{ kg} \times 1.25 = 63 \text{ g/일} \approx 65 \text{ g/일}^{1)}$
	30-49	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 68.9 \text{ kg} \times 1.25 = 62 \text{ g/일} \approx 65 \text{ g/일}$
	50-64	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 64.5 \text{ kg} \times 1.25 = 59 \text{ g/일} \approx 60 \text{ g/일}$
여자	19-29	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 55.9 \text{ kg} \times 1.25 = 51 \text{ g/일} \approx 55 \text{ g/일}$
	30-49	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 54.7 \text{ kg} \times 1.25 = 50 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}$
	50-64	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 52.5 \text{ kg} \times 1.25 = 48 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}$

¹⁾ (질소평형 유지를 위한 단백질 필요량/이용효율) × 평균체중 × 권장량산정계수

성인기의 평균필요량은 2015년과 동일하며, 권장섭취량의 경우도 거의 유사하나 남성 30-49세에서만 평균체중의 증가를 반영하여 5 g 높게 설정되었다. 2013-2017 국민건강영양조사 자료에 따르면 우리나라 성인의 1일 평균 단백질 섭취량은 각 연령구간에서 남자는 88.3 g/일, 88.8 g/일, 82.5 g/일, 여자는 64.3 g/일, 63.0 g/일, 57.8 g/일로 나타났다(표 5). 평균필요량 미만 섭취 분율은 남자는 19.6%, 13.5%, 18.9%로 20% 미만으로 나타났고, 여자는 29.2%, 19.5%, 23.6%로 남자보다 다소 높게 나타났다. 특히, 여자 19-29세의 평균필요량은 2015년과 동일한 기준(45 g/일)이지만 평균필요량 미만 섭취분율이 29.2%로 30%에 가깝게 나타나 충분한 단백질 섭취에 대한 주의가 요구된다 [78, 79].

(4) 노인기(65세 이상)

노인기의 단백질 필요량은 성인기와 동일하게 질소 평형을 위한 단백질 필요량에 이용효율을 적용하고 연령별 평균 체중을 곱하여 산출하였다. 노인의 단백질 섭취기준 산정에 있어 단백질 이용효율 감소를 고려해야 한다는 주장도 있으나, 이용효율이 성인에 비해 감소하는 반면 체중 당 근육의 비율도 감소하므로 체중 당 단백질 필요량은 성인과 유사하다고 가정하였다 [42, 80]. 노인의 단백질 필요량을 증가시킬 필요에 대한 논란이 지속되어 왔으나 최근 노인의 단백질 필요량에 관련된 보고 [54, 55]에서도 현재의 필요량을 높일 만한 실험적 근거가 희박하다고 지적하였으며, 이에 따라 WHO/FAO/UNU 전문위원회 또한 노인의 단백질 섭취기준을 부가적인 섭취 없이 성인과 동일하게 산정하였다 [58]. 최근 일본인의 식사섭취기준(2020)에서도 단백질의 평균필요량을 성인과 동일하게 적용하였다.

남성 65-74세의 단백질 섭취기준은 평균체중의 증가에 따라 평균필요량과 권장섭취량이 2015년 섭취기준에 비해 각각 5 g씩 증가하였다(표 13, 14). 여성의 경우 평균필요량에는 변화가 없었으나 권장섭취량에서 5 g 증가하였다. 2020 체위기준에 의하면 75세 이상 노인의 경우에는 평균 체중이 65-74세에 비해 남성에서 2.3 kg 적고, 여성에서 3.9 kg 적어서 65-74세 기준에 비해 평균필요량이 감소되는 것으로 산출된다. 그러나 낮은 단백질 섭취에 따른 근감소증 위험도를 고려하여 75세 이상 노인의 단백질 평균필요량과 권장섭취량은 예외적으로 65-74세와 동일하게 설정하였다. 2013-2017 국민건강영양조사 자료에 따르면 1일 평균 단백질 섭취량은 65-74세와 75세 이상에서 각각 남자 69.2 g/일, 58.0 g/일, 여자 49.6 g/일, 37.7 g/일로(표 3) 65-74세에서는 평균필요량의 100%를 상회하여 섭취하고 있었으나, 75세 이상 여성의 경우에는 평균필요량보다 적게 섭취하고 있는 것으로 나타났다 [78, 79]. 권장섭취량과 비교했을 때는 남자 75세 이상과 여자 65-74세와 75세 이상에서 각각 96.7%, 99.2%, 75.3%의 평균섭취량을 보여 다른 연령군에 비해 상대적으로 낮은 섭취현황을 보였다. 노인기의 평균필요량 미만 섭취 분율은 65-74세와 75세 이상에서 남자는 30.7%, 48.0%, 여자는 35.6%, 60.1%으로 특히 75세 이상에서 평균필요량 미만 섭취분율이 높아 노년기의 충분한 단백질 섭취에 대한 주의가 요구된다.

표 13 노인기 단백질 평균필요량 설정 요약

성별	연령(세)	평균필요량
남자	65-74	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 62.4 \text{ kg} = 46 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}^{1)}$
	75 이상	65-74세와 동일하게 설정
여자	65-74	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 50.0 \text{ kg} = 37 \text{ g/일} \approx 40 \text{ g/일}$
	75 이상	65-74세와 동일하게 설정

¹⁾ (질소평형 유지를 위한 단백질 필요량/이용효율)×평균체중

표 14 노인기 단백질 권장섭취량 설정 요약

성별	구분(세)	권장섭취량
남자	65-74	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 62.4 \text{ kg} \times 1.25 = 57 \text{ g/일} \approx 60 \text{ g/일}^{1)}$
	75 이상	65-74세와 동일하게 설정
여자	65-74	$(0.66 \text{ g/kg/일})/0.9 \times 50.0 \text{ kg} \times 1.25 = 46 \text{ g/일} \approx 50 \text{ g/일}$
	75 이상	65-74세와 동일하게 설정

¹⁾ (질소평형 유지를 위한 단백질 필요량/이용효율)×평균체중×권장량산정계수

(5) 임신기

임신 여성의 추가 단백질 평균필요량은 요인가산법을 이용하여 임신기의 질소평형 유지를 위한 단백질량과 체단백질 축적에 필요한 양을 합산하여 추정하였다. WHO/FAO/UNU 전문위원회는 임신 1, 2, 3분기 동안 각각 1, 10, 31 g/일의 추가량을 [58], 유럽식품안전위원회는 임신 1, 2, 3분기 동안 각각 1, 9, 28 g/일의 추가량을 [48] 섭취하도록 권고하고 있다. 위 위원회들은 권장섭취량만을 산정하고 있는 반면, 미국/캐나다 영양소 섭취기준은 임신 2, 3분기 공통으로 평균필요량 21 g, 권장섭취량 25 g의 추가량을 [57], 일본인의 식사섭취기준에는 평균필요량과 권장섭취량을 각각 2분기에는 5 g/일, 10 g/일, 3분기에는 20 g/일, 25 g/일로 제시하고 있다 [51].

임신으로 인한 질소평형 유지필요량 증가는 임신기간 중 발생하는 체중 증가량을 반영하였다. 각 임신 3분기별 체중 증가량인 1.46, 4.88, 11.45 kg [81]에 성인의 평균필요량인 0.73 g/kg/일(0.66 g/kg/일/0.9)을 곱하여 1.07, 3.56, 8.36 g/일의 부가 단백질량을 산출하였다. 임신 1분기의 체단백질 축적 정도에 대한 우리나라 자료가 부족하여 미국/캐나다 영양소 섭취기준 [57]에서 사용한 요인을 적용하였다. 3분기의 체단백질 축적은 7.2 g/일로 측정되었고 2분기 시 축적량은 3분기의 50%로 추정하여, 임신 2분기와 3분기 각각 3.6, 7.2 g/일로 정하였다. 임신부의 순단백질 이용율의 경우, 임신기 여성이 비임신 여성에 비해 순단백질 이용율이 낮다는 과학적 근거가 매우 제한적이고 명확하지 않아, 최근 유럽식품안전위원회의 기준 설정 [48]에서 사용한 것과 같이 일반 성인의 효율인 47% [42]를 적용하였다. 이로써 최종 체단백질 축적 평균필요량을 7.7, 15.3 g/일로 산출하였다. 따라서 임신 여성의 경우 임신 2분기에는 11.2 g/일, 임신 3분기에는 23.7 g/일의 단백질을 추가로 필요로 하여, 부가필요량을 임신 2분기에 12 g/일, 임신 3분기에 25 g/일로 제안하였다(표 15). 임신부의 단백질 부가 권장섭취량은 권장량산정계수 1.25를 적용하여 임신 2분

기에 15 g/일, 임신 3분기에 30 g/일로 산출하였다(표 16). 산출된 평균필요량 및 권장섭취량은 추정량이 낮아 올림을 하면 권장섭취량이 동일해지는 2분기의 부가 평균필요량의 경우는 예외로 하고 나머지는 성인과 동일하게 일괄적으로 일의 자리에서 올림하여 5단위로 수치를 조정하였다.

표 15 임신기 단백질 평균필요량 설정 요약

구분	평균필요량
임신기	2분기: $4.88 \text{ kg} \times (0.66 \text{ g/kg/일}) / 0.9 + 3.6 \text{ g/일} / 0.47 = 11.2 \approx 12 \text{ g/일}^{1)}$ 3분기: $11.45 \text{ kg} \times (0.66 \text{ g/kg/일}) / 0.9 + 7.2 \text{ g/일} / 0.47 = 23.7 \approx 25 \text{ g/일}$

¹⁾ (체중증가량 × 질소평형유지를 위한 필요량/이용효율) + (체단백질축적량/순단백질이용율)

표 16 임신기 단백질 권장섭취량 설정 요약

구분	권장섭취량
임신기	2분기: $[4.88 \text{ kg} \times (0.66 \text{ g/kg/일}) / 0.9 + 3.6 \text{ g/일} / 0.47] \times 1.25 = 14.0 \approx 15 \text{ g/일}^{1)}$ 3분기: $[11.45 \text{ kg} \times (0.66 \text{ g/kg/일}) / 0.9 + 7.2 \text{ g/일} / 0.47] \times 1.25 = 29.6 \approx 30 \text{ g/일}$

¹⁾ [(체중증가량 × 질소평형유지를 위한 필요량/이용효율) + (체단백질축적량/순단백질이용율)] × 권장량산정계수

(6) 수유기

수유부의 단백질 평균필요량은 2015년 한국인 영양소 섭취기준과 동일하게 모유생산에 필요한 단백질은 모유분비량에 비례하여 증가한다고 가정하고 요인가산법을 적용해 산출하였다. 모유분비량은 실제 영아의 섭취량보다는 많으며 섭취량의 변이가 큰 만큼 최대 모유 섭취량은 분비량을 기준으로 하여 0.78 L/일로 하였다. 모유 중 단백질 함량은 표 2의 1.22 g/dL(12.2 g/L)를 적용하였다. 이에 하루 평균 모유 분비량인 0.78 L/일을 곱하여 산출된 1일 평균 모유로 분비되는 단백질량은 9.5 g/일(12.2 g/L × 0.78 L)로 산출된다. 여기에 순단백질 이용율 47%를 적용하여 수유부의 부가 단백질 평균필요량은 20 g/일(표 17), 부가 권장섭취량은 권장량산정계수 1.25를 적용한 값인 25 g/일로 제시하였다(표 18).

WHO/FAO/UNU 전문위원회는 수유 첫 6개월간 19 g/일을, 6개월 후에는 13 g/일을 권고하고 있으며 [58], 유럽식품안전위원회는 수유 첫 6개월간 16 g/일을, 6개월 후에는 12 g/일을 권고하고 있다 [48]. 또한, 미국/캐나다 영양소 섭취기준은 평균필요량 21 g, 권장섭취량 25 g의 추가량을 [57], 일본인의 식사섭취기준에는 평균필요량 15 g, 권장섭취량 20 g의 추가량을 제시하고 있다 [51]. 다른 나라의 섭취기준과 비교해 볼 때 우리의 수유부 섭취기준은 비교적 높은 설정이므로, 차후 우리나라의 1일 평균 모유분비량과 모유의 단백질 함량에 대한 추가 분석을 바탕으로 확인이 필요할 것으로 사료된다.

표 17 수유기 단백질 평균필요량 설정 요약

구분	평균필요량
수유기	$12.2 \text{ g/L} \times 0.78 \text{ L/일} / 0.47 = 20.2 \text{ g/일} \approx 20 \text{ g/일}^{1)}$

¹⁾ (모유의 단백질 함량 × 1일 평균 모유 분비량) / 순단백질이용율

표 18 수유기 단백질 권장섭취량 설정 요약

구분	권장필요량
수유기	$12.2 \text{ g/L} \times 0.78 \text{ L/일} / 0.47 \times 1.25 = 25.2 \text{ g/일} \approx 25 \text{ g/일}^{1)}$

¹⁾ (모유의 단백질 함량×1일 평균 모유 분비량)/순단백질이용율×권장량산정계수

2-3. 만성질환 위험감소를 위한 단백질 섭취기준

(1) 노쇠/근감소증 위험감소를 위한 단백질 섭취 기준

나이가 들면서 발생하는 노쇠(frailty)는 의도하지 않은 체중감소, 허약, 탈진, 신체활동 저하, 그리고 넘어짐 등으로 특징 지워지는 현상으로 노쇠의 주요 원인 중의 한 가지는 비정상적인 근육량 및 근력손실로 정의되는 근감소증(sarcopenia)으로 알려져 있다. 근육량과 근력의 저하는 노화가 되면서 자연스럽게 예상되는 결과이기는 하지만 신체적 비활동과 저단백질 섭취가 근감소증과 노쇠의 위험인자로 제시가 되면서 노쇠 및 근감소증 예방을 위해 65세 이상 노인의 단백질 섭취기준을 상향조정하는 것에 대한 필요성이 대두되고 있다. 2014년 이후 노쇠/근감소증에 관한 문헌분석결과를 요약하면 노인 대상의 단백질 보충 혹은 고단백 식사섭취가 근감소증/노쇠 지표(근육량과 근력감소)를 억제시키고, 근섬유 생성을 증가시킨다는 연구결과가 꾸준히 보고되고 있다(표 19). 섭취 기준의 경우, 매우 다양(1.0-1.6 g/kg/일)하나 현재 기준인 0.8 g/kg/일 이상의 단백질 섭취가 노쇠와 근감소증 개선에 도움이 된다는 결과가 일관성 있게 제시되고 있다. 우리나라 노인을 대상으로 한 중재연구에서도 1.2 g/kg/일 이상 섭취 시 노쇠와 근감소증 개선에 효과가 있었으나 1.5 g/kg/일 섭취 그룹에서 효과가 더 높았다 [82]. 단면연구의 경우에도 최소 1.1 g/kg/일 이상 섭취를 제시하고 있다 [83].

표 19 노쇠/근감소증 관련 국내외 연구

대상자 연령 (명)	연구형태	실험기간	단백질 섭취량 (g/kg/일)	결과	출처
70-85세 (35)	중재연구	12주	0.8, 1.2, 1.5	1.5 g/kg/일 그룹에서 골격근량과 보행속도 증가	Park 등, 2018 [82]
52-75세 (50)	중재연구	4일	0.8, 1.5	1.5 g/kg/일 그룹에서 체단백질 합성율과 순단백질 평형 증가	Kim 등, 2015 [84]
60-90세 (15)	중재연구	18개월	1.0, 1.3	1.3 g/kg/일 그룹에서 몸통 제지방량 증가	Kerstetter 등, 2015 [85]
70세 이상 (100)	중재연구	10주	0.8, 1.6	1.6 g/kg/일 그룹에서 총제지방량 및 다리 근력 증가	Mitchell 등, 2017 [86]
70-79세 (1,998)	코호트연구	6년	<0.7, 0.7-1.0, >1.0	0.7-1.0, <0.7 g/kg/일 순으로 이동성 제한이 증가	Houston 등, 2017 [2]

대상자 연령 (명)	연구형태	실험기간	단백질 섭취량 (g/kg/일)	결과	출처
85-90세 (722)	코호트연구	5년		1.0 g/kg/일 이상 섭취노인들 에서 장애 발생을 저하	Mendonça 등, 2019 [3]
50세 이상 (1,779)	코호트연구	12년	<0.8, 0.8-1.1, ≥1.2	1.2 g/kg/일 이상 섭취노인들 에서 신체활동 및 기능 감소의 저하	Mustafa 등, 2018 [87]
85세 이상 (1,444)	코호트연구	5년		1.0 g/kg/일 이하 섭취 여성 노인에서 근력과 물리적 기능 감소	Granic 등, 2018 [88]
19-72세 (2,986)	코호트연구	4-8년	0.8, 1.1, 1.3, 1.8	0.8 g/kg/일 이하 섭취 대상에 서 사지 제지방랑과 대퇴 근력 감소	Mangano 등, 2017 [89]
29-85세 (1,746)	코호트연구	6년	63, 74, 82, 94g/일	1일 단백질 섭취량이 증가할수 록 손아귀 힘 증가	McLean 등, 2015 [90]
40세 이상 (685)	코호트연구	16년	0.8, 1.0, 1.3	단백질 섭취량이 높을수록 노인 (특히 여성)의 골격근량 증가	Bradlee 등, 2017 [91]
70-80세 (1,793)	환자-대조군 연구		<0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.2, >1.2	1.0 g/kg/일 이상 단백질 섭취는 체중감소 방지	Gray-Donald 등, 2014 [92]
65-94세 (2,108)	단면연구		62.9, 63-69.8, 69.8-76.1, 76.1-84.3, 84.3g/일 이상	1일 단백질 섭취량이 증가할수록 노쇠와 역의 상관관계를 보임	Kobayashi 등, 2013 [93]
65-70세 (106, 여성)	단면연구		0.8, 1.1	0.8 g/kg/일 이하로 섭취하는 여성의 근육량 손실 발생 근육량손실과 물리적 기능장애를 방지하기 위해 최소 1.1 g/kg/ 일로 섭취기준상향 제의	Nilsson 등, 2018 [83]

이러한 과학적 근거를 바탕으로 이번 개정에서 노인의 노쇠/근감소증 위험감소를 위한 단백질 섭취 기준 설정을 검토하였으나, 아직까지 섭취 기준을 제시할 만큼 연구의 수와 질 모두 충분하지 않을 뿐만 아니라 많은 연구에서 단백질 부하량 외 식사로부터 섭취하는 총 단백질량은 보고되지 않았기 때문에 노쇠/근감소증을 개선시킬 수 있는 단백질 섭취량 기준은 이번 개정에서 설정하지 않는 것으로 결정하였다. 그러나, 2013-2017년 국민건강영양조사 자료 분석에서 나타난 바와 같이 75세 이상 노인(특히 여성)의 단백질 섭취량이 1일 권장섭취량에 미치지 못하고 있으므로 신장질환을 가지고 있지 않는 한, 충분한 단백질 섭취로 노인의 근감소증을 적극적으로 예방할 필요가 있다.

(2) 동·식물성 단백질 섭취 기준

단백질 식품은 동물성과 식물성으로 분류될 수 있으며 일반적으로 동물성 단백질 식품이 식물성 식품에 비해 아미노산의 조성이 우수하고 소화율이 높은 양질의 단백질 식품 급원으로 인식된다. 그러나, 동물성 단백질을 과다 섭취하였을 때 대장암, 당뇨병 발생과 같은 만성질환 위험을 또한 증가한다는 보고들이 있어 만성질환 위험감소를 위한 동·식물성 단백질 섭취기준설정에 대한 문제가 제기되었다.

단백질 섭취 급원에 따른 만성질환 위험도를 살펴보면, 당뇨병의 경우, 성인을 대상으로 한 미국의 코호트 연구에서 가장 높은 동물성 단백질 섭취 그룹이 가장 낮은 섭취 그룹보다 당뇨병의 위험이 13% 높았고, 식물성 단백질 섭취 그룹은 당뇨병의 위험이 9% 낮은 것으로 나타났다 [8]. 유럽의 코호트 연구에서도 동물성 단백질 섭취가 10g 증가할수록 당뇨병 위험이 5% 증가하여 비슷한 결과를 보였으나, 식물성 단백질 섭취는 유의한 상관성을 보이지 않았다 [10]. 중국에서 진행된 단면연구의 경우, 적색육과 도정곡류의 단백질을 많이 섭취하는 그룹에서 동물성 단백질 섭취가 당뇨병 발병과 양의 상관성을 보였고, 두류와 해산물 단백질을 많이 섭취하는 그룹에서 식물성 단백질 섭취가 당뇨병 발병과 음의 상관성을 보였다 [94]. 북부 비만인 폐경기여성을 대상으로 한 중재연구에서는, 4주간 고단백식을 섭취하는 기간 동안 육류 대신 대두 단백질로 치환하여 섭취한 경우 인슐린 민감도가 개선되는 결과를 보였다 [95]. 이와 같이 대체적으로 당뇨병 발병은 동물성 단백질 섭취와 양의 상관성을 보이고, 식물성 단백질 섭취는 당뇨병 개선에 도움이 되는 경향성을 보이나, 아직까지 연구대상자수가 제한적일 뿐만 아니라 동물성 단백질 섭취와 음의 상관성을 보이거나 상관성이 없는 경우도 있어 결론을 내리기에는 근거가 충분하지 못하다.

식물성 단백질 섭취와 심혈관질환과의 상관성에 관한 연구결과들을 보면, 노인을 대상으로 한 유럽의 한 코호트 연구에서 동물성 단백질 섭취와 혈압과는 유의한 상관성이 나타나지 않았으나 식물성 단백질 섭취가 높은 그룹에서는 5년 뒤 수축기혈압과 이완기혈압이 각각 2.9 mmHg, 1.7 mmHg 낮아졌다 [96]. 그러나, 중국에서 진행된 성인 및 노인대상의 단면연구에서는 혈압과 식물성 단백질 섭취와의 상관성이 유의하지 않았으며 오히려 여성에게서 동물성 단백질 섭취와 혈압이 음의 상관성을 보이는 것으로 나타났다 [97]. 북부비만인 폐경기여성을 대상으로 한 중재연구에서는 육류 대신 대두 단백질로 치환하여 고단백질을 섭취했을 때, 총 콜레스테롤과 LDL콜레스테롤 등의 지질지표가 감소하는 결과를 보였다 [95]. 종합하면, 단백질 섭취 급원에 따른 심혈관질환 발병과의 상관성은 연구마다 일치하지 않는 결과를 보여, 심혈관 계질환 위험 감소를 위한 단백질 섭취 기준설정을 위한 더 많은 근거가 필요해 보인다.

그 외, 폐경기 여성에게서 식물성 단백질 섭취와 담낭질환 사이에 음의 상관성이 보고되었고 [98], 사망률과 동물성 단백질 섭취는 양의 상관성, 식물성 단백질 섭취와는 음의 상관성이 보고된 바 있다 [99]. 노인의 노쇠 및 근감소증과 관련하여서는 동물성 단백질 섭취와 악력 [90], 식물성 단백질 섭취와 골격근량이 각각 양의 상관성을 보이는 것으로 나타났다 [100].

결론적으로, 당뇨병, 심혈관계 질환 및 기타 만성질환과 동·식물성 단백질 식품 섭취와의 연관성이 여러 연구들을 통해 보고된 바 있으나 결과에 일관성이 부족하고, 대부분 관찰 연구 디자인이거나 연구대상자수가 적어서 해석에 제한이 있다. 최근, 단백질 섭취 급원의 구분이 비교적 명확한 채식주의자들이 증가하고

있으나 이들을 대상으로 한 연구도 거의 없어 만성질환 위험감소를 위한 동·식물성 단백질 섭취기준을 도출하기에는 아직 근거가 부족하다.

표 20 한국인의 1일 단백질 섭취기준

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

3 건강 유지 및 증진을 위한 아미노산 섭취기준

3-1. 건강을 위한 아미노산 섭취기준 설정 시 고려사항

(1) 아미노산 섭취기준 설정을 위한 분석틀

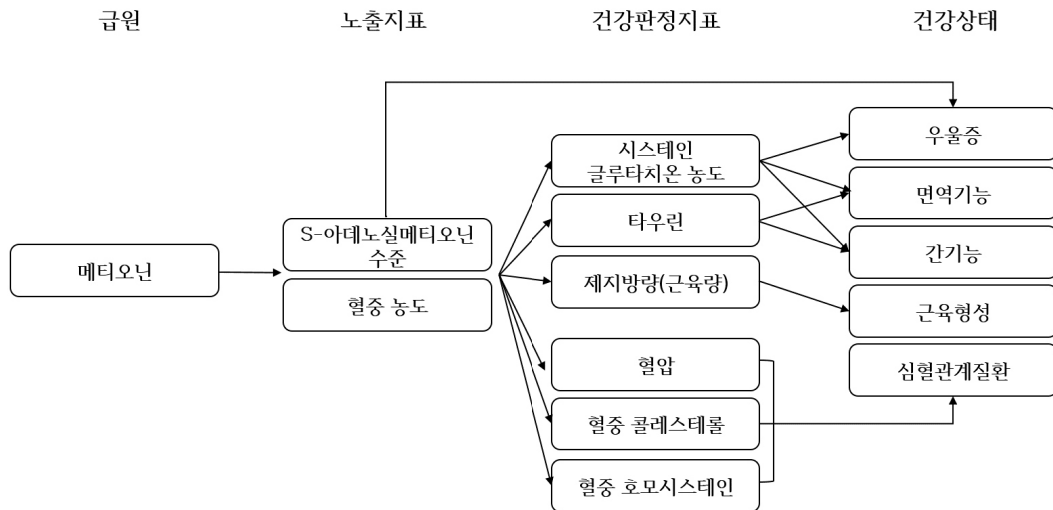


그림 4 메티오닌 섭취기준 설정을 위한 분석틀

간으로 유입되는 메티오닌(methionine)은 약 50% 이상이 S-아데노실메티오닌(S-adenosylmethionine, SAMe)으로 전환된 후 [101] 호모시스테인(homocysteine)으로 전환되게 되는데 이 호모시스테인이 베타인(betaine) 또는 methyl-tetrahydrofolate(MTHF)로부터 메틸기를 공여 받아 재메틸화(remethylation) 되어 다시 메티오닌을 형성하게 된다. 만일 재메틸화가 정상적으로 이루어지지 않으면 혈중 호모시스테인의 농도가 증가하게 되는데 이는 심혈관계 질환과 밀접하게 연관되어 있다 [102]. 또한 메티오닌은 대사과정 중에 trans-methylation pathway를 통해 시스테인(cysteine)을 합성하고 강력한 항산화물질인 글루타치온(glutathione, GSH)과 생리조절물질인 타우린의 전구체로서 이용된다 [103]. 합성된 SAMe는 우울증 치료에 효과를 보이는 것으로 연구되고 있다 [104-106]. 또한 메티오닌은 임상시험에서 면역기능을 돕는 것으로 보고가 되었다 [107]. 메티오닌으로부터 합성되는 GSH는 항산화 기능을 하며 간 질환자의 간 GSH 농도는 감소하는 것으로 알려져 있다(그림 4) [108].

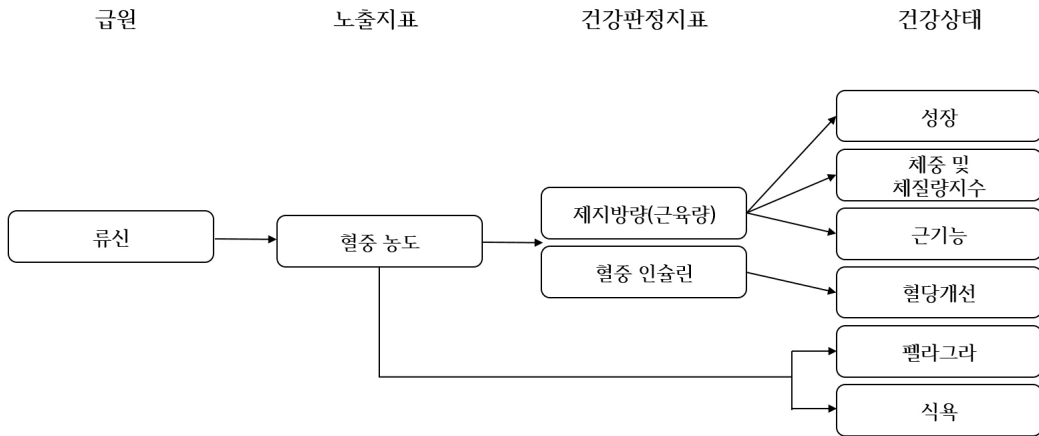


그림 5 류신 섭취기준 설정을 위한 분석들

류신, 이소류신, 발린은 측쇄아미노산(branched-chain amino acid, BCAA)으로 근육의 합성을 촉진하고 분해를 억제하는 기능을 하며 운동 시 피로 극복과 수술 후 신체 회복 촉진에 쓰이기도 한다. 류신(leucine)은 특히 단백질 분해를 억제하고 합성을 촉진한다 [109-111]. 또한, 류신을 포도당(glucose)과 섭취할 경우, 인슐린(insulin)의 분비를 촉진하여 혈중 포도당을 낮춘다는 연구가 보고되었다 [112]. 과량의 류신은 트립토판(tryptophan)으로부터 나이아신(niacin)이 생성되는 것을 저해하기 때문에 펠라그라(pellagra)의 병변이 될 수 있다 [113]. 세린(serine)/트레오닌(threonine) 단백질 인산화효소인 mammalian target of rapamycin(mTOR)는 세포 성장, 세포 증식, 세포운동성, 세포 생존, 단백질의 합성 및 전사를 조절하고 류신 및 BCAA는 mTOR에 작용하여 식욕 조절 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(그림 5) [114].

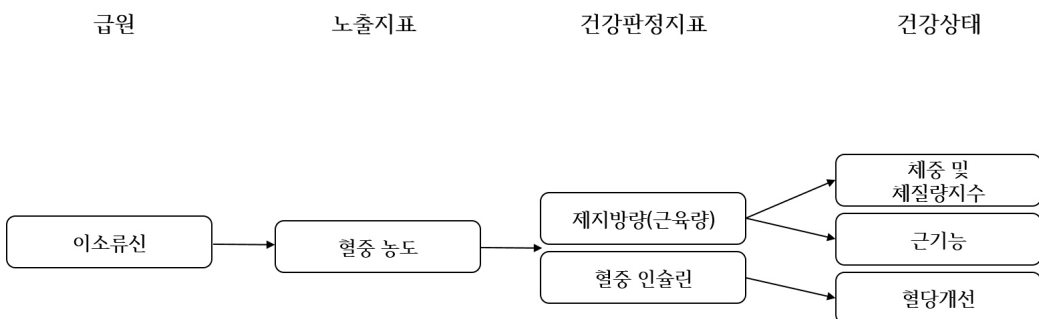


그림 6 이소류신 섭취기준 설정을 위한 분석들

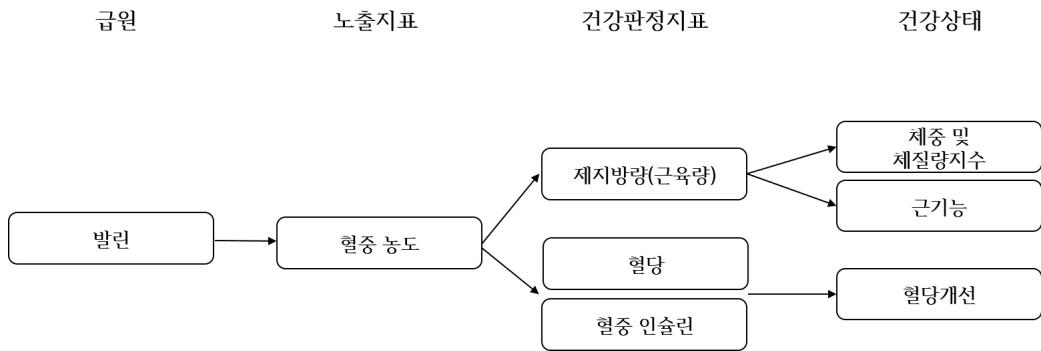


그림 7 발린 섭취기준 설정을 위한 분석들

이소류신(isoleucine)과 발린(valine)은 BCAA 중 하나인 류신과 함께 단백질 분해를 억제하고 합성을 촉진한다 [115, 116]. 또한 류신과 마찬가지로 인슐린(insulin)의 분비를 촉진하여 혈중 포도당을 낮춘다는 연구가 보고되었다(그림 6, 그림 7) [117].

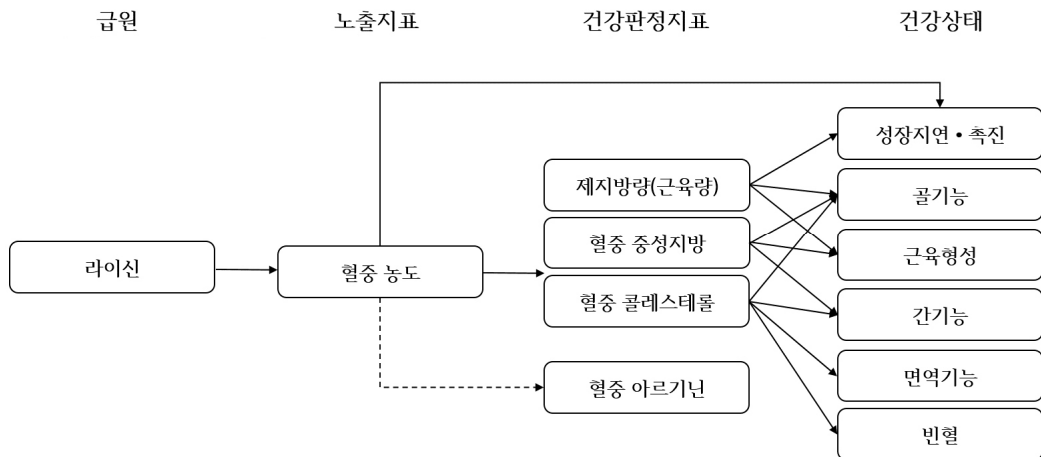


그림 8 라이신 섭취기준 설정을 위한 분석들

라이신(lysine)은 다른 필수아미노산들과 마찬가지로 근육 단백질의 교체(muscle protein turnover)에 관여하는 것으로 보인다 [118]. 특히 라이신은 신장에서 아르기닌(arginine)을 분해하는 효소인 arginase의 발현을 증가시켜 아르기닌의 분해를 증가시킴으로써 길항작용(antagonism)을 하므로 아르기닌과의 적당한 비율을 유지하는 것이 중요하다 [119]. 라이신은 어린이의 성장과 뼈 발달에 필요하며 아르기닌과 함께 섭취할 경우, 성장호르몬(growth hormone, GH)의 분비를 촉진시키는 것으로 알려져 있다 [120]. 아르기닌과 라이신의 비율이 척추동물의 경골을 만드는 세포인 조골세포(osteoblast)에 작용하는 것으로 보고된 바 있다 [121]. 또한 라이신과 아르기닌의 섭취는 면역기능 향상에도 기여하는 것으로 보인다 [122]. 라이신이 부족한 식이를 섭취하는 경우 성장지연뿐만 아니라 빈혈을 일으킬 수 있다는 보고가 있다(그림 8) [7].

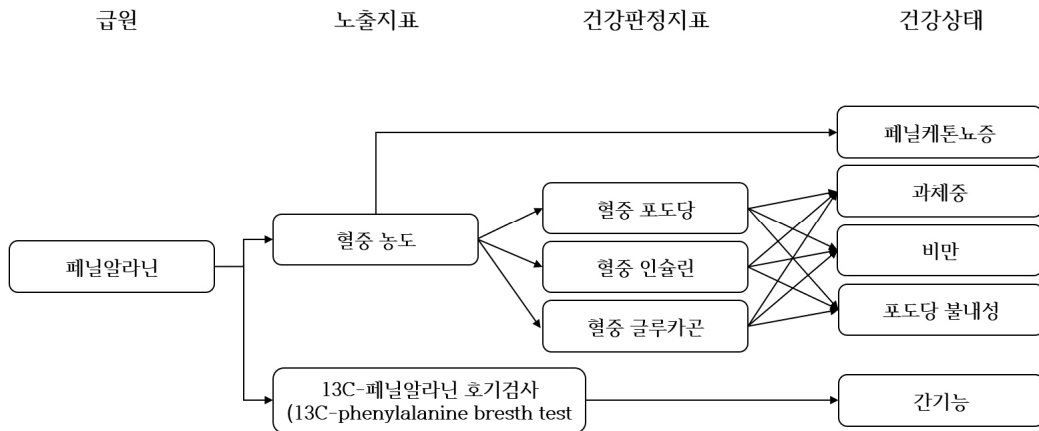


그림 9 | 페닐알라닌 섭취기준을 위한 분석틀

페닐알라닌은 인슐린 증가에 영향을 주며, 이 인슐린 농도는 페닐알라닌 보충으로 더욱 증가하게 된다 [123]. 설치류의 경우 지방세포에서 페닐알라닌은 인슐린 자극에 의한 포도당 이용을 증가시키는 작용을 한다고 보고된 바 있다 [124]. 페닐알라닌은 만복감을 증가시키며 콜레시스토키닌 방출을 야기해 에너지와 식품섭취를 감소시킴으로써 최종적으로 과체중과 비만을 예방한다 [125]. 또한, 페닐알라닌과 같은 아미노산은 간에서 대사 되므로 간 손상 환자에게는 페닐알라닌 대사가 감소된다 [126, 127]. 따라서 L-[1-13C] phenylalanine breath test(PBT)로 간 기능을 평가할 수 있으며 간 손상 환자에서 이 수준은 감소한다고 보고되었다(그림 9) [127-131].

3-2. 결핍 예방을 위한 아미노산 섭취기준 및 한국인 섭취실태

2020년 아미노산의 섭취기준은 2015년 섭취기준을 기본으로 2020년 한국인 체위기준에 맞춰 새로 계산 되었으며 2015년 이후 보고된 연구들을 바탕으로 충분한 과학적 근거가 제시되었을 때 부분 변경을 하였다.

(1) 영아기(1세 미만)

모유는 만 1세 이하, 특히 생후 4-6개월 동안의 영아에게 있어서 최적의 영양 공급원인 동시에 유일한 영양원이다 [132]. 따라서 영아의 필수아미노산 필요량(mg/L)은 모유 단백질(mg 아미노산/g 단백질)에 함유된 평균 아미노산 조성값에 모체로부터 얻는 평균 단백질 12.2 g/L을 곱하여 산출한다 [133]. 0-6개월의 영아에 대한 충분섭취량은 하루 평균 750 mL의 모유를 섭취하는 것을 기본으로 하였으나 [133], 0-5개월 까지 영아의 모유 섭취량을 성숙유인 생후 4주부터 20주까지의 모유 섭취량으로 측정한 10편의 국내 논문 자료를 활용하여 계산한 결과, 677-782 mL의 모유를 섭취한 것으로 나타났다. 이를 근거로 하여 영아의 모유 섭취량을 이전보다 30 mL 추가된 780 mL와 체중 당 섭취량으로 결정한 데에 따라 영아의 아미노산 충분섭취량이 변경되었다 [134].

모유 이외의 영양소를 섭취하기 시작하는 6개월 이상의 영아부터는 영아 후기로 분류되며 이 시기의 단백질 섭취가 중요하게 여겨진다. 특히, 6개월 이후의 영아의 경우 모체로부터 공급받은 철분이 고갈되며 빈혈이 초래될 수 있다. 따라서 소고기 등 육류의 섭취가 권장된다. 영아 후기의 평균필요량과 권장섭취량은 변동된 채위기준을 적용하여 섭취기준을 산출하였다(표 21) [135].

표 21 | 영아기 필수아미노산 섭취기준 설정 요약

구분	연령(개월)	필수아미노산(g/일)								
		메티오닌			류신			이소류신		
		EAR ¹⁾	RNI ²⁾	AI ³⁾	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
영아	0-5			0.4			1.0			0.6
	6-11	0.3	0.4		0.6	0.8		0.3	0.4	
구분	연령(개월)	필수아미노산(g/일)								
		발린			라이신			페닐알라닌+티로신		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
영아	0-5			0.6			0.7			0.9
	6-11	0.3	0.5		0.6	0.8		0.5	0.7	
구분	연령(개월)	필수아미노산(g/일)								
		트레오닌			트립토판			히스티딘		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
영아	0-5			0.5			0.2			0.1
	6-11	0.3	0.4		0.1	0.1		0.2	0.3	

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

3) 충분섭취량

(2) 성장기(1-18세)

성장기의 필수아미노산 필요량 추정에는 평균 요구량과 개개인의 다양성에 적합한 요인가산법이 사용되었다. 요인가산법을 이용한 개개인의 필수아미노산 평균필요량 추정치는 성장을 위한 아미노산의 필요량으로 계산되었는데, 평균 단백질 축적 비율과 체단백질의 평균 아미노산 조성값을 곱하여 산출되었다. 성장기의 필수아미노산에 대한 권장섭취량은 신체 성장과 유지에 대한 변이를 고려하여 성인의 변이계수(12.5%)를 적용하였다(표 22).

【 표 22 】 성장기 필수아미노산 섭취기준 설정 요약

성별	연령(세)	필수아미노산(g/일)								
		메티오닌			류신			이소류신		
		EAR ¹⁾	RNI ²⁾	AI ³⁾	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
유아	1-2	0.3	0.4		0.6	0.8		0.3	0.4	
	3-5	0.3	0.4		0.7	1.0		0.3	0.4	
남자	6-8	0.5	0.6		1.1	1.3		0.5	0.6	
	9-11	0.7	0.8		1.5	1.9		0.7	0.8	
	12-14	1.0	1.2		2.2	2.7		1.0	1.2	
	15-18	1.2	1.4		2.6	3.2		1.2	1.4	
여자	6-8	0.5	0.6		1.0	1.3		0.5	0.6	
	9-11	0.6	0.7		1.5	1.8		0.6	0.7	
	12-14	0.8	1.0		1.9	2.4		0.8	1.0	
	15-18	0.8	1.1		2.0	2.4		0.8	1.1	
성별	연령(세)	발린			라이신			페닐알라닌+티로신		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
유아	1-2	0.4	0.5		0.6	0.7		0.5	0.7	
	3-5	0.4	0.5		0.6	0.8		0.6	0.7	
남자	6-8	0.6	0.7		1.0	1.2		0.9	1.0	
	9-11	0.9	1.1		1.4	1.8		1.3	1.6	
	12-14	1.2	1.6		2.1	2.5		1.8	2.3	
	15-18	1.5	1.8		2.3	2.9		2.1	2.6	
여자	6-8	0.6	0.7		0.9	1.3		0.8	1.0	
	9-11	0.9	1.1		1.3	1.6		1.2	1.5	
	12-14	1.2	1.4		1.8	2.2		1.6	1.9	
	15-18	1.2	1.4		1.8	2.2		1.6	2.0	
성별	연령(세)	트레오닌			트립토판			히스티딘		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
유아	1-2	0.3	0.4		0.1	0.1		0.2	0.3	
	3-5	0.3	0.4		0.1	0.1		0.2	0.3	
남자	6-8	0.5	0.6		0.1	0.2		0.3	0.4	
	9-11	0.7	0.9		0.2	0.2		0.5	0.6	
	12-14	1.0	1.3		0.3	0.3		0.7	0.9	
	15-18	1.2	1.5		0.3	0.4		0.9	1.0	
여자	6-8	0.5	0.6		0.1	0.2		0.3	0.4	
	9-11	0.6	0.9		0.2	0.2		0.4	0.5	
	12-14	0.9	1.2		0.2	0.3		0.6	0.7	
	15-18	0.9	1.2		0.2	0.3		0.6	0.7	

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

3) 충분섭취량

(3) 성인기(19-64세)

성인은 2015년 KDRI를 기초로 하여 2020년 영양소 섭취기준 체위기준에 따라 성별, 연령별 대표 체중 kg 당 필수아미노산 섭취 기준량을 산출하여 표 23에 제시하였다.

표 23 | 성인기 필수아미노산 섭취기준 설정 요약

성별	연령(세)	필수아미노산(g/일)								
		메티오닌			류신			이소류신		
		EAR ¹⁾	RNI ²⁾	AI ³⁾	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
남자	19-29	1.0	1.4		2.4	3.1		1.0	1.4	
	30-49	1.1	1.3		2.4	3.1		1.1	1.4	
	50-64	1.1	1.3		2.3	2.8		1.1	1.3	
여자	19-29	0.8	1.0		2.0	2.5		0.8	1.1	
	30-49	0.8	1.0		1.9	2.4		0.8	1.0	
	50-64	0.8	1.1		1.9	2.3		0.8	1.1	
성별	연령(세)	발린			라이신			페닐알라닌+티로신		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
남자	19-29	1.4	1.7		2.5	3.1		2.8	3.6	
	30-49	1.4	1.7		2.4	3.1		2.9	3.5	
	50-64	1.3	1.6		2.3	2.9		2.7	3.4	
여자	19-29	1.1	1.3		2.1	2.6		2.3	2.9	
	30-49	1.0	1.4		2.0	2.5		2.3	2.8	
	50-64	1.1	1.3		1.9	2.4		2.2	2.7	
성별	연령(세)	트레오닌			트립토판			히스티딘		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
남자	19-29	1.1	1.5		0.3	0.3		0.8	1.0	
	30-49	1.2	1.5		0.3	0.3		0.7	1.0	
	50-64	1.1	1.4		0.3	0.3		0.7	0.9	
여자	19-29	0.9	1.1		0.2	0.3		0.6	0.8	
	30-49	0.9	1.2		0.2	0.3		0.6	0.8	
	50-64	0.8	1.1		0.2	0.3		0.6	0.7	

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

3) 충분섭취량

(4) 노인기(65세 이상)

노인기를 대상으로 한 아미노산의 연구결과가 많지 않아 2015년과 같이 책정한 후 변동된 체위기준을 적용하여 평균필요량 및 권장섭취량을 산정하였다. 이를 바탕으로 노인의 아미노산 요구량은 나이별, 성별 요인을 적용하여 산출하였다(표 24).

표 24 노인기 필수아미노산 섭취기준 설정 요약

성별	연령(세)	필수아미노산(g/일)								
		메티오닌			류신			이소류신		
		EAR ¹⁾	RNI ²⁾	AI ³⁾	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
남자	65-74	1.0	1.3		2.2	2.8		1.0	1.3	
	75이상	0.9	1.1		2.1	2.7		0.9	1.1	
여자	65-74	0.7	0.9		1.8	2.2		0.7	0.9	
	75이상	0.7	0.9		1.7	2.1		0.7	0.9	
성별	연령(세)	발린			라이신			페닐알라닌+티로신		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
남자	65-74	1.3	1.6		2.2	2.9		2.5	3.3	
	75이상	1.1	1.5		2.2	2.7		2.5	3.1	
여자	65-74	0.9	1.3		1.8	2.3		2.1	2.6	
	75이상	0.9	1.1		1.7	2.1		2.0	2.4	
성별	연령(세)	트레오닌			트립토판			히스티딘		
		EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
남자	65-74	1.1	1.3		0.2	0.3		0.7	1.0	
	75이상	1.0	1.3		0.2	0.3		0.7	0.8	
여자	65-74	0.8	1.0		0.2	0.2		0.5	0.7	
	75이상	0.7	0.9		0.2	0.2		0.5	0.7	

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

3) 충분섭취량

(5) 임신기 및 수유기

임신부는 임신 기간에 단백질 필요량이 증가됨에 따라 필수아미노산 필요량 또한 증가된다. 총 단백질을 제외한 임신부 여성의 평균필요량이 0.88 mg/kg/일이므로 비임신부 여성의 아미노산 평균필요량에 1.33을 곱해주고 그 값을 반올림하여 최종 산출하였다. 임신부를 위한 아미노산의 권장섭취량은 평균필요량에 19세 이상의 성인을 대상으로 산출된 단백질 변수를 곱하는 것으로 평균필요량×1.25로 책정하였다. 수유부의 평균필요량은 비수유부 여성의 아미노산 평균필요량에 초기 6개월 동안의 모유 아미노산 평균량(mg/kg/일)을 더한 값으로 산출하였다. 수유기의 필수아미노산 권장섭취량은 수유부의 총 단백질을 위한

것으로 변이계수 12.5%를 고려하여 산정하였다. 2015년과 2020년의 채위 기준치에 변동이 없어 2015년과 동일하게 작성하였다(표 25).

표 25 임신·수유부 필수아미노산 섭취기준 설정 요약

구분	필수아미노산(g/일)								
	메티오닌			류신			이소류신		
	EAR ¹⁾	RNI ²⁾	AI ³⁾	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
임신부	1.1	1.4		2.5	3.1		1.1	1.4	
수유부	1.1	1.5		2.8	3.5		1.3	1.7	
구분	발린			라이신			페닐알라닌+티로신		
	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
임신부	1.4	1.7		2.3	2.9		0.8	1.0	
수유부	1.6	1.9		2.5	3.1		0.8	1.1	
구분	트레오닌			트립토판			히스티딘		
	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI	EAR	RNI	AI
임신부	3.0	3.8		0.3	0.4		1.2	1.5	
수유부	3.7	4.7		0.4	0.5		1.3	1.7	

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

3) 충분섭취량

3-3. 만성질환 위험감소를 위한 아미노산 섭취기준

현대인의 주된 질환이라고 할 수 있는 만성질환으로는 당뇨 및 심혈관계 질환이 있으며 이와 높은 관련이 있는 질환인 비만 또한 현대사회에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 특히, BCAA로 분류되는 류신, 이소류신, 발린, 라이신의 경우 인슐린저항성을 낮춰주는 효과가 있는 것으로 보고되었으며, 일부 연구 결과에서 BCAA의 섭취는 비만 유병률을 낮추는 효과를 나타내었다 [136]. 이러한 인슐린저항성과의 연관성으로 인해 BCAA는 당뇨병의 발병 기전에 있어서 중요한 역할을 하는 것으로 보인다 [137]. 하지만 최근 연구들에 따르면 고지방 식이와 BCAA를 함께 섭취할 경우, 인슐린 저항성이 오히려 증가하였다는 결과 [138]도 있어 해당 논란에 대한 연구가 더 필요할 것으로 보인다. 심혈관계 질환 및 신장질환 등에 있어 아르기닌의 섭취가 이를 개선한다는 연구결과도 보고되었다. 아르기닌의 섭취로 인한 혈관확장이 심혈관계 질환에 영향을 미치는 것으로 보인다 [139]. 이러한 아르기닌의 기능은 신장질환을 가진 환자에서도 비슷한 효과를 보였다. 그러나 아직 관련된 연구가 충분하지 않으며 만성질환의 경우 다양한 합병증 및 질병의 진행 속도와 양상, 예후 등을 예측하기 어려워 이와 관련된 전반적인 목표량 설정에 영향을 주는 인자로 반영하기엔 아직까지 어려움이 있다.

4 안전확보를 위한 섭취기준

단백질의 기능 및 역할에서 전술한 바와 같이, 기존의 과학적 근거 자료는 짧은 기간 동안의 고단백질 섭취에 대한 연구로부터 보고되어, 단백질의 장기적인 과잉섭취가 건강상태 및 질병에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 아직 근거 자료가 부족한 상황이다. 과잉 단백질 섭취는 비만, 당뇨병, 심장질환, 뇌졸중, 암의 위험 증가와 관련성이 보고된 바 있으나, 질병 발병 위험과의 인과관계를 규명하기에는 아직 과학적 근거가 부족한 실정이다. 또한 에너지섭취 비율을 고려할 때 단백질 섭취의 감소 및 증가는 다른 에너지원 영양소인 탄수화물, 지질 등의 비율 변동을 의미하므로 보다 신중한 결과 해석이 요구된다. 고단백질의 식사 및 단백질 보충제의 섭취가 증가하고 있는 상황을 고려할 때 단백질 과잉섭취의 안전성에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 한편, 21세기 들어 식품산업 분야에서 건강기능식품 개발이 새로운 패러다임으로 대두되어 다양한 체내 생리활성물질로 작용하는 각종 아미노산과 아미노산 유도체 등을 원료로 하는 건강기능식품이 출시되고 있다. 최근 국민건강영양조사 결과에 따르면 식생활의 서구화에서 비롯된 육류 섭취 증가로 식품을 통한 단백질 및 아미노산의 섭취가 증가하는 추세이며, 일부 연령층은 영양 보조제 섭취율 증가에 따른 이들 영양소의 과잉섭취를 걱정해야 하는 시점에 이르렀다. 그러나, 한국인의 아미노산 섭취 실태에 대한 연구 자료나 데이터베이스 등이 없어 실제 개별 아미노산의 섭취 실태를 파악하는 것이 현재로서는 어려운 실정이다. 근육량 및 근력 증가, 면역력 증가 등을 목적으로 개별 아미노산 보충제 혹은 건강기능식품 섭취가 꾸준히 증가하고 있는 만큼 향후 아미노산 섭취 안전 확보를 위한 다양한 근거가 마련되어야 할 것으로 사료된다.

【 표 26 】 한국인의 1일 아미노산 섭취기준(g/일)

연령	0-5 (개월)	6-11	1-2 (세)	3-5	6-8 (세)	9-11	12-14	15-18	19-29	30-49	50-64	65-74	75 이상	6-8 (세)	9-11	12-14	15-18	19-29	30-49	50-64	65-74	75 이상	임신부	수유부	
성별	영아			유아		남자									여자									임신부	수유부
메티오닌	EAR ¹⁾		0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	1.1		
	RNI ²⁾		0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	1.2	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	0.6	0.7	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	1.4	1.5
	AI ³⁾	0.4																							
류신	EAR		0.6	0.6	0.7	1.1	1.5	2.2	2.6	2.4	2.4	2.3	2.2	2.1	1.0	1.5	1.9	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	2.5	2.8
	RNI		0.8	0.8	1.0	1.3	1.9	2.7	3.2	3.1	3.1	2.8	2.8	2.7	1.3	1.8	2.4	2.4	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	3.1	3.5
	AI	1.0																							
이소류신	EAR		0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	1.1	1.3
	RNI		0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	1.2	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.1	0.6	0.7	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	1.4	1.7
	AI	0.6																							
발린	EAR		0.3	0.4	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.1	0.6	0.9	1.2	1.2	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	1.4	1.6
	RNI		0.5	0.5	0.5	0.7	1.1	1.6	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	0.7	1.1	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.1	1.7	1.9
	AI	0.6																							
라이신	EAR		0.6	0.6	0.6	1.0	1.4	2.1	2.3	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	0.9	1.3	1.8	1.8	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	2.3	2.5
	RNI		0.8	0.7	0.8	1.2	1.8	2.5	2.9	3.1	3.1	2.9	2.9	2.7	1.3	1.6	2.2	2.2	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.9	3.1
	AI	0.7																							
페닐알라닌 + 티로신	EAR		0.5	0.5	0.6	0.9	1.3	1.8	2.1	2.8	2.9	2.7	2.5	2.5	0.8	1.2	1.6	1.6	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	0.8	0.8
	RNI		0.7	0.7	0.7	1.0	1.6	2.3	2.6	3.6	3.5	3.4	3.3	3.1	1.0	1.5	1.9	2.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.4	1.0	1.1
	AI	0.9																							
트레오닌	EAR		0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	0.5	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	3.0	3.7
	RNI		0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	0.6	0.9	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	3.8	4.7
	AI	0.5																							
트립토판	EAR		0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
	RNI		0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5
	AI	0.2																							
히스티딘	EAR		0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	1.2	1.3
	RNI		0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.8	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	1.5	1.7
	AI	0.1																							

1) 평균필요량

2) 권장섭취량

3) 충분섭취량

5 주요 급원식품

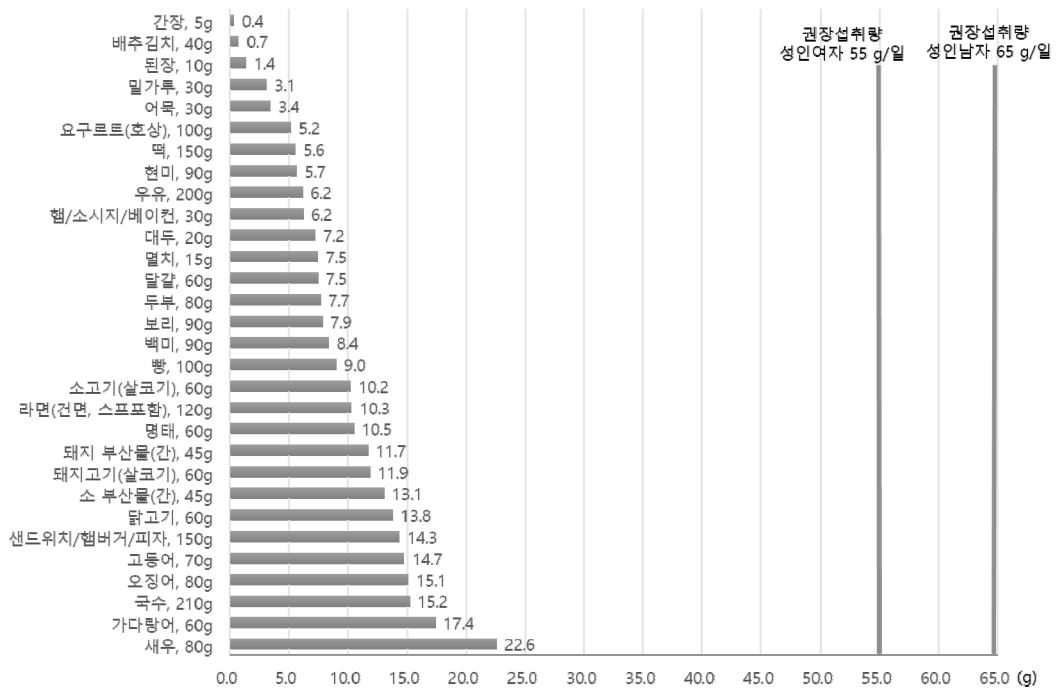
단백질의 주요 급원식품은 단백질을 구성하고 있는 아미노산의 종류와 함량에 따라 다르게 분류된다. 대표적 급원식품인 동물성 육류(소고기, 돼지고기, 닭고기), 생선, 달걀, 우유 및 유제품(치즈, 요거트) 등은 필수아미노산이 충분히 함유되어 있는 완전단백질의 주요 급원식품이다. 필수아미노산이란 체내에서 생합성 될 수 없어 식품으로부터 섭취해야 하는 아미노산을 말하며, 이러한 필수아미노산이 풍부한 단백질 식품은 인체의 정상적인 성장과 영양적생리적 기능 유지를 돕는다. 곡류, 견과류, 대두 등의 식물성 식품은 필수아미노산을 가지고 있으나 몇 종류의 필수아미노산이 양적으로 부족하다. 식품에 함유된 필수아미노산 중 가장 적게 함유된 아미노산을 제1 제한 아미노산이라고 하며 다른 필수아미노산이 충분히 있어도 이 부족한 아미노산으로 인해 다른 아미노산의 사용이 제한된다. 따라서 모든 필수아미노산이 필요한 비율로 존재하여야만 단백질의 이용이 원활하게 이루어질 수 있다. 이렇게 모든 필수아미노산을 골고루 함유한 단백질을 양질의 단백질이라고 한다. 대부분의 동물성 단백질은 필수아미노산을 골고루 함유하고 있는 완전 단백질이나 식물성 단백질은 한 가지 이상의 필수아미노산이 부족하여 불완전 단백질인 경우가 많다. 따라서 불완전 단백질을 섭취할 경우에는 서로 보강할 수 있는 식품을 같이 섭취하는 것이 체내에서 효과적으로 단백질 및 아미노산이 이용될 수 있도록 하는 방법이다. 예를 들면, 쌀에는 라이신이, 콩에는 메티오닌이 부족하므로 쌀과 콩을 혼식하면 영양가를 높일 수 있다. 대두는 식물성 식품이기는 하나 단백질이 35-40%로 많이 함유되어 있을 뿐만 아니라 질이 우수하여 세계적으로 중요한 단백질 식품으로 꼽힌다. 곡류는 단백질의 함량은 높지 않으나 한국인의 주식으로 섭취량이 높기 때문에 간과할 수 없는 단백질의 급원식품이다. 식물성 단백질을 혼합하여 섭취하는 것과 동물성 단백질을 섭취한 것의 이용 효율에 유의적 차이가 없다고 알려져 있으나 [42] 순수 식물성 단백질만 섭취하는 사람은 달걀, 우유 등을 보강하여 단백질 이용률을 높이는 것이 바람직하다.

2017년 국민건강영양통계에 따르면, 우리나라 국민의 식품군별 단백질 섭취분율은 육류가 29.7%로 가장 높았고, 곡류와 어패류가 각각 27.1%, 13.6%로 뒤를 이었으며, 이후 채소류 6.1%, 두류 4.9%, 우유류 4.9%, 난류 4.7%, 양념류 3.1%, 과일류 1.4%, 종실류 1.1% 순이었다 [140]. 육류와 어패류와 같은 동물성 식품의 섭취가 여전히 단백질 섭취에서 높은 비율을 차지하고 있지만, 단백질 섭취량에 대한 주요 급원식품의 순위를 살펴보면, 백미가 가장 높았고, 돼지고기, 닭고기, 소고기, 달걀이 그 뒤를 이었다. 그 외 단백질 주요 급원식품 및 식품 100 g 당 단백질 함량은 표 27에 제시되었다 [141]. 그림 10은 주요 급원식품의 1회 분량 당 함량을 19-29세 성인의 2020 단백질 권장섭취량과 비교한 것으로, 1회 분량의 단백질 함량이 가장 높은 식품은 새우와 가다랑어로, 각각 22.6 g, 17.4 g이었다. 또한 닭고기, 돼지고기, 소고기와 같은 육류의 단백질 함량은 10-14 g으로, 19-29세 성인이 1일 권장섭취량에 도달하기 위해서는 남자는 5-6회 분량을, 여자는 4-5회 분량을 섭취해야 함을 알 수 있다. 단백질 고함량 식품에 대한 순위는 표 28과 같다.

표 27 단백질 주요 급원식품¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	백미	9.3	16	새우	28.2
2	돼지고기(살코기)	19.8	17	고등어	21.1
3	닭고기	23.0	18	오징어	18.8
4	소고기(살코기)	17.1	19	요구르트(호상)	5.2
5	달걀	12.4	20	명태	17.5
6	우유	3.1	21	밀가루	10.3
7	두부	9.6	22	떡	3.7
8	멸치	49.7	23	샌드위치/햄버거/피자	9.6
9	빵	9.0	24	가다랑어	29.0
10	햄/소시지/베이컨	20.7	25	간장	7.4
11	배추김치	1.9	26	어묵	11.4
12	라면(건면, 스프포함)	8.6	27	보리	8.7
13	국수	7.3	28	된장	13.7
14	돼지 부산물(간)	26.0	29	현미	6.3
15	대두	36.1	30	소 부산물(간)	29.1

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 단백질 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [141]) 자료를 활용하여 단백질 주요 급원식품 상위 30위 산출

그림 10 단백질 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 단백질 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [141]) 자료를 활용하여 단백질 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [142])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출, 19~29세 성인 권장섭취량 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교

【표 28】 단백질 고함량 식품¹⁾

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	상어, 지느러미, 생것	80.7	16	삼씨, 말린것	29.5
2	메뚜기, 말린것	64.2	17	소 부산물, 간, 삶은것	29.1
3	동충하초, 말린것	60.9	18	가다랑어, 유지통조림	29.0
4	뱅어포, 말린것	60.4	19	돼지 족발, 삶은것	28.9
5	누에, 가루	56.7	20	땅콩, 볶은것	28.5
6	멸치, 삶아서 말린것	49.7	21	새우, 보리새우, 삶은것	28.2
7	육포	49.0	22	붕나무버섯, 말린것	27.7
8	클로렐라, 말린것	45.3	23	아이비카, 닥풀, 말린것	27.7
9	쥐치포, 말린것	41.8	24	앵귂귀, 삶아서 말린것	27.4
10	김, 구운것	37.7	25	꿩고기, 생것	27.2
11	팽창제, 효모, 말린것	37.1	26	녹차 잎, 말린것	26.7
12	콩(대두), 흑태, 말린것	36.1	27	은어, 구운것	26.6
13	호박씨, 말린것	35.4	28	고래고기, 생것	26.5
14	목화씨, 구운것	32.6	29	방어, 구운것	26.2
15	줄나물, 말린것	29.7	30	잠두, 생것	26.1

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [141]

한편, 식품마다 아미노산의 종류와 함량이 다르기 때문에 각 아미노산의 급원식품 역시 다르다(표 29). 류신, 이소류신, 발린은 육류와 근육류 식품에 많이 함유되어 있고 콩도 좋은 급원이다. 라이신은 소고기와 가금류에 많이 함유되어 있다. 메티오닌의 경우, 달걀, 치즈, 닭고기, 생선, 소고기 등에 많이 함유되어 있으며, 페닐알라닌의 식품 급원으로는 달걀, 닭, 간, 소고기, 우유 그리고 콩이 있다 [143], 트레오닌은 고타 치즈, 가금류, 어류, 육류, 렌틸콩, 참깨 등에 함유되어 있다. 트립토판의 경우 고단백 식품과 유제품이 좋은 급원이며, 특히 초콜릿,オート밀, 우유, 가금류에 많이 함유되어 있다. 히스티딘 또한 다른 아미노산들과 마찬가지로 육류, 가금류, 생선, 유제품에 많이 함유되어 있으며, 일부 곡류를 통해서 섭취할 수 있다.

【표 29】 필수아미노산 주요 급원식품¹⁾

단백질 급원 식품 순위	급원식품	단백질 (g/100 g)	아미노산(mg/100 g)								
			이소류신	류신	라이신	메티오닌	페닐알라닌	트레오닌	트립토판	발린	히스티딘
1	백미	9.3	360	750	330	220	490	320	130	530	250
2	돼지고기 (살코기)	19.8	950	1,512	1,650	524	793	952	194	1,076	757
3	닭고기	23	1,082	1,682	1,845	542	946	1,046	223	1,186	878
4	소고기 (살코기)	17.1	850	1,451	1,571	407	737	846	186	903	658

단백질 급원 식품 순위	급원식품	단백질 (g/100 g)	아미노산(mg/100 g)								
			이소 류신	류신	라이신	메티 오닌	페닐 알라닌	트레 오닌	트립 토판	발린	히스 티딘
5	달걀	12.4	624	1,043	855	346	663	664	194	824	285
6	우유	3.1	120	333	232	72	115	134	13	147	46
7	두부	9.6	348	709	519	111	454	349	109	340	217
8	멸치	49.7	2,091	3,227	3,925	1,129	1,892	1,891	579	2,498	1,279
9	빵	9	287	593	155	116	437	243	67	319	169
10	햄/소시지/ 베이컨	20.7	923	1,690	1,780	253	844	1,236	148	993	762
11	배추김치	1.9	53	86	77	9	55	63	10	66	25
12	라면(건면, 스프포함)	8.6	265	548	188	106	378	232	55	307	153
13	국수	7.3	217	491	160	96	349	192	39	257	140
14	돼지 부산물(간)	26	1,320	2,319	2,007	645	1,274	1,107	366	1,607	708
15	대두	36.1	1,317	2,514	2,091	475	1,618	1,306	399	1,393	842
16	새우	28.2	1,000	1,800	2,100	690	1,000	940	250	1,100	520
17	고등어	21.1	807	1,412	1,195	384	738	812	220	858	898
18	오징어	18.8	682	1,246	1,034	199	632	698	122	643	475
19	요구르트 (호상)	5.2	184	367	238	78	211	177	31	226	86
20	명태	17.5	1,082	1,908	2,157	696	917	1,029	263	1,210	691
21	밀가루	10.3	322	708	149	149	492	287	40	358	212
22	떡	3.7	125	275	64	99	176	159	81	187	48
23	샌드위치/ 햄버거/피자	9.6	253	464	325	108	277	245	74	324	179
24	가다랑어	29	955	1,607	1,436	655	793	1,209	377	968	1,334
25	간장	7.4	243	423	152	55	223	203	27	231	109
26	어묵	11.4	490	870	766	286	449	481	51	502	207
27	보리	8.7	264	610	304	133	448	302	99	371	189
28	된장	13.7	530	978	698	170	606	485	130	558	275
29	현미	6.3	264	459	303	137	298	228	85	385	148
30	소 부산물(간)	29.1	1,352	2,670	2,247	759	1,515	1,215	368	1,761	879

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 단백질 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [141]) 자료를 활용하여 단백질 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 해당 식품별 필수아미노산 함량 표시

6

향후 2025 섭취기준 개정을 위한 제언

6-1. 섭취기준 설정에서 제기된 문제

- (1) 최근 단백질 섭취 관련 연구는 고단백질 섭취나 질병 및 운동 수행능력에 대한 단백질 섭취의 영향에 대한 연구에 집중되어 있어 건강한 국민의 섭취기준 설정에 유용한 최신 근거 자료가 부족한 실정이다. 이에 따라 근거 설정에 있어 2000년도 이전의 제한적인 국내 자료와 해외 자료에 대한 의존도가 높았다. 특히 우리나라 국민을 대상으로 한 국내 자료의 경우 질소균형 실험법을 이용하여 정량적 질소필요량을 산출할 수 있는 과학적 근거가 매우 미비한 상태여서 외국의 질소평형자료를 기반으로 식물성 급원 섭취가 상대적으로 높은 것을 반영하여 체내 이용효율을 적용하였으나 이에 대한 과학적 근거가 제한적이다. 그럼에도 불구하고 기존에 성인의 이용효율을 일괄적으로 모든 연령에 적용한 것과 달리 이번 개정에서는 일본의 영양섭취기준과 동일하게 성장기 연령에 따라 다른 이용효율을 적용하였다. 또한 아동, 청소년의 경우 성장에 필요한 단백질 필요량의 근거 또한 해외 요인가산법 자료에 의존하고 있어 차후 보다 일관된 기준 적용을 위하여 국내 근거자료의 확충이 절실하다.
- (2) 2013-2017년 국민건강영양조사에 근거한 체위기준의 변경으로, 2015년 섭취기준과 비교하여 기준체중에 의존한 단백질과 아미노산의 평균필요량 및 권장섭취량에 변동이 있었다. 주로 아동 및 청소년기, 노인에서 기준체중 변동과 함께 나타났으며 이러한 변화가 실제 바람직한지에 대해서는 과학적 근거가 마련되어야 할 것으로 생각된다. 75세 이상에서 체중감소로 인한 단백질 평균필요량 및 권장섭취량의 감소가 나타났으나, 이는 현재 사회적으로 문제가 되고 있는 노인의 단백질 섭취감소 문제를 고려하여 65-74세 성인과 동일하게 산정하였다.
- (3) 에너지 적정비율을 기준으로 단백질 적정비율에 대한 고찰이 필요하다. 현재 단백질 섭취실태를 고려할 때, 7-20%의 비율을 보다 상향 조정해야 할 가능성이 있으나, 최근 이루어지고 있는 고단백질 식사에 대한 연구는 대부분 동물모델을 대상으로 하고 아직 인체를 대상으로 한 무작위 배정 중재실험에 의한 근거가 많지 않아 향후 보다 많은 단백질 및 아미노산의 섭취실태와 관련된 연구가 필요하다. 특히, 한국인을 대상으로 한 개별 아미노산에 대한 영양학적 연구는 거의 없어 향후 충분한 근거자료를 얻기까지 어려움이 있을 것으로 사료되며 이와 관련된 연구의 필요성이 제기된다.
- (4) 사회적으로 단백질 및 아미노산 보충제 이용이 늘고 있으나 이에 대한 가이드라인을 마련할 과학적 근거가 미비하여 이번 섭취기준 제정 시 상한섭취량을 산정하지 못하고, 가능한 문제점을 언급하는 수준으로 정리하였다. 보충제 및 고단백질 식사 섭취 및 에너지 적정 비율을 고려하여 단백질 및 아미노산의 상한섭취량에 대한 과학적 근거 마련이 필요하리라 사료된다.

6-2. 과학적 근거가 부족한 사항

- (1) 우리나라 국민을 대상으로 한 정량적 질소필요량을 산출할 수 있는 과학적 근거와 체내이용률에 관한 연구결과가 매우 제한적이며, 성장기의 성장에 필요한 단백질 필요량에 대한 근거 또한 해외 요인가산법 자료에 의존하고 있다. 따라서 섭취기준에 일관되게 반영할 수 있는 국내 근거자료의 확충이 절실하며 이를 위한 임상연구가 필요할 것으로 사료된다.
- (2) 이번 개정에서 65세 이상 남자 노인의 단백질 평균필요량 및 권장섭취량, 여자 노인의 권장섭취량 기준이 상향 조정되었다. 이로써 권장섭취량 기준 남자 65-74세의 단백질 섭취량은 0.96 g/kg/일, 75세 이상은 1.0 g/kg/일, 여자 65-74세의 단백질 섭취량은 1.0 g/kg/일, 75세 이상은 1.08 g/kg/일이 되었다. 최근 증가하고 있는 국내의 연구결과들에서 노쇠 및 근감소증 예방을 위해 최소 1.1 g/kg/일 이상의 단백질 섭취를 제시하고 있으나 [83], 아직까지 노쇠 및 근감소증 예방을 위한 단백질 섭취 기준을 제시할 만큼 충분한 과학적 근거가 부족한 실정이다. 향후 우리나라 노인을 대상으로 보다 다양한 임상중재연구가 필요할 것으로 사료된다.
- (3) 동물성 단백질과 식물성 단백질 식품 섭취에 따른 만성질환 발병 위험율과의 상관관계에 관해 검토해 보았으나 결과에 일관성이 부족하고, 대부분 코호트 및 단면 연구 혹은 적은 연구대상자수 기반으로 해석에 제한이 있었다. 향후 완전 채식주의자, 락토-오보 베지테리언(lacto-ovo-vegetarian)등을 대상으로 다양한 임상연구가 필요하다.

6-3. 향후 2025 섭취기준 개정을 위해 필요한 과제

(1) 우리나라 식사의 단백질 효용에 관한 연구: 질소평형 및 소화율 기초 자료

단백질 섭취기준 설정에서 가장 근간이 되는 질소평형에 관한 우리나라 자료가 부족한 실정이며, 연령, 성별을 고려한 충분한 수의 대상자에서 이루어진 연구를 통해 기존의 제한된 연구결과에 대한 확인 및 보충이 시급하다. 특히 추산에 필요한 요인들에 있어 외국자료에 대한 의존도가 높아 우리나라 사람 및 식사에 대한 연구가 필요하다.

(2) 단백질, 지질과 탄수화물 에너지적정비율에 관한 임상중재연구

최근 체중조절 및 근육 향상 등에 대한 관심의 고조로 단백질 섭취가 증가하는 추세에 있으며, 이에 따라 단백질, 지질, 탄수화물의 에너지적정비율에 대한 재고가 필요한 상황이다. 재설정된 근거로 쓰일 수 있는 지질 및 탄수화물 비율에 대한 연구는 일부 이루어지고 있는 반면 단백질을 포함한 이상적인 에너지적정비율에 대한 임상 연구가 매우 제한적이므로 이에 대한 기초연구가 필요하다.

(3) 과잉 단백질 섭취 및 보충제 섭취에 대한 질소균형 관련 대사기전, 임상증재 및 역학 연구

단백질 식품 및 단백질 혹은 아미노산 보충제 섭취가 증가하는 추세임에도 불구하고 이에 대한 질소균형관련 임상 및 대사기전에 관한 연구가 미비하여, 단백질 및 아미노산 섭취의 상한기준 설정이 필요한지에 대한 근거가 부족하다. 발생 가능한 문제점들을 파악하고 예방하기 위해 단백질 및 보충제 과잉섭취 시 일어나는 대사변화 및 임상적 결과에 대한 연구가 필요하다.

(4) 노인기 단백질 필요량에 대한 정량적 연구

노인의 경우 식욕감퇴 및 체력약화, 질환에 따른 식사의 어려움 등으로 인해 양질의 식사 섭취를 하지 못하는 비율이 다른 연령에 비해 높으며 이는 단백질 섭취부족과 상관성을 보인다. 노인의 경우 일반 성인에 비해 체근육량이 낮아 적은 단백질의 섭취가 큰 문제가 되지 않는다는 의견도 있어, 노년기 단백질 필요량에 대한 정량적 연구가 필요하다.

(5) 다양한 단백질의 질과 양에 따른 섭취 적응에 대한 연구, 특히 채식주의자들에 대한 임상연구

단백질 섭취 급원의 종류 및 양의 변화에 따른 생리적 변화 및 적응에 관한 연구가 미비하며, 특히 최근 늘어나고 있는 채식주의자들의 경우 단백질 섭취에 있어 생리적 적응이 어떻게 나타내고 있는지에 대한 임상연구가 필요하다.

참고문헌

1. Kim SY, Sim S, Kim HJ, Choi HG. Low-fat and low-protein diets are associated with hearing discomfort among the elderly of Korea. *Br J Nutr* 2015;114:1711-7.
2. Houston DK, Tooze JA, Garcia K, Visser M, Rubin S, Harris TB, Newman AB, Kritchevsky SB, Health ABCS. Protein intake and mobility limitation in community-dwelling older adults: the Health ABC Study. *J Am Geriatr Soc* 2017;65:1705-11.
3. Mendonca N, Granic A, Hill TR, Siervo M, Mathers JC, Kingston A, Jagger C. Protein intake and disability trajectories in very old adults: The Newcastle 85+Study. *J Am Geriatr Soc* 2019;67:50-6.
4. Mustafa J, Ellison RC, Singer MR, Bradlee ML, Kalesan B, Holick MF, Moore LL. Dietary Protein and preservation of physical functioning among middle-aged and older adults in the framingham offspring study. *Am J Epidemiol* 2018;187:1411-9.
5. Ding BJ, Xiao R, Ma W, Zhao L, Bi Y, Zhang Y. The association between macronutrient intake and cognition in individuals aged under 65 in China: a cross-sectional study. *BMJ Open* 2018;8(1):e018573.
6. Thureen PJ, Melara D, Fennessey PV, Hay WW. Effect of low versus high intravenous amino acid intake on very low birth weight infants in the early neonatal period. *Pediatr Res* 2003;53:24-32.
7. Tanphaichitr V, Horne DW, Broquist HP. Lysine, a precursor of carnitine in the rat. *J Biol Chem* 1971;246:6364-6.
8. Malik VS, Li Y, Tobias DK, Pan A, Hu FB. Dietary protein intake and risk of type 2 diabetes in us men and women. *Am J Epidemiol* 2016;183:715-28.
9. Liang Y, Gong Y, Zhang X, Yang D, Zhao D, Quan L, Zhou R, Bao W, Cheng G. Dietary protein intake, meat consumption, and dairy consumption in the year preceding pregnancy and during pregnancy and their associations with the risk of gestational diabetes mellitus: A Prospective Cohort Study in Southwest China. *Front Endocrinol(Lausanne)* 2018;9:596.
10. van Nielen M, Feskens EJ, Mensink M, Sluijs I, Molina E, Amiano P, Ardanaz E, Balkau B, Beulens JW, Boeing H, et al. Dietary protein intake and incidence of type 2 diabetes in Europe: the EPIC-InterAct Case-Cohort Study. *Diabetes Care* 2014;37:1854-62.
11. Shang X, Scott D, Hodge A, English DR, Giles GG, Ebeling PR, Sanders KM. Dietary protein from different food sources, incident metabolic syndrome and changes in its components: an

- 11-year longitudinal study in healthy community-dwelling adults. *Clin Nutr* 2017;36:1540-8.
12. Farvid MS, Cho E, Chen WY, Eliassen AH, Willett WC. Dietary protein sources in early adulthood and breast cancer incidence: prospective cohort study. *BMJ* 2014;348:g3437.
 13. Brandle E, Sieberth HG, Hautmann RE. Effect of chronic dietary protein intake on the renal function in healthy subjects. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:734-40.
 14. Frank H, Graf J, Amann-Gassner U, Bratke R, Daniel H, Heemann U, Hauner H. Effect of short-term high-protein compared with normal-protein diets on renal hemodynamics and associated variables in healthy young men. *Am J Clin Nutr* 2009;90:1509-16.
 15. Cirillo M, Lombardi C, Chiricone D, De Santo NG, Zanchetti A, Bilancio G. Protein intake and kidney function in the middle-age population: contrast between cross-sectional and longitudinal data. *Nephrol Dial Transplant* 2014;29:1733-40.
 16. Hruby A, Jacques PF. Dietary protein and changes in markers of cardiometabolic health across 20 years of follow-up in middle-aged Americans. *Public Health Nutr* 2018;21:2998-3010.
 17. Moslehi N, Ehsani B, Mirmiran P, Hojjat P, Azizi F. Association of dietary proportions of macronutrients with visceral adiposity index: non-substitution and iso-energetic substitution models in a prospective study. *Nutrients* 2015;7:8859-70.
 18. Voortman T, Braun KV, Kiefte-de Jong JC, Jaddoe VW, Franco OH, van den Hooven EH. Protein intake in early childhood and body composition at the age of 6 years: the generation r study. *Int J Obes(Lond)* 2016;40:1018-25.
 19. Voortman T, van den Hooven EH, Tielemans MJ, Hofman A, Kiefte-de Jong JC, Jaddoe VW, Franco OH. Protein intake in early childhood and cardiometabolic health at school age: the generation r study. *Eur J Nutr* 2016;55:2117-27.
 20. Assmann KE, Joslowski G, Buyken AE, Cheng G, Remer T, Kroke A, Gunther AL. Prospective association of protein intake during puberty with body composition in young adulthood, obesity(Silver Spring) 2013;21:E782-9.
 21. Jen V, Karagounis LG, Jaddoe VWV, Franco OH, Voortman T. Dietary protein intake in school-age children and detailed measures of body composition: the generation r study. *Int J Obes(Lond)* 2018;42:1715-23.
 22. Levine ME, Suarez JA, Brandhorst S, Balasubramanian P, Cheng CW, Madia F, Fontana L, Mirisola MG, Guevara-Aguirre J, Wan J, et al. low protein intake is associated with a major

- p>reduction in igf-1, cancer, and overall mortality in the 65 and younger but not older population.
- Cell Metab*
- 2014;19:407-17.
23. Durnin JVGA, Garlick PJ, Jackson AA, Schürch B, Shetty PS, Waterlow JC, Schuerch DB. Report of the IDECG working group on lower limits of energy and protein and upper limits of protein intakes. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:S174-S6.
 24. Carlson HE, Miglietta JT, Roginsky MS, Stegink LD. Stimulation of pituitary hormone secretion by neurotransmitter amino acids in humans. *Metabolism* 1989;38:1179-82.
 25. Henkin RI, Patten BM, Re PK, Bronzert DA. A syndrome of acute zinc loss. Cerebellar dysfunction, mental changes, anorexia, and taste and smell dysfunction. *Arch Neurol* 1975;32:745-51.
 26. Zlotkin SH. Nutrient interactions with total parenteral nutrition: effect of histidine and cysteine intake on urinary zinc excretion. *J Pediatr* 1989;114:859-64.
 27. Alonso R, Gibson CJ, Wurtman RJ, Agharanya JC, Prieto L. Elevation of urinary catecholamines and their metabolites following tyrosine administration in humans. *Biol Psychiatry* 1982;17:781-90.
 28. Connor H, Newton DJ, Preston FE, Woods HF. Oral methionine loading as a cause of acute serum folate deficiency: its relevance to parenteral nutrition. *Postgrad Med J* 1978;54:318-20.
 29. Greenwood MH, Lader MH, Kantameneni BD, Curzon G. The acute effects of oral(–)-tryptophan in human subjects. *Br J Clin Pharmacol* 1975;2(2):165-72.
 30. Yuwiler A, Brammer GL, Morley JE, Raleigh MJ, Flannery JW, Geller E. Short-term and repetitive administration of oral tryptophan in normal men. Effects on blood tryptophan, serotonin, and kynurenine concentrations. *Arch Gen Psychiatry* 1981;38:619-26.
 31. Young VR, Marchini JS, Cortiella J. Assessment of protein nutritional status. *J Nutr* 1990;120 Suppl 11:1496-502.
 32. Pollitt E. Developmental sequel from early nutritional deficiencies: conclusive and probability judgements. *J Nutr* 2000;130:350S-35.
 33. Awasthi S, Chauhan M, Pandey M, Singh S, Singh U. Energy and protein intake during pregnancy in relation to preterm birth: a case control study. *Indian Pediatr* 2015;52:489-92.
 34. Axelsson IEM, Ivarsson SA, Raiha NCR. Protein Intake in Early Infancy & colon; Effects on plasma amino acid concentrations, insulin metabolism, and growth. *Pediatr Res* 1989;26:614-5.

35. Cuco G, Arija V, Iranzo R, Vila J, Prieto MT, Fernandez-Ballart J. Association of maternal protein intake before conception and throughout pregnancy with birth weight. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006;85:413-21.
36. Tang M, Krebs NF. High protein intake from meat as complementary food increases growth but not adiposity in breastfed infants: a randomized trial. *Am J Clin Nutr* 2014;100:1322-8.
37. Hansen RD, Raja C, Allena BJ. Total body protein in chronic diseases and in aging. *Ann NY Acad Sci* 2000;904:345-52.
38. Joint FAO/WHO/UNU Expert consultation on energy and protein requirements. energy and protein requirements : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. requirements. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1985
39. Young VR, Taylor YS, Rand WM, Scrimshaw NS. Protein requirements of man: efficiency of egg protein utilization at maintenance and submaintenance levels in young men. *J Nutr* 1973;103:1164-74.
40. Rand WM, Young VR, Scrimshaw NS. Change of urinary nitrogen excretion in response to low-protein diets in adults. *Am J Clin Nutr* 1976;29:639-44.
41. Hegsted DM. Protein needs and possible modifications of the American diet. *J Am Diet Assoc* 1976;68:317-20.
42. Rand WM, Pellett PL, Young VR. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 2003;77:109-27.
43. Humayun MA, Elango R, Ball RO, Pencharz PB. Revaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr* 2007;86:995-1002.
44. Elango R, Ball RO, Pencharz PB. Indicator amino acid oxidation: concept and application. *J Nutr* 2008;138:243-6.
45. Rafii M, Chapman K, Owens J, Elango R, Campbell WW, Ball RO, Pencharz PB, Courtney-Martin G. Dietary protein requirement of female adults >65 years determined by the indicator amino acid oxidation technique is higher than current recommendations. *J Nutr* 2015;145:18-24.
46. Stephens TV, Payne M, Ball RO, Pencharz PB, Elango R. Protein requirements of healthy pregnant women during early and late gestation are higher than current recommendations. *J Nutr* 2015;145:73-8.

47. Tang M, McCabe GP, Elango R, Pencharz PB, Ball RO, Campbell WW. Assessment of protein requirement in octogenarian women with use of the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr* 2014;99:891-8.
48. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies(NDA). Scientific opinion on dietary reference values for protein. *EFSA Journal* 2012;10:2557.
49. Halkjaer J, Olsen A, Bjerregaard LJ, Deharveng G, Tjonneland A, Welch AA, Crowe FL, Wirfalt E, Hellstrom V, Niravong M, et al. Intake of total, animal and plant proteins, and their food sources in 10 countries in the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Eur J Clin Nutr* 2009;63 Suppl 4:S16-36.
50. 한국보건산업진흥원. 2018 국민영양통계 영양소 섭취량. URL: <https://www.khidi.or.kr/kps/dhraStat/result5?menuId=MENU01657&gubun=&year=2018>(accessed 5 August 2020).
51. 일본후생노동성. 일본인 식사섭취기준(2020년판). 2020.
52. Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, Tang JE, Glover EI, Wilkinson SB, Prior T, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr* 2009;89:161-8.
53. Verdijk LB, Jonkers RA, Gleeson BG, Beelen M, Meijer K, Savelberg HH, Wodzig WK, Dendale P, van Loon LJ. Protein supplementation before and after exercise does not further augment skeletal muscle hypertrophy after resistance training in elderly men. *Am J Clin Nutr* 2009;89:608-16.
54. Campbell WW, Johnson CA, McCabe GP, Carnell NS. Dietary protein requirements of younger and older adults. *Am J Clin Nutr* 2008;88:1322-9.
55. Hays NP, Kim H, Wells AM, Kajkenova O, Evans WJ. Effects of whey and fortified collagen hydrolysate protein supplements on nitrogen balance and body composition in older women. *J Am Diet Assoc* 2009;109:1082-7.
56. Lemon PW. Is increased dietary protein necessary or beneficial for individuals with a physically active lifestyle? *Nutr Rev* 1996;54:S169-75.
57. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: The National Academies Press, 2005.
58. Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint

- FAO/WHO/UNU expert consultation. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2017.
59. Huang PC, Lin CP, Hsu JY. Protein requirements of normal infants at the age of about 1 year: maintenance nitrogen requirements and obligatory nitrogen losses. *J Nutr* 1980;110:1727-35.
 60. Gattas V, Barrera GA, Riumallo JS, Uauy R. Protein-energy requirements of prepubertal school-age boys determined by using the nitrogen-balance response to a mixed-protein diet. *Am J Clin Nutr* 1990;52:1037-42.
 61. Torun B, Young VR, Rand WM. Protein requirements of Filipino children 20 to 29 months old consuming local diets. Protein-energy requirements of developing countries: evaluation of new data. Tokyo, Japan: United Nations University, 1981:172-81.
 62. Torun B, Young VR, Rand WM. Protein requirements of pre-school children: milk and soybean protein isolate. Protein-energy requirements of developing countries: evaluation of new data. Tokyo, Japan: United Nations University, 1981:182-90.
 63. Rand WM, Scrimshaw NS. Protein needs of chilean pre-school children fed milk and soy protein isolate diets. Protein-energy-requirement studies in developing countries: results of international research. Tokyo, Japan: United Nations University, 1984:249-57.
 64. Rand WM, Scrimshaw NS. Protein requirements of filipino children 22-29 months old consuming local diets. Protein-energy-requirement studies in developing countries: Results of international research. Tokyo, Japan: United Nations University, 1984:258-64.
 65. Kaneko K, Koike G. Utilization and requirement of egg protein in Japanese women. *J Nutr Sci Vitaminol(Tokyo)* 1985;31:43-52. doi: 10.3177/jnsv.31.43.
 66. 문수재, 이민준, 김정현, 강정선, 안홍석, 송세화, 최문희. 수유 기간에 따른 모유의 총질소, 총지질 및 젖당 함량 변화와 모유 영양아의 에너지 섭취에 관한 연구. *한국영양학회지* 1992;25:233-47.
 67. 임현숙, 이정아, 허영란, 이종임. 모유 영양아와 인공 영양아의 에너지, 단백질, 지방 및 유당 섭취. *한국영양학회지* 1993;26:325-37.
 68. 이영남, 문진, 설민영, 김을상. 수유 기간별 모유 중 단백질 분비량과 영아의 단백질 섭취량. *한국영양학회지* 1995;9:782-90.
 69. 배현숙, 이동환, 안홍석. 영양공급양상에 따른 2개연령 영아의 영양소 섭취에 대한 연구. *한국영양학회지* 1996;29:77-88.
 70. 구재욱, 최경숙, 김원경. 모유영양아와 인공영양아의 성장과 에너지 및 단백질대사에 관한 종단적 연구. *대한지역사회영양학회지* 1996;1:47-60.

71. 최경순, 김을상. 채식 수유부의 수유기간별 영아의 에너지, 단백질, 지질, 락토오스 섭취량에 관한 연구. 한국영양학회지 1997;30:512-9.
72. 안홍석, 정지윤. 도시 저소득층 지역의 모자 영양 및 섭식에 관한생태학적 연구 - III . 영유아의 섭식과 성장발육 대한지역사회영양학회지 1998;3:174-89.
73. 김을상, 이종숙. 모유영양아의 수유기간별 에너지, 단백질, 지질과 유당 섭취량. 한국영양학회지 2002;35:771-8.
74. Weber M, Grote V, Closa-Monasterolo R, Escribano J, Langhendries JP, Dain E, Giovannini M, Verduci E, Gruszfeld D, Socha P, et al. Lower protein content in infant formula reduces BMI and obesity risk at school age: follow-up of a randomized trial. Am J Clin Nutr 2014;99:1041-51.
75. Collell R, Closa-Monasterolo R, Ferre N, Luque V, Koletzko B, Grote V, Janas R, Verduci E, Escribano J. Higher protein intake increases cardiac function parameters in healthy children: metabolic programming by infant nutrition-secondary analysis from a clinical trial. Pediatr Res 2016;79:880-8.
76. 안홍석, 엄성신. 서울지역 일부 영유아의 영양소 섭취에 관한 연구. 한국모자보건학회지 2003;7:179-91.
77. 장수정, 신지혜, 이연숙. 서울 일부지역의 조제유수유 영유아에서 조제유 및이유보충식에 의한 영양소 섭취 실태조사. 대한지역사회영양학회지 2004;9:251-62.
78. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Report presentation of the Korea National Health and nutrition examination survey(KNHANES) VI. Ministry of Health and Welfare; 2013-2015.
79. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Report presentation of the Korea National Health and nutrition examination survey(KNHANES) VII. Ministry of Health and Welfare; 2016-2017.
80. Rand WM, Pellett PL, Young VR. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. Am J Clin Nutr 2003;77:109-27.
81. 이종업, 임현숙, 조영숙. 임신부의 체위와 체조성 및 임신의 결과. 한국영양학회지 1998;31:1057-65.
82. Park Y, Choi JE, Hwang HS. Protein supplementation improves muscle mass and physical performance in undernourished prefrail and frail elderly subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Am J Clin Nutr 2018;108:1026-33.

83. Nilsson A, Montiel Rojas D, Kadi F. Impact of meeting different guidelines for protein intake on muscle mass and physical function in physically active older women. *Nutrients* 2018;10:1156.
84. Kim IY, Schutzler S, Schrader A, Spencer H, Kortebein P, Deutz NE, Wolfe RR, Ferrando AA. Quantity of dietary protein intake, but not pattern of intake, affects net protein balance primarily through differences in protein synthesis in older adults. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2015;308:E21-8.
85. Kerstetter JE, Bihuniak JD, Brindisi J, Sullivan RR, Mangano KM, Larocque S, Kotler BM, Simpson CA, Cusano AM, Gaffney-Stomberg E, et al. The effect of a whey protein supplement on bone mass in older caucasian adults. *J Clin Endocrinol Metab* 2015;100:2214-22.
86. Mitchell CJ, Milan AM, Mitchell SM, Zeng N, Ramzan F, Sharma P, Knowles SO, Roy NC, Sjodin A, Wagner KH, et al. The effects of dietary protein intake on appendicular lean mass and muscle function in elderly men: a 10-wk randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2017;106:1375-83.
87. Mustafa J, Ellison RC, Singer MR, Bradlee ML, Kalesan B, Holick MF, Moore LL. Dietary protein and preservation of physical functioning among middle-aged and older adults in the Framingham Offspring Study. *Am J Epidemiol* 2018;187:1411-9.
88. Granic A, Mendonca N, Sayer AA, Hill TR, Davies K, Adamson A, Siervo M, Mathers JC, Jagger C. Low protein intake, muscle strength and physical performance in the very old: the Newcastle 85+Study. *Clin Nutr* 2018;37:2260-70.
89. Mangano KM, Sahni S, Kiel DP, Tucker KL, Dufour AB, Hannan MT. Dietary protein is associated with musculoskeletal health independently of dietary pattern: the Framingham Third Generation Study. *Am J Clin Nutr* 2017;105:714-22.
90. McLean RR, Mangano KM, Hannan MT, Kiel DP, Sahni S. Dietary protein intake is protective against loss of grip strength among older adults in the Framingham Offspring Cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2016;71:356-61.
91. Bradlee ML, Mustafa J, Singer MR, Moore LL. High-protein foods and physical activity protect against age-related muscle loss and functional decline. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2017;73:88-94.
92. Gray-Donald K, St-Arnaud-McKenzie D, Gaudreau P, Morais JA, Shatenstein B, Payette H. Protein intake protects against weight loss in healthy community-dwelling older adults. *J Nutr*

- 2014;144:321-6.
93. Kobayashi S, Asakura K, Suga H, Sasaki S, Three-generation Study of Women on D, Health Study G. High protein intake is associated with low prevalence of frailty among old Japanese women: a multicenter cross-sectional study. *Nutr J* 2013;12:164.
94. Ke Q, Chen C, He F, Ye Y, Bai X, Cai L, Xia M. Association between dietary protein intake and type 2 diabetes varies by dietary pattern. *Diabetol Metab Syndr* 2018;10:48.
95. van Nielen M, Feskens EJ, Rietman A, Siebelink E, Mensink M. Partly replacing meat protein with soy protein alters insulin resistance and blood lipids in postmenopausal women with abdominal obesity. *J Nutr* 2014;144:1423-9.
96. Tieleman SM, Kromhout D, Altorf-van der Kuil W, Geleijnse JM. Associations of plant and animal protein intake with 5-year changes in blood pressure: the Zutphen Elderly Study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014;24:1228-33.
97. Liu RR, Dang SN, Yan H, Wang DL, Zhao YL, Li Q, Liu XN. Association between dietary protein intake and the risk of hypertension: a cross-sectional study from rural western China. *Hypertens Res* 2013;36:972-9.
98. Lander EM, Wertheim BC, Koch SM, Chen Z, Hsu CH, Thomson CA. Vegetable protein intake is associated with lower gallbladder disease risk: findings from the women's health initiative prospective cohort. *Prev Med* 2016;88:20-6.
99. Song M, Fung TT, Hu FB, Willett WC, Longo VD, Chan AT, Giovannucci EL. Association of animal and plant protein intake with all-cause and cause-specific mortality. *JAMA Intern Med* 2016;176:1453-63.
100. Huang RY, Yang KC, Chang HH, Lee LT, Lu CW, Huang KC. The Association between total protein and vegetable protein intake and low muscle mass among the community-dwelling elderly population in Northern Taiwan. *Nutrients* 2016;8:373.
101. Mudd SH, Poole JR. Labile methyl balances for normal humans on various dietary regimens. *Metabolism* 1975;24:721-35.
102. Chambers JC, Obeid OA, Refsum H, Ueland P, Hackett D, Hooper J, Turner RM, Thompson SG, Kooner JS. Plasma homocysteine concentrations and risk of coronary heart disease in UK Indian Asian and European men. *The Lancet* 2000;355:523-7.
103. Mato JM, Lu SC. Role of S-adenosyl-L-methionine in liver health and injury. *Hepatology* 2007;45:1306-12.

104. De Vanna M, Rigamonti R. Oral S-adenosyl-L-methionine in depression. *Curr Ther Res Clin Exp* 1992;52:478-85.
105. Mischoulon D, Fava M. Role of S-adenosyl-L-methionine in the treatment of depression: a review of the evidence. *Am J Clin Nutr* 2002;76:1158S-61S.
106. Papakostas GI, Alpert JE, Fava M. S-adenosyl-methionine in depression: a comprehensive review of the literature. *Curr Psychiatry Rep* 2003;5:460-6.
107. Van Brummelen R, Du Toit D. L-methionine as immune supportive supplement: a clinical evaluation. *Amino Acids* 2007;33:157.
108. Mato JM, Cámara J, De Paz JF, Caballería L, Coll S, Caballero A, García-Buey L, Beltrán J, Benita V, Caballería J. S-adenosylmethionine in alcoholic liver cirrhosis: a randomized, placebo-controlled, double-blind, multicenter clinical trial. *J Hepatol* 1999;30:1081-9.
109. Fukagawa N, Minaker K, Rowe J, Goodman M, Matthews D, Bier D, Young V. Insulin-mediated reduction of whole body protein breakdown. Dose-response effects on leucine metabolism in postabsorptive men. *J Clin Invest* 1985;76:2306-11.
110. Smith K, Barua JM, Watt PW, Scrimgeour CM, Rennie MJ. Flooding with L- [1-13C] leucine stimulates human muscle protein incorporation of continuously infused L- [1-13C] valine. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 1992;262:E372-E6.
111. Smith K, Reynolds N, Downie S, Patel A, Rennie MJ. Effects of flooding amino acids on incorporation of labeled amino acids into human muscle protein. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 1998;275:E73-E8.
112. Kalogeropoulou D, LaFave L, Schweim K, Gannon MC, Nuttall FQ. Leucine, when ingested with glucose, synergistically stimulates insulin secretion and lowers blood glucose. *Metabolism* 2008;57:1747-52.
113. Gopalan C, Srikantia S. Leucine and pellagra. *Lancet* 1960;1:954-7.
114. Laviano A, Meguid MM, Inui A, Rossi-Fanelli F. Role of leucine in regulating food intake. *Science* 2006;313:1236-8.
115. Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HK, Köhnke R. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr* 2006;136:269S-73S.
116. Rennie MJ, Bohe J, Smith K, Wackerhage H, Greenhaff P. Branched-chain amino acids as fuels and anabolic signals in human muscle. *J Nutr* 2006;136:264S-8S.

117. Layman DK, Boileau RA, Erickson DJ, Painter JE, Shiue H, Sather C, Christou DD. A reduced ratio of dietary carbohydrate to protein improves body composition and blood lipid profiles during weight loss in adult women. *J Nutr* 2003;133:411-7.
118. Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle Jr D, Wolfe RR. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 1999;276:E628-E34.
119. Jones JD. Lysine—arginine antagonism in the chick. *J Nutr* 1964;84:313-21.
120. Suminski RR, Robertson RJ, Goss FL, Arslanian S, Kang J, DaSilva S, Utter AC, Metz KF. Acute effect of amino acid ingestion and resistance exercise on plasma growth hormone concentration in young men. *Int J Sport Nutr* 1997;7:48-60.
121. Torricelli P, Fini M, Giavaresi G, Giardino R, Gnudi S, Nicolini A, Carpi A. L-arginine and L-lysine stimulation on cultured human osteoblasts. *Biomed Pharmacother* 2002;56:492-7.
122. Nijima A, Meguid MM. Influence of systemic arginine-lysine on immune organ function: an electrophysiological study. *Brain Res Bull* 1998;45:437-41.
123. van Loon LJ, Saris WH, Verhagen H, Wagenmakers AJ. Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 2000;72:96-105.
124. Dong F, Yang X, Sreejayan N, Ren J. Chromium(D-phenylalanine) 3 improves obesity-induced cardiac contractile defect in ob/ob mice. *Obesity* 2007;15:2699-711.
125. Pohle-Krauza RJ, Navia JL, Madore EY, Nyrop JE, Pelkman CL. Effects of L-phenylalanine on energy intake in overweight and obese women: interactions with dietary restraint status. *Appetite* 2008;51:111-9.
126. Iber FL, Rosen H, Levenson SM, Chalmers TC. The plasma amino acids in patients with liver failure. *J Lab Clin Med* 1957;50:417-25.
127. Ishii Y, Suzuki S, Kohno T, Aoki M, Kohno T, Ito A, Takayama T, Asai S. L- [1-¹³C] phenylalanine breath test reflects histological changes in the liver. *J Surg Res* 2003;114:120-5.
128. Burke PA, Stack JA, Wagner D, Lewis DW, Jenkins RL, Forse RA. L- [1-¹³C] phenylalanine oxidation as a measure of hepatocyte functional capacity in end-stage liver disease. *Am J Surg* 1997;173:270-3.
129. Ishii Y, Asai S, Kohno T, Suzuki S, Ishii M, Hosoi I, Fujii M, Iwai S, Ishikawa K. ¹³CO₂ peak value of L- [1-¹³C] phenylalanine breath test reflects hepatopathy. *J Surg Res* 1999;86:130-5.

130. Kobayashi T, Kubota K, Imamura H, Hasegawa K, Inoue Y, Takayama T, Makuuchi M. Hepatic phenylalanine metabolism measured by the [^{13}C] phenylalanine breath test. *Eur J Clin Invest* 2001;31:356-61.
131. Moran S, Gallardo-Wong I, Rodriguez-Leal G, Mccollough P, Mendez J, Castaneda B, Milke P, Jacobo J, Dehesa M. L- [$1-^{13}\text{C}$] phenylalanine breath test in patients with chronic liver disease of different etiologies. *Isotopes Environ Health Stud* 2009;45:192-7.
132. Institute of Medicine(US) Committee on Nutritional Status During Pregnancy and Lactation. Nutrition during pregnancy: part I, weight gain: part II, nutrient supplements. Washington, DC: National Academies Press(US); 1990:66.
133. Nommsen LA, Lovelady CA, Heinig MJ, Lönnerdal B, Dewey KG. Determinants of energy, protein, lipid, and lactose concentrations in human milk during the first 12 mo of lactation: the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 1991;53:457-65.
134. Chiba M, Saitoh S, Ohnishi H, Akasaka H, Mitsumata K, Furukawa T, Shimamoto K. Associations of metabolic factors, especially serum retinol-binding protein 4(RBP4), with blood pressure in Japanese-the Tanno and Sobetsu study. *Endocr J* 2010;57:811-7.
135. Meinzen-Derr JK, Guerrero ML, Altaye M, Ortega-Gallegos H, Ruiz-Palacios GM, Morrow AL. Risk of infant anemia is associated with exclusive breast-feeding and maternal anemia in a Mexican cohort. *J Nutr* 2006;136:452-8.
136. Newgard CB, An J, Bain JR, Muehlbauer MJ, Stevens RD, Lien LF, Haqq AM, Shah SH, Arlotto M, Slentz CA. A branched-chain amino acid-related metabolic signature that differentiates obese and lean humans and contributes to insulin resistance. *Cell Metab* 2009;9:311-26.
137. Wang TJ, Larson MG, Vasan RS, Cheng S, Rhee EP, McCabe E, Lewis GD, Fox CS, Jacques PF, Fernandez C. Metabolite profiles and the risk of developing diabetes. *Nat Med* 2011;17:448-53.
138. Zhang, F., Zhao, S., Yan, W., Xia, Y., Chen, X., Wang, W., Zhang, J., Gao, C., Peng, C., Yan, F., et al. Branched chain amino acids cause liver injury in obese/diabetic mice by promoting adipocyte lipolysis and inhibiting hepatic autophagy. *EBioMedicine* 2016;13:157-67.
139. Lekakis JP, Papathanassiou S, Papaioannou TG, Papamichael CM, Zakopoulos N, Kotsis V, Dage AG, Stamatiopoulos K, Protogerou A, Stamatiopoulos SF. Oral L-arginine improves endothelial dysfunction in patients with essential hypertension. *Int J Cardiol* 2002;86:317-23.
140. 권상희, 오경원. 국민건강영양조사 영양소별 주요 급원식품군. 주간 건강과 질병. 제12권 32호 1132-1140.

- 141. 농촌진흥청 국립농업과학원. 국가표준식품성분 DB 9.1. 2019
- 142. 한국영양학회. 2015 한국인 영양소 섭취기준. 서울: 2015
- 143. Ross HM, Roth J. The mood-control diet: 21 days to conquering depression and fatigue: prentice hall, 1990.



지질

Lipids

5

지질

1

영양소의 특성

1-1. 개요

지질(lipids)은 탄소, 수소, 산소로 구성된 유기화합물로서 물에 쉽게 용해되지 않으나 에테르, 알코올, 벤젠 등의 유기용매에 녹는 특성이 있다. 식사 중 지질의 98%는 중성지방(neutral fats 혹은 triacylglycerol)과 아실글리세롤(monoacylglycerols, diacylglycerols)이며, 그 외 인지질(phospholipid), 당지질(glycolipid) 및 스프링고지질(sphingolipid) 등 복합지질, 이소프레노이드지질(isoprenoid lipid: 비타민A, 비타민 E, coenzyme Q), 스테롤(sterol) 및 유리지방산(nonesterified fatty acid)이 소량 포함되어 있다 [1]. 중성지방은 한 분자의 글리세롤과 세 개의 지방산(fatty acid)이 결합된 형태이다. 자연계에 존재하는 지방산은 대부분 짝수의 탄소 수를 가지며, 그 수는 12-22개 정도이다. 지방산은 탄화수소의 이중결합 유무, 이중결합 위치 및 개수에 따라 포화지방산(saturated fatty acid), 단일불포화지방산(monounsaturated fatty acid), 오메가-6와 오메가-3 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acid), 트랜스지방산(trans fatty acid)으로 나눌 수 있다.

체내에서 합성되지 않는 필수지방산에는 오메가-6 지방산인 리놀레산(linoleic acid; 18:2n-6)과 오메가-3 지방산인 알파-리놀렌산(alpha-linolenic acid; 18:3n-3)이 있다. 리놀레산의 화학명은 (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoic acid이며, 분자식은 $C_{18}H_{32}O_2$, 분자량은 280.4 g/mol이다(그림 1). 알파-리놀렌산의 화학명은 (9Z,12Z,15Z)-octadeca-9,12,15-trienoic acid이며, 분자식은 $C_{18}H_{30}O_2$, 분자량은 278.4 g/mol 이다. 알파-리놀렌산은 eicosapentaenoic acid(EPA, 20:5n-3)와 docosahexaenoic acid(DHA, 22:6n-3)로 전환이 가능하다. EPA의 화학명은 (5Z, 8Z, 11Z, 14Z, 17Z)-eicosa-5,8,11,14,17-pentaenoic acid이며, 분자식은 $C_{20}H_{30}O_2$, 분자량은 302.5 g/mol이다. DHA의 화학명은 (4Z,7Z,10Z,13Z,16Z,19Z)-docosa-4,7,10,13,16,19-hexaenoic acid이며, 분자식은 $C_{22}H_{32}O_2$, 분자량은 328.5 g/mol이다.

콜레스테롤은 4개의 고리로 이루어진 스테로이드 핵에 알코올과 탄화수소 곁가지가 있는 물질로서 IUPAC 명명법으로는 (3S,8S,9S,10R,13R,14S,17R)-10,13-dimethyl-17-[(2R)-6-methylheptan-2-yl]-2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17-dodecahydro-1H-cyclopenta[a]phenanthren-3-ol이다. 콜레스테롤의 이름은 그리스어로 “solid bile alcohol”을 뜻하며 담석에서 발견되어 이러한 이름을 갖게 되었다 [2, 3].

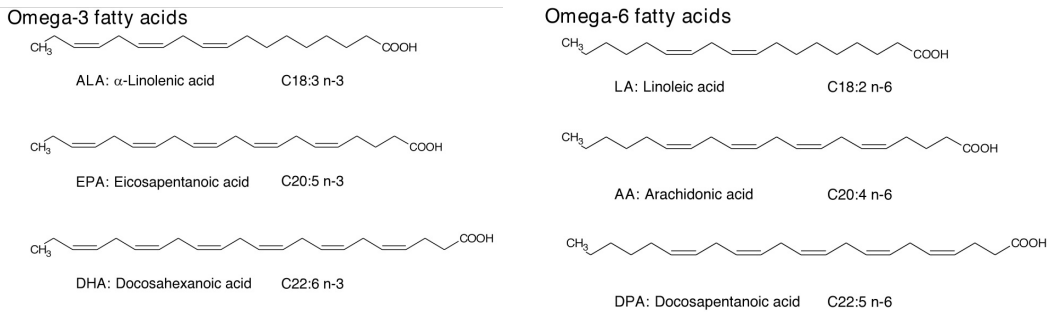


그림 1 | 오메가-3와 오메가-6 지방산의 구조

1-2. 흡수, 분포, 대사, 배설

식품이나 체내에서 지방산은 유리된(non-esterified) 형태로 존재하지 않고 대부분 중성지방의 형태로 존재한다. 중성지방 등 지방산과 결합된 에스터형 지방은 담즙산과 인지질에 의해 유화된 후, 주로 췌장에서 분비된 지방분해효소(lipase, esterase)에 의해 분해되어 소장에서 흡수된다 [1]. 콜레스테롤은 간에서 체내 콜레스테롤의 약 70%를 합성되기 때문에, 식사를 통해 섭취하는 콜레스테롤은 체내 콜레스테롤의 30% 정도를 차지한다. 식사를 통해 섭취하는 콜레스테롤은 체내에서 생성되는 콜레스테롤의 양과 콜레스테롤의 항상성에 영향을 미친다 [4]. 식품 중의 콜레스테롤은 유리형 또는 지방산과 결합된 콜레스테롤에스터의 형태로 존재한다. 췌장에서 분비된 지방분해효소는 중성지방의 글리세롤 1번과 3번 탄소에 에스터 결합한 지방산을 가수분해하여 두 개의 유리지방산과 모노아실글리세롤(2-monoacylglycerol)을 생성한다. 인지질과 콜레스테롤에스터도 췌장에서 분비되는 인지질분해효소(phospholipase A₂)와 콜레스테롤에스터 가수분해효소(cholesterol ester hydrolase)에 의해 분해되어 라이소인지질(lysophospholipid), 유리지방산, 콜레스테롤로 분해되어 소장에서 흡수된다. 흡수된 지질은 대부분 다시 중성지방으로 재합성되고, 콜레스테롤, 인지질, 아포단백질과 함께 카일로마이크론(chylomicron)을 형성한 후 림프계(lymph system)를 거쳐 쇄골하정맥(subclavian vein)을 통해 혈액으로 유입된다. 그러나, 탄소수 12개 이하의 짧은 사슬 지방산은 유리지방산 형태로 알부민과 결합하여 문맥을 거쳐 간으로 운반된다. 콜레스테롤의 흡수는 수동 확산에 의해 이루어지며, scavenger receptor class B type 1도 콜레스테롤 흡수에 관여하여 콜레스테롤의 흡수를 촉진한다. 콜레스테롤의 흡수율은 25-80%, 평균적으로 50% 정도이다 [2, 4]. 콜레스테롤도 소장세포 내에서 콜레스테롤에스터로 재합성되어 카일로마이크론의 형태로 장세포를 나와 림프계를 거쳐 혈중으로 이동한다.

카일로마이크론의 중성지방은 지단백질분해효소(lipoprotein lipase)에 의해 분해되어 지방산이 근육과 지방세포로 유입되는데, 지방세포에서는 중성지방 형태로 전환되어 저장된다. 카일로마이크론 잔여물(chylomicron remnant)이 간의 수용체에 결합하여 카일로마이크론 내의 콜레스테롤에스터가 간에 전달된다. 콜레스테롤에스터레이스에 의해 콜레스테롤에스터가 가수분해되며, 콜레스테롤은 간에 저장되거나 콜레스테롤에스터로 재합성되어 초저밀도 지단백질(VLDL)의 형태로 간 외로 방출된다. VLDL은 근육과

지방조직 등 말초조직에 지방산을 전달하여 저밀도 지단백질(LDL)로 대사된다. LDL은 콜레스테롤 함량이 높은 지단백질(지방 무게의 47-51%가 콜레스테롤에스터, 10-12%가 콜레스테롤)로서 LDL은 말초조직에 콜레스테롤을 전달하는데, 말초조직의 LDL 수용체에 LDL이 결합하여 세포내이입(endocytosis)을 통해 콜레스테롤의 전달이 이루어진다 [2-5]. 지방산은 근육에서 산화되어 에너지원으로 사용되거나 다시 간으로 되돌아간다. 간은 주요한 중성지방 합성 장소로 간에서 합성된 내인성 중성지방은 VLDL 형태로 혈액으로 운반된다. 지방산은 에너지원으로 사용될 때 산화되어 이산화탄소와 물로 분해되어 배설되며, 소량의 케톤체가 생성되어 소변으로 배설되기도 한다. 또한 피부나 소장세포에도 약간의 지방산이 존재하므로 이들 세포가 파괴될 때 손실이 발생할 수 있다. 식사 중의 콜레스테롤은 흡수되어 세포막의 구성성분, 스테로이드 호르몬 및 비타민 D의 전구체 등으로 이용되며, 간에서 담즙산으로 전환되어 배설된다 [6].

1-3. 기능

중성지방의 가장 중요한 기능은 필수지방산을 공급하는 것이다. 또한, 에너지의 생산 및 저장에 사용되며, 지용성 비타민과 카로티노이드의 흡수 및 운반을 돕는다 [1]. 중성지방과 유사하나 지방산 두개와 인산기(phosphate)를 포함하여 친수성기를 가진 인지질은 세포막의 구성 성분으로 세포막의 형성과 세포 안과 밖의 의사소통에 중요한 역할을 한다. 특히 인지질은 마이셀(micelle)구조로 소수성 물질(hydrophobic molecules)의 운반을 담당하며, 리포솜(liposome)구조의 핵심요소로 막(membrane) 형성에 기여한다.

필수지방산인 리놀레산과 알파-리놀렌산은 체내에서 합성되지 못하여 반드시 식사로 섭취해야 한다. 리놀레산과 알파-리놀렌산의 결핍은 피부 건조, 피부염, 성장부진 등을 발생시킨다. 영유아의 경우 아라키돈산(arachidonic acid; 20:4n-6)과 DHA의 결핍은 두뇌발달, 시력저하, 감각 기능에 영향을 줄 수 있다 [7]. 오메가-3 지방산은 특히 신경세포, 망막에 다량 존재한다.

리놀레산과 알파-리놀렌산으로부터 탄소수가 두 개씩 증가하는 과정(elongation)과 이중결합이 증가하는 과정(desaturation)에 의해 각각 아라키돈산과 EPA로 전환될 수 있다. 리놀레산과 알파-리놀렌산은 Δ 6-desaturase와 경쟁적으로 결합하므로 리놀레산과 알파-리놀렌산의 비율이 높을수록 알파-리놀렌산으로부터 EPA와 DHA의 합성이 억제될 수 있다 [8]. 또한 알파-리놀렌산에서 EPA와 DHA로의 전환은 충분하지 않다고 알려져 있다 [9]. 아라키돈산과 EPA는 에이코사노이드(eicosanoid)의 전구체로 생성되는 에이코사노이드의 종류가 다르므로 그 균형이 중요하다 [1]. 아라키돈산은 2와 4 시리즈, 알파-리놀렌산은 3과 5 시리즈의 프로스타글란딘(prostaglandin), 프로스타사이클린(prostacyclin), 류코트리엔(leukotriene) 등의 에이코사노이드를 합성한다. 오메가-6 지방산으로부터 생성된 에이코사노이드는 염증 유발 및 혈소판 응집 작용을 하는 반면 오메가-3 지방산으로부터 생성된 에이코사노이드는 혈액응고와 염증을 감소시키는 역할을 한다.

콜레스테롤은 세포의 기능에 필수적인 역할을 한다. 콜레스테롤은 세포막의 주요 구성성분으로 세포막의 콜레스테롤 함량은 세포막의 유연성(flexibility)과 세포내이입과 같은 세포막이 관여하는 체내 작용에 영향을 미친다. 콜레스테롤은 비타민 D, 스테로이드 호르몬과 담즙산의 생성에 필요한 전구체이다 [10].

2 건강 유지 및 증진을 위한 섭취기준

2-1. 건강을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

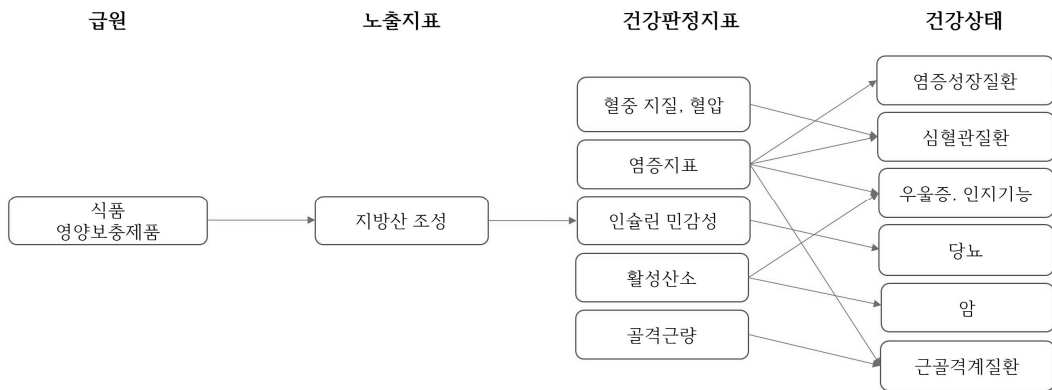


그림 2 | 오메가-3 지방산 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

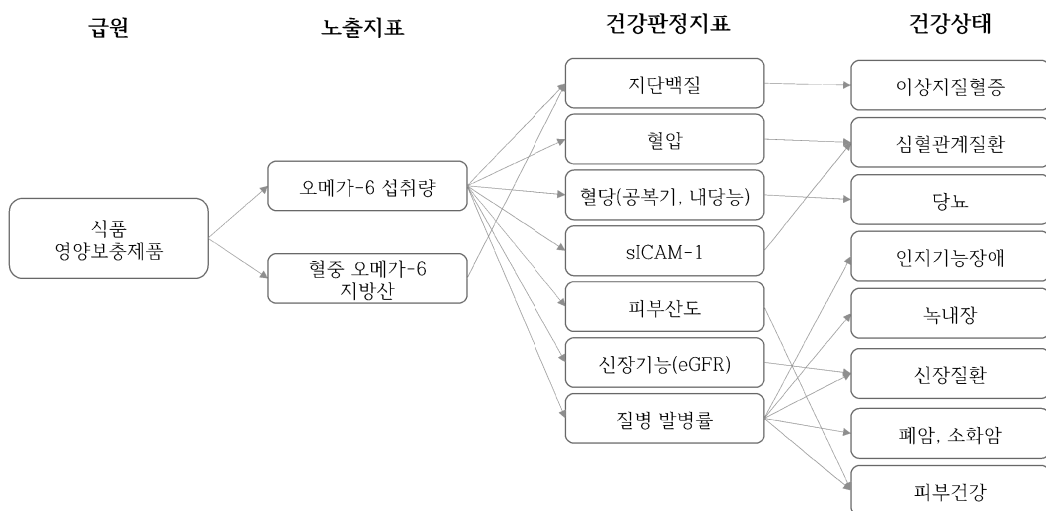


그림 3 | 오메가-6 지방산 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

지방은 탄수화물이나 단백질에 비해 두배 이상의 에너지를 공급하기 때문에 과다 섭취는 비만의 위험을 높일 수 있고 비만과 관련된 만성대사성질환의 위험을 높일 수도 있다. 그러나 지방 섭취 제한 시 상대적으로 탄수화물 섭취가 증가할 수 있고, 탄수화물(전분 및 당류) 섭취 증가는 혈중 중성지방과 콜레스테롤 수치를 증가시킬 수 있다 [11]. 심혈관질환의 주요 위험요인인 혈중 콜레스테롤 수준과의 연관성에 대해서는 지방 섭취량보다 지방산의 종류에 따른 영향이 잘 알려져 있다. 식품이나 영양보충제품으로부터 섭취된 지방산은 체내 세포막, 혈액 및 혈구 세포, 모유 등에 분포되므로 이들 조직의 지방산 조성을 측정하면 체내 지방산의 노출 정도를 확인할 수 있다(그림 2 & 3). 지방의 섭취기준 설정시 에너지 급원이 되는 다른 다량 영양소와의 섭취균형을 고려할 필요가 있으며, 성별, 연령별 평균필요량과 이에 따른 권장섭취량을 산정하기 위한 결핍의 위험도, 만성대사성질환의 예방을 위한 적정 섭취기준, 안전한 섭취를 위한 상한섭취량을 결정할 과학적인 근거가 필요하다.

오메가-3 지방산, 특히 EPA와 DHA의 섭취는 심혈관질환 예방에 도움이 된다는 것을 보고한 다수의 역학 및 임상 연구가 있으며, 메타분석에서도 일관되게 심근경색, 심부전, 죽상경화증, 이상지질혈증, 고혈압, 부정맥 등 심혈관질환 예방 효과가 보고되었다 [12-16]. 심혈관질환자나 고위험군을 대상으로 한 대규모 임상연구에서 EPA와 DHA가 심혈관질환으로 인한 사망률을 낮출 수 있다고 하였다 [17]. EPA와 DHA는 염증, 혈압, 부정맥, 혈소판 응집, 혈관확장, 동맥경화, 혈관 내피 세포 기능, 혈중 중성지방과 콜레스테롤 농도 등에 영향을 줄 수 있음이 보고되었다(그림 2) [16]. 미국의 Agency for the Healthcare Research and Quality(AHRQ) 보고서에 의하면 EPA+DHA의 섭취량이 0.27-4.8 g/일인 경우 심혈관질환의 위험이 낮았으나, 알파-리놀렌산의 섭취량이 1.8-6.3 g/일, EPA 섭취량이 2.54-2.7 g/일인 경우는 심혈관질환에 의한 사망률을 억제하는데 효과가 없었다 [18]. EPA와 DHA의 심혈관질환 예방 효과에 관한 다수의 연구 결과들은 어패류 섭취를 통한 것이며, 어유 보충에 따른 효과는 주로 심혈관질환과 관련된다 [19, 20]. 이에 따라 미국의 심장병협회(American Heart Association, AHA)에서는 심혈관질환의 예방을 위한 EPA와 DHA의 섭취 수준으로 일주일에 1-2회 정도 어패류 섭취를 제안하고 있고 [21], 이는 EPA+DHA로 환산하면 250 mg/일에 해당한다 [22, 23]. 또한 메타분석 결과를 기본으로 EPA+DHA 섭취량을 심혈관질환자가 아닌 경우 500 mg/일, 심혈관질환자는 800-1,000 mg/일로 제안하기도 했고 [16], 유럽의 오메가-3 지방산 섭취기준에서는 심혈관질환의 예방을 위해 250-500 mg/일의 EPA+DHA 섭취 수준을 제안하였다 [24].

오메가-3 지방산과 뇌 건강 및 인지기능에 관한 임상연구의 메타분석에서 EPA와 DHA 섭취가 우울증 개선에 도움이 됨을 보고하였으며 [25], 우울증 치료지침에서 증상 개선을 위해 EPA 1-2 g/일 또는 EPA:DHA 비율을 2:1로 권장하고 있다 [26]. 또한 EPA+DHA 섭취가 인지기능 개선에 도움 됨을 보고하였다 [27, 28]. 또한 오메가-3 지방산 섭취가 인슐린 민감성에 영향을 주어 당뇨병의 위험을 높인다는 연구가 있으나 오메가-3 지방산의 종류에 따라 불일치한 결과를 보였고 상관관계가 보고되지 않은 연구도 있었다 [29-32]. 그 밖에 임상연구 및 역학 연구에서 EPA+DHA섭취가 근골격계질환 [33-35], 염증성장질환 [36-38] 위험을 낮춘다는 연구가 있다.

다수의 무작위대조군연구(randomized clinical trial, RCT)에서 오메가-6 지방산 섭취는 혈중 콜레스테롤과 관련 지단백질(VLDL, IDL, LDL) 감소와 고밀도 지단백질(HDL) 증가에 기여하여 이상지질혈증 예방

에 긍정적인 효과가 보고되었다(그림 3) [39-42]. 폐경기 여성을 대상으로 오메가-6 지방산 비율을 증가시킨 식단을 제공한 무작위대조군연구 결과, 오메가-6 지방산 섭취는 포화지방산을 주로 섭취하는 군에 비해 심혈관계질환 위험인자인 혈중 sICAM-1이 감소하였다 [43]. 정상인과 고혈압 환자를 비교한 일본의 단면연구(cross sectional study)에서 고혈압 환자는 정상인에 비해 오메가-6 지방산을 적게 섭취하였다 [44]. 미국인을 대상으로 12년간 추적한 코호트 연구에서 오메가-6 지방산을 에너지의 4-5% 섭취 시 공복기혈당과 내당능장애 발생 위험이 낮았다고 보고되었다 [45]. 이 밖에도 여러 단면연구와 코호트연구를 통해 인지 기능장애, 녹내장, 신장질환, 폐암과 소화암, 피부 건강에 대한 오메가-6 지방산의 긍정 효과가 입증되었다 [38, 46-52].

2-2. 결핍 예방을 위한 섭취기준 및 한국인 섭취실태

결핍증을 나타내지 않는 최소 필요량 설정을 위한 한국인 대상의 지방산 섭취 연구는 없었다. 따라서 필수지방산인 알파-리놀렌산과 리놀레산의 2020 영양섭취기준은 국내 및 국외 문헌과 영양섭취기준을 참고하여 국민건강영양조사 자료를 분석한 평균섭취량으로 충분섭취량을 산출하고자 하였다. 또한 건강에 영향을 주는 오메가-3 지방산이 EPA와 DHA의 형태이나, 알파-리놀렌산에서 EPA와 DHA로의 전환률이 낮기 때문에 [53] 국민건강영양조사 자료를 분석하여 EPA와 DHA의 평균섭취량으로 충분섭취량을 설정하고자 하였다.

식사로부터 섭취하는 오메가-3 지방산과 오메가-6 지방산은 대부분 알파-리놀렌산과 리놀레산의 형태이다. 2013년부터 2017년까지 조사된 국민건강영양조사 분석 결과, 리놀레산과 알파-리놀렌산의 섭취비율이 9.5:1로 나타났다(표 1). 이는 2015년 국내 영양섭취기준인 오메가-6 지방산:오메가-3 지방산 비율 4-10:1과 2010년 발표된 미국의 섭취기준 5-10:0.6-12 와 비교했을 때 높은 수준이다 [54]. 국내의 섭취 수준을 국제 섭취기준과 비교했을 때 지방산의 섭취는 결핍이 우려되지 않는 수준이다.

표 1 | 2013-2017년도 국민건강영양조사의 지질 평균섭취량

성별	연령(세)	지방	리놀레산		알파-리놀렌산		EPA+DHA	
		%에너지	g	%에너지	g	%에너지	mg	%에너지
유아	1-2	23	4.5	3.6	0.6	0.4	108.6	0.08
	3-5	23	7.0	4.1	0.9	0.5	138.4	0.09
남자	6-8	23	8.6	4.2	1.1	0.5	197.6	0.11
	9-11	24	9.4	4.1	1.3	0.5	219.5	0.10
	12-14	25	12.1	4.3	1.5	0.5	227.8	0.09
	15-18	25	13.8	4.6	1.7	0.6	231.7	0.09
	19-29	25	12.7	4.7	1.6	0.6	210.0	0.08
	30-49	24	11.4	4.1	1.4	0.5	400.5	0.15
	50-64	19	9.2	3.5	1.4	0.6	503.2	0.20

성별	연령(세)	지방	리놀레산		알파-리놀렌산		EPA+DHA	
		%에너지	g	%에너지	g	%에너지	mg	%에너지
	65-74	17	6.8	2.9	1.2	0.5	309.9	0.14
	75 이상	15	5.2	2.5	0.9	0.4	275.2	0.13
여자	6-8	25	6.8	3.9	0.8	0.5	197.7	0.12
	9-11	25	8.6	4.1	1.1	0.5	150.2	0.07
	12-14	26	8.8	4.2	1.2	0.6	211.1	0.10
	15-18	26	9.5	4.5	1.1	0.5	104.0	0.05
	19-29	23	9.6	4.7	1.2	0.6	154.6	0.08
	30-49	23	8.4	4.2	1.2	0.6	258.8	0.13
	50-64	20	6.8	3.6	1.2	0.6	240.1	0.13
	65-74	17	4.5	2.6	1.0	0.5	153.7	0.09
	75 이상	13	2.8	1.9	0.4	0.3	137.3	0.09

(1) 영아기(1세 미만)

표 2 | 영아기 지질 충분섭취량 설정 요약

연령(개월)	지방(g)	리놀레산(g)	알파-리놀렌산(g)	DHA(mg)
영아 전기 (0-5)	25 (0.78 L/일×32 g/L = 24.96 g/일≒25 g/일)	5.0 (0.78 L/일×6.8 g/L = 5.3 g/일≒5 g/일)	0.6 (0.78 L/일×0.77 g/L = 0.60 g/일≒0.6 g/일)	200 (0.78 L/일×298.71 mg/L = 232.99 mg/일≒200 mg/일)
영아 후기 (6-11)	25 (0.6 L/일×32 g/L+ 5.6 g/일 = 24.8 g/일≒5 g/일)	7.0 [5.0 g/일×(8.4/5.5) ^{0.75} = 7.28 g/일≒7.0 g/일]	0.8 [0.6 g/일×(8.4/5.5) ^{0.75} = 0.82 g/일≒0.8 g/일]	300 [200 mg/일×(8.4/5.5) ^{0.75} = 274.77 mg/일≒300 mg/일]

영아의 총지방 섭취량은 모유 섭취량 및 모유와 이유식에 함유된 지방량을 근거로 하여 충분섭취량으로 설정하며, 모유의 지방량에 대한 추가 논문이 없어 2015의 충분섭취량을 유지하였다(표 2). 영아 전기의 경우 지방의 충분섭취량은 생후 1-5개월까지 모유의 지방 농도(32 g/L)와 평균 모유 섭취량인 0.78 L/일을 적용하여 25 g/일(32 g/L×0.78 L/일)로 정하였다 [55-60]. 모유와 이유보충식을 섭취하는 6-11개월 영아의 지방섭취량은 모유의 지방 농도(32 g/L)와 평균 모유 섭취량인 0.6 L/일을 적용하고 이유보충식으로부터 섭취하는 지방 섭취량 5.6 g/일을 적용하여 25 g/일(32 g/L×0.6 L/일+5.6 g/일)로 설정하였다 [59, 61].

국내 연구를 기본으로 모유의 리놀레산 함량을 각 0.661 g/100 g으로 보고, 비중 1.03을 고려해 부피 단위로 환산한 후 영아 전기 평균 모유 섭취량을 적용하여 5.3 g/일이 산출되었다 [62]. 국내 2013-2017년 국민건강영양조사 자료에서 0-6개월 영아(모유 섭취 기준)와 12-24개월 유아의 리놀레산 섭취량은 각각 약 4.0 g/일, 3.9 g/일로 유사하였다 [63]. 국외 영아의 리놀레산 충분섭취량을 조사한 결과, 미국의 경우 0-6개월 남녀 4.4 g/일, 7-12개월 남녀 4.6 g/일로 설정되었으며, 일본의 경우 1세 미만 영아는 모두 4.0 g/일로 설정되어 있었다 [54, 64]. 이를 참고하고 모유 분석 결과를 근거로 하여 영아 전기의 리놀레산 충분섭

취량을 5 g/일, 영아 후기의 경우에는 이유식 섭취량에 대한 근거가 없어 영아 전기의 충분섭취량에 대사체중을 기초한 외삽방법을 사용하여 설정하였다(표 2).

모유 내 알파-리놀렌산과 DHA 함량을 각 75 mg/100 g과 29 mg/100 g으로 보고 비중 1.03을 고려해 부피 단위로 환산한 후 영아 전기 평균 모유 섭취량을 적용하여 산출하였다 [62]. 그 결과 알파-리놀렌산 602.55 mg/일, DHA 232.99 mg/일이 산출되었다. 2013-2017년 국민건강영양조사 결과 알파-리놀렌산은 0-6개월과 12-24개월 유아에서 각각 424 mg/일과 530 mg/일로 500 mg/일과 유사한 수준이었고 [63], 국외 기준을 참고하였을 때 0-11개월 영아에 모두 동일하게 500 mg/일을 기준으로 정하고 있었다. 이를 참고하여 영아 전기는 모유 분석 결과를 근거로 하여 600 mg/일로 설정하고 영아 후기는 이유식 섭취량에 대한 근거가 없어 영아 전기의 충분섭취량에 대사체중을 기초한 외삽방법을 사용하여 800 mg/일로 설정하였다(표 2). DHA는 영유아의 두뇌 및 시·신경발달에 필수적인 성분으로 국내에는 아직 기준이 없으나, FAO/WHO에서는 10-12 mg/kg, 유럽에서는 100 mg/일을 권장하고 있다 [7, 24]. 국내에서는 0-5개월에서는 모유의 DHA 함유량으로 계산하여 200 mg/일을 설정하였고 영아 후기의 이유식 섭취량에 대한 근거가 없어서 알파-리놀렌산과 같이 영아 전기의 충분섭취량에 대사체중을 기초한 외삽방법을 사용하여 300 mg/일로 설정하였다 [63].

(2) 성장기(1-18세)

표 3 | 성장기 지질 충분섭취량 설정 요약

연령(세)	지방(에너지적정비율, %)	리놀렌산(g)	알파-리놀렌산(g)	EPA+DHA(mg)
1-2	20-35	4.5	0.6	
3-5	15-30	7.0	0.9	
남자	6-8	15-30	9.0	200
	9-11	15-30	9.5	220
	12-14	15-30	12.0	230
	15-18	15-30	14.0	230
여자	6-8	15-30	7.0	200
	9-11	15-30	9.0	150
	12-14	15-30	9.0	210
	15-18	15-30	10.0	100

성장기의 지방 섭취기준을 설정할 추가적인 과학적 근거가 없어 2015년 섭취기준을 유지하였다. 모유의 지방 에너지 섭취비율이 40-50%인 것을 감안하여 1-2세의 지방 에너지 섭취비율도 2015년 섭취기준인 20-35%를 유지하였다. 2013-2017년 국민건강영양조사 결과, 성장기의 평균 지방 에너지 섭취비율은 23-27% 범위였다(그림 4).

2014년부터 발간된 논문 중 국내 아동을 대상으로 한 연구는 총 두 건으로 2013년부터 2016년 국민건강영양조사 자료를 이용하였다 [65, 66]. 오메가-3 지방산과 오메가-6 지방산 섭취와 1-5세 아동에서는 알

레르기성 비염과 [65], 9-12세 아동에서 아토피 피부염과 관련성을 [43] 분석하였으나 섭취량 산정 근거로 이용하기에 부적합하였다. 따라서 성장기인 1-18세 유아, 아동, 청소년의 충분섭취량은 2013년부터 2017년까지 국민건강영양조사의 리놀렌산, 알파-리놀렌산, EPA+EHA 평균섭취량을 토대로 설정하였다(표 3).

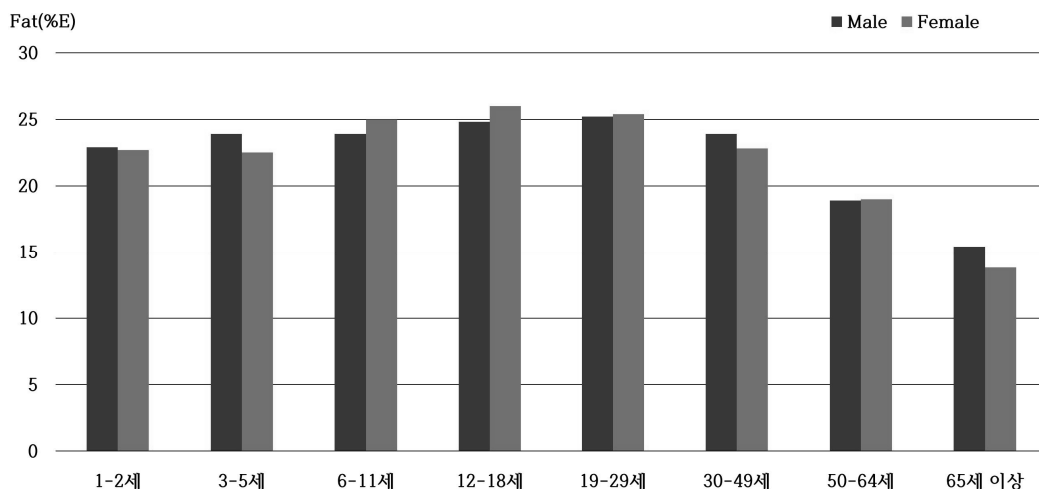


그림 4 | 2013-2017년도 국민건강영양조사의 연령별 지방의 에너지 섭취비율

(3) 성인기(19-64세)

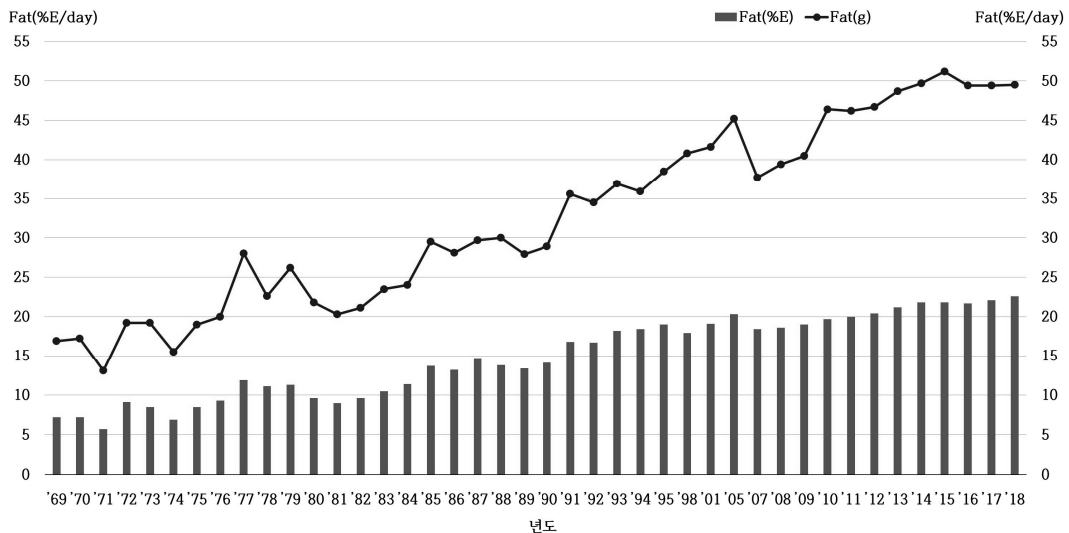
표 4 | 성인기 지질 충분섭취량 설정 요약

성별	연령(세)	지방(에너지적정비율, %)	리놀렌산(g)	알파-리놀렌산(g)	EPA+DHA(mg)
남자	19-29	15-30	13.0	1.6	210
	30-49	15-30	11.5	1.4	400
	50-64	15-30	9.0	1.4	500
여자	19-29	15-30	10.0	1.2	150
	30-49	15-30	8.5	1.2	260
	50-64	15-30	7.0	1.2	240

지방 섭취를 조절한 30개의 임상연구를 메타분석한(n=1,213) 결과에서 중등도의 지방 섭취(총 에너지의 32.5-50% 지방)와 저지방 섭취(총 에너지의 18.5-30% 지방)를 비교하면 혈중 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤은 차이가 없었고, 중등도의 지방 섭취가 오히려 혈중 중성지방을 감소시키고 HDL을 증가시켰다고 보고하였다 [67-69]. 미국(ACC/AHA)과 유럽(ESC/EAS)의 심장관련 학회에서는 지방의 섭취를 25-35%로, 유럽식품안전위원회에서는 20-35%, WHO에서는 15-35%로 제안하였다 [22-24, 68]. 2015년 영양소 섭취기준에서 성인의 총 지방 에너지적정비율을 15-30%로 설정하였으며, 추가적인 과학적 근거가 없어 2015년 기준을 유지하였다(표 4). 지방의 에너지 섭취비율은 1969년 이래 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며(그림 5), 지방 에너지 섭취비율의 연령별 평균은 19-25% 범위였다(그림 4).

2013-2017년도 국민건강영양조사 결과 우리나라 성인의 알파-리놀렌산과 EPA+DHA의 평균섭취량은 각각 1.2-1.6 g/일, 155-503 mg/일이었다(표 1). 일본의 2020 오메가-3 지방산 섭취기준은 일본의 국민건강영양조사 결과에서 산출된 오메가-3 지방산 섭취량의 중앙값으로 기준량을 설정하였다 [64]. 미국은 알파-리놀렌산과 오메가-3 지방산의 성인 섭취기준을 각각 1.1-1.6 g/일과 에너지의 0.6-1.2%로 설정하였고 [54], 유럽은 알파-리놀렌산과 EPA+DHA 성인섭취기준을 각각 0.5%에너지와 250 mg/일로 설정하였다 [24].

2015년 한국인의 영양섭취기준에서 오메가-6:오메가-3 지방산의 섭취비율을 4-10:1로 제안하였는데 2020년 한국인 영양섭취기준에서도 리놀레산:알파-리놀렌산의 충분섭취량이 이 범위에 속하였다. 또한 2013-2017년도 국민건강영양조사 결과 리놀레산:알파-리놀렌산의 섭취비율이 5-10:1에 해당되었다. 따라서 알파-리놀렌산, EPA+DHA의 충분섭취량은 2013-2017년도 국민건강영양조사에서 성인의 평균섭취량으로 산정하였다(표 4).



【그림 5】 한국인의 1일 지질 섭취량과 에너지 섭취비율의 변화추이

우리나라의 30세 이상 성인을 대상으로 오메가-6 지방산 섭취와 질병과 연관성을 밝힌 두 건의 연구에서 오메가-6 지방산을 1.7-4.8%에너지로 섭취한 성인의 경우, 신장 기능과 혈중 LDL, 피부건강이 개선되었다 [49, 51]. 그러나 30-65세 성인을 대상으로 리놀레산을 식사 외에 5.4 g/일 추가하였을 때 산화 LDL(ox-LDL)과 지단백연관인지질분해효소(lipoprotein-associated phospholipase A₂, Lp-PLA₂)를 증가시켜 심혈관계질환 위험이 증가하는 것으로 나타났으며 오메가-6 지방산:오메가-3 지방산의 비율이 10.7:1로 증가하였다 [70]. 2013-2017년도 국민건강영양조사 결과 리놀레산:알파-리놀렌산의 섭취비율이 9.5:1이었으나 섭취량이 부족하거나 과잉으로 인한 문제가 보고되지 않았으므로 2013-2017년도 국민건강영양조사에서 성인의 평균 리놀레산 평균섭취량으로 충분섭취량을 산정하였다(표 4).

(4) 노인기(65세 이상)

표 5 노인기 지질 충분섭취량 설정 요약

성별	연령(세)	지방(에너지적정비율, %)	리놀렌산(g)	알파-리놀렌산(g)	EPA+DHA(mg)
남자	65-74	15-30	7.0	1.2	310
	75 이상	15-30	5.0	0.9	280
여자	65-74	15-30	4.5	1.0	150
	75 이상	15-30	3.0	0.4	140

노인기의 지방 섭취기준을 설정할 추가적인 과학적 근거가 없어 2015년 충분섭취량을 유지하였다(표 5). 국민건강영양조사 결과 65-74세는 남녀 모두 19% 지방을 섭취하고 있었으며, 75세 이상은 남녀 각각 15%, 14% 지방을 섭취하고 있어 지방 에너지 섭취비율이 낮았다(그림 5).

성인기의 오메가-3 지방산 섭취기준은 2013-2017년도 국민건강영양조사 결과에서 나타난 알파-리놀렌산, EPA+DHA 평균섭취량으로 충분섭취량을 설정하였다(표 5). 2013-2017년도 국민건강영양조사 결과 우리나라 노인의 알파-리놀렌산과 EPA+DHA의 평균섭취량은 각각 0.4-1.2 g/일, 137-309 mg/일이었다(표 1). 일본은 오메가-3 지방산 섭취기준을 65-74세 남성 2.62 g/일, 여성 2.31 g/일, 75세 이상 남성 2.47 g/일, 여성 2.11 g/일로 설정하였다 [64]. 미국은 알파-리놀렌산과 오메가-3 지방산의 노인 섭취기준을 각각 1.1-1.6 g/일과 0.6-1.2%에너지로 성인기와 동일하게 설정하였다 [54]. 유럽도 알파-리놀렌산과 EPA+DHA 노인 섭취기준을 각각 0.5%에너지와 250 mg/일로 성인과 동일하게 설정하였다 [24].

국내 50세부터 90세 노인을 대상으로 오메가-6 지방산 중 다이호모감마리놀렌산(dihomo- γ -linolenic acid) 섭취량과 인지기능의 연관성을 분석한 연구가 보고되었다 [46]. 연구 결과, 경도인지장애를 가진 사람의 경우 다이호모감마리놀렌산 섭취량이 낮은 것으로 나타났다. 그러나 이 연구를 통해 오메가-6 지방산이나 리놀렌산 섭취량을 산정할 수 없어 근거로 활용하지 못하였다. 국민건강영양조사 결과, 65세 이상 노인의 리놀렌산 섭취량은 미국이나 일본의 경우보다 낮았다 [1, 64]. 그러나 2013-2017년도 리놀렌산 섭취량이 부족하거나 과잉으로 인한 문제가 보고되지 않았으므로 2013년부터 2017년까지 국민건강영양조사에서 노인의 리놀렌산 평균섭취량으로 충분섭취량을 설정하였다(표 5).

(5) 임신기와 수유기

일본과 미국은 임신부와 수유부의 오메가-3 지방산 섭취량이 비임신·비수유 여성보다 높게 나타나 임신부와 수유부의 섭취기준을 오메가-3 지방산 1.8 g/일과 알파-리놀렌산 1.3 g/일로 설정하였다 [54, 64]. 임신부의 DHA 섭취가 미숙아 출생 위험을 낮추고 [71], DHA는 영유아의 시력 및 인지기능의 정상적인 발달에 필수적인 성분이므로 유럽은 임신과 수유 중 태아에 DHA 축적과 DHA 산화로 인한 손실량을 고려하여 DHA 100-200 mg/일을 추가하고 있다 [24]. 그러나 임신부와 수유부는 총지방 에너지적정비율의 변화가 없더라도 임신으로 인해 추가되는 에너지에 비례적으로 지방이 부가되기 때문에 임신부와 수유부가 같은 연령대의 비임신·비수유 여성과 비교하여 더 많은 양의 지방산을 섭취하고 있다. 국민건강영양조사

결과에서 한국인의 리놀렌산, 알파-리놀렌산, EPA+DHA의 섭취량은 결핍증상이 나타나지 않는 양이며, 한국인의 모유 지방산 분포에서도 문제가 있다는 근거가 없다. 따라서 비임신·비수유 여성과 동일한 지방과 지방산의 섭취기준을 유지하였다.

대사적 및 구조적으로 필요한 콜레스테롤은 체내에서 합성되기 때문에 섭취기준을 설정하기 위한 평균 필요량의 설정은 요구되지 않는다. 따라서 콜레스테롤은 결핍 예방을 위한 섭취기준이 별도로 필요하지 않다.

2-3. 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준

(1) 포화지방산

포화지방산은 체내 합성이 가능한 비필수지방산으로 적정섭취량을 설정할 근거가 부족하여 섭취기준을 산정하지 않았다. 그러나 포화지방산의 과잉섭취는 혈중 LDL-콜레스테롤 수치를 높일 수 있으며 [72], 동일한 수준의 지방을 섭취하더라도 포화지방산을 불포화지방산으로 대체하여 섭취할 경우 혈중 LDL-콜레스테롤 수준을 낮춘다고 알려져 있다 [73]. 미국의 심장병학회(American College of Cardiology, ACC)와 AHA에서도 포화지방산으로 섭취하는 에너지를 불포화지방산으로 대체하면 혈중 중성지방과 콜레스테롤을 감소시켜 심혈관계질환의 위험을 낮춘다고 하였다 [74]. 또한 ACC, 유럽의 심장병학회(European Society of Cardiology)와 유럽의 동맥경화학회(European Atherosclerosis Society, EAS)에서도 심장병 위험도를 고려하여 7%에너지 미만을 제시하였고, FAO/WHO(2010)에서는 10%에너지 미만을 제시하였다 [22, 23, 74]. 따라서 심혈관질환의 위험 감소를 위해 포화지방산을 7%에너지 미만으로 섭취하는 2015 한국인 영양소 섭취기준의 권고 수준을 유지하였다.

(2) 트랜스지방산

경화유에 포함된 트랜스지방산도 필수지방산이 아니며 건강에 이익이 없어 평균필요량과 권장섭취량을 산정하지 않았다. 그러나 트랜스지방산의 과잉섭취는 혈중 LDL-콜레스테롤 수치를 높이고, HDL-콜레스테롤 수치를 낮추어 심혈관계질환의 위험을 높일 수 있다 [66]. Nurses' Health Study에서 트랜스지방산의 섭취량에 따라 5분위로 나누었을 때 가장 높은 섭취군(2.8%에너지)은 가장 낮은 섭취군(1.3%에너지)에 비해 심혈관질환의 위험성이 1.33배 증가하였고 증가율은 농도 의존적이었다 [75]. ACC/AHA, ESC/EAS, WHO에서 트랜스 지방산의 섭취를 1%에너지 미만으로 권고하고 있다 [22, 23, 74]. 따라서 심혈관질환의 위험 감소를 위해 트랜스지방산을 1%에너지 미만으로 섭취하는 2015 한국인 영양소 섭취기준의 권고 수준을 유지하였다.

(3) 콜레스테롤

2010 한국인 영양섭취기준과 2015 한국인 영양소 섭취기준에서는 19세 이상에서 콜레스테롤의 목표섭취량을 300 mg/일 미만으로 정하고 1-2세와 3-18세에서는 섭취기준을 정하지 않았다. 한편, 미국의 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee는 콜레스테롤 섭취량은 혈중 콜레스테롤 수준과 관련성이 뚜렷하지 않으며, 콜레스테롤은 과다 섭취의 위험이 우려되는 영양소가 아니라고 하였다. 식사를 통한 콜레스테롤 섭취량이 혈중 콜레스테롤이나 심혈관질환의 위험도에 미치는 영향은 논란의 여지가 있어 개정이 검토되었으나, 몇 가지 이유로 인해 19세 이상 성인남녀에서 콜레스테롤의 섭취량을 300 mg/일 미만으로 권고하는 것으로 결론을 내리게 되었다. 첫째, 문헌 검토에 근거하였을 때, 다수의 교차설계 무작위대조 연구나 코호트 연구에서 달걀의 섭취량이나 식사를 통한 콜레스테롤 섭취량이 심혈관질환의 위험도를 증가시키지 않는다는 연구결과를 보여주었다. 그러나, 일부 연구결과에서는 콜레스테롤 섭취량이 높을 경우 혈중 총콜레스테롤 및 LDL 콜레스테롤의 수치가 높아진다고 보고하고 있으며 달걀 섭취량이나 콜레스테롤 섭취량이 높을 경우 심혈관질환 위험도의 증가 및 사망률 증가가 있는 것으로 보고되었다 [76-79]. 또한, 콜레스테롤 섭취량이 높을 경우 당뇨병 위험도가 높아진다는 결과 [80]와 활동성 결핵의 위험도가 높아진다는 결과 [81]도 보고되어 콜레스테롤 섭취량이 질환의 위험도에 미치는 영향을 간과할 수 없는 것으로 판단되었다. 둘째, 2013-2017년 국민건강통계 자료에 의하면 일부 성별 및 연령대에서는 300 mg/일 이상으로 과다 섭취할 위험을 배제할 수 없다는 것이다 (표 6). 여자에서는 평균섭취량 수준이 대체적으로 300 mg 이하였으나 10세에서 49세 사이 남자의 경우, 콜레스테롤 1일 평균섭취량이 300 mg 이상인 것을 고려하였을 때, 콜레스테롤 섭취량에 대한 권고를 유지하는 것이 필요하다고 판단되었다. 셋째, 2018년 한국지질동맥경화학회 이상지질혈증 지침의 콜레스테롤 섭취량 권장 수준, 비만유병률의 증가, 비만이 이상지질혈증에 미치는 영향, 한국인의 사망원인 중 심혈관질환으로 인한 사망률 등을 고려하였을 때, 콜레스테롤 섭취량에 대한 권고 수준을 조정하는 것은 시기상조라고 판단되었다. 넷째, 한국인을 대상으로 한 연구가 제한적이어서 현재의 권장수준을 개정할 만한 근거가 충분하지 않다고 판단되었다. 다만 목표섭취량으로 설정하지 않고 완화된 표현을 사용하여 300 mg/일 수준에서 권고하는 것으로 하였다.

표 6 | 식품을 통한 콜레스테롤 섭취량(2013-2017년 국민건강영양조사)

연령 (세)	인원 (명)	평균 (mg/일)	표준 오차	백분위수										목표 섭취량	목표섭취량 초과 섭취자 비율(%)
				2.5	5	10	25	50	75	90	95	97.5			
1-2	312	151.9	8.0	16.3	24.4	35.2	58.0	115.5	206.7	323.8	405.7	495.9	-	-	
3-5	534	214.9	17.1	25.2	45.4	58.6	90.4	160.7	264.5	389.6	484.5	586.1	-	-	
남자:															
6-8	250	271.5	16.6	38.2	51.8	62.7	116.2	214.0	336.7	485.3	680.9	1,012.2	-	-	
9-11	211	319.6	18.6	38.5	58.5	86.7	147.6	248.0	428.5	604.5	798.4	932.0	-	-	
12-14	219	349.0	18.4	25.8	49.8	66.2	143.9	285.4	510.7	721.6	853.4	937.8	-	-	
15-18	230	346.9	16.8	42.8	58.5	78.4	171.2	283.5	479.3	660.8	818.4	952.1	-	-	

연령 (세)	인원 (명)	평균 (mg/일)	표준 오차	백분위수									목표 섭취량	목표섭취량 초과 섭취자 비율(%)
				2.5	5	10	25	50	75	90	95	97.5		
19-29	446	341.0	14.9	29.9	51.0	79.1	143.3	258.7	465.7	715.5	901.2	1,064.9	300	41.6
30-49	1,311	334.4	9.5	22.8	43.9	78.3	141.3	258.3	449.7	665.1	817.4	1,024.7	300	42.9
50-64	817	263.4	14.2	8.9	16.8	29.7	86.3	193.0	344.6	557.4	681.8	854.2	300	29.3
65-74	334	175.7	13.1	3.0	6.8	15.3	46.2	117.4	230.9	415.5	624.9	786.8	300	15.1
75+	190	141.7	15.5	0.3	1.9	5.9	26.3	91.6	189.3	314.2	493.7	729.6	300	11.0
여자:														
6-8	260	219.6	11.5	36.7	44.1	55.3	98.4	173.4	298.7	427.3	539.2	652.5	-	-
9-11	219	270.4	17.0	28.2	56.9	75.7	124.5	214.6	332.5	497.8	662.8	739.8	-	-
12-14	190	279.6	20.3	38.7	59.0	69.5	118.1	217.5	370.8	499.2	643.3	761.9	-	-
15-18	204	269.9	15.1	15.2	26.9	50.2	117.2	226.1	356.9	550.7	731.8	800.5	-	-
19-29	475	284.3	12.5	21.4	40.8	63.5	113.7	226.8	380.4	606.3	748.8	875.5	300	37.6
30-49	1,818	231.2	5.3	14.2	22.5	39.5	81.3	183.1	319.9	495.0	605.0	718.7	300	28.0
50-64	848	188.4	8.3	3.3	10.5	19.2	49.0	117.6	272.1	422.3	529.0	619.1	300	21.2
65-74	197	107.5	10.5	0.0	0.0	1.9	18.8	48.5	129.1	258.4	425.1	605.7	300	8.8
75+	184	76.5	11.0	0.0	0.0	0.7	4.8	22.6	75.7	235.6	446.1	455.4	300	8.8
1세 이상	9,249	267.5	3.7	9.9	20.7	42.3	95.4	203.0	357.3	564.2	723.5	885.9	-	25.5

3 안전확보를 위한 섭취기준

3-1. 안전을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

리놀레산과 알파-리놀렌산은 $\Delta 6$ -desaturase와 경쟁적으로 결합하므로 리놀레산의 비율이 높을수록 알파-리놀렌산으로부터 DHA 합성이 억제되고 반대의 경우에는 알파-리놀렌산이 리놀레산으로부터 합성되는 아라키돈산이 억제된다. 따라서 리놀레산과 알파-리놀렌산의 섭취 비율이 중요하며 어느 한쪽을 과잉섭취하지 않도록 균형 있게 섭취하는 것이 필요하다 [8]. 항응고제(anticoagulant)인 와파린(warfarin) 처방을 받은 환자의 경우는 오메가-3 지방산을 과잉섭취하면 지혈(hemostasis) 지연 등이 나타날 수 있으므로 생선이나 오메가-3 지방산 보충제 섭취를 제한해야 한다(그림 6). 또한 어패류는 수은, 카드뮴, 납, 주석 등의 중금속, polychlorinated biphenyls(PCB), 다이옥신(dioxins) 등 유해물질이 함유될 수 있어 과잉섭취 시 중독을 야기할 우려가 있다 [82]. 오메가-3 지방산 섭취와 제2형 당뇨병 발병 간의 관련성은 연구 결과 간 일관성이 부족하여 결론을 내리기 어렵다 [29, 30, 32]. 에스키모는 오메가-3 지방산을 6.5 g/일을 섭취해도 부작용이 관찰되지 않았고, 미국/캐나다에서 오메가-3 지방산의 상한섭취량은 설정되어 있지 않다. 미국식품의약국(FDA)에서는 EPA, DPA, DHA 등의 오메가-3 지방산에 대하여 3.0 g/일을 GRAS 수준으로 설정하고 있다.

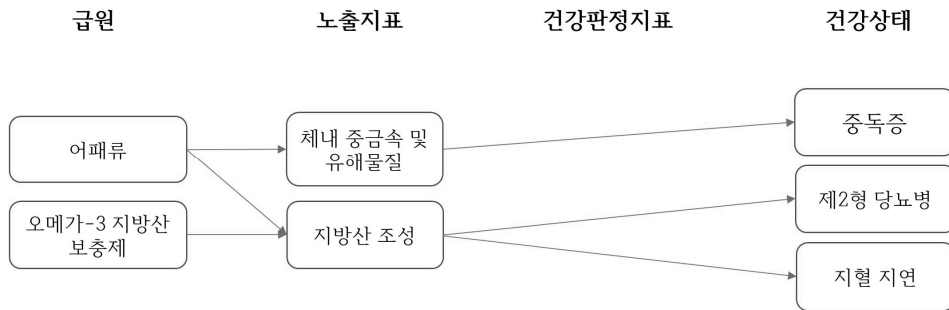


그림 6 | 오메가-3 지방산 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

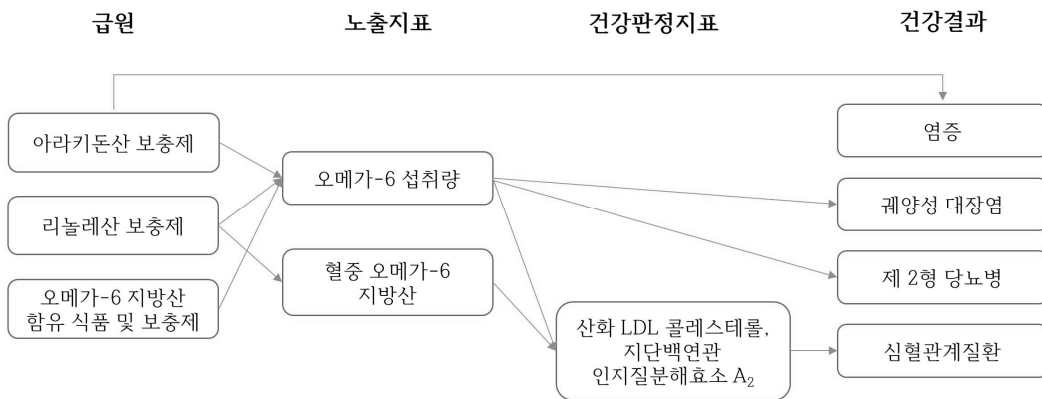


그림 7 | 오메가-6 지방산 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

국내/외 문헌 조사 결과, 오메가-6 지방산 식품이나 보충제 섭취 시 오심, 구토, 설사와 같은 부작용 발생으로 인한 중도 탈락은 보고되지 않았다. 그러나 연구 결과를 보았을 때, 오메가-6 지방산 섭취 시 염증 및 대사 질환에 부정적인 영향이 보고되었다(그림 7). 남성 운동선수를 대상으로 1.5 g/일 아라키돈산을 보충한 연구 결과, 대조군 대비 아라키돈산 보충군에서 급성 염증반응이 증가하였다 [73]. 영국의 대규모 코호트 연구에서 아라키돈산 섭취량과 궤양성 대장염의 상관관계를 분석한 결과, 아라키돈산 섭취량이 증가할수록 궤양성 대장염 발생 확률은 증가하였다 [83]. 프랑스 여성을 대상으로 한 코호트 연구는 하루 0.25 g 이상 아라키돈산을 섭취한 경우 제2형 당뇨병 발병 위험이 증가한다고 보고하였다 [29]. 한국인을 대상으로 5.4 g/일 리놀레산을 보충한 무작위대조군연구는 리놀레산 보충이 산화 LDL과 지단백연관인 지질분해효소 A₂(Lp-PLA₂)의 활성을 증가시켜 심혈관계질환 위험을 높일 수 있다고 보고하였다 [70]. 남성 축구선수를 대상으로 하루 2.5 g 오메가-6 지방산을 보충한 무작위대조군연구는 오메가-6 지방산에 의해 운동 후 혈중 TNF- α 가 상승한다고 보고하였다 [84]. 부정적인 효과가 보고된 연구의 경우 국외 연구가 대부분이며 특정 소규모 집단을 대상으로 하여 객관적인 섭취량을 산정하는 근거로 사용하기에 어렵다고 판단된다. 리놀레산의 경우 위 국내 연구 결과를 바탕으로 에너지 비율로 환산했을 때 6%에너지 이상인 경우 심혈관계질환 위험을 높일 수 있어 섭취 시 주의가 필요하다고 판단되나 섭취량을 산정할 만한 근거가 미비한 상황이다.

3-2. 안전 확보를 위한 섭취기준 및 한국인 섭취실태

지방은 단위 용량 당 에너지가 높으므로 과다섭취 시 비만을 유도하기 쉽고, 포화지방산, 트랜스지방산, 콜레스테롤의 섭취가 증가하면 이상지질혈증의 위험이 높아 관상동맥질환 등 만성질환의 발생을 증가시킬 수 있다. 포화지방산과 트랜스지방산은 섭취증가에 따라 혈중 LDL-콜레스테롤을 증가시켜 심혈관질환의 위험을 높이거나 섭취를 피할 수 없기 때문에 최대무해용량(no observed adverse effect level, NOAEL)을 설정할 수 없고, 최저유해용량(lowest observed adverse effect level, LOAEL)을 설정하더라도 급원식품의 섭취를 통해 기대되는 다른 긍정적인 건강효과 때문에 섭취를 금할 수는 없다.

국민건강영양조사 자료를 분석한 결과 트랜스지방산 섭취량은 평균 1% 미만으로 나타났으며, 포화지방산 섭취량의 경우 2007년 이후 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 상한섭취량을 설정할 근거가 부족하고 제 외국에서도 상한섭취량을 설정한 사례가 없어 상한섭취량 설정을 보류하였다 [85].

장기간 오메가-3 지방산 섭취가 안전성의 위험에 미치는 영향에 대한 과학적 자료가 불충분하며, 국민건강영양조사 결과 오메가-3 지방산 섭취량은 부작용을 일으킬 가능성이 있는 수준이 아니다. 이제까지 제 외국에서도 상한섭취량을 설정한 사례는 없었다. 우리나라에서 현재 건강기능성식품으로 오메가-3 지방산을 섭취하여 부작용 사례가 보고되고 있으나 이에 대한 충분한 자료가 확보되지 않아 오메가-3 지방산의 상한섭취량 설정은 보류하였다(표 7). 또한, 모든 국제 기준은 오메가-6 지방산에 대한 상한섭취량을 설정하지 않는 상황이며 식품이나 보충제를 통한 오메가-6 지방산 과잉섭취가 부작용이나 인체 독성을 나타낸다는 보고가 없어 상한섭취량을 설정하지 않았다.

표 7 한국인의 1일 지질 섭취기준

성별	연령	충분섭취량				
		지방 (g/일)	리놀렌산 (g/일)	알파-리놀렌산 (g/일)	EPA+DHA (mg/일)	DHA (mg/일)
영아	0-5(개월)	25	5.0	0.6		200
	6-11	25	7.0	0.8		300
유아	1-2(세)		4.5	0.6		
	3-5		7.0	0.9		
남자	6-8(세)		9.0	1.1	200	
	9-11		9.5	1.3	220	
	12-14		12.0	1.5	230	
	15-18		14.0	1.7	230	
	19-29		13.0	1.6	210	
	30-49		11.5	1.4	400	
	50-64		9.0	1.4	500	
	65-74		7.0	1.2	310	
	75 이상		5.0	0.9	280	
여자	6-8(세)		7.0	0.8	200	
	9-11		9.0	1.1	150	
	12-14		9.0	1.2	210	
	15-18		10.0	1.1	100	
	19-29		10.0	1.2	150	
	30-49		8.5	1.2	260	
	50-64		7.0	1.2	240	
	65-74		4.5	1.0	150	
	75 이상		3.0	0.4	140	
임신부			+0	+0	+0	
수유부			+0	+0	+0	

4

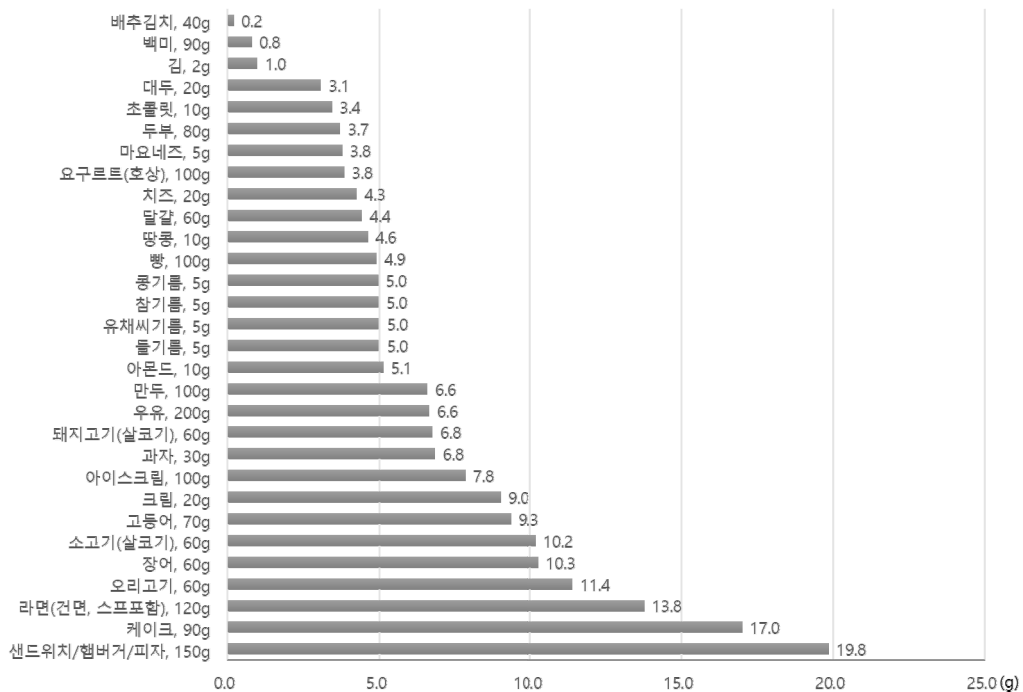
주요 급원식품

지방은 동물성 및 식물성 식품에서 다양하게 섭취 가능하다. 2017년 우리나라 사람들의 식품군별 지방 섭취분율을 분석한 보고에 따르면 지방은 육류 15.1%, 곡류 8.9%, 유제품 7% 분율로 섭취되고 있었다 [87]. 지방의 급원식품으로는 돼지고기, 소고기, 우유, 달걀, 고등어, 오리고기, 장어와 같은 동물성 식품이 있다. 식물성 식품으로는 콩기름, 참기름, 백미, 두부, 유채씨기름, 땅콩, 아몬드, 들기름 등이 대표적이다 (표 8). 우리나라 사람들의 1회 분량을 통해 섭취하는 지방 함량이 높은 식품은 샌드위치/햄버거/피자 등 패스트푸드, 케이크, 라면, 오리고기, 장어, 소고기 순으로 조사되었다(그림 8). 지방 고함량 식품에 대한 순위는 표 9와 같다.

【표 8】 지방 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	돼지고기(살코기)	11.3	16	요구르트(호상)	3.8
2	소고기(살코기)	17.0	17	김	49.2
3	콩기름	99.3	18	고등어	13.3
4	우유	3.3	19	초콜릿	34.4
5	달걀	7.4	20	크림	45.0
6	마요네즈	75.7	21	대두	15.4
7	과자	22.8	22	오리고기	19.0
8	라면(건면, 스프포함)	11.5	23	아이스크림	7.8
9	참기름	99.6	24	치즈	21.3
10	백미	0.9	25	배추김치	0.5
11	두부	4.6	26	땅콩	46.2
12	빵	4.9	27	아몬드	51.3
13	샌드위치/햄버거/피자	13.2	28	만두	6.6
14	케이크	18.9	29	장어	17.1
15	유채씨기름	99.9	30	들기름	99.9

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 지방 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 지방 주요 급원식품 상위 30위 산출

【그림 8】 지방 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 지방 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 지방 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [88])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출

| 표 9 | 지방 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	돼지기름	100.0	16	아마씨유	100.0
2	면실유	100.0	17	포도씨유	99.9
3	잇꽃씨기름	100.0	18	들기름	99.9
4	코코넛유	100.0	19	유채씨기름	99.9
5	팜유	100.0	20	쇠기름	99.8
6	혼합식물성유	100.0	21	닭기름	99.8
7	올리브유	100.0	22	고추기름	99.8
8	해바라기유	100.0	23	옥수수기름	99.7
9	쇼트닝	100.0	24	참기름	99.6
10	쌀겨기름	100.0	25	콩기름	99.3
11	연어기름	100.0	26	복숭아씨기름	98.9
12	아보카도유	100.0	27	버터	82.0
13	양기름	100.0	28	마카다미아넛, 볶은것	76.7
14	땅콩기름	100.0	29	마요네즈, 전란	75.7
15	호두유	100.0	30	피칸, 볶은것	74.3

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]

포화지방산은 주로 동물성 식품에서 다량 존재하나, 코코넛유나 팜유 등은 식물성 식품임에도 포화지방산의 함량이 높다. 표 10과 그림 9는 포화지방산의 주요 급원식품 및 포화지방산 함량(식품 100 g [87] 및 1회 분량 기준 [88])에 대한 상위 30개 식품 정보를 제시하고 있다. 우리나라 사람들의 1회 분량을 통해 섭취하는 포화지방산 함량이 높은 식품은 케이크, 샌드위치/햄버거/피자 등 패스트푸드, 라면, 아이스크림 순으로 조사되었다(그림 9). 포화지방산 고함량 식품에 대한 순위는 표 11과 같다.

표 10 포화지방산 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	돼지고기(살코기)	3.6	16	마요네즈	11.5
2	우유	2.2	17	참기름	14.7
3	소고기(살코기)	5.4	18	두부	0.7
4	라면(건면, 스프포함)	5.4	19	오리고기	6.2
5	달걀	2.6	20	버터	48.1
6	빵	2.9	21	고등어	3.0
7	과자	6.8	22	만두	2.4
8	콩기름	14.6	23	닭고기	0.4
9	케이크	11.4	24	햄/소시지/베이컨	1.3
10	요구르트(호상)	2.5	25	두유	1.2
11	샌드위치/햄버거/피자	4.5	26	아이스밀크	4.6
12	치즈	14.5	27	커피(믹스)	1.0
13	아이스크림	5.3	28	대두	2.4
14	커피프림	27.4	29	땅콩	8.5
15	초콜릿	17.7	30	핫도그	4.5

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 포화지방산 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 포화지방산 주요 급원식품 상위 30위 산출

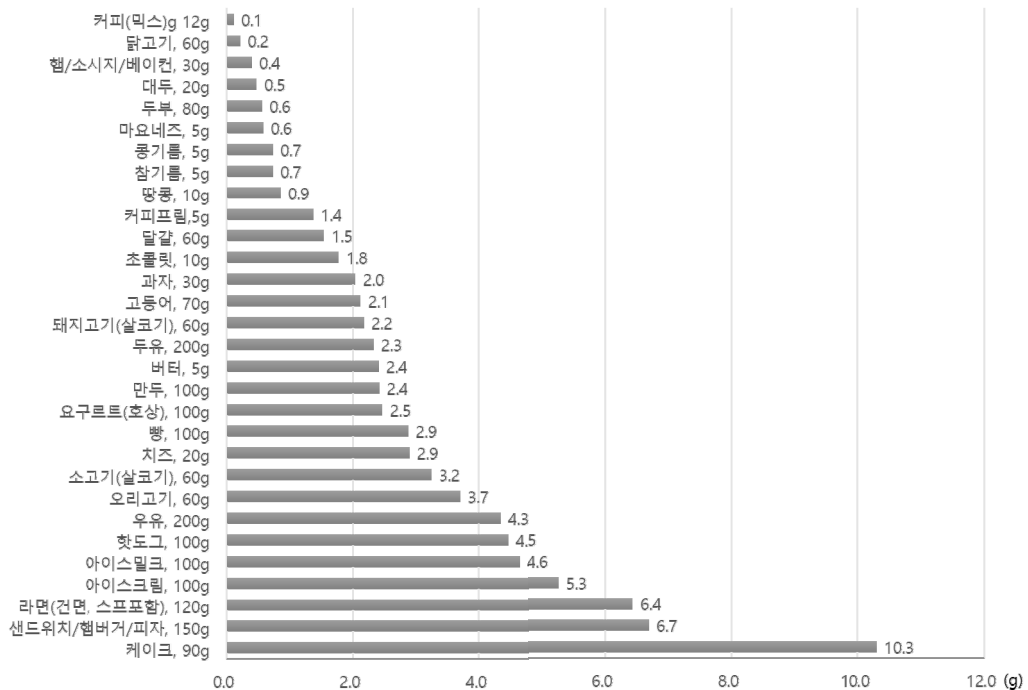


그림 9 포화지방산 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 포화지방산 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 포화지방산 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [88])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출

【 표 11 】 포화지방산 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	코코넛유	84.0	16	올리브유	15.7
2	마가린	51.7	17	고추기름	15.0
3	버터	48.1	18	참기름	14.7
4	양기름	47.3	19	콩기름	14.6
5	팜유	47.1	20	치즈	14.5
6	쇠기름	41.1	21	옥수수기름	13.3
7	돼지기름	39.3	22	마카다미아넛, 볶은것	12.5
8	닭기름	29.8	23	아보카도유	11.6
9	커피프림, 가루	27.4	24	마요네즈	11.5
10	면실유	21.1	25	케이크	11.4
11	연어기름	19.9	26	땅콩 버터	11.0
12	분유	18.0	27	혼합식물성유	11.0
13	초콜릿	17.7	28	해바라기유	10.6
14	땅콩기름	16.9	29	포도씨유	10.0
15	브라질너트, 볶은것	15.8	30	캐슈넛, 조미한 것	10.0

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]

오메가-3 지방산으로는 식물성 식품에 주로 함유된 알파-리놀렌산과 어류 및 패류에 함유된 EPA와 DHA가 있다. 한국인이 섭취하는 오메가-3 지방산의 주요 급원식품은 표 12와 표 14에 나타내었다. 1회 분량을 통해 섭취하는 알파-리놀렌산 함량이 높은 식품은 들기름, 아마씨, 들깨, 호두 순이었고(그림 10), EPA와 DHA 함량이 높은 식품은 고등어, 방어, 꽁치, 임연수어 순이었다(그림 11). 오메가-3 지방산 고함량 식품에 대한 순위는 표 13과 표 15와 같다.

리놀레산은 주로 식물성 식품에서 함유되어 있다. 한국인의 리놀레산 주요 급원식품은 표 16과 같으며, 1회 분량을 통해 섭취하는 리놀레산의 함량이 높은 식품은 샌드위치/햄버거/피자와 같은 패스트푸드, 호두, 포도씨유, 두유, 콩기름 순이었다(그림 12). 리놀레산 고함량 식품에 대한 순위는 표 17과 같다.

표 12 알파-리놀렌산 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	콩기름	6.6	16	두유	0.2
2	들기름	62.0	17	상추	0.2
3	마요네즈	5.8	18	시금치	0.2
4	들깨	23.8	19	과자	0.2
5	유채씨기름	11.3	20	어묵	0.2
6	두부	0.4	21	아마씨	24.0
7	호두	11.5	22	빵	0.05
8	김	3.8	23	참기름	0.5
9	대두	1.3	24	고춧가루	0.4
10	돼지고기(살코기)	0.1	25	케이크	0.2
11	배추김치	0.0	26	쌈장	0.3
12	샌드위치/햄버거/피자	0.4	27	라면(건면, 스프포함)	0.05
13	된장	0.6	28	들깨잎	0.2
14	콩나물	0.2	29	달걀	0.02
15	백미	0.01	30	고추장	0.1

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 알파-리놀렌산 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 알파-리놀렌산 주요 급원식품 상위 30위 산출

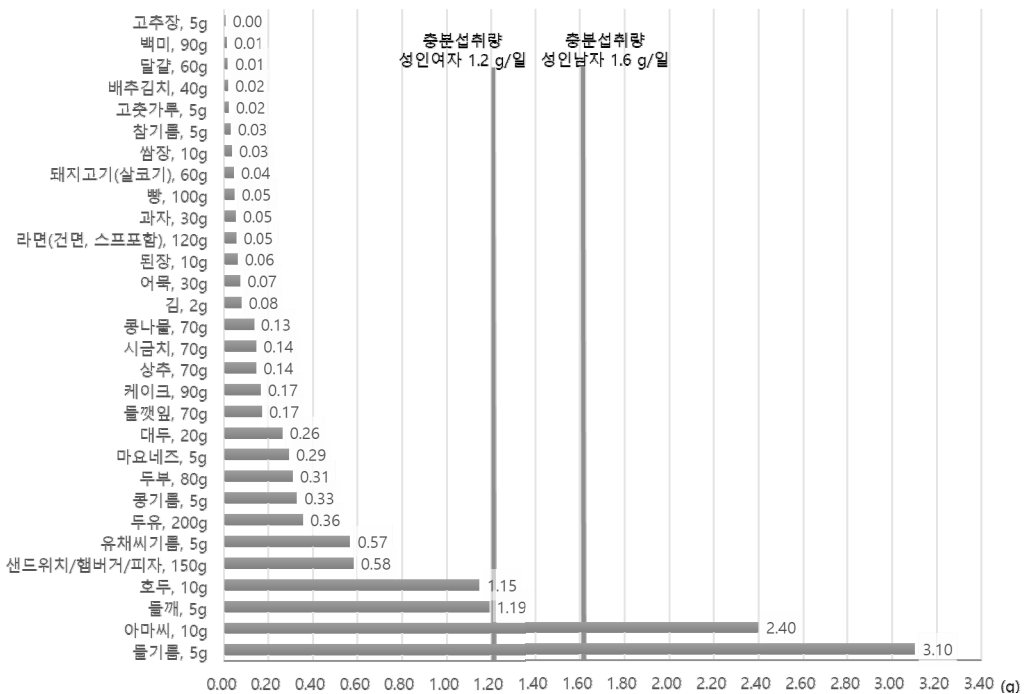


그림 10 알파-리놀렌산 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 알파-리놀렌산 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 알파-리놀렌산 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [88])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출, 19-29세 성인 충분섭취량 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교

【 표 13 】 알파-리놀렌산 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	들기름	62.0	16	샐러드 드레싱, 이탈리아	1.4
2	아마씨유	53.4	17	부지깡이(섬썩부쟁이), 삶아서 말린것	1.4
3	아마씨, 볶은것	24.0	18	콩(대두), 흑태, 말린것	1.3
4	들깨, 볶은것	23.8	19	녹차 잎, 말린것	1.2
5	치아씨, 말린것	17.8	20	옥수수기름	1.0
6	호두, 말린것	11.5	21	피스타치오넛, 볶은것	0.8
7	유채씨기름	11.3	22	올리브유	0.7
8	혼합식물성유	6.8	23	산초, 가루	0.7
9	고추기름	6.7	24	오레가노, 말린것	0.6
10	콩기름	6.6	25	해바라기유	0.6
11	마요네즈, 전란	5.8	26	된장, 재래	0.6
12	삼씨, 말린것	4.6	27	갈색 거저리, 유충, 말린것	0.6
13	김, 구운것	3.8	28	쥐눈이콩(검정소립콩), 말린것	1.5
14	겨자, 가루	2.9	29	자라고기, 생것	0.6
15	은어 부산물, 내장, 생것	1.5	30	참기름	0.5

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]

표 14 EPA+DHA 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (mg/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (mg/100 g)
1	고등어	2,713	16	연어	750
2	멸치	1,145	17	게	276
3	오징어	779	18	대구	409
4	달걀	71	19	낙지	244
5	콩치	1,760	20	과자	37
6	조기	851	21	바지락	212
7	김	1,220	22	새우	68
8	다랑어	1,397	23	임연수어	1,700
9	넙치(광어)	623	24	굴	149
10	어묵	187	25	취치포	620
11	방어	2,900	26	돼지 부산물(간)	30
12	돔	1,660	27	가리비	189
13	볼락	562	28	송어	988
14	건미역	858	29	문어	98
15	삼치	1,001	30	케이크	16

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 EPA와 DHA 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 EPA+DHA 주요 급원식품 상위 30위 산출

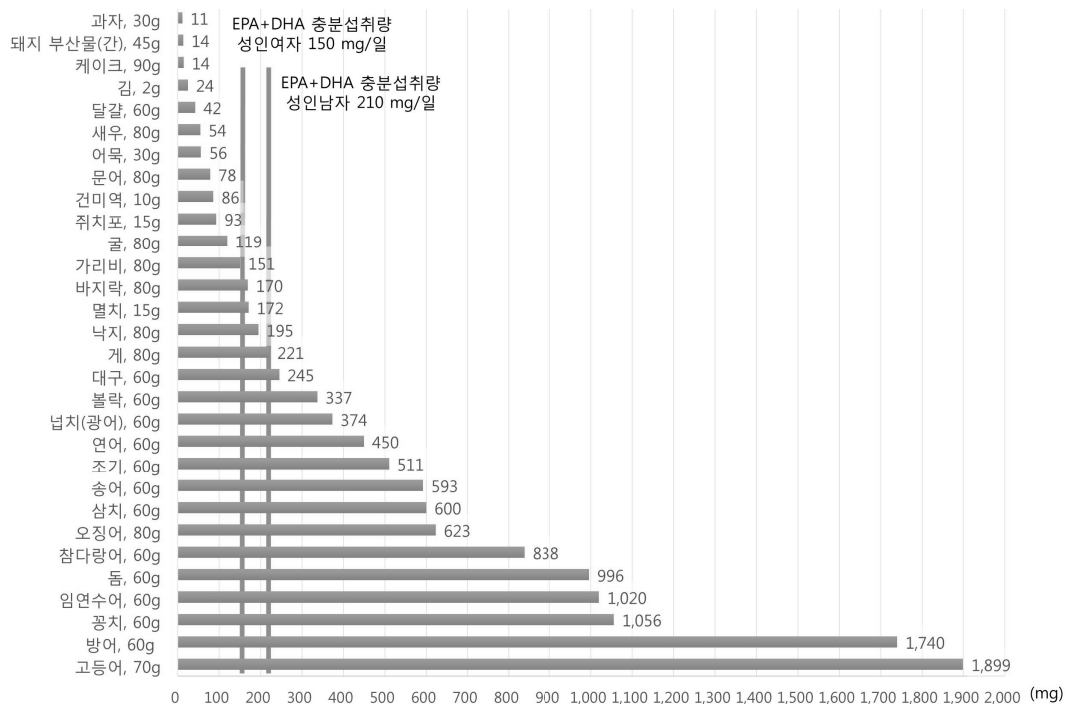


그림 11 EPA+DHA 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 EPA와 DHA 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 EPA+DHA 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [88])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출, 19~29세 성인 충분섭취량 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교

【 표 15 】 EPA+DHA 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

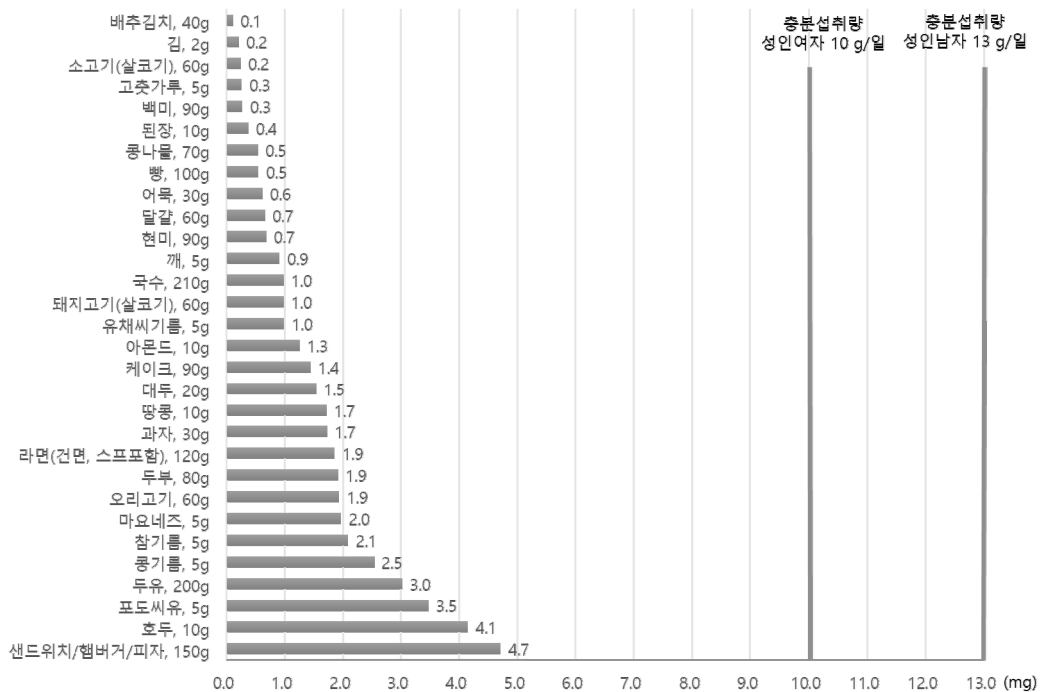
함량 순위	식품	함량 (mg/100 g)	함량 순위	식품	함량 (mg/100 g)
1	연어기름	31,255.0	16	조기(참조기), 생것	850.9
2	은어 부산물, 내장, 생것	3,600.0	17	오징어, 생것	779.0
3	방어, 구운것	2,900.0	18	잉어, 삶은것	770.0
4	고등어, 생것	2,713.0	19	연어, 생것	750.0
5	꽁치, 구운것	1,760.0	20	넙치(광어), 생것	622.6
6	돔, 구운것	1,660.0	21	쥐치포, 조미하여 말린것	619.5
7	자라고기, 생것	1,490.0	22	볼락, 생것	562.0
8	참다랑어, 생것	1,396.9	23	만새기, 생것	417.0
9	애꼬치, 생것	1,280.0	24	대구, 생것	408.8
10	전갱이, 구운것	1,250.0	25	청새치, 생것	371.0
11	김, 구운것	1,219.8	26	송어, 구운것	328.0
12	멸치, 삶아서 말린것	1,144.5	27	게, 생것	276.3
13	삼치, 생것	1,000.8	28	낙지, 생것	244.0
14	송어, 구운것	988.0	29	은어, 구운것	215.0
15	미역, 말린것	858.1	30	바지락, 생것	212.3

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]

【표 16】 리놀레산 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (g/100 g)
1	콩기름	50.7	16	땅콩	17.1
2	마요네즈	39.2	17	두유	1.5
3	돼지고기(살코기)	1.6	18	김	10.5
4	참기름	41.6	19	깨	18.1
5	두부	2.4	20	고춧가루	5.2
6	과자	5.7	21	어묵	2.1
7	백미	0.3	22	빵	0.5
8	달걀	1.1	23	소고기(살코기)	0.4
9	대두	7.7	24	아몬드	12.5
10	라면(건면, 스프포함)	1.5	25	국수	0.5
11	샌드위치/햄버거/피자	3.1	26	오리고기	3.2
12	배추김치	0.3	27	콩나물	0.8
13	호두	41.5	28	현미	0.8
14	된장	3.7	29	케이크	1.6
15	유채씨기름	19.8	30	포도씨유	69.5

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 리놀레산 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 리놀레산 주요 급원식품 상위 30위 산출

【그림 12】 리놀레산 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 리놀레산 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 리놀레산 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [88])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출, 19~29세 성인 중분섭취량 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교

【 표 17 】 리놀레산 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (g/100 g)	함량 순위	식품	함량 (g/100 g)
1	포도씨유	69.5	16	잣, 생것	19.6
2	해바라기유	60.3	17	참깨, 볶은것	18.1
3	면실유	54.0	18	땅콩, 볶은것	17.1
4	옥수수기름	51.6	19	피스타치오넛, 볶은것	15.1
5	콩기름	50.7	20	삼씨, 말린것	15.0
6	고추기름	50.7	21	아마씨유	14.2
7	참기름	41.6	22	땅콩 버터	13.6
8	호두, 말린것	41.4	23	들기름	13.1
9	마요네즈, 전란	39.2	24	잇꽃씨기름	13.0
10	혼합식물성유	34.0	25	아몬드, 볶은것	10.9
11	브라질넛, 볶은것	29.0	26	갈색 거저리, 유충, 말린것	10.7
12	해바라기씨, 볶은것	28.0	27	김, 구운것	10.5
13	수박씨, 볶은것	25.0	28	샐러드 드레싱, 이탈리아	9.2
14	호박씨, 말린것	23.9	29	팜유	9.0
15	유채씨기름	19.8	30	돼지기름	8.9

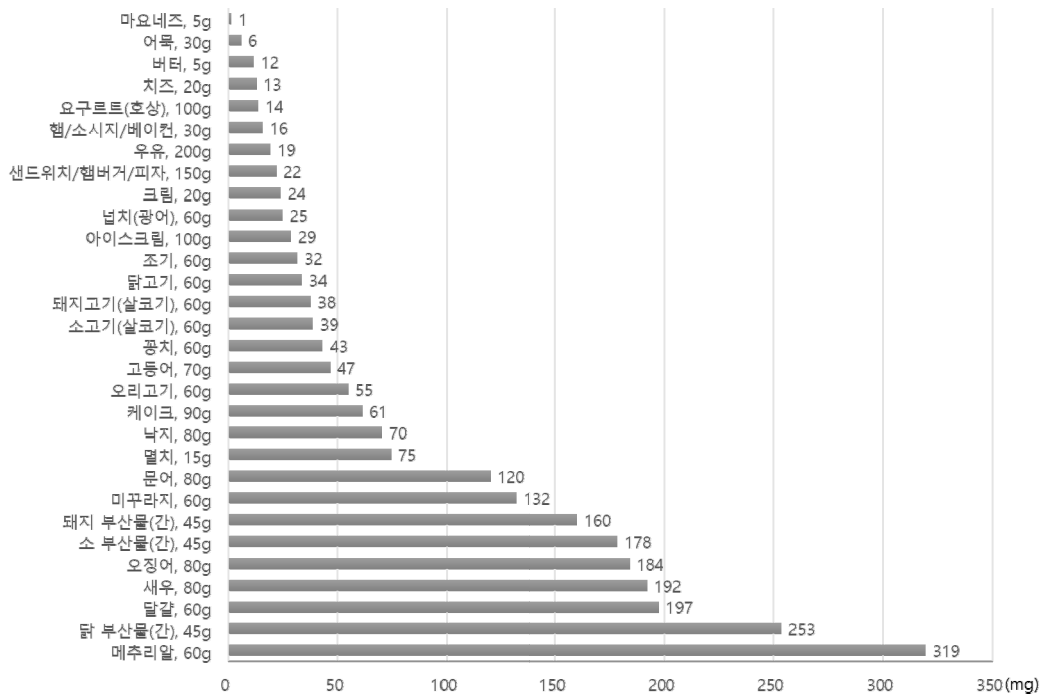
¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]

콜레스테롤은 동물성 식품에 함유되어 있으며, 간을 비롯한 내장육, 달걀노른자, 어류 알, 새우나 미꾸라지 등과 같은 해산물, 크림이나 버터를 사용하여 만든 제과 제빵 제품들에 많이 함유되어 있다. 한국인이 섭취하는 콜레스테롤의 주요 급원식품은 표 18과 같다. 급원식품 중 1회 분량을 통해 섭취하는 콜레스테롤 함량이 높은 식품은 메추리알, 닭고기(간), 달걀, 새우, 오징어, 소고기(간) 순이었다(그림 13). 콜레스테롤 고함량 식품에 대한 순위는 표 19에 나타내었다.

【표 18】 콜레스테롤 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (mg/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (mg/100 g)
1	달걀	329	16	미꾸라지	220
2	돼지고기(살코기)	63	17	요구르트(호상)	14
3	멸치	497	18	오리고기	91
4	닭고기	56	19	아이스크림	29
5	소고기(살코기)	65	20	치즈	65
6	돼지 부산물(간)	355	21	크림	120
7	오징어	230	22	낙지	88
8	새우	240	23	문어	150
9	우유	10	24	샌드위치/햄버거/피자	15
10	소 부산물(간)	396	25	어묵	20
11	햄/소시지/베이컨	52	26	조기	53
12	메추리알	532	27	넙치(광어)	41
13	고등어	67	28	꽁치	72
14	케이크	68	29	버터	232
15	닭 부산물(간)	563	30	마요네즈	26

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 콜레스테롤 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 콜레스테롤 주요 급원식품 상위 30위 산출

【그림 13】 콜레스테롤 주요 급원식품(1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017년 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 콜레스테롤 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]) 자료를 활용하여 콜레스테롤 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [88])을 적용하여 1회 분량 당 함량 산출

【 표 19 】 콜레스테롤 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (mg/100 g)	함량 순위	식품	함량 (mg/100 g)
1	닭 부산물, 간, 삶은것	563	16	푸딩, 커스터드	140
2	메추리알, 생것	532	17	크림, 유지방 45%	120
3	거위 부산물, 간, 생것	515	18	메추리고기, 생것	120
4	멸치, 삶아서 말린것	497	19	쥐치 포, 말린것	108
5	연어기름	485	20	양기름	102
6	소 부산물, 간, 삶은것	396	21	돼지기름	100
7	돼지 부산물, 간, 삶은것	355	22	쇠기름	100
8	달걀, 생것	329	23	잉어, 삶은것	100
9	새우, 보리새우, 삶은것	240	24	자라고기, 생것	95
10	버터	232	25	전갱이, 구운것	94
11	오징어, 생것	230	26	돼지 족발, 삶은것	93
12	청어 부산물, 알, 염장	230	27	오리고기, 생것	91
13	미꾸라지, 삶은것	220	28	돔, 구운것	91
14	문어, 삶은것	150	29	방어, 구운것	89
15	은어, 구운것	140	30	셋멸, 생것	89

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [87]

5

향후 2025 섭취기준 개정을 위한 제언

5-1. 섭취기준 설정에서 제기된 문제

오메가-3와 오메가-6 지방산의 충분섭취량 산정 근거가 국민건강영양조사 외에는 없었으며, 우리나라의 오메가-3와 오메가-6 지방산의 식품별 함유량에 대한 데이터가 미비하였다. 임신부와 수유부는 오메가-3와 오메가-6 지방산 섭취량에 대한 연구가 없어서 산정할 수 없었다. 특히, 영아의 경우 모유 섭취량과 모유와 이유 보충식에 함유된 오메가-6와 오메가-3 지방산 함량에 근거하여 충분섭취량을 설정하여야 하지만 국내에서 이루어진 모유 내 지방산 분석 연구는 매우 드물고, 이유 보충식으로부터 섭취하는 자료가 없었다.

6-18세에서도 콜레스테롤 섭취량에 대한 권고 기준 설정을 고려할 필요성이 존재한다. 다만 6-18세에서 권고 수준을 설정할 근거자료가 부족하여 개정을 하지 않았다. 특히, 10-18세 남성에서는 콜레스테롤 평균 1일 섭취량이 300 mg 이상이라는 점 그리고 소아청소년 남자의 비만유병률이 증가하고 있다는 점 등을 고려하였을 때, 향후 청소년기의 콜레스테롤 과다 섭취가 질환 위험도에 미치는 영향과 과다 섭취수준에 대한 판단 근거를 검토해 볼 필요가 있다. 한편, 65세 이상에서는 1일 콜레스테롤 평균섭취량이 200 mg 이하로 보고되고 있으며, 노년기에서 단백질 섭취량의 중요성, 양질의 단백질 섭취 근원으로서 달걀의 중

요성, 달걀의 콜레스테롤 함량으로 인한 달걀 섭취에 대한 부정적인 인식 등을 고려하여 65세 이상에 대한 교육의 필요성이 있을 것으로 보인다.

5-2. 과학적 근거가 부족한 사항

보충제로 섭취하는 오메가-3 지방산에 대한 자료가 없어서 상한 섭취량을 설정할 수 없었으며, 한국인을 대상으로 한 오메가-3 지방산의 만성질환 예방 관련 연구가 부재하여 외국의 사례만 참고하였다. 오메가-3 지방산의 심혈관질환 외 뇌건강, 우울증, 당뇨병 등과의 관련성에 관한 근거가 명확하지 않았다. 또한 오메가-6 지방산의 과도한 섭취가 염증반응 및 심혈관질환을 악화시킬 수 있다는 연구결과가 보고되었으나 연구의 수가 제한적이어서 섭취기준을 설정하지 않았다.

5-3. 향후 2025 섭취기준 개정을 위해 필요한 과제

오메가-3와 오메가-6 지방산의 섭취량을 정확하게 조사하기 위해서 식품성분표의 보완이 요구된다. 한국인은 서구인에 비해 지질의 섭취가 적었고 오메가-3 지방산 섭취는 많았으므로 인종에 따른 차이가 있다. 따라서 nutrigenomics/nutrigenetics 분야에서 만성대사성질환의 중재 연구를 할 필요가 있다. 영아의 정확한 오메가-3과 오메가-6 지방산 섭취기준을 설정하기 위해서는 한국인 모유 내 지방산 분석에 대한 대규모의 데이터를 확보하는 연구가 수행되는 것이 필요하다. 또한 6-11개월 영아 후기에 대한 이유 보충식 섭취 관련 연구가 필요하다. 이와 함께, 한국인을 대상으로 콜레스테롤 섭취량이 혈중 지질과 심혈관계 관련 지표에 미치는 영향에 대한 개입연구와 콜레스테롤 섭취수준이 심혈관계 질환의 발생에 미치는 영향을 분석한 코호트 연구가 필요하다.

참고문헌

1. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press, 2005.
2. Lecerf JM and de Lorgeril M. Dietary cholesterol: from physiology to cardiovascular risk. *Br J Nutr* 2011;106(1):6-14. doi: 10.1017/s0007114511000237.
3. Lichtenstein AH and Jones PJH. Lipids: Absorption and Transport. Present Knowledge in Nutrition 2012:118-31. doi:10.1002/9781119946045.ch9
4. Kapourchali FR, Surendiran G, Goulet A and Moghadasian MH. The Role of Dietary Cholesterol in Lipoprotein Metabolism and Related Metabolic Abnormalities: A Mini-review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2016;56(14):2408-15. doi: 10.1080/10408398.2013.842887.
5. Alphonse PA and Jones PJ. Revisiting Human Cholesterol Synthesis and Absorption: The Reciprocity Paradigm and its Key Regulators. *Lipids* 2016;51(5):519-36. doi: 10.1007/s11745-015-4096-7.
6. Cohen PG. Obesity in men: the hypogonadal-estrogen receptor relationship and its effect on glucose homeostasis. *Med Hypotheses* 2008;70(2):358-60. doi: 10.1016/j.mehy.2007.05.020.
7. Jones PJH and Papamandjaris AA. Lipids: Cellular Metabolism. Washington, DC: ILSI 2001.
8. Das UN. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. *Biotechnol J* 2006;1(4):420-39. doi: 10.1002/biot.200600012.
9. Burdge GC, Finnegan YE, Minihane AM, Williams CM and Wootton SA. Effect of altered dietary n-3 fatty acid intake upon plasma lipid fatty acid composition, conversion of [13C]alpha-linolenic acid to longer-chain fatty acids and partitioning towards beta-oxidation in older men. *Br J Nutr* 2003;90(2):311-21. doi: 10.1079/bjn2003901.
10. Cerqueira NM, Oliveira EF, Gesto DS, Santos-Martins D, Moreira C, Moorthy HN, Ramos MJ and Fernandes PA. Cholesterol Biosynthesis: A Mechanistic Overview. *Biochemistry* 2016;55(39):5483-506. doi: 10.1021/acs.biochem.6b00342.
11. Rees K, Dyakova M, Wilson N, Ward K, Thorogood M and Brunner E. Dietary advice for reducing cardiovascular risk. *Cochrane Database Syst Rev* 2013(12):Cd002128. doi: 10.1002/14651858.CD002128.pub5.
12. Geleijnse JM, Giltay EJ, Grobbee DE, Donders AR and Kok FJ. Blood pressure response to fish oil supplementation: metaregression analysis of randomized trials. *J Hypertens*

- 2002;20(8):1493-9. doi: 10.1097/00004872-200208000-00010.
13. Mozaffarian D and Rimm EB. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA* 2006;296(15):1885-99. doi: 10.1001/jama.296.15.1885.
 14. Harris WS, Kris-Etherton PM and Harris KA. Intakes of long-chain omega-3 fatty acid associated with reduced risk for death from coronary heart disease in healthy adults. *Curr Atheroscler Rep* 2008;10(6):503-9. doi: 10.1007/s11883-008-0078-z.
 15. Alexander DD, Miller PE, Van Elswyk ME, Kuratko CN and Bylsma LC. A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Prospective Cohort Studies of Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Long-Chain Omega-3 Fatty Acids and Coronary Heart Disease Risk. *Mayo Clin Proc* 2017;92(1):15-29. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.10.018.
 16. Lavie CJ, Milani RV, Mehra MR and Ventura HO. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. *J Am Coll Cardiol* 2009;54(7):585-94. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.084.
 17. O'Keefe EL, Harris WS, DiNicolantonio JJ, Elagizi A, Milani RV, Lavie CJ and O'Keefe JH. Sea Change for Marine Omega-3s: Randomized Trials Show Fish Oil Reduces Cardiovascular Events. *Mayo Clin Proc* 2019;94(12):2524-33. doi: 10.1016/j.mayocp.2019.04.027.
 18. Wang C, Chung M, Lichtenstein A, Balk E, Kupelnick B, DeVine D, Lawrence A and Lau J. Effects of omega-3 fatty acids on cardiovascular disease. *Evid Rep Technol Assess (Summ)* 2004(94):1-8.
 19. He K. Fish, long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids and prevention of cardiovascular disease—eat fish or take fish oil supplement? *Prog Cardiovasc Dis* 2009;52(2):95-114.
 20. Siscovick DS, Barringer TA, Fretts AM, Wu JHY, Lichtenstein AH, Costello RB, Kris-Etherton PM, Jacobson TA, Engler MB and Alger HM. Omega-3 polyunsaturated fatty acid (fish oil) supplementation and the prevention of clinical cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2017;135(15):e867-e84.
 21. Rimm EB, Appel LJ, Chiuve SE, Djoussé L, Engler MB, Kris-Etherton PM, Mozaffarian D, Siscovick DS and Lichtenstein AH. Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2018;138(1):e35-e47.
 22. Reiner Z, Catapano AL, De Backer G, Graham I, Taskinen MR, Wiklund O, Agewall S, Alegria E, Chapman MJ, Durrington P, et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: the Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *Eur Heart J*

- 2011;32(14):1769-818. doi: 10.1093/eurheartj/ehr158.
23. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. FAO Food Nutr Pap 2010;91:1-166.
24. EFSA Panel on Dietetic Products N and Allergies. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Journal 2010;8(3):1461. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1461.
25. Liao Y, Xie B, Zhang H, He Q, Guo L, Subramaniapillai M, Fan B, Lu C and McLntyre RS. Efficacy of omega-3 PUFAs in depression: A meta-analysis. Transl Psychiatry 2019;9(1):190. doi: 10.1038/s41398-019-0515-5.
26. Guu TW, Mischoulon D, Sarris J, Hibbeln J, McNamara RK, Hamazaki K, Freeman MP, Maes M, Matsuoka YJ, Belmaker RH, et al. International Society for Nutritional Psychiatry Research Practice Guidelines for Omega-3 Fatty Acids in the Treatment of Major Depressive Disorder. Psychother Psychosom 2019;88(5):263-73. doi: 10.1159/000502652.
27. Nooyens ACJ, van Gelder BM, Bueno-de-Mesquita HB, van Boxtel MPJ and Verschuren WMM. Fish consumption, intake of fats and cognitive decline at middle and older age: the Doetinchem Cohort Study. Eur J Nutr 2018;57(4):1667-75. doi: 10.1007/s00394-017-1453-8.
28. Giles GE, Mahoney CR, Urry HL, Brunyé TT, Taylor HA and Kanarek RB. Omega-3 fatty acids and stress-induced changes to mood and cognition in healthy individuals. Pharmacol Biochem Behav 2015;132:10-9. doi: 10.1016/j.pbb.2015.02.018.
29. Dow C, Mangin M, Balkau B, Affret A, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Bonnet F and Fagherazzi G. Fatty acid consumption and incident type 2 diabetes: an 18-year follow-up in the female E3N (Etude Epidémiologique auprès des femmes de la Mutuelle Générale de l'Education Nationale) prospective cohort study. Br J Nutr 2016;119:1-9. doi: 10.1017/s0007114516003883.
30. Chen C, Yang Y, Yu X, Hu S and Shao S. Association between omega-3 fatty acids consumption and the risk of type 2 diabetes: A meta-analysis of cohort studies. J Diabetes Investig 2017;8(4):480-8. doi: 10.1111/jdi.12614.
31. Djoussé L, Gaziano JM, Buring JE and Lee IM. Dietary omega-3 fatty acids and fish consumption and risk of type 2 diabetes. Am J Clin Nutr 2011;93(1):143-50. doi: 10.3945/ajcn.110.005603.
32. Alhazmi A, Stojanovski E, McEvoy M and Garg ML. Macronutrient intake and type 2 diabetes

- risk in middle-aged Australian women. Results from the Australian Longitudinal Study on Women's Health. *Public Health Nutr* 2014;17(7):1587-94. doi: 10.1017/s1368980013001870.
33. Smith GI, Julliand S, Reeds DN, Sinacore DR, Klein S and Mittendorfer B. Fish oil-derived n-3 PUFA therapy increases muscle mass and function in healthy older adults. *Am J Clin Nutr* 2015;102(1):115-22. doi: 10.3945/ajcn.114.105833.
 34. Yoshino J, Smith GI, Kelly SC, Julliand S, Reeds DN and Mittendorfer B. Effect of dietary n-3 PUFA supplementation on the muscle transcriptome in older adults. *Physiol Rep* 2016;4(11). doi: 10.14814/phy2.12785.
 35. Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Rankin D, Rennie MJ and Mittendorfer B. Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2011;93(2):402-12. doi: 10.3945/ajcn.110.005611.
 36. Chan SS, Luben R, Olsen A, Tjønneland A, Kaaks R, Lindgren S, Grip O, Bergmann MM, Boeing H, Hallmans G, et al. Association between high dietary intake of the n-3 polyunsaturated fatty acid docosahexaenoic acid and reduced risk of Crohn's disease. *Aliment Pharmacol Ther* 2014;39(8):834-42. doi: 10.1111/apt.12670.
 37. Lee S, Lee J, Choi IJ, Kim YW, Ryu KW, Kim YI and Kim J. Dietary n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids, the FADS gene, and the risk of gastric cancer in a Korean population. *Sci Rep* 2018;8(1):3823. doi: 10.1038/s41598-018-21960-3.
 38. Luu HN, Cai H, Murff HJ, Xiang YB, Cai Q, Li H, Gao J, Yang G, Lan Q, Gao YT, et al. A prospective study of dietary polyunsaturated fatty acids intake and lung cancer risk. *Int J Cancer* 2018;143(9):2225-37. doi: 10.1002/ijc.31608.
 39. Dias CB, Wood LG and Garg ML. Effects of dietary saturated and n-6 polyunsaturated fatty acids on the incorporation of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids into blood lipids. *Eur J Clin Nutr* 2016;70(7):812-8. doi: 10.1038/ejcn.2015.213.
 40. Dias CB, Amigo N, Wood LG, Correig X and Garg ML. Effect of diets rich in either saturated fat or n-6 polyunsaturated fatty acids and supplemented with long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids on plasma lipoprotein profiles. *Eur J Clin Nutr* 2017;71(11):1297-302. doi: 10.1038/ejcn.2017.56.
 41. Dias CB, Amigó N, Wood LG, Mallol R, Correig X and Garg ML. Improvement of the omega 3 index of healthy subjects does not alter the effects of dietary saturated fats or n-6 PUFA on LDL profiles. *Metabolism* 2017;68:11-9. doi: 10.1016/j.metabol.2016.11.014.

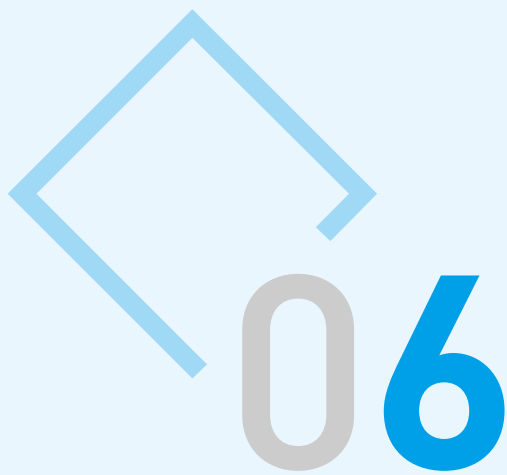
42. Vafeiadou K, Weech M, Altowaijri H, Todd S, Yaqoob P, Jackson KG and Lovegrove JA. Replacement of saturated with unsaturated fats had no impact on vascular function but beneficial effects on lipid biomarkers, E-selectin, and blood pressure: results from the randomized, controlled Dietary Intervention and VAScular function (DIVAS) study. *Am J Clin Nutr* 2015;102(1):40-8. doi: 10.3945/ajcn.114.097089.
43. Rathnayake KM, Weech M, Jackson KG and Lovegrove JA. Meal Fatty Acids Have Differential Effects on Postprandial Blood Pressure and Biomarkers of Endothelial Function but Not Vascular Reactivity in Postmenopausal Women in the Randomized Controlled Dietary Intervention and VAScular function (DIVAS)-2 Study. *J Nutr* 2018;148(3):348-57. doi: 10.1093/jn/nxx042.
44. Nakamura H, Hara A, Tsujiguchi H, Thi Thu Nguyen T, Kambayashi Y, Miyagi S, Yamada Y, Suzuki K, Shimizu Y and Nakamura H. Relationship between Dietary n-6 Fatty Acid Intake and Hypertension: Effect of Glycated Hemoglobin Levels. *Nutrients* 2018;10(12). doi: 10.3390/nu10121825.
45. Krishnan S, Steffen LM, Paton CM and Cooper JA. Impact of dietary fat composition on prediabetes: a 12-year follow-up study. *Public Health Nutr* 2017;20(9):1617-26. doi: 10.1017/s1368980016003669.
46. Kim HL, Kim DK, Kang SW and Park YK. Association of Nutrient Intakes with Cognitive Function in Koreans Aged 50 years and Older. *Clin Nutr Res* 2018;7(3):199-212. doi: 10.7762/cnr.2018.7.3.199.
47. Pérez de Arcelus M, Toledo E, Martínez-González M, Sayón-Orea C, Gea A and Moreno-Montañés J. Omega 3:6 ratio intake and incidence of glaucoma: the SUN cohort. *Clin Nutr* 2014;33(6):1041-5. doi: 10.1016/j.clnu.2013.11.005.
48. Malhotra R, Cavanaugh KL, Blot WJ, Ikizler TA, Lipworth L and Kabagambe EK. Dietary polyunsaturated fatty acids and incidence of end-stage renal disease in the Southern Community Cohort Study. *BMC Nephrol* 2016;17(1):152. doi: 10.1186/s12882-016-0371-y.
49. Ryu J, Yoon SR, An WS and Kim OY. Relationship between Nutrition Intake and Estimated Glomerular Filtration Rate in Korean Adults (30-65 years) from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2013-2014. *Clin Nutr Res* 2018;7(2):102-11. doi: 10.7762/cnr.2018.7.2.102.
50. Sellem L, Srouf B, Guéraud F, Pierre F, Kesse-Guyot E, Fiolet T, Lavalette C, Egnell M, Latino-Martel P, Fassier P, et al. Saturated, mono- and polyunsaturated fatty acid intake and cancer risk: results from the French prospective cohort NutriNet-Santé. *Eur J Nutr*

- 2019;58(4):1515-27. doi: 10.1007/s00394-018-1682-5.
51. 강혜진, 김건표 and 조윤희. 건강한 성인에서 피부 산도와 영양소 섭취 및 식사패턴과의 상관성 연구. 한국식품영양학회지 2017;30(1):9-18.
 52. 김지명 and Kim J-M. 9-11세 아동의 불포화지방산, n-3 지방산 및 n-6 지방산의 섭취와 아토피 피부염과의 관련성 : 2013-2015년 국민건강영양조사. J Nutr Health 2019;52(1):47-57.
 53. Baker EJ, Miles EA, Burdge GC, Yaqoob P and Calder PC. Metabolism and functional effects of plant-derived omega-3 fatty acids in humans. Prog Lipid Res 2016;64:30-56. doi: 10.1016/j.plipres.2016.07.002.
 54. Iom. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. National Academies Washington, DC, 2010.
 55. 문수재. 수유 기간에 따른 모유의 총질소, 총지질 및 젖당 함량 변화와 모유 영양아의 에너지 섭취에 관한 연구. Korean J Nutr 1992;25(3):233-47.
 56. 임현숙. 모유 영양아와 인공 영양아의 에너지, 단백질, 지방 및 유당 섭취. Korean J Nutr 1993;26(3):325-37.
 57. 배현숙. 영양공급양상에 따른 2개연령 영아의 영양소 섭취에 관한 연구. Korean J Nutr 1996;29(1):77-88.
 58. 최경순. 채식 수유부의 수유기간별 영아의 에너지, 단백질, 지질, 락토오스 섭취량에 관한 연구. Korean J Nutr 1997;30(5):512-9.
 59. 안홍석 and 정지윤. 도시 저소득층 지역의 모자 영양 및 섭식에 관한 생태학적 연구 -III. 영유아의 섭식과 성장발육. Korean J Comm Nutr 1998;3(2):174-89.
 60. 김을상 and 이종숙. 모유영양아의 수유기간별 에너지, 단백질, 지질과 유당 섭취량. Korean J Nutr 2002;35(7):771-8.
 61. 안홍석 and 엄성신. 서울지역 일부 영유아의 영양소 섭취에 관한 연구. 한국모자보건학회지 2003;7(2):179-91.
 62. Duan B, Shin JA, Qin Y, Kwon JI and Lee KT. A Study on the Relationship of Fat Content in Human Milk on Carotenoids Content and Fatty Acid Compositions in Korea. Nutrients 2019;11(9). doi: 10.3390/nu11092072.
 63. Kim Y, Kim H and Kwon O. Dietary intake of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in Korean toddlers 12-24 months of age with comparison to the dietary recommendations. Nutr Res Pract 2019;13(4):344-51. doi: 10.4162/nrp.2019.13.4.344.

64. Overview of dietary Reference Intakes for Japanese. 일본 후생성 2020.
65. 최윤경, 김나영, 김지명, 조미숙, 강봉수 and 김유리. 한국인 수유부의 수유초기 이행유의 모유성분 분석과 영아의 섭취량 추정 연구. J Nutr Health 2015;48(6):476-87.
66. Miller M, Stone NJ, Ballantyne C, Bittner V, Criqui MH, Ginsberg HN, Goldberg AC, Howard WJ, Jacobson MS, Kris-Etherton PM, et al. Triglycerides and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation 2011;123(20):2292-333. doi: 10.1161/CIR.0b013e3182160726.
67. Cao Y, Mauger DT, Pelkman CL, Zhao G, Townsend SM and Kris-Etherton PM. Effects of moderate (MF) versus lower fat (LF) diets on lipids and lipoproteins: a meta-analysis of clinical trials in subjects with and without diabetes. J Clin Lipidol 2009;3(1):19-32. doi: 10.1016/j.jacl.2008.12.008.
68. Egert S, Kratz M, Kannenberg F, Fobker M and Wahrburg U. Effects of high-fat and low-fat diets rich in monounsaturated fatty acids on serum lipids, LDL size and indices of lipid peroxidation in healthy non-obese men and women when consumed under controlled conditions. Eur J Nutr 2011;50(1):71-9. doi: 10.1007/s00394-010-0116-9.
69. Foraker RE, Pennell M, Sprangers P, Vitolins MZ, DeGraffinreid C and Paskett ED. Effect of a low-fat or low-carbohydrate weight-loss diet on markers of cardiovascular risk among premenopausal women: a randomized trial. J Womens Health (Larchmt) 2014;23(8):675-80. doi: 10.1089/jwh.2013.4638.
70. Kim M, Kim M, Lee A, Yoo HJ, Her JS, Jee SH and Lee JH. Impact of 8-week linoleic acid intake in soy oil on Lp-PLA(2) activity in healthy adults. Nutr Metab (Lond) 2017;14:32. doi: 10.1186/s12986-017-0186-2.
71. Makrides M, Gibson RA, McPhee AJ, Yelland L, Quinlivan J and Ryan P. Effect of DHA supplementation during pregnancy on maternal depression and neurodevelopment of young children: a randomized controlled trial. JAMA 2010;304(15):1675-83. doi: 10.1001/jama.2010.1507.
72. Motard-Bélanger A, Charest A, Grenier G, Paquin P, Chouinard Y, Lemieux S, Couture P and Lamarche B. Study of the effect of trans fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. Am J Clin Nutr 2008;87(3):593-9. doi: 10.1093/ajcn/87.3.593.
73. Markworth JF, D'Souza RF, Aasen KMM, Mitchell SM, Durainayagam BR, Sinclair AJ, Peake JM, Egner IM, Raastad T, Cameron-Smith D, et al. Arachidonic acid supplementation

- transiently augments the acute inflammatory response to resistance exercise in trained men. *J Appl Physiol* (1985) 2018;125(2):271-86. doi: 10.1152/jappphysiol.00169.2018.
74. Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Houston Miller N, Hubbard VS, Lee IM, Lichtenstein AH, Loria CM, Millen BE, et al. 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* 2014;129(25 Suppl 2):S76-99. doi: 10.1161/01.cir.0000437740.48606.d1.
 75. Oh K, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ and Willett WC. Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women: 20 years of follow-up of the nurses' health study. *Am J Epidemiol* 2005;161(7):672-9. doi: 10.1093/aje/kwi085.
 76. Zhu Z, Wu F, Lu Y, Wang Z, Zang J, Yu H, Guo C, Jia X, Shen X, Ding G. The Association of Dietary Cholesterol and Fatty Acids with Dyslipidemia in Chinese Metropolitan Men and Women. *Nutrients* 10(8), 2018. doi: 10.3390/nu10080961
 77. Pang SJ, Jia SS, Man QQ, Song S, Li YQ, Song PK, Zhao WH, Zhang J. Dietary Cholesterol in the Elderly Chinese Population: An Analysis of CNHS 2010-2012. *Nutrients* 9(9), 2017. doi: 10.3390/nu9090934
 78. Mente A, Dehghan M, Rangarajan S, McQueen M, Dagenais G, Wielgosz A, Lear S, Li W, Chen H, Yi S, Wang Y, Diaz R, Avezum A, Lopez-Jaramillo P, Seron P, Kumar R, Gupta R, Mohan V, Swaminathan S, Kutty R, Zatonska K, Iqbal R, Yusuf R, Mohammadifard N, Khatib R, Nasir NM, Ismail N, Oguz A, Rosengren A, Yusufali A, Wentzel-Viljoen E, Puoane T, Chifamba J, Teo K, Anand SS, Yusuf S; Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study investigators. Association of dietary nutrients with blood lipids and blood pressure in 18 countries: a cross-sectional analysis from the PURE study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 5(10):774-787, 2017. doi: 10.1016/S2213-8587(17)30283-8
 79. Zhong VW, Van Horn L, Cornelis MC, Wilkins JT, Ning H, Carnethon MR, Greenland P, Mentz RJ, Tucker KL, Zhao L, Norwood AF, Lloyd-Jones DM, Allen NB. Associations of Dietary Cholesterol or Egg Consumption With Incident Cardiovascular Disease and Mortality. *JAMA* 321(11):1081-1095, 2019. doi: 10.1001/jama.2019.1572
 80. Lajous M, Bijon A, Fagherazzi G, Balkau B, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F. Egg and cholesterol intake and incident type 2 diabetes among French women. *Br J Nutr* 114(10):1667-73, 2015. doi: 10.1017/S0007114515003190
 81. Soh AZ, Chee CB, Wang YT, Yuan JM, Koh WP. Dietary Cholesterol Increases the Risk whereas PUFAs Reduce the Risk of Active Tuberculosis in Singapore Chinese. *J Nutr*

- 146(5):1093-100, 2016. doi: 10.3945/jn.115.228049
82. Taylor CM, Golding J and Emond AM. Lead, cadmium and mercury levels in pregnancy: the need for international consensus on levels of concern. *J Dev Orig Health Dis* 2014;5(1):16-30. doi: 10.1017/s2040174413000500.
 83. de Silva PS, Luben R, Shrestha SS, Khaw KT and Hart AR. Dietary arachidonic and oleic acid intake in ulcerative colitis etiology: a prospective cohort study using 7-day food diaries. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2014;26(1):11-8. doi: 10.1097/MEG.0b013e328365c372.
 84. Kristina R, Vesna V, Aleksandra A, Dejan C, Nevena J, Jovana J and Vladimir J. Effects Of Different PUFA Supplementation On Inflammatory Response Markers In Young Soccer Players. *Serbian J Exp Clin Res* 2015;16(4):305-11. doi: <https://doi.org/10.1515/sjecz-2015-0055>.
 85. Song S, Shim JE and Song WO. Trends in total fat and fatty acid intakes and chronic health conditions in Korean adults over 2007-2015. *Public Health Nutr* 2019;22(8):1341-50.
 86. 권상희, 오경원. 국민건강영양조사 영양소별 주요 급원 식품군. *주간 건강과 질병* 2019;12(32):1132-40.
 87. National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. Food Composition Table. 9.1 version. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration; 2019.
 88. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2015. Report No.: 11-1352000-001537-14.



수분

Water

6

수분

1

영양소의 특성

1-1. 개요

수분은 색, 냄새, 독성이 없는 액체이다. 가장 광범위하게 사용되고 있는 극성용매로 고체, 액체, 기체를 모두 녹인다. 표준 온도와 표준 기압에서 액체 상태로 존재하나 온도에 따라 고체 상태인 얼음이나 기체 상태인 수증기로 존재하며 순환한다. 수분 즉 물의 화학명은 oxidane이며, 산소 원자 1개와 수소 원자 2개가 공유결합으로 결합되어 있어 분자식은 H_2O 이고 분자량은 18.015 g/mol이다(그림 1).

수분은 가장 높은 비율을 차지하는 인체 구성 성분으로서 체내 항상성 및 생명 유지를 위해 반드시 필요한 생명체의 본질적 구성 요소라고 할 수 있다. 체내 화학반응이 일어나는 장을 제공하며 영양소를 운반하고 노폐물을 배출시켜 준다. 또한 체온을 조절하고, 타액, 소화액, 점액 등의 주요 성분으로서 윤회유 작용을 하며, 외부 충격으로부터 인체를 보호한다. 따라서 인체의 항상성 및 다양한 생리적 기능을 원활하게 유지하기 위해서는 수분을 충분히 섭취해서 필요량을 충족시켜 주어야 한다.

수분은 세포의 안과 밖에 모두 존재하며 수분 섭취와 손실에 따라 수분 균형 상태가 달라진다. 체내 수분 중 일부는 체내에서 대사가 일어나는 동안에 만들어지며 건강한 사람은 생리적으로 수분 균형을 유지할 수 있다.

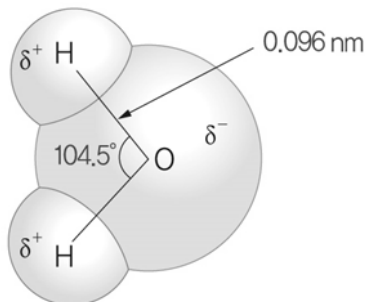


그림 1 | 수분의 구조

1-2. 흡수, 분포, 대사, 배설

수분은 소화과정을 거칠 필요 없이 그대로 흡수되며 배설될 때에도 대사과정을 거칠 필요 없이 그대로 배설된다. 체수분 균형을 유지하기 위해 혈액량 감소 시 뇌하수체에서 항이뇨호르몬 분비가 촉진되어 신장에서 수분 배설량을 감소시키고, 부신에서 알도스테론이 분비되어 신장에서 나트륨 재흡수를 증가시켜 체내에 수분을 보유하게 하며, 뇌의 갈증중추를 자극하여 수분을 섭취하게 한다 [1]. 우리 몸의 체수분량(total body water, TBW)은 연령과 성별에 따른 체조성 차이의 영향을 받는다. 그리고 조직에 따라 수분 함유량에 차이를 보이는데 근육은 수분 함유율이 높으며 체지방은 수분 함유율이 낮다. 연령에 따른 체중 대비 체수분의 비율 변화를 살펴보면 신생아는 75%, 성인 남녀는 60-65%, 근육량이 현저히 감소되는 노인 남녀는 45-50%로 낮아진다 [2]. 또한, 성별에 따라 남녀 간에 체성분 차이가 크지 않은 12세까지는 남녀의 체수분량이 유사하나, 사춘기를 거치면서 남자는 근육량이 빠르게 증가하기 때문에 여자에 비해 많은 수분량을 보유하게 된다. 체수분량 중 65%는 세포내액에 존재하고 35%는 세포외액에 존재하며 체수분의 이동은 체열, 운동, 열 노출, 설사, 피부화상, 상해, 수분회전율(water turnover rate) 등의 영향을 받는다 [3].

수분 균형은 수분 손실과 수분 섭취로 이루어지는데 건강한 사람은 생리적으로 수분 균형을 유지한다 [4, 5]. Jéquier & Constant [6]는 체내의 1일 총수분손실량은 2,550 mL이며 항목별로 소변 1,600 mL, 피부발산 450 mL, 폐호흡 300 mL, 대변 200 mL라고 보고하였다. 그리고 1일 총수분섭취량은 2,550 mL이며 항목별로 음료 1,575 mL, 음식 675 mL, 체내 대사 과정에서 생성되는 대사수 300 mL로서 수분 손실량과 수분 섭취량이 평형을 이룬다고 하였다(표 1).

표 1 | 좌식생활을 하는 성인의 수분 균형¹⁾

수분 손실량(mL/일)		수분 섭취량(mL/일)	
소변	1,600	음료	1,575
피부발산	450	음식	675
폐호흡	300	대사수	300
대변	200		
총수분손실량	2,550	총수분섭취량	2,550

¹⁾ Jéquier and Constant [6]

1-3. 기능

수분은 체내에서 다양한 기능을 한다. 우리 몸을 구성하는 주요 구성 성분으로 사람 체중의 60%를 차지하며, 근육의 약 70%, 혈액의 약 83%를 차지한다 [7]. 우리 몸에서 음식을 소화·흡수하는 데에 필요하며, 영양소를 온몸에 운반해 주고, 각 조직에서 대사 결과 생긴 이산화탄소, 요소, 요산과 같은 노폐물을 폐나 신장을 통해 배출시켜 준다. 생화학적 반응의 용매로서 체내 많은 화학반응이 물을 매개로 이루어지므로 체내 화학반응이 정상적으로 진행되도록 해 준다 [6]. 운동 등으로 체온이 오르거나 날씨가 더우면 땀의

형태로 수분을 증발시키며 이때 빼앗기는 기화열이 체온을 낮추는 역할을 하므로, 체온이 정상으로 유지되게 해 준다 [6, 8]. 윤활제로서의 역할을 하는데, 타액의 주성분으로 음식물 삼킴을 매끄럽게 해 주며, 위장액의 주성분으로 음식물이 쉽게 소화되게 해 준다. 관절액의 주성분으로 뼈와 뼈 사이의 마찰을 줄여 움직임질 수 있게 해 준다. 점액의 주성분으로 눈, 코, 호흡기관 등의 점막을 부드럽게 해 준다. 이 밖에도 조직 내 수분은 외부로부터 충격이 가해졌을 때 충격을 흡수하여 내장기관이 다치지 않게 해 주는데, 뇌척수액은 뇌와 척수를, 임신부의 양수는 태아를 보호해 준다 [6].

2 건강 유지 및 증진을 위한 섭취기준

2-1. 건강을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

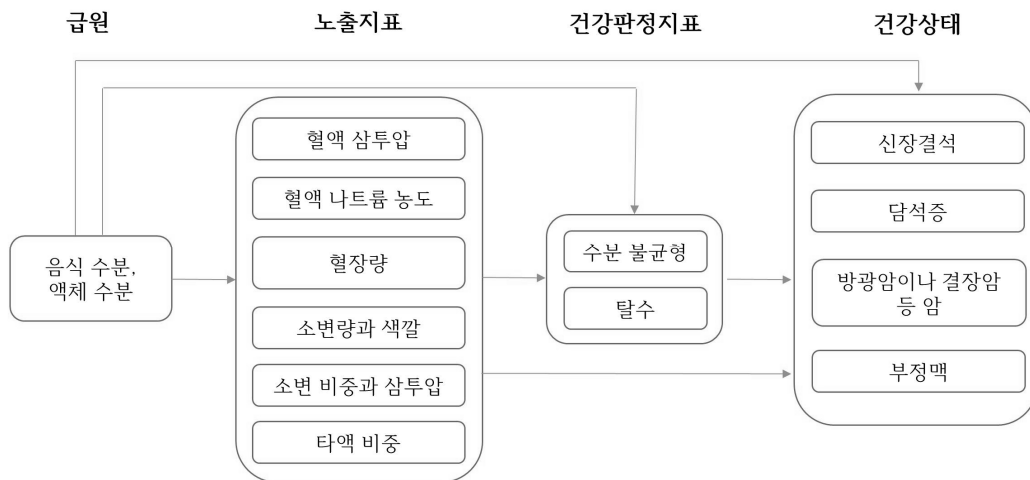


그림 2 | 수분 섭취기준 설정을 위한 분석틀

수분은 음식 수분과 액체 수분 형태로 섭취하게 된다. 인체의 수화상태를 측정하는 변인에는 그림 2와 같이 ① 혈액 삼투압 ② 혈중 나트륨 농도 ③ 혈장량 ④ 소변량과 색깔 ⑤ 소변 비중과 삼투압 ⑥ 타액 비중 등이 있다. 수분 섭취량 부족 시 수분 불균형, 탈수가 나타나고 이에 따라 신장결석, 담석증, 방광암이나 결장암 등 암, 부정맥을 유발할 수 있다 [9-17].

그러나 수분 불균형의 일차적 지표인 수화 정도가 과잉/저하되더라도 혈액의 항상성으로 인해 쉽게 보 완되고, 대사 차이, 환경 조건, 활동 정도 등에 따라 수분 필요량이 크게 변동되기 때문에 평균필요량을 추정하기 어렵다. 또한 수분 필요량을 추정하기 위하여 이러한 지표를 활용하기에는 그 자료가 매우 부족 하고 수분 필요량에 영향을 미치는 요인에는 병리, 환경, 식사 등이 있으나 지표의 근거자료로는 불충분하

며, 생애주기 및 성별과 관련된 연구 결과도 역시 충분하지 않다. 따라서 수분 필요량은 전체 연령군에서 수분 섭취량으로 추정하고 있다.

수분 섭취량은 음식으로 섭취한 수분량에 액체로 섭취한 수분량을 합한 것이다. 여기에서 액체(fluids)란 물(drinking water)과 음료(beverage)를 합해서 말한다. 미국/캐나다의 성인을 위한 수분 필요량도 음식이나 물, 음료에서 섭취하는 수분량을 반영하여 추정하고 있다. 19-30세에 대한 수분 섭취량은 남자 3.7 L/일과 여자 2.7 L/일이며, 이 중 액체 수분 섭취량은 남자 3.0 L(13컵, 1컵=236.6 mL)와 여자 2.2 L(9컵)로서 총수분섭취량의 81%(4/5)를 차지하고, 나머지 19%(1/5)는 음식 수분 섭취량으로 제시하고 있다. 호주/뉴질랜드 [18]의 지침에서도 수분을 고체음식이나 음료로부터 공급되는 것으로 보고 추정하였다.

2-2. 결핍 예방을 위한 섭취기준 및 한국인 섭취실태

체내 수분은 수분 불균형의 일차적 지표인 수화 정도가 과잉되거나 저하되더라도 혈액 항상성 기전으로 쉽게 보완될 수 있다. 또한 체내 수분은 대사 차이, 환경 조건, 활동 정도 등에 영향을 받아 변동이 크기 때문에 평균필요량을 추정하기 어렵고, 관련 문헌도 제한적인 실정이다. 이와 같은 점들을 종합적으로 고려해서 수분의 경우 충분섭취량으로 섭취기준을 설정하기로 하였다. 이러한 수분 충분섭취량은 탈수(비정상적인 대사나 기능 등의 일차적 급성 반응) 악화를 예방하는 수준이 된다. 미국/캐나다의 수분 충분섭취량 [19]은 음식 수분 섭취량에 NHANES(National Health and Nutrition Examination Survey)의 자료에 나타난 액체 수분 섭취량을 합한 총수분섭취량에 근거하여 정하였다. 반면에, 독일/오스트리아/스위스 영양소 섭취량 기준치 [20]는 수분 섭취기준을 섭취에너지 또는 체중과 비례하는 수분 필요량에 근거해서 250 mL/MJ(약 1 mL/kcal)로 정하였으며, 노인은 그 이상으로, 수유 중인 어린이는 350 mL/MJ(약 1.5 mL/kcal)로 정하였다.

한국인의 수분 필요량을 반영하는 수분 섭취량은 그림 3과 같이 추정해서 이를 근거로 수분 충분섭취량을 설정한다. 그리고 수분 충분섭취량의 경우는 수분 섭취 급원과 식생활을 반영해 액체와 총수분으로 구분해서 제시한다. 수분 섭취량은 음식으로 섭취하는 수분량에 액체로 섭취하는 수분량을 합해서 구한다. 음식 수분 섭취량은 한국인의 음식 수분 섭취량에 관한 데이터가 부족하여 한국인 일상식 수분 함량을 분석한 자료를 외삽하는 방법을 이용하고 있다. 한국인 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량(estimated energy requirement, EER)에 한국인 일상식(물과 음료 제외) 수분 함량비(0.53 mL/kcal) [21]를 곱하여 구한다. 일본은 음식 수분 섭취량을 액체인 우유, 주스, 스프, 물의 섭취량을 제외한 나머지 음식에서 섭취한 수분량으로 구한다 [22]. 유아(1-5세)는 우유 섭취가 아직도 많으며, 국, 찌개 등을 성인만큼 먹지 않아 음식 수분 섭취량 산출 시 6세-노인에서와 같이 한국인 일상식 수분 함량비인 0.53 mL/kcal를 적용하면 총수분섭취량이 과다 평가될 가능성이 있는 점을 고려해야 한다. 따라서 유아의 음식 수분 섭취량은 단위 체중 당 음식 수분 계수인 23.5 mL/kg을 적용하여 산출한다 [23].

액체 수분 섭취량은 연령군별, 성별로 2013-2017 국민건강영양조사 [24]의 물 섭취량 중앙값, 음료 섭취량 중앙값, 우유 섭취량 200 mL/일을 합해서 산출한다. 음료는 국민건강영양조사에서는 음료 및 주류로

되어 있으나 수분 섭취기준 설정 시 보편적으로 이를 음료로 표기하고 있어 본고에서도 음료로 표기하였다. 따라서 음료에 주류가 포함되어 있다고 보면 된다. 국민건강영양조사의 음료 섭취량에는 우유·유제품 섭취량이 포함되지 않았기 때문에 음료 섭취량이 과소 평가되었다. 따라서 우유 섭취를 권장하는 의미에서 6세 이상에서 액체 수분 섭취량 산출 시 우유 섭취량 200 mL/일을 더해준다 [25-27]. 한편, 남미, 유럽, 아시아를 포함한 13개 국가 성인에 대한 연구에서도 [28] 액체 수분 섭취량을 산출하기 위해 액체를 물(수돗물 포함), 우유, 뜨거운 음료(커피, 차, 기타), 주스, 탄산음료, 주류 및 기타 음료로 구분하고 이들을 대상으로 하였다.

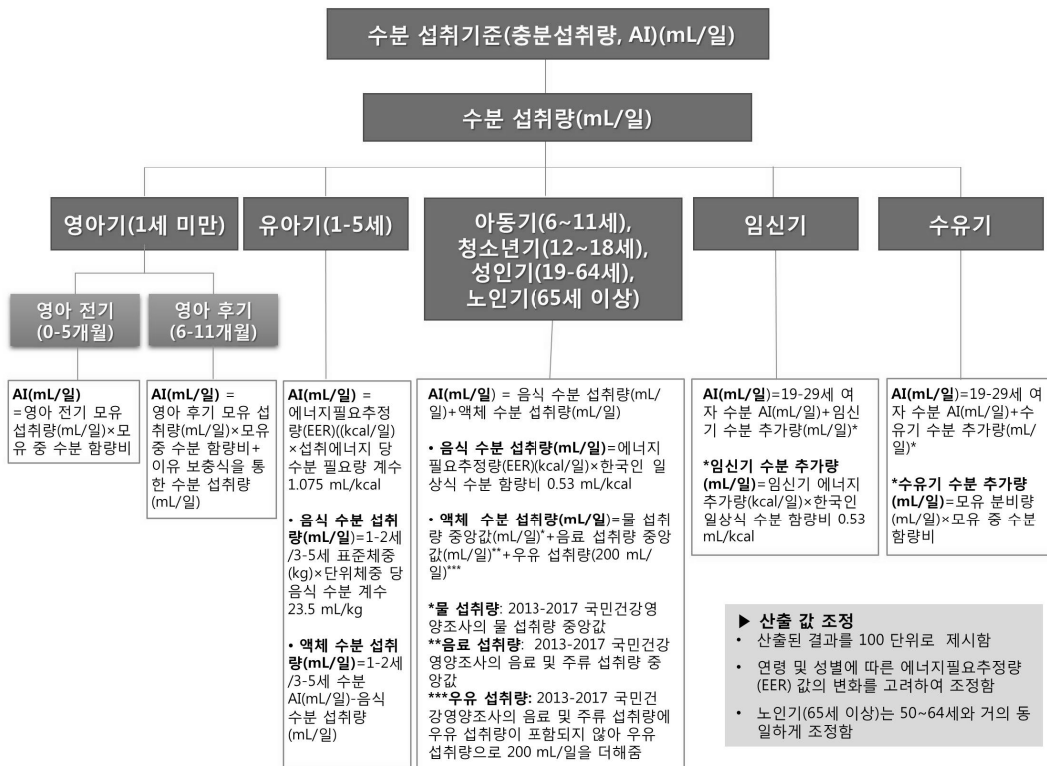


그림 3 | 수분 섭취기준 설정 방법

그리고 생애주기에 따라서는 식생활 및 생리적 특성을 반영하여 이 산출 방법을 조정해 적용하고 있다 [25-27]. 영아 전기(0-5개월)는 모유로 영양을 섭취하고 있어 모유 섭취량에 모유 중 수분 함량비를 곱해서 나온 값으로 수분 섭취기준을 정하며, 영아 후기(6-11개월)는 모유로 섭취하는 수분량에 이유 보충식으로 섭취하는 수분량을 합해 수분 섭취기준을 정한다. 1-5세 유아의 수분 섭취기준은 성인보다 국물 섭취량이 적은 등 식사 내용이 다른 점을 반영해야 하여 성인과 달리 에너지필요추정량에 섭취에너지 당 수분 필요량 계수(1.075 mL/kcal) [20]를 곱해 이 값으로 정한다. 이외에 다른 모든 연령층에서 액체 수분 섭취량은 국민건강영양조사의 물 섭취량 중앙값에 음료 섭취량 중앙값을 합한 후 우유 섭취량 200 mL/일을

더해 구한다. 임신부는 임신에 따른 추가 에너지량으로 수분 섭취량이 증가하게 되므로 이점을 고려해 정한다. 수유부는 모유를 통한 수분 손실량이 발생하므로 일반 성인 여자보다 모유 생성에 필요한 수분을 추가해 정한다. 노인은 소변농축능력 저하 및 갈증민감성 저하 등이 나타나서 수분 섭취가 부족하기 쉬워 탈수 등이 발생할 수 있으므로, 수분 섭취량이 부족하지 않도록 고려하여 정한다.

(1) 영아기(1세 미만)

영아 전기(0-5개월)의 수분 충분섭취량은 건강한 모유 영양아의 모유 섭취량에 근거하여 설정한다. 2015 한국인 영양소 섭취기준에서는 영아 전기(0-5개월)의 모유 섭취량 780 mL/일에 모유 중 수분 함량비 87%를 적용하여 계산한 값인 678.6 mL/일($780 \text{ mL/일} \times 0.87$)을 토대로 영아 전기의 수분 충분섭취량을 700 mL/일로 제시한 바 있다. 미국/캐나다 [19], 호주/뉴질랜드 [18]도 영아 전기에 모유로 섭취하는 수분량을 700 mL/일로 보고, 이 시기의 수분 충분섭취량을 700 mL/일로 제시하였다(표 2). 2020 한국인 영양소 섭취기준에서도 영아 전기의 모유 섭취량을 국내문헌 고찰에 따라 780 mL/일로 하였다. 이에 따라 영아 전기(0-5개월)의 수분 충분섭취량은 표 3과 같이 700 mL/일로 정하였다.

영아 후기(6-11개월)의 수분 충분섭취량은 모유 영양아의 모유 섭취량과 이유 보충식을 통한 수분 섭취량을 더한 값을 근거로 하여 설정한다. 2015년 제정 시 영아 후기(6-11개월)의 모유 섭취량 600 mL/일에 모유 중 수분 함량비 87%를 적용하여 계산한 값이 $600 \text{ mL/일} \times 0.87 = 522 \text{ mL/일}$ 을 토대로, 모유를 통한 수분 섭취량을 500 mL/일로 제시하였다. 여기에 영아 후기의 이유 보충식을 통한 수분 섭취량을 외국자료에 근거해 320 mL/일로 보고 이 값을 더하여 영아 후기의 수분 충분섭취량을 800 mL/일로 정한 바 있다. 2020 한국인 영양소 섭취기준에서도 영아 후기(6-11개월)의 수분 충분섭취량은 모유와 이유 보충식을 통한 수분 섭취량에 근거하여 이전과 동일하게 800 mL/일로 정하였다(표 3). 미국/캐나다 [19], 호주/뉴질랜드 [18]도 영아 후기의 수분 충분섭취량을 800 mL/일로 제시하였다. 그리고 영아기의 수분 충분섭취량은 다른 생애주기와 마찬가지로 설정 원칙을 적용해 액체와 총수분으로 구분하여 제시하였다(표 4).

표 2 | 국가별 영양소 섭취기준에서 영아의 수분 섭취기준(충분섭취량) 비교(mL/일)

연령(개월)	한국(2010)	한국(2015)	미국/캐나다(2005)	호주/뉴질랜드(2005)
0-5	700(700) ¹⁾	700(700) ¹⁾	700(700) ¹⁾	700(700) ¹⁾
6-11	800(500) ¹⁾	800(500) ¹⁾	800(600) ²⁾	800(600) ²⁾

¹⁾ 모유 수분 섭취량

²⁾ 모유 수분 섭취량을 포함한 액체 수분 섭취량

| 표 3 | 영아기 수분 급원별 섭취량 설정 요약

연령(개월)	수분 급원별 섭취량
영아 전기 (0-5)	수분 섭취량(충분섭취량, AI)(mL/일)=영아 전기 모유 섭취량(mL/일)×모유 중 수분 함량비 → AI = 780 mL/일×0.87 = 678.6 mL ≒ 700 mL/일
영아 후기 (6-11)	수분 섭취량(충분섭취량, AI)(mL/일)=영아 후기 모유를 통한 수분 섭취량(mL/일)* +이유 보충식을 통한 수분 섭취량(mL/일) * 영아 후기 모유를 통한 수분 섭취량(mL/일)=영아 후기 모유 섭취량/일(mL/일)×모유 중 수분 함량비 → AI = 600 mL/일×0.87+320 mL/일 = 522 mL+320 mL ≒ 500 mL+300 mL ≒ 800 mL/일

| 표 4 | 영아기 수분 충분섭취량 설정 요약

연령(개월)	수분 충분섭취량(mL/일)				
	음식	물	음료	충분섭취량	
				액체	총수분
영아 전기(0-5)				700	700
영아 후기(6-11)	300			500	800

(2) 성장기(1-18세)

1-5세 유아기의 수분 충분섭취량은 6세 이상 성장기와 성인기 및 노인기의 설정 방식과 달리 에너지필요추정량에 1,075 mL/kcal [20]를 적용하여 제시하였다. 예를 들어 1-2세 유아의 수분 충분섭취량은 해당 연령의 에너지필요추정량인 950 kcal/일에 섭취에너지 당 수분 필요량 계수인 1.075 mL/kcal를 곱하여 1,021 mL/일을 산출하고 이를 반올림하여 1,000 mL/일로 제시하였다(표 5). 음식 수분 섭취량은 단위체중 당 음식 수분 계수인 23.5 mL/kg [23]을 적용하여 산출하고 이 값과 수분 충분섭취량 간의 차이를 액체 수분 섭취량으로 간주하였다. 이는 1-2세 유아의 경우 성인과 달리 국이나 찌개를 많이 먹지 않으므로 한국인 일상식 수분 함량비 0.53 mL/kcal [21]를 적용하면 1일 음식 수분 섭취량이 500 mL(1-2세 에너지필요추정량 950 kcal×0.53 mL/kcal = 503.5 mL ≒ 500 mL)로 과다평가 될 수 있기 때문이다. 이 경우 오히려 단위체중 당 음식 수분 계수인 23.5 mL/kg을 적용하여 음식 수분 섭취량을 계산하면 약 300 mL/일(1-2세 표준체중 11.7 kg×23.5 mL/kg = 275.0 mL ≒ 300 mL)가 되는데 이 값이 적절할 것으로 보인다. 따라서 1-2세 유아의 액체 수분 섭취량은 충분섭취량 1,000 mL/일에서 음식 수분 섭취량 300 mL/일을 빼서 700 mL/일로 제시하였다. 3-5세도 1-2세와 같은 과정을 거쳐 충분섭취량을 정하였다.

6세 이상 연령군의 수분 충분섭취량은 음식 수분 섭취량에 액체 수분 섭취량을 합하여 설정한다. 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량에 한국인 일상식 수분 함량비를 적용하여 산출하고, 액체 수분 섭취량은 2013-2017 국민건강영양조사를 활용하여 이들을 근거로 수분 충분섭취량을 설정하였다(표 5). 한국인의 음식 수분 섭취량에 관한 대규모 조사 자료는 없다. 이는 우리나라 식품성분표가 음식 중 건더기 식재료 위주로 영양소 함량을 제시하고 국물을 제외하고 있는 것에 주로 기인한다. 따라서 2020 한국인 영양소

섭취기준에서도 일부 인체 대사 연구에서 부수적으로 분석한 한국인 상용음식 중 수분 함량 자료를 외삽하는 방법으로 음식 수분 섭취량을 추정하였다. 즉, 한국인 일상식(물과 음료 제외) 수분 함량비인 0.53 mL/kcal [21]를 적용한다.

우리나라의 경우, 국민건강영양조사에서 물 섭취량을 조사하고 있으나, 물 외의 음료 수분 섭취량과 음식 수분 섭취량에 대한 연구 자료가 부족하다. 2020 한국인 영양소 섭취기준의 경우 2015 영양소 섭취기준과 마찬가지로 액체 수분 섭취량을 국민건강영양조사의 연령군별, 성별 물 섭취량 중앙값과 음료 섭취량 중앙값을 합해서 산출하였다. 그러나 국민건강영양조사의 음료에 우유를 비롯한 일부 음료(액상발효유, 천연과일주스, 두유 등)가 포함되지 않아 실제 액체 수분 섭취량을 반영하지 못하고 있다. 이를 일부 참작하여 우유 섭취를 권장하는 의미에서 6세 이상에서 액체 수분 섭취량 산출 시 우유 권장량 200 mL/일을 추가한다. 한편, 국물이 많은 음식인 국, 물김치, 죽, 찌개 등의 수분 함량에 대한 자료가 없어서 액체 수분 섭취량에 포함시키지 못하고 음식 수분 섭취량에 추정해서 포함시키고 있는데 이에 대해서는 추후 별도의 자료조사와 분석이 필요하리라 본다.

따라서 6-11세 아동기의 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량에 한국인 일상식 수분 함량비인 0.53 mL/kcal [21]를 적용하여 산출하고, 액체 수분 섭취량은 2013-2017 국민건강영양조사 [24] 결과에서 물과 음료에 대한 각각의 중앙값을 적용하고 우유 섭취량 200 mL/일을 더해 구하였고, 이를 적용해 수분 충분 섭취량을 설정하였다(표 5).

12-14세와 15-18세의 청소년기를 위한 수분 충분섭취량도 6-11세 아동기와 같은 방법으로 설정하였다(표 5). 2013-2017 국민건강영양조사 [24]에서 12-14세와 15-18세의 물 섭취량 중앙값은 남자 911-920 mL/일과 여자 610-659 mL/일로서 남자가 여자보다 많았다. 그리고 청소년 전기(12-14세)와 후기(15-18세)의 물 섭취량 중앙값은 남녀 모두 후기가 전기보다 약간 많았다. 이밖에 성장기의 수분 충분섭취량은 연령 및 성별에 따른 에너지필요추정량 값의 변화를 고려하여 일부 연령에서 조정하여 최종적으로 설정하였다.

최근 5년간(2013-2017) 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 우리나라 1-2세와 3-5세의 평균 총수분섭취량은 각각 1,013.8 mL/일과 1,256.8 mL/일로 1-2세의 53.1%와 3-5세의 74.5%가 2020 한국인 영양소 섭취기준의 총수분 섭취기준(2020 총수분 섭취기준) 미만으로 섭취하고 있음을 알 수 있었다 [24]. 이 기간 동안 6-8세와 9-11세 남녀 아동의 경우, 6-8세의 평균 총수분섭취량은 남녀 각각 1,555.7 mL/일과 1,347.4 mL/일로 2020 총수분 섭취기준 미만 섭취자 비율은 각각 65.1%와 74.2%이었고, 9-11세는 남녀 각각 평균 1,804.2 mL/일과 1,701.6 mL/일의 총수분을 섭취하였으며 남녀 각각 66.6%와 67.3%가 2020 총수분 섭취기준 미만으로 섭취하였다 [24]. 12-14세와 15-18세 청소년의 평균 총수분섭취량은 12-14세 남녀 각각 1,979.0 mL/일과 1,531.2 mL/일 및 15-18세 남녀 각각 2,120.9 mL/일과 1,558.8 mL/일이었고, 2020 총수분 섭취기준 미만 섭취자 비율은 12-14세 남녀 75.8%와 84.0%, 15-18세 남녀 77.2%와 79.7%로 성장기 연령층 중 가장 높았다 [24].

한편, 2019 청소년건강행태조사 [29]를 통해 우리나라 청소년의 수분 섭취 실태를 살펴보면, 최근 7일 동안 하루 물 섭취 빈도에 있어서 남자는 5컵 이상이 44.2%로 월등히 많았으며 여자는 1-2컵, 3컵, 5컵 이상이 모두 25% 정도로 비슷한 수치를 보였다. 1컵을 약 200 mL로 계산할 경우 1-2컵은 200-400 mL,

3컵은 600 mL, 5컵 이상은 1,000 mL 이상에 해당한다. 2013-2017 국민건강영양조사에서 남자 청소년의 하루 물 섭취량이 900 mL 정도로 보고되었는데 이는 청소년의 44.2%가 하루에 물을 1,000 mL 이상 섭취한다는 2019 청소년건강행태조사 결과와 크게 다르지 않아 보인다. 2013-2017 국민건강영양조사에서 여자 청소년의 하루 물 섭취량이 600-700 mL 정도라고 보고되었는데 이 또한 청소년에서 하루 물 섭취량이 200-1,000 mL 이상 다소 고르게 분포되어 있는 것으로 보고된 2019 청소년건강행태조사 결과와 큰 차이가 없는 것으로 보인다.

그러나 2019 청소년건강행태조사에서 12-18세 남녀의 하루 물 섭취량이 4컵 이하 즉 800 mL/일 이하인 비율이 높아 이 연령군에 대한 2020 한국인 영양소 섭취기준의 액체 섭취기준인 900-1,200 mL/일과 비교해보면 물 섭취가 부족한 비율이 높다고 할 수 있다. 하지만 액체 섭취기준에는 물뿐만 아니라 음료와 우유 섭취량도 포함하므로 청소년의 음료와 우유 섭취량을 추가한다면 액체 섭취량이 섭취기준보다 부족한 비율은 높지 않을 것으로 생각된다. 실제로 2019 청소년건강행태조사에서 최근 7일 동안 3회 이상 탄산음료를 마신 학생의 비율은 남학생 45.1%, 여학생 28.1%이었고 매해 증가 추세였다. 이와 함께 주 3회 이상 단맛음료 섭취율도 높으며 증가 추세여서 2014년도에 38.2%에서 2019년 50.4%로 나타났다. 반면에 1일 1회 이상 우유 섭취율은 낮고 감소하고 있어 2014년 26.6%, 2017년 25%, 2019년 22.8%로 보고되었다. 따라서 성장기에 수분 섭취가 양적으로 수분 섭취기준을 충족하도록 함과 함께 액체 섭취 시 물 위주로 섭취하면서 우유를 섭취하도록 하고 당류 등이 함유된 음료 섭취를 절제하도록 노력할 필요가 있다고 하겠다.

표 5 | 성장기 수분 급원별 섭취량 설정 요약

연령(세)		수분 급원별 섭취량
1-5세 설정과정		수분 섭취량(총분섭취량, AI)(mL/일) = 에너지필요추정량(EER) (kcal/일) × 섭취에너지 당 수분 필요량 계수 1.075 mL/kcal ¹⁾
		음식 수분 섭취량(mL/일) = 체중(kg) × 단위체중 당 음식 수분 계수 23.5 mL/kg ²⁾ 액체 수분 섭취량(mL/일) = 수분 AI(mL/일) - 음식 수분 섭취량(mL/일)
1-2		AI = 950 kcal × 1.075 mL/kcal = 1,021 mL/일 ≈ 1,000 mL/일
		음식 수분 섭취량 = 11.7 kg × 23.5 mL/kg = 275.0 mL/일 ≈ 300 mL/일 액체 수분 섭취량 = 1,000 mL - 300 mL ≈ 700 mL/일
3-5		AI = 1,400 kcal × 1.075 mL/kcal = 1,505 mL/일 ≈ 1,500 mL/일
		음식 수분 섭취량 = 17.6 kg × 23.5 mL/kg = 413.6 mL/일 ≈ 400 mL/일 액체 수분 섭취량 = 1,500 mL - 400 mL ≈ 1,100 mL/일
6-18세 설정과정		수분 섭취량(총분섭취량, AI)(mL/일) = 음식 수분 섭취량(mL/일) + 액체 수분 섭취량(mL/일)** * 음식 수분 섭취량(mL/일) = 연령별 에너지필요추정량(EER)(kcal/일) × 한국인 일상식 수분 함량비 0.53 mL/kcal ³⁾ ** 액체 수분 섭취량(mL/일) = ① 물 섭취량 중앙값(mL/일) ⁴⁾ + ② 음료 섭취량 중앙값(mL/일) ⁴⁾ + ③ 우유 섭취량 200 mL/일
남자	6-8	AI = (1,700 kcal × 0.53 mL/kcal) + 589 mL + 0 mL + 200 mL ≈ 900 mL + 800 mL ≈ 1,700 mL/일
	9-11	AI = (2,000 kcal × 0.53 mL/kcal) + 686 mL + 1.2 mL + 200 mL ≈ 1,100 mL + 900 mL ≈ 2,000 mL/일

연령(세)		수분 급원별 섭취량
	12-14	AI=(2,500 kcal×0.53 mL/kcal)+911 mL+1.9 mL+200 mL≒1,300 mL+1,100 mL ≒2,400 mL/일
	15-18	AI=(2,700 kcal×0.53 mL/kcal)+920 mL+6.4 mL+200 mL≒1,400 mL+1,100 mL ≒2,500 mL/일→ 1,400 mL+1,200 mL≒2,600 mL/일 남자 15-18세가 남자 19-29세보다 EER이 100 kcal/일 많은 점을 감안해 남자 15-18세의 AI를 100 mL 상향 조정하여 강화하였으며 이를 위해 액체 수분 섭취량을 1,100 mL/일 → 1,200 mL/일로 상향 조정함
여자	6-8	AI=(1,500 kcal×0.53 mL/kcal)+514 mL+0 mL+200 mL≒800 mL+700 mL ≒1,500 mL/일→ 800 mL+800 mL≒1,600 mL/일 여자 6-8세가 남자 6-8세보다 EER이 200 kcal/일 적은 점을 감안해 여자 6-8세의 AI를 100 mL 상향 조정하여 강화하였으며 이를 위해 액체 수분 섭취량을 700 mL/일 → 800 mL/일로 상향 조정함
	9-11	AI=(1,800 kcal×0.53 mL/kcal)+643 mL+0 mL+200 mL≒1,000 mL+900 mL ≒1,900 mL/일
	12-14	AI=(2,000 kcal×0.53 mL/kcal)+610 mL+0 mL+200 mL≒1,100 mL+800 mL ≒1,900 mL/일→ 1,100 mL+900 mL≒2,000 mL/일 여자 12-14세가 여자 9-11세보다 EER이 200 kcal/일 많은 점을 감안해 여자 12-14세의 AI를 100 mL 상향 조정하여 강화하였으며 이를 위해 액체 수분 섭취량을 800 mL/일 → 900 mL/일로 상향 조정함
	15-18	AI=(2,000 kcal×0.53 mL/kcal)+659 mL+7.3 mL+200 mL≒1,100 mL+900 mL ≒2,000 mL/일

1) Germany Nutrition Society [20]

2) 김지혜 [23]

3) 박영숙 [21]

4) 2013-2017 국민건강영양조사 [24] 물 섭취량 중앙값, 음료 섭취량 중앙값 적용

표 6 | 성장기 수분 충분섭취량 설정 요약

연령(세)		수분 충분섭취량(mL/일)				
		음식	물	음료	충분섭취량	
					액체	총수분
1-2		300	362	0	700	1,000
3-5		400	491	0	1,100	1,500
남자	6-8	900	589	0	800	1,700
	9-11	1,100	686	1.2	900	2,000
	12-14	1,300	911	1.9	1,100	2,400
	15-18	1,400	920	6.4	1,200	2,600
여자	6-8	800	514	0	800	1,600
	9-11	1,000	643	0	900	1,900
	12-14	1,100	610	0	900	2,000
	15-18	1,100	659	7.3	900	2,000

(3) 성인기(19-64세)

성인기(16-64세)를 위한 수분 충분섭취량도 6세 이상 성장기와 같은 방법으로 설정하였다. 즉 음식 수분 섭취량에 액체 수분 섭취량을 합하여 설정하였다. 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량에 한국인 일상식 수분 함량비를 적용하여 산출하고 액체 수분 섭취량은 2013-2017 국민건강영양조사 결과의 물과 음료에 대한 각각의 중앙값을 적용하고 우유 섭취량 200 mL/일을 더해 산출하였다(표 7).

한국인 일상식(물과 음료 제외) 수분 함량비인 0.53 mL/kcal [21]를 적용하여 19-29세 남자의 음식 수분 섭취량을 1,378 mL/일($2,600 \text{ kcal/일} \times 0.53 \text{ mL/kcal} = 1,378 \text{ mL/일}$)로 추정하였다. 여기에서 2,600 kcal/일은 2020 한국인 영양소 섭취기준의 19-29세 남자의 에너지필요추정량(estimated energy requirement, EER)이다. 한편 2013-2017 국민건강영양조사 [24]에서 19-29세 남자의 물 섭취량 중앙값은 981 mL/일, 음료 섭취량 중앙값은 262 mL/일로 이들을 합해 액체 섭취량을 1,243 mL/일로 산출하였다. 음료에 우유가 포함되지 않아 우유 섭취를 권장하는 의미에서 6세 이상 성장기에서와 마찬가지로 액체 수분 섭취량 산출 시 우유 섭취량 200 mL/일을 추가하였다. 따라서 19-29세 남자의 1일 액체 수분 섭취량은 위에서 구한 우유를 제외한 액체 섭취량 1,243 mL/일에 우유 섭취량 200 mL/일을 더해 1,443 mL/일로 산출하였다. 결과적으로 음식 수분 섭취량과 액체 수분 섭취량을 합한 총수분섭취량은 2,821 mL/일로 도출되었다. 그 후 산출된 수치를 다듬어(rounding) 19-29세 남자의 수분 충분섭취량을 2,800 mL/일로 제시하였으나, 19-29세 남녀간 에너지필요추정량의 차이를 감안해 조정함으로써 최종적으로 2,600 mL/일로 제시하였다. 이밖에 성인기의 연령 및 성별에 따른 에너지필요추정량 값의 변화를 고려하여 일부 연령에서도 조정한 후 최종적으로 수분 충분섭취량을 제시하였다.

한편, 수분 섭취기준으로 1.0 mL/kcal를 적용하면 2,600 mL/일($2,600 \text{ kcal/일} \times 1.0 \text{ mL/kcal} = 2,600 \text{ mL/일}$)이 되는데, 이 값에서 에너지 대사 분량인 325 mL/일($2,600 \text{ kcal/일} \times 0.125 \text{ mL/kcal} = 325 \text{ mL/일}$)을 빼면 약 2,275 mL/일로 계산된다. 여기에서 0.125 mL/kcal는 대사수 계수이다 [30]. 이와 같이 수분 섭취량에 근거한 값과 수분 필요량에 근거한 값이 유사하다.

최근 5년간(2013-2017)의 국민건강영양조사 자료를 분석한 결과, 성인 남자의 평균 총수분섭취량은 19-29세 2,405.8 mL/일, 30-49세 2,504.4 mL/일, 50-64세 2,353.4 mL/일로 2020 총수분 섭취기준 미만 섭취자 비율은 각각 66.7%, 56.7%, 50.6%이었다. 성인 여자의 평균 총수분섭취량은 19-29세 1,766.2 mL/일, 30-49세 1,943.1 mL/일, 50-64세 2,018.4 mL/일로 각각 71.9%, 58.7%, 52.0%가 2020 총수분 섭취기준 미만을 섭취하는 것으로 나타났다 [24].

또한 2013-2017 국민건강영양조사 [24] 자료를 살펴보면 남자의 물 섭취량 중앙값이 19-29세 981 mL/일, 30-49세 957 mL/일, 50-64세 940 mL/일인 것으로 보고되었고, 여자는 같은 연령군 순으로 각각 709 mL/일, 772 mL/일, 784 mL/일로 보고되었다. 따라서 성인기에 연령에 따른 물 섭취량에 차이가 없었고 남자가 여자보다 많았다. 또한 물 섭취량은 2008-2012 [31]과 2013-2017 [24] 국민건강영양조사 간에 차이가 없었다. 그러나 음료 섭취량 중앙값은 2008-2012 국민건강영양조사에 비해 2013-2017 국민건강영양조사에서 현저하게 증가해 남자 19-29세는 34 mL/일에서 262 mL/일, 30-49세는 105 mL/일에서 289 mL/일, 50-64세는 44 mL/일에서 75 mL/일로 증가하였다. 여자 19-29세는 24 mL/일에서 126 mL/일, 30-49세는

15 mL/일에서 124 mL/일, 50-64세는 12 mL/일에서 27 mL/일로 증가하였다. 한편, Lee 등 [32]이 국민건강영양조사(2008-2012) 자료를 이용하여 음식 수분 섭취량을 분석한 결과를 보면, 전체 평균 697 g/일(남자 697 g/일, 여자 610 g/일)이었으며 50-64세가 762 g/일로 가장 높고, 19-29세가 592 g/일로 가장 낮은 것으로 나타났다. 그러나 이들 자료는 성인의 물이나 음료 섭취량의 중앙값이며, 음식 수분 섭취량의 평균 값이기 때문에 하루 물 섭취량을 정확하게 계산할 수 없어 수분 섭취기준을 충족하는지를 평가하기는 어렵다. 성인기를 비롯한 생애주기별 물, 음료, 우유 등의 액체 섭취량 및 음식 수분 섭취량을 정확하게 파악하는 조사가 지속적으로 이루어져 실제 수분 섭취량이 수분 섭취기준에 얼마나 부합하는지를 파악할 수 있도록 뒷받침되어야 할 것으로 생각된다.

표 7 | 성인기 수분 급원별 섭취량 설정 요약

연령(세)	수분 급원별 섭취량
19-64세 설정과정	<p>수분 섭취량(총분섭취량, AI)(mL/일)=음식 수분 섭취량(mL/일)*+액체 수분 섭취량(mL/일)**</p> <p>* 음식 수분 섭취량(mL/일)=연령별 에너지필요추정량(EER)(kcal/일)×한국인 일상식 수분 함량비 0.53 mL/kcal¹⁾</p> <p>** 액체 수분 섭취량(mL/일)=① 물 섭취량 중앙값(mL/일)²⁾+② 음료 섭취량 중앙값(mL/일)²⁾+③ 우유 섭취량 200 mL/일</p>
남자	<p>19-29</p> <p>AI=(2,600 kcal×0.53 mL/kcal)+981 mL+262 mL+200 mL≒1,400 mL+1,400 mL ≒2,800 mL/일→ 1,400 mL+1,200 mL≒2,600 mL/일</p> <p>남자 19-29세가 여자 19-29세보다 EER이 600 kcal/일 많은 점을 감안해 남자 19-29세의 AI를 200 mL 하향 조정하였으며 따라서 액체 수분 섭취량을 1,400 mL/일 → 1,200 mL/일로 하향 조정함</p>
	<p>30-49</p> <p>AI=(2,500 kcal×0.53 mL/kcal)+957 mL+289 mL+200 mL≒1,300 mL+1,400 mL ≒2,700 mL/일→ 1,300 mL+1,200 mL≒2,500 mL/일</p> <p>남자 30-49세가 남자 19-29세보다 EER이 100 kcal/일 적은 점을 감안해 남자 30-49세의 AI가 남자 19-29세보다 낮도록 200 mL 하향 조정하였으며 따라서 액체 수분 섭취량을 1,400 mL/일→ 1,200 mL/일로 하향 조정함</p>
	<p>50-64</p> <p>AI=(2,200 kcal×0.53 mL/kcal)+940 mL+75 mL+200 mL≒1,200 mL+1,200 mL ≒2,400 mL/일→ 1,200 mL+1,000 mL≒2,200 mL/일</p> <p>남자 50-64세가 남자 19-24세보다 EER이 400 kcal/일 적은 점을 감안해 남자 50-64세의 AI를 200 mL 하향 조정하였으며 따라서 액체 수분 섭취량을 1,200 mL/일 → 1,000 mL/일로 하향 조정함</p>
여자	<p>19-29</p> <p>AI=(2,000 kcal×0.53 mL/kcal)+709 mL+126 mL+200 mL≒1,100 mL+1,000 mL ≒2,100 mL/일</p>
	<p>30-49</p> <p>AI=(1,900 kcal×0.53 mL/kcal)+772 mL+124 mL+200 mL≒1,000 mL+1,100 mL ≒2,100 mL/일→ 1,000 mL+1,000 mL≒2,000 mL/일</p> <p>여자 30-49세가 여자 19-29세보다 EER이 100 kcal/일 적은 점을 반영하도록 여자 30-49세의 AI를 100 mL 하향 조정하였으며 따라서 액체 수분 섭취량을 1,100 mL/일 → 1,000 mL/일로 하향 조정함</p>
	<p>50-64</p> <p>AI=(1,700 kcal×0.53 mL/kcal)+784 mL+27 mL+200 mL≒900 mL+1,000 mL ≒1900 mL/일→ 1,900 mL/일</p>

¹⁾ 박영숙 [21]

²⁾ 2013-2017 국민건강영양조사 [24] 물 섭취량 중앙값, 음료 섭취량 중앙값 적용

표 8 | 성인기 수분 충분섭취량 설정 요약

연령(세)		수분 충분섭취량(mL/일)				
		음식	물	음료	충분섭취량	
					액체	총수분
남자	19-29	1,400	981	262	1,200	2,600
	30-49	1,300	957	289	1,200	2,500
	50-64	1,200	940	75	1,000	2,200
여자	19-29	1,100	709	126	1,000	2,100
	30-49	1,000	772	124	1,000	2,000
	50-64	900	784	27	1,000	1,900

(4) 노인기(65세 이상)

노인기(65세 이상)를 위한 수분 충분섭취량도 성인기와 같은 방법으로 설정하며, 노인기의 경우 50-64세와 거의 동일하도록 그리고 65-74세와 75세 이상이 거의 동일하도록 조절하여 수분 충분섭취량을 강화해 주었다. 따라서 노인기에 수분 충분섭취량을 충족시키려면 수분을 갈증을 해소할 정도로 마시는 것으로는 충분하지 않으며 그 이상으로 틈틈이 섭취하도록 유의해야 한다. 노인기의 충분섭취량 설정과정은 표 9에 구체적으로 제시하였다.

2013-2017 국민건강영양조사 분석 결과에서 65-74세 남녀 노인의 평균 총수분섭취량은 2,066.7 mL/일과 1,562.4 mL/일이었고, 65-74세 남자 노인의 57.0%, 여자 노인의 69.1%가 2020 총수분 섭취기준에 미치지 못하게 섭취하고 있었다 [24]. 75세 이상 남녀 노인의 경우, 평균 총수분섭취량은 1,648.2 mL/일과 1,234.1 mL/일로 남자 노인 72.4%, 여자 노인 86.4%가 2020 총수분 섭취기준 미만이어서 현재 상태의 수분 섭취 정도로는 총수분 섭취기준을 충족하기 어려운 것으로 평가되었다 [24].

한편, 2013-2017 국민건강영양조사 [24]의 중앙값을 토대로 우리나라 노인의 물과 음료 섭취량 중앙값을 살펴보면 65-74세 남자 노인은 904 mL/일의 물과 20 mL/일의 음료를 마시는 것으로 보고되었으며, 75세 이상 남자 노인은 662 mL/일의 물과 12 mL/일의 음료를 섭취하는 것으로 나타났다. 여자에서는 65-74세 노인이 624 mL/일의 물과 9 mL/일의 음료를 섭취하였으며, 75세 이상 노인이 552 mL/일의 물과 5 mL/일의 음료를 섭취하였다. 노인기 중에서도 고령층으로 갈수록 물과 음료 섭취량이 감소하였으며, 2008-2012에 비해 2013-2017 국민건강영양조사에서는 물 섭취량이 남녀 모두 증가하여 바람직한 양상을 보였다.

【표 9】 노인기 수분 급원별 섭취량 설정 요약

연령(세)		급원별 섭취량
65-75세 이상 설정과정		수분 섭취량(충분섭취량, AI)(mL/일)=음식 수분 섭취량(mL/일)*+액체 수분 섭취량(mL/일)** * 음식 수분 섭취량(mL/일)=연령별 에너지필요추정량(EER)(kcal/일)×한국인 일상식 수분 함량비 0.53 mL/kcal ¹⁾ ** 액체 수분 섭취량(mL/일)=① 물 섭취량 중앙값(mL/일) ²⁾ +② 음료 섭취량 중앙값(mL/ 일) ²⁾ +③ 우유 섭취량 200 mL/일
남자	65-74	$AI = (2,000 \text{ kcal} \times 0.53 \text{ mL/kcal}) + 904 \text{ mL} + 20 \text{ mL} + 200 \text{ mL} \approx 1,100 \text{ mL} + 1,100 \text{ mL}$ $\approx 2,200 \text{ mL/일} \rightarrow 1,100 \text{ mL} + 1,000 \text{ mL} \approx 2,100 \text{ mL/일}$ 남자 65-74세가 남자 50-64세보다 EER이 200 kcal/일 적은 점을 반영하도록 남자 65-74세의 AI를 100 mL 하향 조정하였으며 따라서 액체 수분 섭취량을 1,100 mL/일→ 1,000 mL/일로 하향 조정함
	75 이상	$AI = (1,900 \text{ kcal} \times 0.53 \text{ mL/kcal}) + 662 \text{ mL} + 12 \text{ mL} + 200 \text{ mL} \approx 1,000 \text{ mL} + 900 \text{ mL}$ $\approx 1,900 \text{ mL/일} \rightarrow 1,000 \text{ mL} + 1,100 \text{ mL} \approx 2,100 \text{ mL/일}$ 남자 75세 이상을 남자 65-74세와 동일하도록 AI를 200 mL 상향 조정하여 강화하였으며 이를 위해 액체 수분 섭취량을 900 mL/일→ 1,100 mL/일로 상향 조정함
여자	65-74	$AI = (1,600 \text{ kcal} \times 0.53 \text{ mL/kcal}) + 624 \text{ mL} + 9 \text{ mL} + 200 \text{ mL} \approx 900 \text{ mL} + 800 \text{ mL}$ $\approx 1,700 \text{ mL/일} \rightarrow 900 \text{ mL} + 900 \text{ mL} \approx 1,800 \text{ mL/일}$ 여자 65-74세를 여자 50-64세와 거의 동일하도록 AI를 100 mL 상향 조정하여 강화하였 으며 이를 위해 액체 수분 섭취량을 800 mL/일→ 900 mL/일로 상향 조정함
	75 이상	$AI = (1,500 \text{ kcal} \times 0.53 \text{ mL/kcal}) + 552 \text{ mL} + 5 \text{ mL} + 200 \text{ mL} \approx 800 \text{ mL} + 800 \text{ mL}$ $\approx 1,600 \text{ mL/일} \rightarrow 800 \text{ mL} + 1,000 \text{ mL} \approx 1,800 \text{ mL/일}$ 여자 75세 이상을 여자 65-74세와 동일하도록 AI를 200 mL 상향 조정하였으며 이를 위 해 액체 수분 섭취량을 800 mL/일→ 1,000 mL/일로 상향 조정함

1) 박영숙 [21]

2) 2013-2017 국민건강영양조사 [24] 물 섭취량 중앙값, 음료 섭취량 중앙값 적용

【표 10】 노인기 수분 충분섭취량 설정 요약

연령(세)		수분 충분섭취량(mL/일)				
		음식	물	음료	충분섭취량	
					액체	총수분
남자	65-74	1,100	904	20	1,000	2,100
	75 이상	1,000	662	12	1,100	2,100
여자	65-74	900	624	9	900	1,800
	75 이상	800	552	5	1,000	1,800

(5) 임신기

임신기의 수분 충분섭취량은(비임신기) 성인 여성의 산출방식에 임신기에 추가되는 에너지섭취량을 고려하여 설정하였다. 즉 임신기에는 분기에 따라 +340/450 kcal/일의 에너지 섭취가 추가 권장되므로, 에너지 추가량에 한국인 일상식 수분 함량비인 0.53 mL/kcal [21]을 적용하면 임신기의 수분 추가량은 약 +180/+240 mL/일(340 kcal/450 kcal×0.53 mL/kcal = 180/240 mL)이 되고 임신 전기와 후기를 평균낸 후 100 mL 단위로 조정하면 임신기의 수분 추가량은 +200 mL/일이 된다. 따라서 임신기의 수분 충분섭취량은 19-29세(비임신기) 여성의 수분 충분섭취량(2,100 mL/일)에 임신기의 추가 에너지섭취량에 따른 수분 추가량 +200 mL/일을 더한 2,300 mL/일로 정하였다(표 11). 이는 미국/캐나다 [19] 영양소 섭취기준에서 임신기에는 비임신기의 수분 충분섭취량보다 약 10% 늘어난 수치가 권장되는 것과 일치된 결과이다. 그러나 우리나라 임신부의 수분 섭취량에 대한 문헌 보고는 없는 실정이다.

임신기에는 임신에 따른 생리적 변화(세포내액, 양수, 태아 등)로 인해 혈장 삼투압이 비임신기와 차이가 있다 [33-35]. 미국/캐나다 [19]의 경우 임신기의 수분 충분섭취량은 임신부와 수유부의 수분 섭취량 중앙값에 근거하여 각각 3.0 L/일와 3.8 L/일로 설정하였으며, 이 중 물과 음료 등의 액체 수분 섭취량을 각각 2.3 L/일와 3.1 L/일로 설정하였다. 호주/뉴질랜드 [18]의 경우 자국민을 대상으로 한 자료가 불충분하므로 미국/캐나다 자료를 차용하여 임신기 및 수유기의 수분 충분섭취량을 각각 3.1 L/일와 3.5 L/일로 설정하였으며, 이중 액체 수분 섭취량을 각각 2.3 L/일와 2.6 L/일로 설정하였다.

표 11 임신기 수분 급원별 섭취량 설정 요약

구분	수분 급원별 섭취량
임신기 설정과정	수분 섭취량(충분섭취량, AI)(mL/일) = 19-29세 여자 수분 AI(mL/일) + 임신기 수분 추가량(mL/일)* * 임신기 수분 추가량(mL/일) = 임신기 에너지 추가량/일(kcal/일) × 한국인 일상식 수분 함량비 0.53 mL/kcal ¹⁾
임신기	임신기 수분 추가량 = 340/450 kcal/일 × 0.53 mL/kcal = 180/240 mL/일 ≒ +200 mL/일 AI = 2,100 mL/일 + 200 mL/일 = 2,300 mL/일

¹⁾ 박영숙 [21]

표 12 임신기 수분 충분섭취량 설정 요약

구분(세)	수분 충분섭취량(mL/일)				
	음식	물	음료	충분섭취량	
				액체	총수분
임신기					+200

(6) 수유기

수유기에 신장기능을 비롯한 생리적 상태가 비수유기와 다르다는 뚜렷한 증거는 없다. 그러나 수유부의 경우는 모유를 통한 수분 손실량을 고려하여야 한다. 우리나라 수유부의 평균 모유 분비량으로 보고된 820 mL/일 [36]에 모유 중 수분 함량비 87%를 적용하면 모유를 통한 수분 손실량은 약 700 mL/일(820 mL/일 \times 0.87 = 713.4 mL/일 \approx 700 mL/일)이므로, 수유기의 수분 충분섭취량은 19-29세(비수유기) 여자보다 +700 mL/일만큼이 추가된다(표 13).

한편, 수유기의 액체 수분 추가량은 수유기의 추가 권장 에너지 +320 kcal/일 섭취에 따른 음식 수분 추가량이 약 +200 mL/일(320 kcal \times 0.53 mL/kcal = 169.6 mL \approx 200 mL/일)이 되어 모유를 통한 수분 손실에 따른 수분 추가량(+700 mL/일)에서 이를 빼주면 +500 mL/일이 된다. 따라서 수유기의 수분 충분섭취량은 19-29세 여자의 수분 충분섭취량 2,100 mL/일에 +700 mL/일을 추가한 2,800 mL/일로 정하였으며, 액체 수분 추가량은 +500 mL/일로 정하였다.

표 13 수유기 수분 급원별 섭취량 설정 요약

구분	급원별 섭취량
수유기 설정과정	수분 섭취량(충분섭취량, AI)(mL/일) = 19-29세 여자 수분 AI(mL/일) + 수유기 수분 추가량(mL/일)* * 수유기 수분 추가량(mL/일) = 모유 분비량/일(mL/일) ¹⁾ \times 모유 중 수분 함량비 ■ 수유기 액체 수분 추가량 수유기 액체 수분 추가량(mL/일) = 수유기 수분 추가량(mL/일) - 수유기 추가 음식 수분량(mL/일)* * 수유기 추가 음식 수분량(mL/일) = 수유기 에너지 추가 권장량/일(kcal/일) \times 한국인 일상식 수분 함량비 0.53 mL/kcal ²⁾
수유기	수유기 추가 음식 수분량 = 320 kcal/일 \times 0.53 mL/kcal = 169.6 mL/일 \approx 200 mL/일 수유기 수분 추가량 = 820 mL/일 \times 0.87 = 713.4 mL/일 \approx +700 mL/일 AI = 2,100 mL/일 + 700 mL/일 \approx 2,800 mL/일 수유기 액체 수분 추가량 = 700 mL/일 - 200 mL/일 = +500 mL/일

¹⁾ 설민영 등 [36]

²⁾ 박영숙 [21]

표 14 수유기 수분 충분섭취량 설정 요약

구분(세)	수분 충분섭취량(mL/일)				
	음식	물	음료	충분섭취량	
				액체	총수분
수유기				+500	+700

2-3. 만성질환 위험감소를 위한 섭취기준

탈수는 체내 수분이 지나치게 손실되는 현상으로 출혈, 화상, 구토와 설사의 지속 또는 심한 운동에 의해 땀으로 체수분의 손실이 일어나거나 이뇨작용이 일어날 경우에 발생할 수 있다 [37]. 체내 총수분량의 2%가 손실되면 갈증을 느끼며, 4%가 손실되면 근육의 강도와 지구력이 떨어져 근육 피로감을 쉽게 느끼게 되고, 12%가 손실되면 외부의 높은 기온에 신체가 적응하는 능력을 상실하여 무기력 상태에 빠지고, 20% 이상이 손실되면 사망할 수 있다 [38].

선수들의 경우에는 저수화상태(hypohydration status)나 탈수가 혈액량의 감소를 유발하고 피부혈류와 발한율을 감소시켜 심부 온도를 증가시킬 뿐만 아니라 1회 심박출량 감소와 빈맥을 야기시켜 심장의 스트레스를 증가시키게 된다. 결과적으로 운동수행력이 감소하게 된다 [39]. 그러나 체중의 10% 가까이 감소하는 심한 탈수뿐만 아니라 2% 정도의 훨씬 낮은 수준의 탈수에서도 운동수행력은 감소한다 [8]. 상대적으로 약한 수준의 탈수에서도 격렬한 신체활동을 하는 동안 지구력 감소, 피로 증가, 열조절 능력 변화, 의욕 감소와 같은 수행력의 감소를 경험한다. 따라서 운동 수행 시 충분한 수분 섭취는 건강뿐만 아니라 운동수행력을 유지하는 데 있어서도 매우 중요한 요소이다.

최근에는 선수뿐만 아니라 만성적으로 경미한 탈수상태(체중의 -1~-2%)를 경험하는 좌업생활자에 대해서도 연구가 늘어나고 있으며 이러한 상태가 건강, 생리적 기능, 인지 기능, 수행력에 미치는 영향에 대해 관심이 커지고 있다. 또한 다양한 질병들과 만성적인 탈수 또는 수분 섭취 부족의 관련성이 연구되어 왔는데 신장결석, 담석증, 방광암이나 결장암 등 암, 부정맥, 정맥혈전색전증, 승모판탈출증, 골다공증 등이 포함되어 있다 [40]. 이 중 신장결석은 다수의 연구에서 양호한 수화상태가 낮은 재발율과 유의한 상관성이 있음을 확인하였다. 그리고 물을 충분히 마시거나 규칙적으로 마시면 담석 형성을 방지하거나 생성된 담석을 제거할 수 있다고 하였다. 반면에 물 섭취와 다른 질병들은 명확한 결론을 내기에는 아직까지 자료가 부족하다고 하였다. 미국 영양소 섭취기준 [41]도 총수분섭취량이 낮은 것과 만성질환 발생 간에 연관이 있지만 질병 감소를 위한 권장수준을 정할 만큼의 증거는 충분하지 않다고 보았다. 이상에 따라 만성질환 위험 감소를 위한 수분의 섭취기준은 설정하지 않았다.

3 안전확보를 위한 섭취기준

3-1. 안전을 위한 섭취기준 설정 시 고려사항

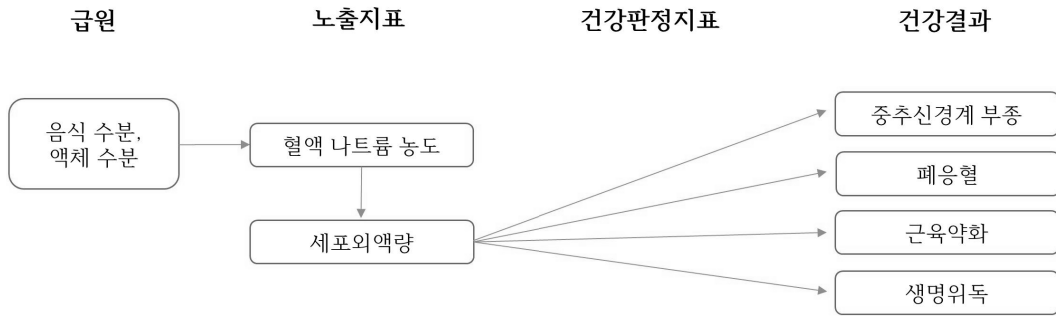


그림 4 | 수분 상한섭취량 섭취기준 설정을 위한 분석틀

장기적으로 수분을 과잉섭취하면 저나트륨혈증(hyponatremia)이 되는데, 이는 혈청 나트륨 농도가 135 mmol/L 미만인 경우이다. 그러나 증세는 130 mmol/L 미만에서 나타나며, 증세로는 그림 4와 같이 세포외액의 나트륨 농도 저하로 인해 세포외액이 세포내로 이동하고 따라서 중추신경계 부종과 폐응혈, 근육약화가 초래되고 생명이 위독할 수 있다. 저나트륨혈증은 자발적으로 수분을 과잉섭취하는 심리질환이나 홍수 등 사고, 지구력 운동선수 등에서 관찰되기도 한다. 수분 과잉섭취로 인한 독성 유발에 대해서는 확실히 알려져 있지 않으나 일부 사례 보고에서 수분 과잉섭취가 혈중 나트륨 농도를 저하시키고 근육 세포를 손상시켜 세포 내 성분이 세포외액으로 이동하며 신장 손상으로 이어진다고 하였다. 단기적으로 인체에서 신장이 배설할 수 있는 최대 수분량은 0.7-1.0 L/시간으로서 그 이상 수분을 섭취할 경우 위해 가능성이 나타날 수 있음을 배제할 수 없으나 위해 증거에 관한 보고는 제한적이다.

3-2. 안전 확보를 위한 섭취기준 및 한국인 섭취실태

정상 식사를 하는 건강한 사람이 수분을 만성적으로 과량 섭취했을 때 체내에서 유해작용이 발생되었다는 보고는 거의 없으므로 수분은 상한섭취량을 설정하지 않는다 [19]. 이는 사람은 수분 섭취량을 기온에 따라 조절하며 수분 섭취량에 맞춰 수분 배설량을 조절하는 자기능력을 가지고 있기 때문으로 보고되고 있다 [6, 8].

표 15 한국인의 1일 수분 섭취기준

성별	연령	수분(mL/일)					
		음식	물	음료	충분섭취량		상한섭취량
					액체	총수분	
영아	0-5(개월)				700	700	
	6-11	300			500	800	
유아	1-2(세)	300	362	0	700	1,000	
	3-5	400	491	0	1,100	1,500	
남자	6-8(세)	900	589	0	800	1,700	
	9-11	1,100	686	1.2	900	2,000	
	12-14	1,300	911	1.9	1,100	2,400	
	15-18	1,400	920	6.4	1,200	2,600	
	19-29	1,400	981	262	1,200	2,600	
	30-49	1,300	957	289	1,200	2,500	
	50-64	1,200	940	75	1,000	2,200	
	65-74	1,100	904	20	1,000	2,100	
	75 이상	1,000	662	12	1,100	2,100	
여자	6-8(세)	800	514	0	800	1,600	
	9-11	1,000	643	0	900	1,900	
	12-14	1,100	610	0	900	2,000	
	15-18	1,100	659	7.3	900	2,000	
	19-29	1,100	709	126	1,000	2,100	
	30-49	1,000	772	124	1,000	2,000	
	50-64	900	784	27	1,000	1,900	
	65-74	900	624	9	900	1,800	
	75 이상	800	552	5	1,000	1,800	
임신부						+200	
수유부					+500	+700	

4 주요 급원식품

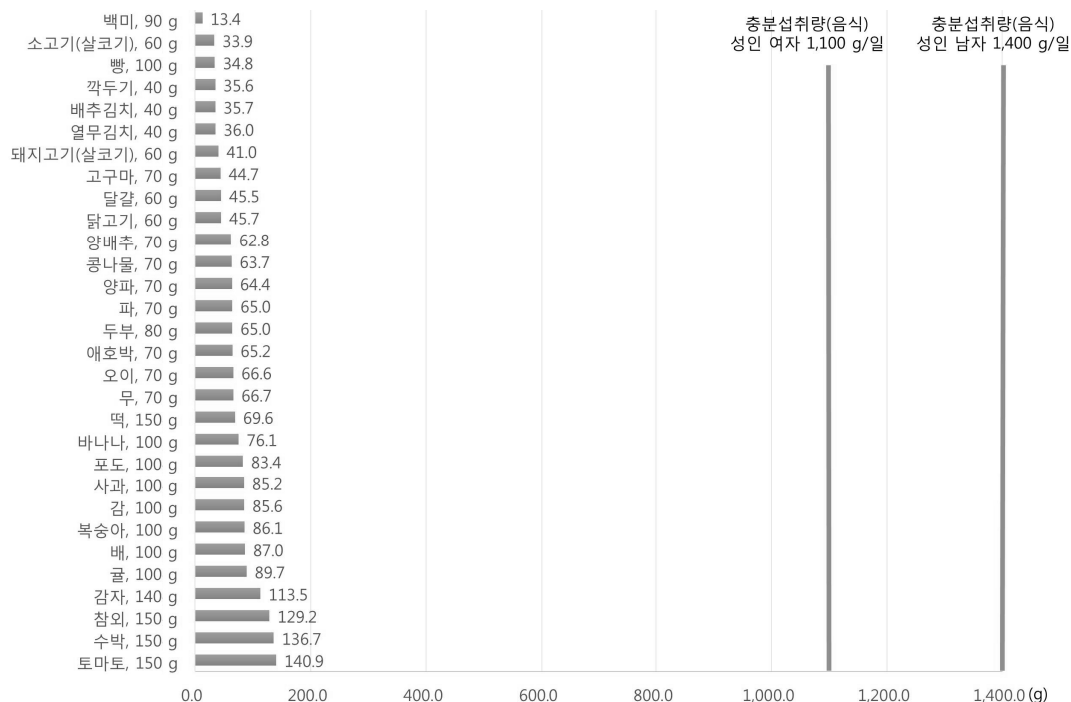
수분은 음식, 물, 음료를 통해 섭취할 수 있다. 2017 국민건강영양조사의 식품 섭취량 자료를 바탕으로 국가표준식품성분표(농촌진흥청, ver 9.1) [42]의 수분 함량을 적용하여 한국인의 수분 주요 급원식품을 산출한 결과, 육수와 침출액, 음료 등 액체류는 제외한 음식 중 수분 함량을 기준으로 했을 때, 배추김치, 사과, 돼지고기(살코기), 무, 양파 순으로 수분 섭취에 기여하는 것으로 나타났다(표 16). 설탕, 소금, 식용유, 건조식품을 제외한 대부분의 식품에는 수분이 함유되어 있으므로 대부분의 식품이나 음식으로 수분을 섭취할 수 있다. 액체 수분 급원으로서 일상적으로 섭취하는 물에는 생수, 보리차 등이 있으며, 음료로는 우유, 두유, 녹차나 커피와 같은 차류, 주스, 술 등이 있다. 대부분의 음료에는 당류, 나트륨, 카페인, 알코올 등이 들어 있어, 비만, 심혈관계질환 등의 발생 위험을 높이므로, 음료 섭취를 자제하고 물 위주로 섭취하는 것이 바람직하다. 음료 중 우유 섭취량은 성인은 하루에 1컵(200 mL)을, 성장기에는 2컵(400 mL)을 권장하며 [27], 흰우유를 섭취하고 당류나 카페인 등을 함유하고 있는 가공우유 섭취를 자제하도록 한다.

그림 5는 주요 급원식품 1인 1회 분량 당 수분 함량을 2020 한국인 영양소 섭취기준의 성인(19-29세)의 수분 충분섭취량(음식)과 비교한 것으로, 육수와 침출액, 음료 등 액체류는 제외한 음식 중 1인 1회 분량 당 수분 함량이 가장 높은 식품은 토마토와 수박으로 각각 140.9 g, 136.7 g이었다. 실생활에서는 다양한 식품으로 수분을 섭취하게 되므로, 이 예시를 토대로 수분 충분섭취량을 충족하기 위해 하루에 어떤 식품이나 음식과 액체를 얼마큼 섭취해야 하는지를 융통성 있게 정하면 된다. 한편, 국가표준식품성분표 [42]에서 육수와 침출액, 음료 등 액체류는 제외한 음식 중 100 g 당 수분 함량이 높은 식품은 표 17과 같다.

표 16 | 수분 주요 급원식품(100 g 당 함량)¹⁾

급원식품 순위	급원식품	함량 (mL/100 g)	급원식품 순위	급원식품	함량 (mL/100 g)
1	배추김치	89.3	16	복숭아	86.1
2	사과	85.2	17	수박	91.1
3	돼지고기(살코기)	68.4	18	파	92.8
4	무	95.3	19	바나나	76.1
5	양파	92.0	20	고구마	63.9
6	닭고기	76.2	21	배	87.0
7	백미	14.9	22	애호박	93.1
8	달걀	75.9	23	양배추	89.7
9	두부	81.2	24	참외	86.1
10	감자	81.1	25	떡	46.4
11	토마토	93.9	26	콩나물	91.0
12	오이	95.2	27	깍두기	88.9
13	소고기(살코기)	56.5	28	포도	83.4
14	감	85.6	29	열무김치	90.1
15	굴	89.7	30	빵	34.8

¹⁾ 2017 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 수분 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [42]) 자료를 활용하여 수분 주요 급원식품 상위 30위 산출. 단, 육수와 침출액, 음료 등 액체류는 제외한 음식 중 수분 함량 기준

그림 5 | 수분 주요 급원식품(1인 1회 분량 당 함량)¹⁾

¹⁾ 2017 국민건강영양조사의 식품별 섭취량과 식품별 수분 함량(국가표준식품성분표 DB 9.1 [42]) 자료를 활용하여 수분 주요 급원식품 상위 30위 산출 후 1인 1회 분량(2015 한국인 영양소 섭취기준 [27])을 적용하여 1인 1회 분량 당 수분 함량 산출. 19-29세 성인 충분섭취량(음식) 기준(2020 한국인 영양소 섭취기준)과 비교. 단, 육수와 침출액, 음료 등 액체류는 제외한 음식 중 수분 함량 기준

【표 17】 수분 고함량 식품(100 g 당 함량)¹⁾

함량 순위	식품	함량 (mL/100 g)	함량 순위	식품	함량 (mL/100 g)
1	알로에, 과육, 생것	99.1	16	썩갓, 생것	94.6
2	해파리, 생것	96.9	17	메밀싹, 생것	94.6
3	곤약(구약나물), 생것	96.7	18	좀홍당무(레디쉬), 생것	94.6
4	해바라기싹, 생것	96.4	19	토란대, 생것	94.6
5	청경채, 생것	95.9	20	비타민채(다채), 생것	94.5
6	동아, 생것	95.8	21	열무, 생것	94.5
7	숙주나물, 생것	95.6	22	고구마줄기, 생것	94.3
8	양하, 생것	95.6	23	목이버섯, 생것	94.3
9	단무지, 염절임	95.4	24	치커리, 생것	94.0
10	무, 생것	95.3	25	양상추, 생것	94.0
11	배추, 봄 재배, 생것	95	26	가지, 생것	93.9
12	오이, 개량종, 생것	95.2	27	샐러리, 생것	93.9
13	바젤라, 생것	95.1	28	토마토, 생것	93.9
14	얼갈이배추, 생것	95.0	29	파래, 생것	93.8
15	돌나물, 생것	94.7	30	박, 생것	93.8

¹⁾ 국가표준식품성분표 DB 9.1 [42]. 단, 육수와 침출액, 음료 등 액체류는 제외한 음식 중 수분 함량 기준

5

향후 2025 섭취기준 개정을 위한 제언

5-1. 섭취기준 설정에서 제기된 문제

노인 인구 증가에 따른 노인의 소변농축능력 감소에 따른 수분 손실, 갈증민감성 저하에 따른 수분 섭취 부족 등을 고려해 노인에게 적절한 수분 섭취기준을 설정하도록 노력할 필요가 있다. 현재 노인을 위한 수분 섭취기준은 성인과 동일한 방법을 적용해 산출한 후 50-64세와 비슷한 수준으로 상향 조정해서 설정하고 있는 실정이다. 이와 함께 노인기에 수분 섭취기준을 충족하도록 돕기 위한 가이드라인 개발과 노인 기의 섭식이나 신체활동 어려움을 고려한 고령자 친화적 수분 보충용 제품 개발이 이루어질 필요가 있다. 뿐만 아니라 노쇠 인구 증가에 따른 노쇠 예방을 위한 수분 섭취기준의 설정과 노쇠 노인에 대한 수분 공급 방법을 연구하고 적용할 필요가 있다고 생각한다. 이밖에도 수분 섭취가 체중감량을 돕고, 신장결석 [43] 및 고혈당 [44] 발생과 음의 관계가 있다고 보고되었으므로, 한국인을 대상으로 이들 관계를 밝히고 수분 섭취를 비만 및 질병의 예방관리에 적용할 필요가 있다고 생각한다.

5-2. 과학적 근거가 부족한 사항

수분 섭취기준인 충분섭취량은 수분 섭취량에 근거해 설정하므로 수분 섭취량을 정확히 조사해야 한다. 따라서 수분의 급원인 음식 수분 섭취량과 액체 수분 섭취량을 파악해야 하며, 이를 위해 국물음식으로 섭취하는 국물량, 물과 음료 섭취량 등을 빠짐없이 조사해야 한다. 그러나 한국인이 상용하는 밥, 반찬, 국, 찌개 중 수분 함량 및 국물 음식에서 국물 섭취량을 파악하지 못하고 있다. 현재 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량에 한국인 일상식 수분 함량비를 곱해 산출하고 있어 실제 음식 수분 섭취량과 차이가 있는 문제점이 있다. 최근 식품 섭취 양상이 빠르게 변화하고 있고 특히 한국인은 국물 음식을 많이 섭취하며 연령군별로 그리고 개인 간에 음식 수분 섭취량의 차이가 있는데, 음식 수분 섭취량 추정 시 이 점을 반영하지 못하고 있다.

뿐만 아니라, 액체 수분 섭취량 산출 시 근거가 되는 물 섭취량은 국민건강영양조사 [24]에서 보고되어 이를 활용하면 되나, 국민건강영양조사의 음료 및 주류 섭취량에는 일상적인 음료인 우유, 액상발효유, 천 연과일주스, 두유 등이 포함되지 않아서, 한국인의 음료 및 주류 섭취량이 과소평가될 수 있는 문제점이 있다. 따라서 수분 섭취기준을 정확히 설정하기 위해서는 식품성분표에 기존의 식재료 위주에서 국물도 포함시키도록 보완하고 식이조사 시 국물 섭취량을 정확히 조사할 필요가 있다. 그리고 국민건강영양조사에서 음료 및 주류 섭취량에 일상적인 모든 음료를 포함시켜 산출해서 음료 섭취량이 과소평가되지 않도록 개선할 필요가 있을 것으로 본다.

5-3. 향후 2025 섭취기준 개정을 위해 필요한 과제

(1) 음식 중 식재료와 국물에 함유된 수분 함량에 관한 데이터베이스 구축

식품성분표에 기존의 식재료 위주에서 국물도 포함시키도록 보완하여 한국인의 음식 수분 섭취량을 정확하게 평가할 수 있는 데이터베이스를 마련하는 것이 시급하다.

(2) 물, 음료, 주류 등 일상적인 액체를 포함하는 액체 수분 섭취량 조사

물과 일상적으로 섭취하는 모든 음료를 통한 액체 수분 섭취량을 조사하여 수분 섭취량을 정확하게 파악하는 데에 반영해야 한다.

(3) 생애주기별 수분 섭취량에 대한 연구

생애주기에 따라 음식과 액체를 통한 수분 섭취 양상이 다르므로 생애주기별 수분 섭취 실태를 파악하고 이를 근거로 연령별 수분 섭취기준을 설정해야 한다. 또한 생애주기에 따라 최근 증가하고 있는 단음료, 카페인음료 등의 섭취가 체내 수분 보충에 도움이 되는지, 이들을 통한 당류, 나트륨, 카페인 등의 섭취가

영양 및 건강에 미치는 영향을 실제로 파악하여 국민 건강증진 도모와 함께 사회경제적 비용 감소를 위한 정책 등에 반영할 필요가 있다.

(4) 노인의 수분 섭취를 돕기 위한 가이드라인 개발 및 적용 필요

노인의 건강수준을 고려한 수분 섭취 실태 및 수분 손실의 생리적 변화를 파악하고 이를 토대로 노인의 건강수준별 수분 섭취를 돕기 위한 가이드라인을 개발하고 관련 내용을 노인을 비롯한 관계자들에게 보급할 필요가 있다. 뿐만 아니라 고령자 친화적 수분 보충용 제품도 개발해 보급할 필요가 있다.

(5) 수분 섭취량과 비만, 만성질환 간의 관련성 연구 및 적용

수분 섭취가 체중감량 및 만성질환 발생 위험을 낮춘다는 보고가 있으므로 한국인을 대상으로 이들을 연구하고 적용하도록 해야 한다.

참고문헌

1. 이상선, 정진은, 강명희, 신동순, 정혜경, 장문정, 김양하, 김혜영, 김우경. New 영양과학. 파주: 지구문화사, 2008.
2. Fomon SJ. Body composition of the male reference infant during the first year of life. *Pediatrics* 1967;40:863-70.
3. Guyton AC, Hall JE. Textbook of medical physiology. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2000.
4. Adolph EF. Urinary excretion of water and solutes. New York: Intersciences Publishers, 1947.
5. Read W, Hoyt AH. Environmental influences on body fluid balance during exercise: Altitude. In: Buskirk ER, Puhl SM, ed. Florida: CRC Press, 1996.
6. Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* 2010;64:115-23.
7. Daniels MC, Popkin BM. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review. *Nutr Rev* 2010;68:505-21.
8. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutr Rev* 2010;68:439-58.
9. Adolph EF, Willis JH. Thirst. In: Adolph EF, ed. Physiology of man in the desert. New York: Intersciences Publishers, 1947.
10. Gosselin RE. Rates of sweating in the desert. In: Adolph EF, ed. Physiology of man in the desert. New York: Intersciences Publishers, 1947.
11. Senay LD, Christensen ML. Changes in blood plasma during progressive dehydration. *J Appl Physiol* 1965;20:137-46.
12. Seymour DG, Henschke PJ, Cape RD, Campbell AJ. Acute confusional states and dementia in the elderly: the role of dehydration/volume depletion, physical illness and age. *Age Ageing* 1980;9:137-46.
13. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, Riebe D. Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutr* 1994;4:265-79.
14. Weinberg AD, Pals JK, Levesque PG, Beal LF, Cunningham TJ, Minaker KL. Dehydration and death during febrile episodes in the nursing home. *J Am Geriatr Soc* 1994;42:968-71.

15. Freund BJ, Montain SJ, Young AJ, Sawka MN, DeLuca CR. Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *J Appl Physiol* 1995;79:2069-77.
16. Sawka MN, Wenger CB, Pandolf KB. Thermoregulatory responses to acute exercise - heat stress and heat acclimation. In: Fregly MJ, Blatteis CM, ed. *Handbook of physiology*. Section 4: Environmental physiology, Vol 1. New York: Oxford University Press, 1996.
17. Andreoli TE, Reeves WB, Bichet DG. Endocrine control of water balance. In: Fray JCS, Goodman HM, ed. *Handbook of physiology*, Section 7, Volume III: Endocrine regulation of water and electrolyte balance. New York: Oxford University Press, 2000.
18. Australian Government Department of Health and Ageing, National Health and Medical Research Council. Nutrient reference values for Australia and New Zealand. 2005.
19. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington DC: The National Academies Press, 2005.
20. Germany Nutrition Society. Reference values for nutrient intake(Germany/Austria/Swiss). 2002.
21. 박영숙. 나트륨 뇨 배설량에 영향을 미치는 식이 요인 및 식염 섭취량의 간이 추정법 개발 [박사학위 논문]. 서울: 서울대학교, 1988.
22. Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Takahashi Y, Hosoi Y, Itabashi M. Association between dietary fiber, water and magnesium intake and functional constipation among young Japanese women. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:616-22.
23. 김지혜. 한국 젊은 여성과 노인 여성에서 아연 보충제 투여와 식사 중 Phytate 함량이 안정성 동위원소로 측정된 아연의 대사에 미치는 영향 [박사학위 논문]. 서울: 서울대학교, 2004.
24. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Report presentation of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES) VI, VII; 2013-2017. Sejong: Ministry of Health and Welfare, 2018.
25. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2005. Seoul: The Korean Nutrition Society, 2005.
26. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2010. Seoul: The Korean Nutrition Society, 2010.
27. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare, 2015.

28. Guelinckx I, Ferreira-Pêgo C, Moreno LA, Kavouras SA, Gandy J, Martinez H, Bardosono S, Abdollahi M, Nasser E, Jarosz A, et al. Intake of water and different beverages in adults across 13 countries. *Eur J Nutr* 2015;54:45-55.
29. 교육부, 질병관리본부. 제15차 청소년건강행태조사 통계. 청주: 질병관리본부, 2019.
30. Lloyd LE, McDonald BE, Crampton EW. Water and its metabolism. In: *Fundamentals of nutrition*. 2nd ed. San Francisco: WH Freeman, 1978.
31. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Report presentation of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES) IV, V; 2008-2012. Sejong: Ministry of Health and Welfare, 2013.
32. Lee KW, Shin D, Song WO. Total water intake from beverages and foods is associated with energy intake and eating behaviors in Korean adults. *Nutrients* 2016;8:617.
33. Davison JM, Vallotton MB, Linheimer MD. Plasma osmolality and urinary concentration and dilution during and after pregnancy: evidence that lateral recumbency inhibits maximal urinary concentrating ability. *Br J Obstet Gynaecol* 1981;88:472-9.
34. Davison JM, Gilmore EA, Durr J, Robertson GL, Lindheimer MD. Altered osmotic thresholds for vasopressin secretion and thirst in human pregnancy. *Am J Physiol* 1984;246:F105-9.
35. Lindheimer MD, Davison JM. Osmoregulation, the secretion of arginine vasopressin and its metabolism during pregnancy. *Eur J Endocrinol* 1995;132:133-43.
36. 설민영, 김을상, 금혜경. 수유 첫 6개월간 기간별 수유부의 모유분비량에 관한 연구. *한국영양학회지* 1993;26:405-13.
37. 서광희, 서정숙, 이복희, 이승교, 최미숙. *New 고급영양학*. 파주: 지구문화사, 2011.
38. 박태선, 김은경. *현대인의 생활영양*. 파주: 교문사, 2011.
39. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
40. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, Reibe D. Challenges of linking chronic dehydration and fluid consumption to health outcomes. *Nutr Rev* 2012;70:S121-7.
41. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD. *Dietary reference intakes: The essential guide to nutrient requirements*. Washington DC: National Academy Press, 2006.
42. National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. *Food*

Composition Table, 9.1 version, Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, 2019.

43. Dai M, Zhao A, Liu A, You L, Wang P. Dietary factors and risk of kidney stone: A case-control study in southern China. *J Ren Nutr* 2013;23:e21-8.
44. Roussel R, Fezeu L, Bouby N, Balkau B, Lantieri O, Alhenc-Gelas F, Marre M, Bankir L. Low water intake and risk for new-onset hyperglycemia. *Diabetes Care* 2011;34:2551-4.

부 록

1. General Outline
2. Summary of
2020 Dietary Reference Intakes
for Koreans(KDRIs)
3. 「2015 한국인 영양소 섭취기준」 요약



General Outline

1

Establishment and Revision Directions for Dietary Reference Intakes for Koreans

1-1. Objectives

The Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs) is the energy and nutrient intake standard for healthy individuals and groups with the purpose of maintaining and promoting the health of the people, reducing the risk of chronic diseases related to diet, and ultimately improving the healthy life expectancy of the people. Thus, the objectives of the establishment and revision of the KDRIs include prevention of not only nutrient deficiencies, but also health problems caused by excessive intake, in addition to the risk reduction of chronic diseases. In this regard, the 2020 KDRIs present reference values to ensure safe and sufficient nutrition. These reference values include estimated average requirement (EAR), recommended nutrient intake (RNI), adequate intake (AI), and tolerable upper intake level (UL). Reference values for the acceptable macronutrient distribution range (AMDR) and chronic disease risk reduction intake (CDRR) are provided in consideration of the risk reduction of chronic diseases related to diet. In addition, the 2020 KDRIs include the scientific evaluation methods supporting these reference values, the evidence obtained from a systematic literature review, the current status of nutrient intake and major food sources by South Koreans, as well as information on global trends (Figure 1).

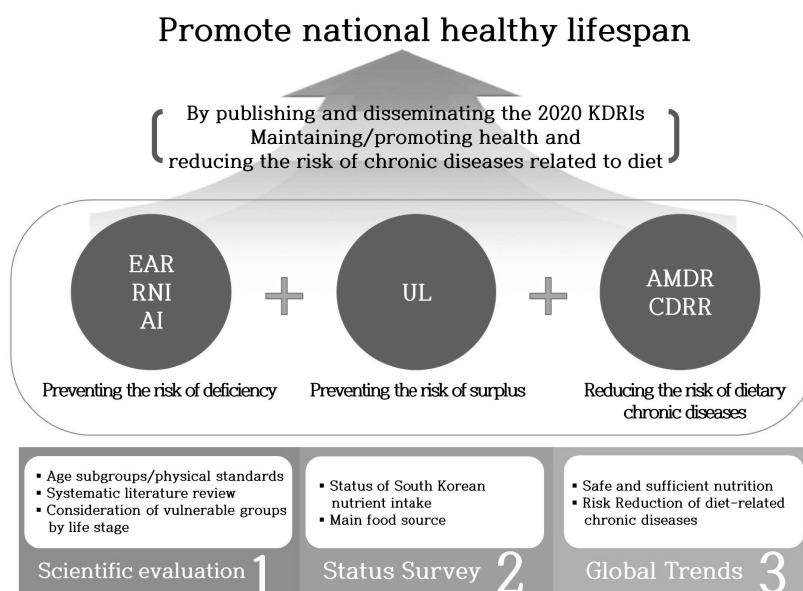


Figure 1 Establishment and Revision Directions for 2020 KDRIs

1-2. History of Dietary Reference Intakes in South Korea

In 1905 it was first discovered that a deficiency in a certain component in food could result in diseases. Over the next 100 years, all essential nutrients were discovered, and a causal relationship between each nutrient and deficiency was also revealed [1, 2]. Thus, the initial focus was on the prevention of malnutrition diseases, and the recommended dietary allowance (RDA) was established. This referred to the amount necessary to avoid nutrient deficiency and maintain normal body function and growth [3]. In the first RDA in 1941, the U.S. National Nutrition Conference on Defense announced the reference values for energy, protein, calcium, phosphorus, iron, vitamins A, C, and D, thiamin, riboflavin, and niacin. However, since the second half of the 20th century, the number of nutritional deficiency cases has significantly decreased due to economic development and the advancement of food processing technology. On the other hand, as nutritional imbalance and excessive intake emerged as new dietary issues, concerns about safety and chronic diseases have become a priority. In 1997, the U.S. and Canada commissioned the US National Academies to publish a new version of the Dietary Reference Intakes (DRIs) that accounted for all of these issues [4].

In South Korea in 1962, under the leadership of the South Korean regional office of the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), the RDA for South Koreans was first established for ten types of nutrients (energy, protein, vitamins A, D, C, B₁, and B₂, niacin, calcium, and iron). This version was subsequently revised in 1967 and 1975. This RDA was also revised in 1985 and 1989, led by the Korea Institute for Health and Social Affairs (KIHASA). In 1995 and 2000, this RDA, which was extended to a total of 15 types of nutrients by adding vitamin E, pyridoxine, folate, phosphorus, and zinc, was revised under the leadership of the Korean Nutrition Society. At those times, health problems in South Korea were characterized by the coexistence of malnutrition and nutrient excess. While the proportion of people who consumed excessive energy and fat increased, the proportion of people who consumed nutrients such as calcium, iron, and riboflavin below the EAR was still high. In addition, the prevalence of diseases such as obesity, diabetes, and hyperlipidemia, which were known to be closely related to dietary habits, shows an increasing trend [5]. Since 1999, the incidence of cancers has increased every year, reaching 453 per 100,000 people in 2017 [6]. For this reason, the Korean Nutrition Society extended the target nutrients from 15 to 34 types in 2005, shifting its paradigm from the RDA to the DRIs. These nutrients include energy, six types of macronutrients (carbohydrates, lipids, protein, amino acids, total fiber, and water), four fat-soluble vitamins (vitamins A, D, E, and K), and nine water-soluble vitamins (vitamin C, thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B₆, folate, vitamin B₁₂, pantothenic acid, and biotin), six types of macrominerals (calcium, phosphorus, sodium, chloride, potassium, and magnesium), and eight types of trace minerals (iron, zinc, copper, fluoride, manganese, iodine, selenium, and molybdenum). In 2010, the DRIs were revised to include a total of 35 types of nutrients by adding total sugars [7]. The National Nutrition Management Act was also enacted that year, shifting the control of the establishment and revision of the DRIs from the private sector to a government agency. Article 14, Paragraph 1 of this legislation stipulates that “The Minister of Health and Welfare shall establish nutrient intake standards necessary to promote the health of people, make regular amendments thereto, and systematically distribute the standards to the academic and industrial circles, related institutions, etc.” Furthermore, this act requires the agency to revise the DRIs every 5 years to enhance the utilization and effectiveness by reflecting the latest scientific research results, changes in the height, weight, and disease patterns of South Korean people, and changes in dietary habits and environment. Thus, the Ministry of Health and Welfare commissioned the Korean Nutrition Society to establish the standards for the DRIs. As the first national standard established in 2015, the DRIs included a total of 36 types of nutrients [8]. Its revision was initiated in 2020, and the second KDRI were published (Table 1).

Table 1 History of establishment and revision on Dietary Reference Intakes for Koreans

Revision (Year)	Revision agency	Nutrients subject to reference	Reference (# nutrients)
1st-3rd (1962-75)	Korea FAO Association	<ul style="list-style-type: none"> •Energy, protein •6 vitamins (A, D, C, B₁, B₂, niacin) •2 minerals (Ca, Fe) 	RDA (10 types)
4th-5th (1985-89)	KIHASA	<ul style="list-style-type: none"> •Energy, protein •6 vitamins (A, D, C, B₁, B₂, niacin) •2 minerals (Ca, Fe) 	RDA (10 types)
6th-7th (1995-2000)	Korean Nutrition Society	<ul style="list-style-type: none"> •Energy, protein •9 vitamins (A, D, E, C, B₁, B₂, B₆, niacin, folic acid) • 4 minerals (Ca, P, Fe, Zn) 	RDA (15 types)
Establishment (2005)	Korean Nutrition Society	<ul style="list-style-type: none"> •Energy, carbohydrate, lipid, protein, amino acid, total fiber, water •13 vitamins (A, D, E, K, C, B₁, B₂, B₆, niacin, folic acid, B₁₂, pantothenic acid, biotin) •14 minerals (Ca, P, Na, Cl, K, Mg, Fe, Zn, Cu, F, Mn, I, Se, Mo) 	DRIs (34 types)
2nd revision (2010)	Korean Nutrition Society	<ul style="list-style-type: none"> •Energy, carbohydrate, sugars, lipid, protein, amino acid, dietary fibers, water •13 vitamins (A, D, E, K, C, B₁, B₂, B₆, niacin, folic acid, B₁₂, pantothenic acid, biotin) •14 minerals (Ca, P, Na, Cl, K, Mg, Fe, Zn, Cu, F, Mn, I, Se, Mo) 	DRIs (35 types)
Establishment (2015)	Minister of Health and Welfare/ Korean Nutrition Society	<ul style="list-style-type: none"> •Energy, carbohydrate, sugars, lipid, protein, amino acid, total fiber, water •13 vitamins (A, D, E, K, C, B₁, B₂, B₆, niacin, folic acid, B₁₂, pantothenic acid, biotin) •15 minerals (Ca, P, Na, Cl, K, Mg, Fe, Zn, Cu, F, Mn, I, Se, Mo, Cr) 	National standard, DRIs (36 types)

2

Establishment and Revision Processes on Dietary Reference Intakes for Koreans

2-1. Indicator setting

The Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRI) include three indicators aimed at preventing insufficient intake: estimated average requirement (EAR), recommended nutrient intake (RNI), and adequate intake (AI). It also includes tolerable upper intake level (UL) to prevent health problems caused by excessive intake, and chronic disease risk reduction intake (CDRR) (Figure 2). When the scientific basis for calculating nutrient requirements was sufficient, the EAR and the RNI were established for those nutrients, and when the scientific basis for this calculation was insufficient, an AI was established for those nutrients. When scientific evidence for the harmful effects of excessive intake was established, the UL was determined. Thus, the risk cannot be completely ruled out even if the UL is not established. To reduce the risk of chronic diseases due to energy imbalance, the acceptable macronutrient distribution range (AMDR) of carbohydrates, fats, and proteins was published. The 2020 KDRI establishes the intake to reduce the risk of chronic diseases such as cardiovascular disease and hypertension, which were proven to be related to dietary nutrients. Thus, the DRIs list some of the nutrients with an EAR, RNI, and UL, and other nutrients are listed with reference intakes such as AI, UL, and CDRR.

(1) EAR

The EAR is calculated from the median of the daily nutrient requirement of healthy people. Nutrient requirement can be estimated when there are functional indicators that respond sensitively to intake, as well as evaluation criteria for determining nutritional status. Because the functional indicators of nutrients are not all known, the bodily requirement could not be estimated for some nutrients. In particular, due to limitations including technical problems in measuring an individual's energy needs (assuming that energy balance is achieved), energy needs are estimated through energy consumption. Thus, energy is represented by the term Estimated Energy Requirements (EER) instead of the term EAR.

(2) RNI

The RNI, an intake level that satisfies the nutrient requirement of about 97-98% of the population, was calculated by adding twice the standard deviation or coefficient of variation to the EAR.

(3) AI

The AI is the amount of nutrient considered sufficient to maintain the health of the target population when the scientific basis for estimating nutrient requirement is insufficient. The AI in this revision was determined based on the median nutrient intake of healthy people identified in experimental or observational studies. Thus, the AI is different from the RNI, which is an amount that satisfies the nutritional requirement of people corresponding to 97-98% of the target population. It is not clear to what extent the AI satisfies the nutrient requirement of the target group.

(4) UL

The UL is the maximum nutrient intake level that does not show any harmful effects on the human body. This reference can be established when there is scientific evidence that harmful effects may occur upon excessive intake. The UL was determined in consideration of the uncertainty factor (UF), based on the data for maximum No Observed Adverse Effect Level (NOAEL), which represents the maximum dose showing no harmful effects. It is also based on the Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL), which indicates the maximum dose that does not show harmful effects. $UL = NOAEL \text{ or } LOAEL/UF$

(5) ADMR

The ADMR was determined for carbohydrates, lipids, and protein because there is scientific evidence that the proportion of energy intake to nutrients that supply energy is related to health [9, 10]. The ADMR was presented as an appropriate range of the proportion of the amount of energy ingested through each nutrient to the total energy intake. The appropriate energy range for each macronutrient was determined based on the proportion of energy intake required to the risk reduction of chronic diseases and nutritional imbalances while sufficiently supplying other nutrients, such as minerals and vitamins. Thus, there is an increased risk for health problems when any macronutrient is consumed in excess of the recommended proportion of total energy intake.

(6) CDRR

The CDRR refers to the minimum intake of nutrients, which can reduce the risk of chronic disease in a healthy population. This reference intake was derived on the basis that reduction in the overall intake can result in reduced risk of chronic diseases if a nutrient is consumed higher than a reference value, rather than implying that the intake should be reduced below the reference value. The CDRR can be set when there is sufficient scientific basis. The CDRR in this

study was established by confirming whether there was a causal association between nutrient intake and chronic disease, and considering a specific intake range that could reduce the risk of chronic disease. This determination was based on the results of an association analysis of the dose-response relationship.

2-2. Age Subgroups

The age segmentation was kept the same as that of the 2015 KDRIs, taking into account the physiological development stages (Table 2). Infancy (under 1 year old) was divided into two stages: 0-5 months and 6-11 months. Early childhood (1-5 years old) in the growth period was further divided into two stages: 1-2 years old and 3-5 years old. The age segmentation began from the age of six when the childhood in the growth period started, dividing the 6-14 years section into four sub-sections at three-year intervals: 6-8 years old, 9-11 years old, 12-14 years old, and 15-18 years old. Adulthood (19-64 years old) was divided into three sub-sections at 10-year intervals: 19-29 years old, 30-49 years old, and 50-64 years old. The elderly period (65 years or older) was divided into two stages: 65-74 years and 75 years or older. Considering the increase in the elderly population and their physiological conditions, the starting point of the elderly period was maintained at the age of 65, while discussions were made on how to further subdivide this category. It was decided to maintain the current segmentation criteria because of insufficient scientific basis to modify the segmentation.

Table 2 | Age subgroups for the 2015 KDRIs

Life stage	Gender segmentation	Age segmentation
Infancy	No gender segmentation	0-5 months
		6-11 months
Growth period	No gender segmentation	1-2 years old
		3-5 years old
	Gender segmentation	6-8 years old
		9-11 years old
		12-14 years old
		15-18 years old
Adulthood	Gender segmentation	19-29 years old
		30-49 years old
		50-64 years old
Elderly period	Gender segmentation	65-74 years old
		75 years or older

2-3. Physical Standards

Because nutrient requirement is affected by physiological changes and body size according to the life cycle, the height and weight references must be considered together. Since body size differs greatly between individuals, standard reference values for the heights and weights of groups by gender and age are set, and then the DRIs are set according to the reference values. In the 2015 and 2020 KDRIs, the height and weight references for infants under the age of one were determined using the Children and Adolescent Physical Growth Standard. However, the 2017 reference values that have recently been published after the release of the 2007 reference values were applied. In the case of children and adolescents over the age of one during the growth period, the height and weight references for the 2015 KDRIs was established by calculating the body mass index (BMI) and the median height of each age group using the data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) for the last five years. The 2020 KDRIs utilize the 2017 Children and Adolescent Physical Growth Standard for the group under the age of one. In the case of adults, based on the data from the KNHANES from 2013-2017, the median BMI (BMI 22.6 for males, and BMI 21.4 for females) was calculated for the healthy subjects who had a BMI of 18.5-24.9 kg/m² and were between 19-49 years old. These median BMIs were used to determine the height and weight references, including the concept of healthy weight. Table 3 shows the results of these calculations.

Table 3 Physical standards for the 2020 KDRIs

Age	2020 physical standards					
	Height (cm)		Weight (kg)		BMI (kg/m ²)	
0-5 (months)	58.3		5.5		16.2	
6-11	70.3		8.4		17.0	
1-2 (years)	85.8		11.7		15.9	
3-5	105.4		17.6		15.8	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
6-8 (years)	124.6	123.5	25.6	25.0	16.7	16.4
9-11	141.7	142.1	37.4	36.6	18.7	18.1
12-14	161.2	156.6	52.7	48.7	20.5	20.0
15-18	172.4	160.3	64.5	53.8	21.9	21.0
19-29	174.6	161.4	68.9	55.9	22.6	21.4
30-49	173.2	159.8	67.8	54.7	22.6	21.4
50-64	168.9	156.6	64.5	52.5	22.6	21.4
65-74	166.2	152.9	62.4	50.0	22.6	21.4
75 or older	163.1	146.7	60.1	46.1	22.6	21.4

2-4. Systematic Literature Review

The literature review for the revision of the 2020 KDRI was performed in accordance with the standardized guidelines developed by the research team. This included establishing an analysis system for each nutrient, determining key questions and search words for research, searching and selecting literature, and evaluating the quality of individual literature based on the Risk of Bias (ROB) and the Strength of Evidence (SOE).

The literature analysis system of the target nutrients was divided into portions for setting the EAR and other portions for setting the UL. The indicators for each metabolic process were divided into four stages: exposure and/or sources (e.g. food, supplements), indicators of exposure (e.g., the concentration or function of the corresponding nutrient or metabolite in the body), surrogate or intermediate outcomes (e.g. blood pressure, blood cholesterol concentration, inflammation), and health outcomes (e.g., disease prevalence, mortality, incidence). These results were diagrammed for constructing the analytical system. Subsequently, to obtain a more accurate diagram for the analytical system, the EAR and the UL were corrected and updated using a checklist developed by the research team.

The Patient, Intervention, Comparison, Outcome (PICO) method was used to set up key questions about the relationship between nutrient exposure and health based on the analytical system created for each nutrient. Related search words were then selected. The literature was searched via domestic and overseas search engines by applying the selected search words. The literature search was limited to research conducted on healthy individuals and articles published in specialized academic journals in Korean and English. The literature review was performed mainly on intervention studies, and as necessary, extended to cohort studies, case-control studies, and cross-sectional studies. When literature was searched by entering the selected main search words in each search engine, the Rayyan (<https://rayyan-prod.qcri.org/>) program was used to primarily determine the suitability of the literature results through abstract review. The content of the selected articles was then reviewed to finalize the list of the articles to be reflected in establishing the DRIs. The quality of the selected individual literature was evaluated, and the results were summarized to evaluate the level of evidence for the entire literature.

In the literature evaluation for the 2020 KDRI, an internationally validated evaluation tool was used. Intervention studies were evaluated based on the Cochrane Risk of Bias Assessment scale. The cohort studies, nested case-control studies, and case-control studies were evaluated based on the Newcastle-Ottawa quality assessment scale [11]. Cross-sectional studies were evaluated based on the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) method [12]. The review papers were examined using the assessment of multiple systematic reviews

(AMSTAR) [13]. After the quality evaluation (ROB) of individual materials, the level of evidence (SOE) was evaluated for the entire literature by assigning each material one of four grades (Strong / Moderate / Limited / Grade Not Assignable) for each health outcome based on the USDA Nutrition Evidence Library. The General Committee developed and organized a form that summarizes the results of the systematic literature evaluation.

2-5. Consideration of Vulnerable Groups

(1) Infancy

In the 2020 KDRI, as in the 2015 KDRI, separate reference intakes for formula-feeding infants were not established. The DRIs of infants (0-5 months) was set as AI based on the amount of breast milk intake and the amount of nutrients contained in the breast milk. The reference value for infants' breast milk intake was 750 mL/day up to the 2010 KDRI. In establishing the 2015 KDRI, the median value of breast milk intake for fully breast-fed infants (0-5 months) in South Korea was close to 800 mL/day, and a plan was considered to increase the recommended breast milk intake to 800 mL/day. Considering that the current reference intake of breast milk used in many foreign countries is 780 mL/day, the General Coordination Committee determined that it is reasonable to maintain the reference of breast milk intake in South Korea as the same used in many foreign countries until the domestic literature on breast milk intake indicates otherwise. Thus, the reference value of breast milk intake for infants (0-5 months) was changed to 780 mL/day in the 2015 KDRI, and this reference value was also used in the 2020 KDRI.

The DRIs for infants aged 6-11 months should be established by considering not only breast milk (or formula), but also daily food intake. However, if there is insufficient evidence to establish the DRIs for infants aged 6-11 months, the values were calculated by extrapolating the metabolic weight from the DRIs established for infants aged 0-5 months. The growth factor was not considered in this formula because the infants aged 0-5 months were growing, and those values would include the portion that is attributed to the growth factor in this formula. The formula is as follows:

$$AI_{6-11 \text{ month infant}} = AI_{0-5 \text{ month infant}} \times (\text{Weight}_{6-11 \text{ month infant}} / \text{Weight}_{0-5 \text{ month infant}})^{0.75}$$

However, it should be noted that growth can appear differently even within the month-age division of 0-5 months or 6-11 months. Thus, it is advisable to flexibly use the values given for each month-age division according to the growth of infants.

(2) Growth Period

In the case of insufficient evidence to establish the DRIs during the growth period (age 1-18 years), the values were estimated by correcting the metabolic difference related to body weight based on the assumption that the nutrient requirements for maintenance were similar between adults and growing children. Since the reference intake for adults reflects only the requirements for maintenance, any factors related to growth must be added in extrapolating the values for growing children. The growth factor was used by applying the values from the FAO/WHO/UNU to fit the age category of the KDRIs. In other words, the DRIs during the growth period were calculated by extrapolating from the EAR or AI of adults, taking into account metabolic weight and the growth factor:

$$\text{EAR or AI}_{\text{growth period}} = \text{EAR or AI}_{\text{adult}} \times (\text{Weight}_{\text{growth period}} / \text{Weight}_{\text{adult}})^{0.75} \times (1 + \text{Growth factor}^*)$$

* 6-11 months (0.30), 1-2 years old (0.30), 3-14 years old (0.15), 15-18 years old male (0.15),
15-18 years old female (0)

However, in the case of sodium and potassium, a high level of physical activity is related to an increase in electrolyte loss due to sweat. Therefore, energy intake was used in the extrapolation formula instead of body weight. As for energy intake, the average of the median energy intake for males and females for each age group was applied based on the 2013-2017 KNHANES data.

$$\text{AI}_{\text{Growth Period}} = \text{AI}_{\text{Adult}} \times (\text{Energy Intake}_{\text{Growth Period}} / \text{Energy Intake}_{\text{Adult}})$$

If there is insufficient evidence to establish the UL during the growth period, the values were calculated by extrapolating from the UL values for adults, taking into account the weight ratio.

$$\text{UL}_{\text{Growth Period}} = \text{UL}_{\text{Adult}} \times (\text{Weight}_{\text{Growth Period}} / \text{Weight}_{\text{Adult}})$$

(3) Elderly Period

If there is insufficient evidence necessary to establish the DRIs of the elderly, the values were calculated by extrapolating the EAR or AI values for adults, taking into account the weight ratio.

$$\text{EAR or AI}_{\text{Elderly}} = \text{EAR or AI}_{\text{Adult}} \times (\text{Weight}_{\text{Elderly}} / \text{Weight}_{\text{Adult}})^{0.75}$$

However, in the case of sodium, because energy intake decreases with age, energy intake was used instead of body weight in the extrapolation calculation formula.

$$\text{AI}_{\text{Elderly}} = \text{AI}_{\text{Adult}} \times (\text{Energy Intake}_{\text{Elderly}} / \text{Energy Intake}_{\text{Adult}})$$

In the elderly period, a decrease in intake commonly occurs due to a decrease in chewing ability, digestion/absorption rate, and exercise. Thus, it is necessary to pay attention not only to age but also to individual characteristics in the elderly. Furthermore, certain diseases are more prevalent among the elderly, so the concept of health defined in the DRIs may not be realistic for this age group. This factor should be considered in more depth in the future.

(4) Pregnancy and lactation

For nutrients for which the EAR and RNI can be determined, the dietary intake standard was set as the amount to be added to each value at the time of non-pregnancy and non-lactation. For example, in the case of energy, the energy requirement necessary for pregnancy and fetal growth was added for pregnant women, and the energy required for secretion of breast milk and the amount of energy mobilized from adipose tissues were reflected for lactating women.

2-6. Consumption Status for South Koreans

For nutrients that lack scientific evidence for human requirements, AI was established using the nutrient intake of healthy people reported in experimental or observational studies [14]. The data on nutrient intake by South Koreans are necessary in cases where the standard (median value) for the nutrient intake is required to calculate the AI. Moreover, after setting the DRIs, the data was used to determine whether it was a feasible level by comparing the reference values with the actual intake level. To establish the 2020 KDRIs, the KNHANES data from 2013-2017 were utilized.

To calculate the height and weight references, 39,225 subjects completed a screening survey. Among the 2013-2017 KNHANES participants, the height and weight data of 16,676 persons were analyzed, excluding 2,099 subjects without information on height and weight, and 20,609 subjects who were pregnant/lactating women, or diagnosed with certain diseases.

To calculate nutrient intake, 32,371 subjects completed a screening survey and nutritional survey. Among these participants in the 2013-2017 KNHANES, the data for 9,249 subjects' meal intake (24-hour diet recall method) were analyzed, excluding a total of 23,122 subjects who included pregnant and lactating women (275n), current breast-fed children (76n), people diagnosed with certain diseases (18,172n), and people who consumed food differently from their usual intake (10,179n). For the 21 types of nutrients (energy, carbohydrate, protein, fat, saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid, polyunsaturated fatty acid, omega-3 fatty acid, omega-6 fatty acid, cholesterol, total fiber, calcium, phosphorus, iron, sodium, potassium, vitamin A,

thiamin, riboflavin, niacin, and vitamin C), the average and median values of nutrient intake through food and their distribution were analyzed by gender and age group (for people one year or older). Furthermore, the proportion of subjects who consumed food below the EAR, or above the UL was calculated.

In addition, to calculate nutrient intake through dietary supplements, the KNHANES data for 2015 -2017 were analyzed. The 2013 and 2014 data did not contain data on the intake of dietary supplements. In the data set used, the subjects were classified as a user or a non-user in the meal intake data one day before the survey (24-hour diet recall method), depending on whether a supplement containing each corresponding nutrient was taken. For a total of eight types of nutrients (calcium, phosphorus, iron, vitamin A, thiamine, riboflavin, niacin, and vitamin C), the average and median intakes of each nutrient through food, dietary supplements, and food + dietary supplements were analyzed. Furthermore, the proportions of subjects who consumed food, dietary supplements, and food + dietary supplements below the EAR, or above the UL were calculated. The analyzed data were utilized as reference data to determine whether it was a feasible level by establishing the DRIs for energy and each nutrient and comparing them with actual intake levels.

2-7. Food Sources

Because nutrients enter our body by ingesting food, it is crucial to find out what foods contain each nutrient and which food sources are primarily consumed by South Koreans. The KNHANES data and the Korean Standard Food Composition Table data were used to analyze the data on food sources of South Koreans for each nutrient. First, the average intake value for each food (tertiary code) was calculated using the 2017 KNHANES data. Next, foods corresponding to representative foods in the Korean Standard Food Composition Table DB 9.1 [15] were selected, and the nutrient content was applied by matching the food with the tertiary codes used in the KNHANES. Representative foods were selected if they were considered the type of food that people mainly consume and whether there were no missing values for each nutrient. For example, the nutrient content of “non-glutinous rice, paddy rice, white rice, and raw rice” described in the Korean Standard Food Composition Table DB 9.1 [15] was applied to the “white rice” intake, which was the tertiary food code of the KNHANES. This was then used to calculate the amount of each nutrient consumed by South Koreans from the white rice. Finally, the food source ranking (30th for white rice) for each nutrient was calculated, and the nutrient content per 100 g of the edible part of food was tabularized according to the food source ranking. The nutrient content per

serving was calculated by applying the per-serving amount in the 2015 KDRI [16]. Furthermore, the data was arranged to show how close the per serving amount of the food was to the RNI (or AI) intake by indicating the reference values of the RNI (or AI if the RNI was not set) for the 2020 KDRI for adult males and females on the plot. In addition, another table was created to show 30 foods by determining the ranking of the highest content for the food according to the Korean Standard Food Composition Table DB 9,1 [15] along with the food source table and plot. Because this table includes foods that correspond to specific food sources, as well as unfamiliar foods that are not found among the food sources, the new data is meant to provide information on foods with high nutrient content, although the foods are not necessarily consumed by Koreans.

3 Nutrients for Setting DRIs

The 2020 KDRI were determined for a total of 40 types of nutrients, including twelve types of energy and macronutrients, 13 types of vitamins, and 15 types of minerals. In the revised 2020 KDRI, the EAR and RNI for carbohydrates, as well as the AI for fatty acids (linoleic acid, α -linolenic acid, DHA+EPA) were newly established, and the EAR and RNI for protein were revised. In addition, the CDRI for sodium were newly established to reduce the risk of chronic diseases, such as cardiovascular disease and hypertension. The researchers for the 2020 KDRI also conducted a systematic literature review on phytonutrients, carnitine, and choline that were considered for addition to the KDRI, ultimately excluding these nutrients from the target nutrients because there was insufficient scientific basis for establishing their reference intake.

Table 4 Target nutrients for revising 2020 KDRIs

Nutrients		2020 KDRIs					
		EAR	RNI	AI	UL	Reference value considering chronic disease risk reduction	
						AMDR	CDRR
Energy	Energy	○ ¹⁾					
Macronutrients	Carbohydrate	○	○			○	
	Sugars						○ ³⁾
	Total fiber			○			
	Protein	○	○			○	
	Amino acids	○	○				
	Lipids			○		○	
	Linolenic acid			○			
	α -Linolenic acid			○			
	EPA+DHA			○ ²⁾			
	Cholesterol						○ ³⁾
	Water			○			
Fat soluble vitamin	Vitamin A	○	○		○		
	Vitamin D			○	○		
	Vitamin E			○	○		
	Vitamin K			○			
Water soluble Vitamin	Vitamin C	○	○		○		
	Thiamin	○	○				
	Riboflavin	○	○				
	Niacin	○	○		○		
	Vitamin B ₆	○	○		○		
	Folate	○	○		○		
	Vitamin B ₁₂	○	○				
	Pantothenic acid			○			
	Biotin			○			
Macrominerals	Calcium	○	○		○		
	Phosphate	○	○		○		
	Sodium			○			○
	Chloride			○			
	Potassium			○			
	Magnesium	○	○		○		
Trace minerals	Iron	○	○		○		
	Zinc	○	○		○		
	Copper	○	○		○		
	Fluoride			○	○		
	Manganese			○	○		
	Iodine	○	○		○		
	Selenium	○	○		○		
	Molybdenum	○	○		○		
	Chromium			○			

1) EER

2) The AI was set as a single DHA component for infants 0-5 months and 6-11 months old

3) Recommended value

Table 5 shows the coefficients of variation for the standard deviations used to calculate the RNI for the applicable nutrients. Table 6 shows the values for the uncertainty factors used to calculate the UL for the applicable nutrients.

Table 5 Coefficients of variation (CV) used for calculating RNI from EAR

Variation %	CV	Nutrients
10%	1.2	thiamin, riboflavin, vitamin B ₆ , folate, vitamin B ₁₂ , calcium, phosphate, magnesium, zinc, molybdenum, chromium
15%	1.3	vitamin C, niacin, iron, copper
20%	1.4	vitamin A, iodine

Table 6 Uncertainty factors (UF) used for calculating UL

UF	Nutrients
1	phosphorus (children), magnesium, iron (infants), zinc (infants), copper (growth period), fluoride, manganese (adults), selenium (infants)
1.2	phosphorus (children, adolescents, and elderly)
1.5	vitamin A (Pregnancy/Lactation), vitamin C (adults, elderly), niacin, iron, zinc, iodine
2	vitamin D (adults)
2.5	phosphorus (adults)
3	vitamin A, folate (adults)
5	iron (children)

4 Utilization of Meals

The ultimate purpose of the DRIs is to contribute to the promotion of public health and disease prevention. For this purpose, it is essential to evaluate whether the meal intake of the people is appropriate and apply the DRIs for meal planning. Suggestions for utilizing the newly revised 2020 KDRI for meal evaluation or meal planning are provided below.

(1) Meal Evaluation

Meal evaluation is to assess whether the quantity and quality of meal intake is appropriate. It is important to understand and use each criterion properly to evaluate meals using the DRIs. This is

because the current DRIs are divided into several standards rather than a single standard, and the characteristics of each indicator are different.

To evaluate an individual's meals, it is necessary to determine and calculate the amount of nutrients the individual consumes daily. Because it is highly difficult to accurately grasp the amount of nutrients that an individual consumes on a regular basis, it is desirable to evaluate whether a meal is appropriate or not by evaluating the results of a meal intake survey according to the DRIs, rather than a judgment based on absolute values.

On the other hand, to evaluate a group's meals, after grasping the nutrient intake of the group members, the proportion of those who do not meet the nutrient requirement should be calculated. In the group's meal evaluation, it is practically impossible to determine each individual's nutrient requirement or usual nutrient intake. Thus, the probabilistic approach is not easy to apply in the meal evaluation of a group because this method requires confirmation of the distribution and normality of nutrient requirements. The cut point method is performed by using the median value of nutrient requirements. This method estimates the proportion of subjects who consume less than the EAR is estimated (Table 7).

Table 7 | Methods of estimating the proportion of the population who have inadequate nutrient intakes in the group [17]

Probabilistic approach	•Use the distribution of nutrient requirements and intakes
Cut Point method	•Use when the distribution of nutrient requirements is symmetrical around the average requirement •In this method, the proportion of subjects who consume less than the EAR is determined as the proportion of those who consume the food inappropriately.

(2) Meal Planning

The purpose of meal planning is to provide adequate nutrition and avoid insufficient or excessive nutrition of individuals and groups. Meal planning can be used not only for individuals or groups, but also in various fields such as planning, implementation, and evaluation of meal-related policies and nutrition/health projects by the government. In planning meals for individuals or groups, DRIs appropriate for specific goals should be used.

For individuals, meal planning is performed based on the RNI or AI, and the UL should be regarded as its upper limit. In the case of meal planning for groups, the plan is determined based on the EAR or UL. In this case, meal planning in the distribution of nutrient intakes is performed by moving the intake distribution to minimize the proportion of subjects who eat less than the EAR, and selecting a median value less than the UL. In other words, this approach aims to prevent

the deficiency or surplus in nutrition on a regular basis and reduce the proportion of people who consume nutrition inappropriately. However, this method is difficult to apply practically because the distribution of intake is different for each nutrient. In principle, the RNI should not be used in meal planning for a group, but the RNI or AI can also be used as a standard by reflecting the growth and health status of a specific group. Figures 2 and 3 show individual/group meal plans using the reference intake of each nutrient.

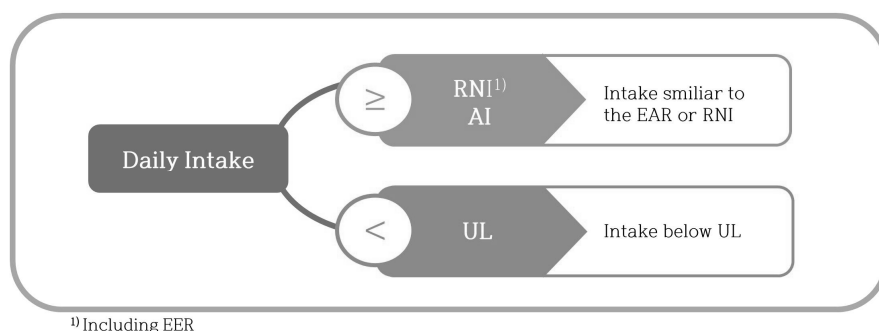


Figure 2 Use of DRIs in individual meal planning [17]

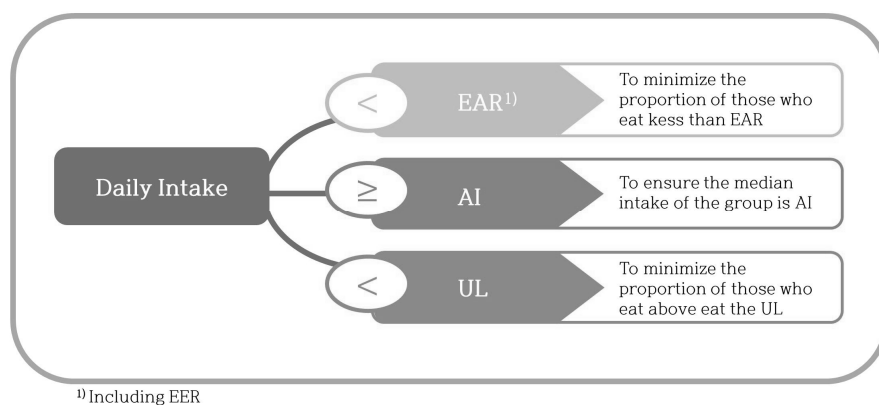


Figure 3 Use of DRIs in group meal planning [17]

(3) Application Plans for Areas

Figure 4 shows how to use the newly established 2020 KDRI in each field at the national, local, and individual levels. For individuals, the DRIs are used in individually assessing nutrient intake status or making meal plans. For schools, the DRIs are applied as guidelines in meal supply, evaluation of nutritional status for students, and nutrition education. For hospitals, the DRIs are used in patient feeding plans, nutritional status evaluation, and meal guidance. In the food

industry, the DRIs are applied in product development and food labeling. In government agencies, the DRIs can be utilized in planning, executing, and evaluating meal-related policies and nutrition/health projects.

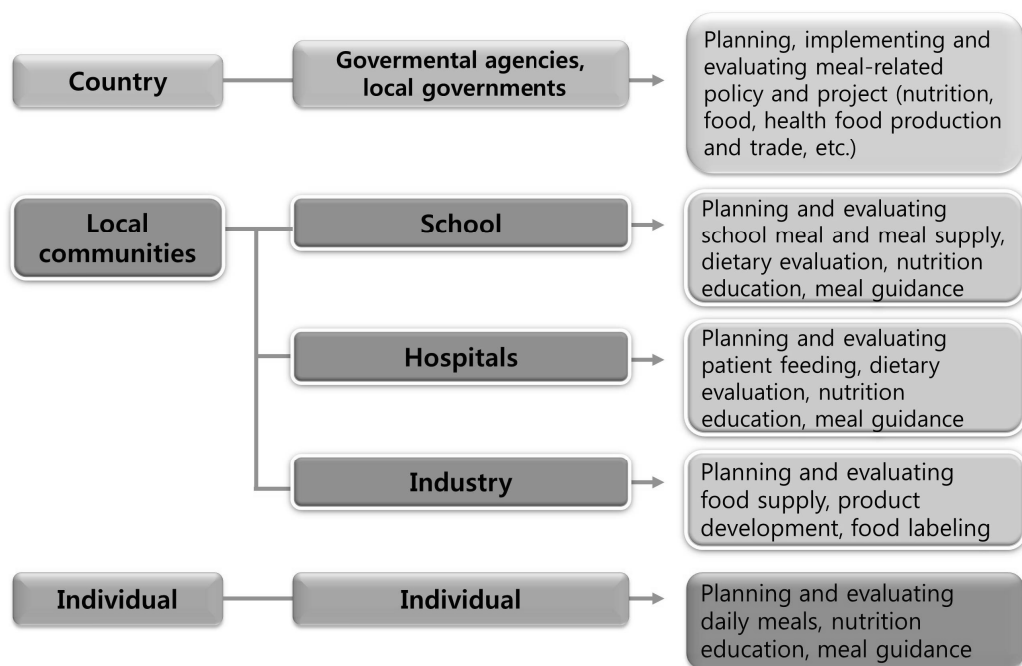


Figure 4 Use of DRIs for each field

References

1. Raubenheimer D, Simpson SJ. Nutritional Ecology and Human Health. *Annu Rev Nutr* 2016;36:603-26.
2. Mozaffarian D, Rosenberg I, Uauy R. History of modern nutrition science-implications for current research, dietary guidelines, and food policy. *BMJ* 2018;361.
3. National Research Council(NRC). Recommended Dietary Allowances: 10th Edition. Washington, DC: National Academy Press; 1989.
4. Institute of Medicine. The Development of DRIs 1994-2004: Lessons Learned and New Challenges: Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press; 2008.
5. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2013. Ministry of Health and Welfare; 2014.
6. Jung KW, Won YJ, Kong HJ, Oh CM, Seo HG, Lee JS. Cancer statistics in Korea: incidence, mortality, survival and prevalence in 2010. *Cancer Res Treat* 2013;45(1):1.
7. Hong S, Won YJ, Park YR, Jung KW, Kong HJ, Lee ES, The Community of Population-Based Regional Cancer Registries. Cancer Statistics in Korea: Incidence, Mortality, Survival, and Prevalence in 2017. *Cancer Res Treat* 2020;52(2):335-50.
8. Shin S, Kim S, Joung H. Evidence-based approaches for establishing the 2015 Dietary Reference Intakes for Koreans. *Nutr Res Pract* 2018;12(6):459-68.
9. Hu T, Mills KT, Yao L, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy Jr WS, Kelly TN, He J, Bazzano LA. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012;176(suppl_7):S44-S54.
10. Numao S, Kawano H, Endo N, Yamada Y, Konishi M, Takahashi M, Sakamoto S. Short term low carbohydrate/high-fat diet intake increases postprandial plasma glucose and glucagon like peptide-1 levels during an oral glucose tolerance test in healthy men. *Eur J Clin Nutr* 2012;66(8):926-31.
11. Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, Tugwell P. The Newcastle Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta analyses. Oxford 2000.
12. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ* 2007;147(8):573-7.

13. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, Porter AC, Tugwell P, Moher D, Bouter LM. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC medical research methodology* 2007; 7(1):10.
14. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes Research Synthesis: Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press; 2006.
15. National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. Food Composition Table, 9.1 version. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration; 2019.
16. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2015. Report No.: 111352000-001537-14.
17. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. Washington, DC: The National Academies Press; 2000.

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans (KDRIs)

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans – Acceptable Macronutrient Distribution Ranges

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Acceptable Macronutrient Distribution Ranges				
		Carbohydrate	Protein	Lipid ¹⁾		
				Fat	Saturated fatty acid	Trans fatty acid
Infants	0-5(mo)	–	–	–	–	–
	6-11	–	–	–	–	–
Children	1-2(y)	55-65	7-20	20-35	–	–
	3-5	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
Males	6-8(y)	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	9-11	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	12-14	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	15-18	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	19-29	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	30-49	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	50-64	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	65-74	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	≥75	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
Females	6-8(y)	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	9-11	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	12-14	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	15-18	55-65	7-20	15-30	Less than 8	Less than 1
	19-29	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	30-49	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	50-64	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	65-74	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
	≥75	55-65	7-20	15-30	Less than 7	Less than 1
Pregnancy		55-65	7-20	15-30		
Lactation		55-65	7-20	15-30		

¹⁾ Cholesterol: Recommended for less than 300 mg/d for adults aged 19 years or older

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans – Sugars

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

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.

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans – Energy and Macronutrients

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Energy (kcal/d)				Carbohydrate (g/d)				Total fiber (g/d)			
		EER	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)	500						60					
	6-11	600						90					
Children	1-2(y)	900				100	130					15	
	3-5	1,400				100	130					20	
Males	6-8(y)	1,700				100	130					25	
	9-11	2,000				100	130					25	
	12-14	2,500				100	130					30	
	15-18	2,700				100	130					30	
	19-29	2,600				100	130					30	
	30-49	2,500				100	130					30	
	50-64	2,200				100	130					30	
	65-74	2,000				100	130					25	
	≥75	1,900				100	130					25	
Females	6-8(y)	1,500				100	130					20	
	9-11	1,800				100	130					25	
	12-14	2,000				100	130					25	
	15-18	2,000				100	130					25	
	19-29	2,000				100	130					20	
	30-49	1,900				100	130					20	
	50-64	1,700				100	130					20	
	65-74	1,600				100	130					20	
	≥75	1,500				100	130					20	
Pregnancy ¹⁾		+0											
		+340				+35	+45					+5	
		+450											
Lactation		+340				+60	+80					+5	

	Age	Fat (g/d)				Linoleic acid (g/d)				α-Linolenic acid (g/d)				EPA+DHA (mg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			25				5.0				0.6				200 ²⁾	
	6-11			25				7.0				0.8				300 ²⁾	
Children	1-2(y)							4.5				0.6					
	3-5							7.0				0.9					
Males	6-8(y)							9.0				1.1				200	
	9-11							9.5				1.3				220	
	12-14							12.0				1.5				230	
	15-18							14.0				1.7				230	
	19-29							13.0				1.6				210	
	30-49							11.5				1.4				400	
	50-64							9.0				1.4				500	
	65-74							7.0				1.2				310	
	≥75							5.0				0.9				280	
Females	6-8(y)							7.0				0.8				200	
	9-11							9.0				1.1				150	
	12-14							9.0				1.2				210	
	15-18							10.0				1.1				100	
	19-29							10.0				1.2				150	
	30-49							8.5				1.2				260	
	50-64							7.0				1.2				240	
	65-74							4.5				1.0				150	
	≥75							3.0				0.4				140	
Pregnancy								+0				+0				+0	
Lactation								+0				+0				+0	

¹⁾ Energy: per the first, second and third trimester of pregnancy.²⁾ DHA

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Protein (g/d)				Methionine (g/d)				Leucine (g/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			10				0.4				1.0	
	6-11	12	15			0.3	0.4			0.6	0.8		
Children	1-2(y)	15	20			0.3	0.4			0.6	0.8		
	3-5	20	25			0.3	0.4			0.7	1.0		
Males	6-8(y)	30	35			0.5	0.6			1.1	1.3		
	9-11	40	50			0.7	0.8			1.5	1.9		
	12-14	50	60			1.0	1.2			2.2	2.7		
	15-18	55	65			1.2	1.4			2.6	3.2		
	19-29	50	65			1.0	1.4			2.4	3.1		
	30-49	50	65			1.1	1.3			2.4	3.1		
	50-64	50	60			1.1	1.3			2.3	2.8		
	65-74	50	60			1.0	1.3			2.2	2.8		
Females	6-8(y)	30	35			0.5	0.6			1.0	1.3		
	9-11	40	45			0.6	0.7			1.5	1.8		
	12-14	45	55			0.8	1.0			1.9	2.4		
	15-18	45	55			0.8	1.1			2.0	2.4		
	19-29	45	55			0.8	1.0			2.0	2.5		
	30-49	40	50			0.8	1.0			1.9	2.4		
	50-64	40	50			0.8	1.1			1.9	2.3		
	65-74	40	50			0.7	0.9			1.8	2.2		
Pregnancy ¹⁾		+12	+15			1.1	1.4			2.5	3.1		
		+25	+30										
Lactation		+20	+25			1.1	1.5			2.8	3.5		

	Age	Isoleucine (g/d)				Valine (g/d)				Lysine (g/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			0.6				0.6				0.7	
	6-11	0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8		
Children	1-2(y)	0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.7		
	3-5	0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.8		
Males	6-8(y)	0.5	0.6			0.6	0.7			1.0	1.2		
	9-11	0.7	0.8			0.9	1.1			1.4	1.8		
	12-14	1.0	1.2			1.2	1.6			2.1	2.5		
	15-18	1.2	1.4			1.5	1.8			2.3	2.9		
	19-29	1.0	1.4			1.4	1.7			2.5	3.1		
	30-49	1.1	1.4			1.4	1.7			2.4	3.1		
	50-64	1.1	1.3			1.3	1.6			2.3	2.9		
	65-74	1.0	1.3			1.3	1.6			2.2	2.9		
Females	6-8(y)	0.5	0.6			0.6	0.7			0.9	1.3		
	9-11	0.6	0.7			0.9	1.1			1.3	1.6		
	12-14	0.8	1.0			1.2	1.4			1.8	2.2		
	15-18	0.8	1.1			1.2	1.4			1.8	2.2		
	19-29	0.8	1.1			1.1	1.3			2.1	2.6		
	30-49	0.8	1.0			1.0	1.4			2.0	2.5		
	50-64	0.8	1.1			1.1	1.3			1.9	2.4		
	65-74	0.7	0.9			0.9	1.3			1.8	2.3		
Pregnancy		1.1	1.4			1.4	1.7			2.3	2.9		
Lactation		1.3	1.7			1.6	1.9			2.5	3.1		

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

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Phenylalanine+Tyrosine (g/d)				Threonine (g/d)				Tryptophan (g/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			0.9				0.5				0.2	
	6-11	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1		
Children	1-2(y)	0.5	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1		
	3-5	0.6	0.7			0.3	0.4			0.1	0.1		
Males	6-8(y)	0.9	1.0			0.5	0.6			0.1	0.2		
	9-11	1.3	1.6			0.7	0.9			0.2	0.2		
	12-14	1.8	2.3			1.0	1.3			0.3	0.3		
	15-18	2.1	2.6			1.2	1.5			0.3	0.4		
	19-29	2.8	3.6			1.1	1.5			0.3	0.3		
	30-49	2.9	3.5			1.2	1.5			0.3	0.3		
	50-64	2.7	3.4			1.1	1.4			0.3	0.3		
	65-74	2.5	3.3			1.1	1.3			0.2	0.3		
	≥75	2.5	3.1			1.0	1.3			0.2	0.3		
Females	6-8(y)	0.8	1.0			0.5	0.6			0.1	0.2		
	9-11	1.2	1.5			0.6	0.9			0.2	0.2		
	12-14	1.6	1.9			0.9	1.2			0.2	0.3		
	15-18	1.6	2.0			0.9	1.2			0.2	0.3		
	19-29	2.3	2.9			0.9	1.1			0.2	0.3		
	30-49	2.3	2.8			0.9	1.2			0.2	0.3		
	50-64	2.2	2.7			0.8	1.1			0.2	0.3		
	65-74	2.1	2.6			0.8	1.0			0.2	0.2		
	≥75	2.0	2.4			0.7	0.9			0.2	0.2		
Pregnancy		0.8	1.0			3.0	3.8			0.3	0.4		
Lactation		0.8	1.1			3.7	4.7			0.4	0.5		

	Age	Histidine (g/d)				Water (mL/d)					
		EAR	RNI	AI	UL	Food	Water	Beverage	AI		UL
									Liquid	Total water	
Infants	0-5(mo)			0.1					700	700	
	6-11	0.2	0.3			300			500	800	
Children	1-2(y)	0.2	0.3			300	362	0	700	1,000	
	3-5	0.2	0.3			400	491	0	1,100	1,500	
Males	6-8(y)	0.3	0.4			900	589	0	800	1,700	
	9-11	0.5	0.6			1,100	686	1.2	900	2,000	
	12-14	0.7	0.9			1,300	911	1.9	1,100	2,400	
	15-18	0.9	1.0			1,400	920	6.4	1,200	2,600	
	19-29	0.8	1.0			1,400	981	262	1,200	2,600	
	30-49	0.7	1.0			1,300	957	289	1,200	2,500	
	50-64	0.7	0.9			1,200	940	75	1,000	2,200	
	65-74	0.7	1.0			1,100	904	20	1,000	2,100	
	≥75	0.7	0.8			1,000	662	12	1,100	2,100	
Females	6-8(y)	0.3	0.4			800	514	0	800	1,600	
	9-11	0.4	0.5			1,000	643	0	900	1,900	
	12-14	0.6	0.7			1,100	610	0	900	2,000	
	15-18	0.6	0.7			1,100	659	7.3	900	2,000	
	19-29	0.6	0.8			1,100	709	126	1,000	2,100	
	30-49	0.6	0.8			1,000	772	124	1,000	2,000	
	50-64	0.6	0.7			900	784	27	1,000	1,900	
	65-74	0.5	0.7			900	624	9	900	1,800	
	≥75	0.5	0.7			800	552	5	1,000	1,800	
Pregnancy		1.2	1.5							+200	
Lactation		1.3	1.7						+500	+700	

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans – Fat-soluble Vitamins

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Vitamin A (μg RAE/d)				Vitamin D ($\mu\text{g}/\text{d}$)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			350	600			5	25
	6-11			450	600			5	25
Children	1-2(y)	190	250		600			5	30
	3-5	230	300		750			5	35
Males	6-8(y)	310	450		1,100			5	40
	9-11	410	600		1,600			5	60
	12-14	530	750		2,300			10	100
	15-18	620	850		2,800			10	100
	19-29	570	800		3,000			10	100
	30-49	560	800		3,000			10	100
	50-64	530	750		3,000			10	100
	65-74	510	700		3,000			15	100
	≥ 75	500	700		3,000			15	100
Females	6-8(y)	290	400		1,100			5	40
	9-11	390	550		1,600			5	60
	12-14	480	650		2,300			10	100
	15-18	450	650		2,800			10	100
	19-29	460	650		3,000			10	100
	30-49	450	650		3,000			10	100
	50-64	430	600		3,000			10	100
	65-74	410	600		3,000			15	100
	≥ 75	410	600		3,000			15	100
Pregnancy		+50	+70		3,000			+0	100
Lactation		+350	+490		3,000			+0	100

	Age	Vitamin E (mg α -TE/d)				Vitamin K ($\mu\text{g}/\text{d}$)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			3				4	
	6-11			4				6	
Children	1-2(y)			5	100			25	
	3-5			6	150			30	
Males	6-8(y)			7	200			40	
	9-11			9	300			55	
	12-14			11	400			70	
	15-18			12	500			80	
	19-29			12	540			75	
	30-49			12	540			75	
	50-64			12	540			75	
	65-74			12	540			75	
	≥ 75			12	540			75	
Females	6-8(y)			7	200			40	
	9-11			9	300			55	
	12-14			11	400			65	
	15-18			12	500			65	
	19-29			12	540			65	
	30-49			12	540			65	
	50-64			12	540			65	
	65-74			12	540			65	
	≥ 75			12	540			65	
Pregnancy				+0	540			+0	
Lactation				+3	540			+0	

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans – Water-soluble Vitamins

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Vitamin C (mg/d)				Thiamin (mg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			40				0.2	
	6-11			55				0.3	
Children	1-2(y)	30	40		340	0.4	0.4		
	3-5	35	45		510	0.4	0.5		
Males	6-8(y)	40	50		750	0.5	0.7		
	9-11	55	70		1,100	0.7	0.9		
	12-14	70	90		1,400	0.9	1.1		
	15-18	80	100		1,600	1.1	1.3		
	19-29	75	100		2,000	1.0	1.2		
	30-49	75	100		2,000	1.0	1.2		
	50-64	75	100		2,000	1.0	1.2		
	65-74	75	100		2,000	0.9	1.1		
	≥75	75	100		2,000	0.9	1.1		
Females	6-8(y)	40	50		750	0.6	0.7		
	9-11	55	70		1,100	0.8	0.9		
	12-14	70	90		1,400	0.9	1.1		
	15-18	80	100		1,600	0.9	1.1		
	19-29	75	100		2,000	0.9	1.1		
	30-49	75	100		2,000	0.9	1.1		
	50-64	75	100		2,000	0.9	1.1		
	65-74	75	100		2,000	0.8	1.0		
	≥75	75	100		2,000	0.7	0.8		
Pregnancy		+10	+10		2,000	+0.4	+0.4		
Lactation		+35	+40		2,000	+0.3	+0.4		

	Age	Riboflavin (mg/d)				Niacin (mg NE/d) ¹⁾			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL nicotinic acid /nicotinamide (mg/d)
Infants	0-5(mo)			0.3				2	
	6-11			0.4				3	
Children	1-2(y)	0.4	0.5			4	6		10/180
	3-5	0.5	0.6			5	7		10/250
Males	6-8(y)	0.7	0.9			7	9		15/350
	9-11	0.9	1.1			9	11		20/500
	12-14	1.2	1.5			11	15		25/700
	15-18	1.4	1.7			13	17		30/800
	19-29	1.3	1.5			12	16		35/1000
	30-49	1.3	1.5			12	16		35/1000
	50-64	1.3	1.5			12	16		35/1000
	65-74	1.2	1.4			11	14		35/1000
	≥75	1.1	1.3			10	13		35/1000
Females	6-8(y)	0.6	0.8			7	9		15/350
	9-11	0.8	1.0			9	12		20/500
	12-14	1.0	1.2			11	15		25/700
	15-18	1.0	1.2			11	14		30/800
	19-29	1.0	1.2			11	14		35/1000
	30-49	1.0	1.2			11	14		35/1000
	50-64	1.0	1.2			11	14		35/1000
	65-74	0.9	1.1			10	13		35/1000
	≥75	0.8	1.0			9	12		35/1000
Pregnancy		+0.3	+0.4			+3	+4		35/1000
Lactation		+0.4	+0.5			+2	+3		35/1000

¹⁾ 1 mg NE(niacin equivalent)=1 mg niacin=60 mg tryptophan

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Vitamin B ₆ (mg/d)				Folate (μg DFE/d) ¹⁾			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo) 6-11			0.1 0.3				65 90	
Children	1-2(y)	0.5	0.6		20	120	150		300
	3-5	0.6	0.7		30	150	180		400
Males	6-8(y)	0.7	0.9		45	180	220		500
	9-11	0.9	1.1		60	250	300		600
	12-14	1.3	1.5		80	300	360		800
	15-18	1.3	1.5		95	330	400		900
	19-29	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	30-49	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	50-64	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	65-74	1.3	1.5		100	320	400		1,000
	≥75	1.3	1.5		100	320	400		1,000
Females	6-8(y)	0.7	0.9		45	180	220		500
	9-11	0.9	1.1		60	250	300		600
	12-14	1.2	1.4		80	300	360		800
	15-18	1.2	1.4		95	330	400		900
	19-29	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	30-49	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	50-64	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	65-74	1.2	1.4		100	320	400		1,000
	≥75	1.2	1.4		100	320	400		1,000
Pregnancy		+0.7	+0.8		100	+200	+220		1,000
Lactation		+0.7	+0.8		100	+130	+150		1,000

	Age	Vitamin B ₁₂ (μg/d)				Pantothenic acid (mg/d)				Biotin (μg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo) 6-11			0.3 0.5				1.7 1.9				5 7	
Children	1-2(y)	0.8	0.9					2				9	
	3-5	0.9	1.1					2				12	
Males	6-8(y)	1.1	1.3					3				15	
	9-11	1.5	1.7					4				20	
	12-14	1.9	2.3					5				25	
	15-18	2.0	2.4					5				30	
	19-29	2.0	2.4					5				30	
	30-49	2.0	2.4					5				30	
	50-64	2.0	2.4					5				30	
	65-74	2.0	2.4					5				30	
	≥75	2.0	2.4					5				30	
Females	6-8(y)	1.1	1.3					3				15	
	9-11	1.5	1.7					4				20	
	12-14	1.9	2.3					5				25	
	15-18	2.0	2.4					5				30	
	19-29	2.0	2.4					5				30	
	30-49	2.0	2.4					5				30	
	50-64	2.0	2.4					5				30	
	65-74	2.0	2.4					5				30	
	≥75	2.0	2.4					5				30	
Pregnancy		+0.2	+0.2					+1.0				+0	
Lactation		+0.3	+0.4					+2.0				+5	

¹⁾ 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.

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans – **Macrominerals**

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Calcium (mg/d)				Phosphorus (mg/d)				Sodium (mg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	CDRR
Infants	0-5(mo)			250	1,000			100				110	
	6-11			300	1,500			300				370	
Children	1-2(y)	400	500		2,500	380	450		3,000			810	1,200
	3-5	500	600		2,500	480	550		3,000			1,000	1,600
Males	6-8(y)	600	700		2,500	500	600		3,000			1,200	1,900
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	12-14	800	1,000		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	15-18	750	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	19-29	650	800		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	30-49	650	800		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	50-64	600	750		2,000	580	700		3,500			1,500	2,300
	65-74	600	700		2,000	580	700		3,500			1,300	2,100
	≥75	600	700		2,000	580	700		3,000			1,100	1,700
Females	6-8(y)	600	700		2,500	480	550		3,000			1,200	1,900
	9-11	650	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	12-14	750	900		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	15-18	700	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	19-29	550	700		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	30-49	550	700		2,500	580	700		3,500			1,500	2,300
	50-64	600	800		2,000	580	700		3,500			1,500	2,300
	65-74	600	800		2,000	580	700		3,500			1,300	2,100
	≥75	600	800		2,000	580	700		3,000			1,100	1,700
Pregnancy		+0	+0		2,500	+0	+0		3,000			1,500	2,300
Lactation		+0	+0		2,500	+0	+0		3,500			1,500	2,300

	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)			170				400				25	
	6-11			560				700				55	
Children	1-2(y)			1,200				1,900		60	70		60
	3-5			1,600				2,400		90	110		90
Males	6-8(y)			1,900				2,900		130	150		130
	9-11			2,300				3,400		190	220		190
	12-14			2,300				3,500		260	320		270
	15-18			2,300				3,500		340	410		350
	19-29			2,300				3,500		300	360		350
	30-49			2,300				3,500		310	370		350
	50-64			2,300				3,500		310	370		350
	65-74			2,100				3,500		310	370		350
	≥75			1,700				3,500		310	370		350
Females	6-8(y)			1,900				2,900		130	150		130
	9-11			2,300				3,400		180	220		190
	12-14			2,300				3,500		240	290		270
	15-18			2,300				3,500		290	340		350
	19-29			2,300				3,500		230	280		350
	30-49			2,300				3,500		240	280		350
	50-64			2,300				3,500		240	280		350
	65-74			2,100				3,500		240	280		350
	≥75			1,700				3,500		240	280		350
Pregnancy				2,300				+0		+30	+40		350
Lactation				2,300				+400		+0	+0		350

¹⁾ Only for non-food magnesium sources

2020 Dietary Reference Intakes for Koreans – Microminerals

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Iron (mg/d)				Zinc (mg/d)				Copper (μg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			0.3	40			2				240	
	6-11	4	6		40	2	3					330	
Children	1-2(y)	4.5	6		40	2	3		6	220	290		1,700
	3-5	5	7		40	3	4		9	270	350		2,600
Males	6-8(y)	7	9		40	5	5		13	360	470		3,700
	9-11	8	11		40	7	8		19	470	600		5,500
	12-14	11	14		40	7	8		27	600	800		7,500
	15-18	11	14		45	8	10		33	700	900		9,500
	19-29	8	10		45	9	10		35	650	850		10,000
	30-49	8	10		45	8	10		35	650	850		10,000
	50-64	8	10		45	8	10		35	650	850		10,000
	65-74	7	9		45	8	9		35	600	800		10,000
	≥75	7	9		45	7	9		35	600	800		10,000
Females	6-8(y)	7	9		40	4	5		13	310	400		3,700
	9-11	8	10		40	7	8		19	420	550		5,500
	12-14	12	16		40	6	8		27	500	650		7,500
	15-18	11	14		45	7	9		33	550	700		9,500
	19-29	11	14		45	7	8		35	500	650		10,000
	30-49	11	14		45	7	8		35	500	650		10,000
	50-64	6	8		45	6	8		35	500	650		10,000
	65-74	6	8		45	6	7		35	460	600		10,000
	≥75	5	7		45	6	7		35	460	600		10,000
Pregnancy		+8	+10		45	+2.0	+2.5		35	+100	+130		10,000
Lactation		+0	+0		45	+4.0	+5.0		35	+370	+480		10,000

	Age	Fluoride (mg/d)				Manganese (mg/d)				Iodine (μg/d)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			0.01	0.6			0.01				130	250
	6-11			0.4	0.8			0.8				180	250
Children	1-2(y)			0.6	1.2			1.5	2.0	55	80		300
	3-5			0.9	1.8			2.0	3.0	65	90		300
Males	6-8(y)			1.3	2.6			2.5	4.0	75	100		500
	9-11			1.9	10.0			3.0	6.0	85	110		500
	12-14			2.6	10.0			4.0	8.0	90	130		1,900
	15-18			3.2	10.0			4.0	10.0	95	130		2,200
	19-29			3.4	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	30-49			3.4	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	50-64			3.2	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	65-74			3.1	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	≥75			3.0	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
Females	6-8(y)			1.3	2.5			2.5	4.0	75	100		500
	9-11			1.8	10.0			3.0	6.0	80	110		500
	12-14			2.4	10.0			3.5	8.0	90	130		1,900
	15-18			2.7	10.0			3.5	10.0	95	130		2,200
	19-29			2.8	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	30-49			2.7	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	50-64			2.6	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	65-74			2.5	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	≥75			2.3	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
Pregnancy				+0	10.0			+0	11.0	+65	+90		
Lactation				+0	10.0			+0	11.0	+130	+190		

Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea, 2020

	Age	Selenium ($\mu\text{g/d}$)				Molybdenum ($\mu\text{g/d}$)				Chromium ($\mu\text{g/d}$)			
		EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL	EAR	RNI	AI	UL
Infants	0-5(mo)			9	40							0.2	
	6-11			12	65							4.0	
Children	1-2(y)	19	23		70	8	10		100			10	
	3-5	22	25		100	10	12		150			10	
Males	6-8(y)	30	35		150	15	18		200			15	
	9-11	40	45		200	15	18		300			20	
	12-14	50	60		300	25	30		450			30	
	15-18	55	65		300	25	30		550			35	
	19-29	50	60		400	25	30		600			30	
	30-49	50	60		400	25	30		600			30	
	50-64	50	60		400	25	30		550			30	
	65-74	50	60		400	23	28		550			25	
	≥ 75	50	60		400	23	28		550			25	
Females	6-8(y)	30	35		150	15	18		200			15	
	9-11	40	45		200	15	18		300			20	
	12-14	50	60		300	20	25		400			20	
	15-18	55	65		300	20	25		500			20	
	19-29	50	60		400	20	25		500			20	
	30-49	50	60		400	20	25		500			20	
	50-64	50	60		400	20	25		450			20	
	65-74	50	60		400	18	22		450			20	
	≥ 75	50	60		400	18	22		450			20	
Pregnancy		+3	+4		400	+0	+0		500			+5	
Lactation		+9	+10		400	+3	+3		500			+20	

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)			
		필요 추정량	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	
	6-11	700						90				25	
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	2,000											
	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-6계 지방산(g/일)				n-3계 지방산(g/일)				단백질(g/일)				식이섬유(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)			2.0				0.3				10					
	6-11			4.5				0.8		10	15	10					
유아	1-2(세)									12	15					10	
	3-5									15	20					15	
남자	6-8(세)									25	30					20	
	9-11									35	40					20	
	12-14									45	55					25	
	15-18									50	65					25	
	19-29									50	65					25	
	30-49									50	60					25	
	50-64									50	60					25	
	65-74									45	55					25	
	75 이상									45	55					25	
여자	6-8(세)									20	25					20	
	9-11									30	40					20	
	12-14									40	50					20	
	15-18									40	50					20	
	19-29									45	55					20	
	30-49									40	50					20	
	50-64									40	50					20	
	65-74									40	45					20	
	75 이상									40	45					20	
임신부 ¹⁾										+12	+15					+5	
										+25	+30					+5	
수유부										+20	+25						

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

보건복지부, 2015

성별	연령	수분(mL/일)				메티오닌+시스테인(g/일)				류신(g/일)				
		평균 필요량	권장 섭취량	충분섭취량 액체 총수분	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	
영아	0-5(개월) 6-11			700 500	700 800									
유아	1-2(세)			800	1,100		0.3	0.4			0.6	0.8		
	3-5			1,100	1,500		0.3	0.4			0.7	0.9		
남자	6-8(세)			900	1,800		0.5	0.6			1.1	1.3		
	9-11			1,000	2,100		0.7	0.8			1.5	1.9		
	12-14			1,000	2,300		1.0	1.2			2.1	2.6		
	15-18			1,200	2,600		1.1	1.3			2.4	3.0		
	19-29			1,200	2,600		1.0	1.3			2.3	3.0		
	30-49			1,200	2,500		1.0	1.3			2.3	2.9		
	50-64			1,000	2,200		1.0	1.2			2.2	2.7		
	65-74			1,000	2,100		0.9	1.2			2.1	2.6		
	75 이상			1,000	2,100		0.9	1.1			2.0	2.6		
여자	6-8(세)			900	1,700		0.5	0.6			1.0	1.2		
	9-11			900	1,900		0.6	0.7			1.4	1.7		
	12-14			900	2,000		0.8	1.0			1.8	2.3		
	15-18			900	2,000		0.8	1.0			1.9	2.3		
	19-29			1,000	2,100		0.8	1.1			1.9	2.4		
	30-49			1,000	2,000		0.8	1.0			1.8	2.3		
	50-64			900	1,900		0.8	1.0			1.8	2.2		
	65-74			900	1,800		0.7	0.9			1.7	2.1		
	75 이상			900	1,800		0.7	0.9			1.6	2.0		
임신부					+200		+0.3	+0.3			+0.6	+0.7		
수유부					+500	+700		+0.3	+0.4			+0.9	+1.1	

성별	연령	이소류신(g/일)				발린(g/일)				라이신(g/일)				페닐알라닌+티로신(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)			0.6				0.6				0.7				0.9	
	6-11	0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8			0.5	0.7		
유아	1-2(세)	0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.7			0.5	0.7		
	3-5	0.3	0.4			0.4	0.5			0.6	0.8			0.6	0.7		
남자	6-8(세)	0.5	0.6			0.6	0.7			1.0	1.2			0.9	1.1		
	9-11	0.7	0.8			0.9	1.1			1.4	1.8			1.3	1.6		
	12-14	1.0	1.2			1.2	1.5			2.0	2.4			1.7	2.2		
	15-18	1.1	1.3			1.4	1.7			2.2	2.7			2.0	2.4		
	19-29	1.0	1.3			1.3	1.6			2.4	3.0			2.7	3.4		
	30-49	1.0	1.3			1.3	1.6			2.2	2.9			2.7	3.3		
	50-64	1.0	1.2			1.2	1.5			2.2	2.8			2.6	3.2		
	65-74	0.9	1.2			1.2	1.5			2.1	2.7			2.4	3.1		
	75 이상	0.9	1.1			1.1	1.4			2.1	2.6			2.4	3.1		
여자	6-8(세)	0.5	0.6			0.6	0.7			0.9	1.2			0.8	1.0		
	9-11	0.6	0.7			0.8	1.0			1.2	1.5			1.1	1.4		
	12-14	0.8	1.0			1.1	1.3			1.7	2.1			1.5	1.8		
	15-18	0.8	1.0			1.1	1.3			1.7	2.1			1.5	1.9		
	19-29	0.8	1.1			1.1	1.3			2.0	2.5			2.2	2.8		
	30-49	0.8	1.0			1.0	1.3			1.9	2.4			2.2	2.7		
	50-64	0.8	1.0			1.0	1.2			1.8	2.3			2.1	2.6		
	65-74	0.7	0.9			0.9	1.2			1.7	2.2			2.0	2.5		
	75 이상	0.7	0.9			0.9	1.1			1.6	2.0			1.9	2.3		
임신부		+0.3	+0.4			+0.3	+0.4			+0.3	+0.4			+0.8	+1.0		
수유부		+0.5	+0.6			+0.5	+0.6			+0.4	+0.4			+1.5	+1.9		

보건복지부, 2015

성별	연령	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
영아	0-5(개월)			0.5				0.2				0.1	
	6-11	0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
유아	1-2(세)	0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
	3-5	0.3	0.4			0.1	0.1			0.2	0.3		
남자	6-8(세)	0.5	0.6			0.1	0.2			0.3	0.4		
	9-11	0.7	0.9			0.2	0.2			0.5	0.6		
	12-14	1.0	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
	15-18	1.1	1.4			0.3	0.4			0.8	0.9		
	19-29	1.1	1.4			0.3	0.3			0.8	1.0		
	30-49	1.1	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
	50-64	1.0	1.3			0.3	0.3			0.7	0.9		
	65-74	1.0	1.2			0.2	0.3			0.7	0.9		
	75 이상	1.0	1.2			0.2	0.3			0.7	0.8		
여자	6-8(세)	0.5	0.6			0.1	0.2			0.3	0.4		
	9-11	0.6	0.8			0.2	0.2			0.4	0.5		
	12-14	0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.7		
	15-18	0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.7		
	19-29	0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.8		
	30-49	0.9	1.1			0.2	0.3			0.6	0.8		
	50-64	0.8	1.0			0.2	0.3			0.6	0.7		
	65-74	0.8	1.0			0.2	0.2			0.5	0.7		
	75 이상	0.7	0.9			0.2	0.2			0.5	0.7		
임신부		+0.3	+0.4			+0.1	+0.1			+0.2	+0.2		
수유부		+0.4	+0.6			+0.2	+0.2			+0.2	+0.3		

2015 한국인 영양소 섭취기준 - 지용성비타민

보건복지부, 2015

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

성별	연령	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
영아	0-5(개월)			3				4	
	6-11			4				7	
유아	1-2(세)			5	200			25	
	3-5			6	250			30	
남자	6-8(세)			7	300			45	
	9-11			9	400			55	
	12-14			10	400			70	
	15-18			11	500			80	
	19-29			12	540			75	
	30-49			12	540			75	
	50-64			12	540			75	
	65-74			12	540			75	
	75 이상			12	540			75	
여자	6-8(세)			7	300			45	
	9-11			9	400			55	
	12-14			10	400			65	
	15-18			11	500			65	
	19-29			12	540			65	
	30-49			12	540			65	
	50-64			12	540			65	
	65-74			12	540			65	
	75 이상			12	540			65	
임신부				+0	540			+0	
수유부				+3	540			+0	

2015 한국인 영양소 섭취기준 - 수용성비타민

보건복지부, 2015

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

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

¹⁾ 1 mg NE(니아신 당량) = 1 mg 니아신 = 60 mg 트립토판 ²⁾ 니코틴산/니코틴아미드

보건복지부, 2015

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

성별	연령	비타민 B ₁₂ (μ g/일)				판토텐산(mg/일)				비오틴(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
영아	0-5(개월) 6-11			0.3 0.5				1.7 1.9				5 7	
유아	1-2(세)	0.8	0.9					2				9	
	3-5	0.9	1.1					2				11	
남자	6-8(세)	1.1	1.3					3				15	
	9-11	1.5	1.7					4				20	
	12-14	1.9	2.3					5				25	
	15-18	2.2	2.7					5				30	
	19-29	2.0	2.4					5				30	
	30-49	2.0	2.4					5				30	
	50-64	2.0	2.4					5				30	
	65-74	2.0	2.4					5				30	
	75 이상	2.0	2.4					5				30	
여자	6-8(세)	1.1	1.3					3				15	
	9-11	1.5	1.7					4				20	
	12-14	1.9	2.3					5				25	
	15-18	2.0	2.4					5				30	
	19-29	2.0	2.4					5				30	
	30-49	2.0	2.4					5				30	
	50-64	2.0	2.4					5				30	
	65-74	2.0	2.4					5				30	
	75 이상	2.0	2.4					5				30	
임신부		+0.2	+0.2					+1.0				+0	
수유부		+0.3	+0.4					+2.0				+5	

¹⁾ Dietary Folate Equivalents, 가임기 여성의 경우 400 μ g/일의 엽산보충제 섭취를 권장함, 엽산의 상한섭취량은 보충제 또는 강화식품의 형태로 섭취한 μ g/일에 해당됨.

2015 한국인 영양소 섭취기준 - 다량무기질

보건복지부, 2015

성별	연령	칼슘(mg/일)				인(mg/일)				나트륨(mg/일)				목표
		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) 6-11			210 300	1,000 1,500			100 300				120 370		
유아	1-2(세)		500		2,500	380	450		3,000			900		
	3-5	390 470	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) 6-11			180 560				400 700				30 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 - 미량무기질

보건복지부, 2015

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

성별	연령	불소(mg/일)				망간(mg/일)				요오드(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
영아	0-5(개월)			0.01	0.6			0.01				130	250
	6-11			0.5	0.9			0.8				170	250
유아	1-2(세)			0.6	1.2			1.5	2.0	55	80		300
	3-5			0.8	1.7			2.0	3.0	65	90		300
남자	6-8(세)			1.0	2.5			2.5	4.0	75	100		500
	9-11			2.0	10.0			3.0	5.0	85	110		500
	12-14			2.5	10.0			4.0	7.0	90	130		1,800
	15-18			3.0	10.0			4.0	9.0	95	130		2,200
	19-29			3.5	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	30-49			3.0	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	50-64			3.0	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	65-74			3.0	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
	75 이상			3.0	10.0			4.0	11.0	95	150		2,400
여자	6-8(세)			1.0	2.5			2.5	4.0	75	100		500
	9-11			2.0	10.0			3.0	5.0	85	110		500
	12-14			2.5	10.0			3.5	7.0	90	130		2,000
	15-18			2.5	10.0			3.5	9.0	95	130		2,200
	19-29			3.0	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	30-49			2.5	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	50-64			2.5	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	65-74			2.5	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
	75 이상			2.5	10.0			3.5	11.0	95	150		2,400
임신부				+0	10.0			+0	11.0	+65	+90		
수유부				+0	10.0			+0	11.0	+130	+190		

보건복지부, 2015

성별	연령	셀레늄($\mu\text{g}/\text{일}$)				몰리브덴($\mu\text{g}/\text{일}$)				크롬($\mu\text{g}/\text{일}$)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			9	45							0.2	
	6-11			11	65							5.0	
유아	1-2(세)	19	23		75				100			12	
	3-5	22	25		100				100			12	
남자	6-8(세)	30	35		150				200			20	
	9-11	39	45		200				300			25	
	12-14	49	60		300				400			35	
	15-18	55	65		300				500			40	
	19-29	50	60		400	20	30		550			35	
	30-49	50	60		400	20	25		550			35	
	50-64	50	60		400	20	25		550			35	
	65-74	50	60		400	20	25		550			35	
	75 이상	50	60		400	20	25		550			35	
여자	6-8(세)	30	35		150				200			15	
	9-11	39	45		200				300			20	
	12-14	49	60		300				400			25	
	15-18	55	65		300				400			25	
	19-29	50	60		400	20	25		450			25	
	30-49	50	60		400	20	25		450			25	
	50-64	50	60		400	20	25		450			25	
	65-74	50	60		400	20	25		450			25	
	75 이상	50	60		400	20	25		450			25	
임신부		+3	+4		400				450			+5	
수유부		+9	+10		400				450			+20	

<2020 한국인 영양소 섭취기준>은 보건복지부 <2018년 ~2020년 영양소 섭취기준 개정사업>의 연구비 지원에 의해 사단법인 한국영양학회에서 수행한 결과입니다.



2020 한국인 영양소 섭취기준

Dietary Reference Intakes
for Koreans 2020

발행일 : 2020년 12월 10일

발행처 : 보건복지부 T. 044)202-2835

인쇄처 : 세일포커스

2020 한국인 영양소 섭취기준

Dietary Reference Intakes
for Koreans 2020

에너지와
다량영양소



보건복지부



한국영양학회
THE KOREAN NUTRITION SOCIETY

비매품/무료



9 791197 295300

ISBN 979-11-972953-0-0

ISBN 978-89-960455-6-4(세트)

