

발 간 등 록 번 호

11-1352000-100416-13

2025 Dietary Reference Intakes
for Koreans



2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정위원회

총괄위원회

총괄위원장 (각 년도 회장)	정효지 서울대학교 보건대학원 (25년도)
	김혜영 용인대학교 식품영양학과 (24년도)
	한성림 서울대학교 식품영양학과 (23년도)

추진위원회

추진위원장(연구책임자)	황지윤 상명대학교 식품영양학전공
부추진위원장	김기랑 단국대학교 식품영양학과
	심재은 대전대학교 식품영양학과
	윤미옥 한국영양학회
체위분과장	김혜숙 원광대학교 식품영양학과
연령분과장	배운정 국립한국교통대학교 식품영양학전공
문헌평가분과장	이정희 국립군산대학교 식품영양학과
	이영민 경인교육대학교 생활과학교육과
활용분과장	박소현 한림대학교 식품영양학과
홍보분과장	이해정 가천대학교 바이오나노대학 식품영양학과
추진연구팀	이수진 상명대학교 외식영양학과
	최미주 경남대학교 식품영양학과
	강지원 상명대학교 외식영양학과
	김실아 상명대학교 외식영양학과

제·개정위원회

제정위원장	박은주 경남대학교 식품영양학과
개정위원장	김기남 대전대학교 식품영양학과
분과장	
콜린	심지선 연세대학교 의과대학 예방의학교실
에너지·수분	김오연 동아대학교 식품영양학과
탄수화물·당류·식이섬유	송윤주 가톨릭대학교 식품영양학과
단백질·아미노산	박윤정 이화여자대학교 식품영양학과
지질·지방산·콜레스테롤	임현정 경희대학교 의학영양학과
지용성비타민	박 경 영남대학교 식품영양학과
수용성비타민	이정은 서울대학교 식품영양학과
다량무기질	김현자 강릉원주대학교 식품영양학과
미량무기질	김미현 국립공주대학교 식품영양학과

2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정위원회

• 에너지

중심위원	김오연	동아대학교 식품영양학과
	박종훈	고려대학교 체육교육학과
	백진경	울지대학교 식품영양학과
	이선혜	선문대학교 식품공학영양학부

• 수분

중심위원	김선호	국립공주대학교 기술·가정교육과
	이재현	충남대학교 스포츠과학과

• 탄수화물

중심위원	두미애	군산대학교 식품영양학과
	김우경	단국대학교 식품영양학과
	임정현	서울대학교병원 급식영양과
	전자영	아주대학교 의과대학 내분비대사내과

• 당류

중심위원	송수진	한남대학교 식품영양학과
	송윤주	가톨릭대학교 식품영양학과
	최종한	건국대학교병원 내분비대사내과
	이연희	아주대학교병원 영양팀
	황지윤	상명대학교 식품영양학전공

• 식이섬유

중심위원	김지연	서울과학기술대학교 식품공학과
	김혜미	부산대학교 식품영양학과
	권유진	연세대학교 의과대학 가정의학과
	이행신	한국보건산업진흥원 산업진흥본부

• 단백질

중심위원	하경호	제주대학교 식품영양학과
	김은정	대구가톨릭대학교 식품영양학과
	박윤정	이화여자대학교 식품영양학과
	이경원	한국교원대학교 가정교육과
	정상원	한국식품연구원 식품기능연구본부 정밀식이연구단

• 아미노산

중심위원	허진희	성균관대학교 식품생명공학과
	권영주	이화여자대학교 식품생명공학과
	이서연	컬럼비아대학교
	이영아	대구가톨릭대학교 식품영양학과

• 지질

중심위원	임현정	경희대학교 의학영양학과
	김옥경	전남대학교 식품영양학과
	박경희	한림대학교 성심병원 가정의학과
	박찬윤	수원대학교 식품영양학과
	조상호	한림대학교 성심병원 순환기내과

• 지방산

중심위원	한안나	전북대학교 식품영양학과
	박용순	한양대학교 식품영양학과
	진유리	한양대학교병원 영양팀

• 콜레스테롤

중심위원	한성림	서울대학교 식품영양학과
	김보경	부산대학교 식품영양학과
	김영교	경상대학교 식품영양학과
	김혜진	아주대학교 의과대학 내분비대사내과

• 비타민 A

중심위원	김유리	이화여자대학교 식품영양학과
	배민경	연세대학교 식품영양학과
	임채홍	고려대학병원 방사선종양학과
	전수경	국민대학교 식품영양학과

• 비타민 D

중심위원	김정현	배재대학교 식품영양학과
	박은미	한남대학교 식품영양학과
	박형수	매일헬스뉴트리션(주)

• 비타민 E

중심위원	박희정	상명대학교 식품영양학전공
	염경진	건국대학교 식품영양학과
	이주민	조선대학교 식품영양학과

• 비타민 K

중심위원	최수경	울산과학기술대학교 식품영양학과
	강현주	계명대학교 식품영양학과
	권은영	경북대학교 식품영양학과
	박 경	영남대학교 식품영양학과

• 비타민 C

중심위원	이정은	서울대학교 식품영양학과
	박선민	호서대학교 식품영양학과
	신선혜	서울여자대학교 식품영양학과
	장유미	울산대학교 식품영양학과

• 티아민

중심위원	최정화	계명대학교 식품영양학과
	강민경	국립경국대학교 식품영양학과

• 리보플라빈

중심위원	조진아	충남대학교 식품영양학과
	김기남	대전대학교 식품영양학과
	이정숙	국민대학교 식품영양학과

• 니아신

중심위원	이윤나	신구대학교 식품영양학과
	김지미	국립창원대학교 식품영양학과
	임정은	국립창원대학교 식품영양학과

• 비타민 B₆

중심위원	최은영	부천대학교 식품영양학과
	엄민영	한국식품연구원 식품기능연구본부 기능성소재연구단
	홍경희	동서대학교 식품영양학과

2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정위원회

• 엽산

중심위원 김성은 숙명여자대학교 식품영양학과
부소영 대구대학교 식품영양학과

• 비타민 B₁₂

중심위원 김현주 대전보건대학교 식품영양학과
심선아 한국식품영양연구소
이연주 연성대학교 식품영양학과

• 판토텐산

중심위원 정승연 이화여자대학교 식품영양학과
황효정 삼육대학교 식품영양학과

• 비오틴

중심위원 오운신 을지대학교 식품영양학과
권영혜 서울대학교 식품영양학과

• 콜린

중심위원 심유진 송의여자대학교 식품영양학과
심성률 건양대학교 의과대학 정보의학교실
심지선 연세대학교 의과대학 예방의학교실

• 칼슘

중심위원 박용주 전남대학교 식품영양학과
김기량 단국대학교 식품영양학과
김성아 서울연구원
최슬기 서울시립대학교 도시보건대학원

• 인

중심위원 김은아 경성대학교 식품영양학과
김민주 한남대학교 식품영양학과
김원경 신구대학교 식품영양학과
박종은 충북대학교 보건과학융합연구소
윤여선 부산대학교 식품영양학과

• 나트륨/염소

중심위원 신민정 고려대학교 바이오시스템의과학부
김현자 강릉원주대학교 식품영양학과
곽정현 인제대학교 식품영양/식품공학부
조기람 고려대학교 바이오시스템의과학부

• 칼륨

중심위원 신상아 중앙대학교 식품공학부 식품영양학전공
김지혜 국민건강보험공단 빅데이터연구개발실
윤성하 질병관리청 건강영양조사분석과
정수경 한국보건사회연구원 보건정책연구실 식품의약품정책연구소센터

• 마그네슘

중심위원 배윤정 국립한국교통대학교 식품영양학전공
신다연 인하대학교 식품영양학과
이유진 명지대학교 식품영양학과
최미경 국립공주대학교 식품영양학과

• 철

중심위원 정자용 경희대학교 식품영양학과
김혜영 용인대학교 식품영양학과
류문선 연세대학교 식품영양학과
양윤정 동덕여자대학교 식품영양학과

• 아연

중심위원 이미경 국립순천대학교 식품영양학과
정운주 국립부경대학교 식품영양학과
조영은 국립경국대학교 식품영양학과

• 구리

중심위원 정혜연 송의여자대학교 식품영양과
김미현 국립공주대학교 식품영양학과
하정현 단국대학교 식품영양학과
황진아 명지대학교 식품영양학과

• 불소

중심위원 이현숙 동서대학교 식품영양학과
장원 동서대학교 식품영양학과
서덕규 서울대학교 치의학대학원

• 망간

중심위원 부소영 대구대학교 식품영양학과
최연정 삼육대학교 식품영양학과

• 요오드

중심위원 이해정 가천대학교 바이오나노대학 식품영양학과
김동우 한국방송통신대학교 생활과학부 식품영양학전공
윤정미 전남대학교 식품영양과학부
이기영 가천대학교 의과대학 내과

• 셀레늄

중심위원 최경숙 대전대학교 식품영양학과
김춘영 영남대학교 식품영양학과
이봉기 국립부경대학교 식품영양전공
장유진 강릉원주대학교 식품영양학과

• 몰리브덴

중심위원 강주희 수원여자대학교 식품영양학과
강경란 경희의료원 임상영양파트
김기은 계명대학교 간호대학

• 크롬

중심위원 임희숙 경희대학교 동서의학대학원 노인학과
양윤경 안산대학교 식품영양학과
윤나영 국립수산과학원 식품안전기공과
황인선 국립식량과학원 식생활영양과

2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정위원회

검독위원회

검독위원장 박용순 한양대학교 식품영양학과

• 에너지·수분

분과장 김오연 동아대학교 식품영양학과
백진경 을지대학교 식품영양학과
이선혜 선문대학교 식품공학영양학부

• 탄수화물·당류·식이섬유

분과장 송윤주 가톨릭대학교 식품영양학과
송수진 한남대학교 식품영양학과
두미애 군산대학교 식품영양학과
김지연 서울과학기술대학교 식품공학과

• 단백질·아미노산

분과장 박윤정 이화여자대학교 식품영양학과
고광석 이화여자대학교 식품영양학과

• 지질·지방산·콜레스테롤

분과장 박용순 한양대학교 식품영양학과
임현정 경희대학교 의학영양학과
한인나 전북대학교 식품영양학과
한성림 서울대학교 식품영양학과

• 지용성 비타민

분과장 염경진 건국대학교 식품영양학과
강현주 계명대학교 식품영양학과
박경희 한림대학교 성심병원 가정의학과
배민경 연세대학교 식품영양학과

• 수용성 비타민

분과장 이정은 서울대학교 식품영양학과
강민경 국립경국대학교 식품영양학과
김성은 숙명여자대학교 식품영양학과
김현주 대전보건대학교 식품영양학과
오윤신 을지대학교 식품영양학과
이윤나 신구대학교 식품영양학과
정승연 이화여자대학교 식품영양학과
조진아 충남대학교 식품영양학과
최은영 부천대학교 식품영양학과

• 비타민 유사 영양소

분과장 심지선 연세대학교 의과대학 예방의학교실
박유경 경희대학교 동서의학대학원 의학영양학과

• 다량무기질

분과장 김현자 강릉원주대학교 식품영양학과
박용주 전남대학교 식품영양학과
박미화 신라대학교 식품영양배이커리학부
조가람 고려대학교 바이오시스템의과학부
전신형 순천향대학교 식품영양학과
배윤정 국립한국교통대학교 식품영양학전공

• 미량무기질

분과장 김미현 국립공주대학교 식품영양학과
류문선 연세대학교 식품영양학과
조영은 국립경국대학교 식품영양학과
정혜연 송의여자대학교 식품영양과
이현숙 동서대학교 식품영양학과
부소영 대구대학교 식품영양학과
김동우 한국방송통신대학교 생활과학부 식품영양학전공
이봉기 국립부경대학교 식품영양전공
강경란 경희의료원 임상영양파트
임희숙 경희대학교 동서의학대학원 노인학과

감수

윤정환 전 한림대학교 / 고문
권오란 이화여자대학교 명예교수 / 고문

발간사

영양에 대한 관심과 안전하고 건강한 식생활에 대한 국민적 요구가 큼니다. 초고령화 시대로 접어들며 우리사회에 삶의 질 향상에 대한 관심이 그 어느 때보다 높아지고 있습니다. 한편 우리의 식생활은 빠르게 변하고 있습니다. 서구화되고 가공식품 소비가 늘었습니다. 당류·나트륨·트랜스지방 등 건강을 위협하는 영양성분의 섭취는 이제 일상이 되었습니다. 비만, 당뇨병, 심혈관계질환과 같은 만성질환의 위협은 점점 커지고 있습니다.

‘한국인 영양소 섭취기준’은 최적의 영양소 섭취 수준을 제시하는 과학적 지표입니다. 국민이 균형잡힌 식생활을 실천하고, 질병을 예방하며, 삶 전반의 건강 수준을 높이기 위한 토대입니다. 국민의 건강 증진과 만성질환 예방에 기여하는 기초 자료로서 그 중요성이 매우 큼니다.

우리나라의 영양소 섭취기준 제정 사업은 50년 넘게 그 역사를 이어왔습니다. 1962년 학계 중심의 민간 차원에서 시작된 사업은 2010년 「국민영양관리법」에 근거를 둔 국가사업이 되었습니다. 2015년 국가 차원의 첫 제정이 이루어진 이래 5년 주기의 정례적인 개정 작업을 통해 과학적 완성도를 높여오고 있습니다.

2020년 개정에서는 국민 건강의 현안 과제를 반영하였습니다. 국내 영양실태와 국제지침을 토대로 에너지 및 영양소 40종에 대한 권장섭취량, 평균필요량, 상한섭취량 등을 제시하고, 특히 ‘만성질환 위험 감소’를 위한 섭취기준(CDRR)을 도입하였습니다.

나아가 ‘2025 한국인 영양소 섭취기준’에서는 급변하는 식생활 환경과 건강 문제에 선제적으로 대응하고자 하였습니다. 지난 5년 국내외의 영양과 식생활에 대한 과학적 연구는 깊고 다양해졌습니다. 최근 국내 연구들은 생애주기별 영양 요구, 고령화 사회에서의 영양문제, 특정 영양소의 섭취 기준 개선 등 세분화된 과학적 증거를 지속적으로 축적해왔습니다.

WHO 등 국제기구도 식생활 기준을 강화하였습니다. 균형 잡힌 식단 구성, 과도한 당·나트륨 섭취 제한, 다양한 식품군 기반 건강식을 권장하고 있습니다. 이러한 글로벌 가이드라인은 한국인 영양소 섭취기준 수립에 중요한 참고자료가 되었습니다.

이번 섭취기준에서는 국민의 영양 요구와 질병예방을 위한 영양 권고를 보다 정교하게 제시하고, 생애주기 및 성별 특성, 급증하는 만성질환 부담 등을 균형있게 반영하였습니다. 또한 국제 영양지침과 최신의 과학적 근거를 융합하여, 국민 개개인이 자신의 건강 목표에 맞는 식생활을 설계할 수 있도록 지원하였습니다.

보건복지부는 영양소 섭취기준의 지속적인 제·개정과 확산을 위해 책임 있게 노력하겠습니다. 주기적으로 식생활과 건강의 상관관계에 대한 최신 연구 결과와 우리 국민의 체위 변화 등을 면밀히 검토하여 최적의 기준을 제시하겠습니다. 영양소 섭취기준이 의료, 교육, 산업 등 다양한 분야에서 실질적으로

로 활용될 수 있도록 접근성을 높이겠습니다. 다각적인 보급 방안을 마련하는 데에도 최선을 다하겠습니다.

마지막으로, 이번 제·개정 작업을 위해 전문적인 식견과 열정을 쏟아주신 150여 명의 전문가 위원님들과 연구진 여러분의 헌신적인 노고에 진심으로 깊은 감사를 드립니다. 본 책자가 국민 모두의 건강을 지키고 행복한 삶을 일구는 소중한 길잡이가 되기를 진심으로 기대합니다.

2025년 12월
보건복지부장관
정은경

머리말

영양소 섭취기준은 국민의 건강 증진과 질병 예방을 위한 국가 영양정책의 근간이 되는 과학적 기준입니다. 따라서 사회·환경적 여건이 변하고, 과학적 근거가 축적되면서 정기적으로 제·개정될 필요가 있습니다. 우리는 코로나19를 비롯한 감염병 유행은 물론 급격한 인구 고령화, 만성질환 증가, 식생활 환경의 변화를 경험하고 있습니다. 이런 면에서 한국인의 영양상태와 건강상태를 면밀히 점검하고, 과학적 근거를 반영한 신뢰도 높은 기준을 마련할 필요가 있다고 하겠습니다.

이러한 배경을 바탕으로 2025 한국인 영양소 섭취기준의 제·개정이 추진되었습니다. 보건복지부의 주관하에 3년간 한국영양학회의 150여 명의 전문가가 참여하여, 에너지 및 다량영양소 12종, 미량영양소 13종, 무기질 15종 등 총 40종의 영양소에 대해 광범위한 검토를 거쳐 기준을 개정하였습니다. 또한, 비타민 유사 영양소인 콜린의 섭취기준을 처음으로 제정하였습니다.

영양소 필요량에 대한 과학적 근거가 충분한 경우에는 평균필요량과 권장섭취량을 설정하였고, 근거가 제한된 경우에는 충분섭취량을 제시하였습니다. 아울러 과잉섭취로 인한 위해 가능성에 대한 과학적 근거가 확보된 경우에는 상한섭취량을 설정하였습니다. 만성질환과 영양소 간 관련성에 대한 근거가 축적된 영양소에 대해서는 만성질환위험감소섭취량을 함께 제시하였습니다.

이번 제·개정의 주요 전략은 2005년 영양소 섭취기준으로 전환한 이래 사용했던 영양소별 과학적 근거를 종합적으로 재검토하여 근거 수준을 고도화하고, 기준 설정의 과학성과 일관성을 강화하는 데 두었습니다. 이를 위해 노출지표, 건강 판정지표, 건강 결과 등 다양한 수준의 근거를 체계적으로 평가하였고, 영양소별 요구량 산정에 적합한 지표를 재정비하였습니다. 생애주기별 요구량 산정 과정과 변이계수·불확실계수 등 주요 산출 요소를 최신 문헌과 국제 기준에 따라 재평가하여, 근거의 타당성과 신뢰도를 강화하였습니다. 아울러 주요 국가의 영양소 섭취기준과의 비교·분석을 통해 국제적 조화를 도모하였습니다. 국민건강영양조사 자료를 분석하여 한국인의 영양소별 주요 급원식품과 고함량 식품 정보를 함께 제시함으로써, 영양소 섭취기준의 정책적·실천적 활용성을 제고하고자 하였습니다.

과학적 근거를 토대로 마련된 2025 한국인 영양소 섭취기준이 연구, 정책, 교육, 산업 및 실천 현장에서 폭넓게 활용되어, 국민의 영양상태를 개선하고 건강증진에 실질적으로 기여하기를 기대합니다.

2025 영양소 섭취기준 제·개정 사업을 위해 아낌없이 지원해 주신 보건복지부에 감사의 말씀을 드립니다. 제한된 여건 속에서도 방대한 자료를 검토하고 치열한 논의를 통해 본 기준을 마련해 주신 제·개정위원회 위원 여러분의 헌신과 노고에 진심으로 감사의 말씀을 전합니다.

2025년 12월

2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 사업 연구책임자 **황지운**

2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 사업 총괄위원장 **정효지·김혜영·한성림**

목차 CONTENTS

2025 한국인 영양소 섭취기준

요약본

2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정위원 명단

발간사 _ vi

머리말 _ vii

2025 한국인 영양소 섭취기준 요약표 _ x

총론 _ xxi

[01] 에너지와 다량영양소

1-1 에너지	2
1-2 탄수화물	5
1-3 식이섬유	9
1-4 단백질/아미노산	12
1-5 지질/지방산	17
1-6 수분	27

[02] 비타민

2-1. 지용성비타민

2-1-1 비타민 A	32
2-1-2 비타민 D	37
2-1-3 비타민 E	41
2-1-4 비타민 K	44

2-2. 수용성비타민

2-2-1 비타민 C	48
2-2-2 티아민	51
2-2-3 리보플라빈	56
2-2-4 니아신	59
2-2-5 비타민 B ₆	62

2-2-6 엽산	66
2-2-7 비타민 B ₁₂	70
2-2-8 판토텐산	73
2-2-9 비오틴	77
2-3. 비타민 유사 영양소	
2-3-1 콜린-제정	80

[03] 무기질

3-1. 다량무기질

3-1-1 칼슘	86
3-1-2 인	89
3-1-3 나트륨/염소	92
3-1-4 칼륨	96
3-1-5 마그네슘	99

3-2. 미량무기질

3-2-1 철	102
3-2-2 아연	105
3-2-3 구리	108
3-2-4 불소	112
3-2-5 망간	116
3-2-6 요오드	119
3-2-7 셀레늄	123
3-2-8 몰리브덴	127
3-2-9 크롬	130

2025 한국인 영양소 섭취기준 요약표

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 에너지적정비율

보건복지부, 2025

성별	연령	에너지적정비율 (%)				
		탄수화물	단백질	지방 ¹⁾		
				지방	포화지방산	트랜스지방산
영아	0-5 (개월)	-	-	-	-	-
	6-11	-	-	-	-	-
유아	1-2 (세)	50-65	10-20	20-35	-	-
	3-5	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
남자	6-8 (세)	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	9-11	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	12-14	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	15-18	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	19-29	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	30-49	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	50-64	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	65-74	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	75 이상	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
여자	6-8 (세)	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	9-11	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	12-14	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	15-18	50-65	10-20	15-30	8 미만	1 미만
	19-29	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	30-49	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	50-64	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	65-74	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
	75 이상	50-65	10-20	15-30	7 미만	1 미만
임신부		50-65	10-20	15-30		
수유부		50-65	10-20	15-30		

¹⁾ 콜레스테롤: 19세 이상 300 mg/일 미만 권고

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 당류

보건복지부, 2025

총당류 섭취량을 총 에너지섭취량의 20% 이내로 제한하고, 특히 식품의 조리 및 가공 시 첨가된 첨가당은 총 에너지 섭취량의 10% 이내로 제한한다. 첨가당에는 설탕, 액상과당, 물엿, 당밀, 꿀, 시럽, 농축과일주스 등이 포함되며, 특히, 주요급원인 가당음료의 섭취는 가능한 줄인다.

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 에너지와 다량영양소

보건복지부, 2025

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						55					
	6-11	600						85					
유아	1-2 (세)	900				100	130					10	
	3-5	1,400				100	130					15	
남자	6-8 (세)	1,700				100	130					20	
	9-11	2,000				100	130					20	
	12-14	2,500				100	130					25	
	15-18	2,700				100	130					25	
	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					30	
	75 이상	1,900				100	130					30	
여자	6-8 (세)	1,500				100	130					15	
	9-11	1,800				100	130					20	
	12-14	2,000				100	130					20	
	15-18	2,000				100	130					20	
	19-29	2,000				100	130					20	
	30-49	1,900				100	130					20	
	50-64	1,700				100	130					25	
	65-74	1,600				100	130					25	
	75 이상	1,500				100	130					25	
임신부 ¹⁾		+0 +340 +450				+35	+45					+5	
수유부 ¹⁾		+340				+55	+70					+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				4				0.4					100 ²⁾
	6-11			25				6				0.6					150 ²⁾
유아	1-2 (세)							6				0.6					150
	3-5							6				0.6					200
남자	6-8 (세)							7				0.8					200
	9-11							9				1.0					200
	12-14							11				1.2					200
	15-18							11				1.3					200
	19-29							11				1.2					250
	30-49							10				1.2					250
	50-64							8				1.0					250
	65-74							6				0.8					250
	75 이상							4				0.6					250
여자	6-8 (세)							6				0.7					200
	9-11							7				0.8					200
	12-14							8				0.9					200
	15-18							8				0.8					200
	19-29							8				0.9					250
	30-49							7				0.9					250
	50-64							6				0.8					250
	65-74							4				0.5					250
	75 이상							2				0.4					250
임신부 ¹⁾								+0				+0				300 (200) ²⁾	
수유부 ¹⁾								+0				+0				300 (200) ²⁾	

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 에너지: 임신부 1,2,3 분기별 부가량, EPA+DHA(DHA): 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

²⁾ DHA

보건복지부, 2025

성별	연령	단백질 (g/일)				메티오닌+시스테인 (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					1.1	
	6-11	12	15			0.3	0.4			0.6	0.8		
유아	1-2 (세)	15	20			0.3	0.4			0.6	0.8		
	3-5	20	25			0.3	0.4			0.7	0.8		
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			0.9	1.2			2.1	2.6		
	15-18	55	65			1.1	1.4			2.4	3.0		
	19-29	50	65			1.1	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			0.4	0.6			1.0	1.3		
	9-11	40	45			0.7	0.8			1.5	1.8		
	12-14	45	55			0.8	1.0			1.8	2.3		
	15-18	45	55			0.8	1.1			1.9	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	1.0			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⁾		+8 +25	+10 +30			1.1	1.4			2.5	3.1		
수유부 ¹⁾		+20	+25			1.1	1.5			3.0	3.7		

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				0.8	
	6-11	0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8		
유아	1-2 (세)	0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8		
	3-5	0.3	0.4			0.4	0.5			0.7	0.8		
남자	6-8 (세)	0.5	0.6			0.6	0.8			1.1	1.4		
	9-11	0.7	0.8			0.9	1.1			1.6	1.9		
	12-14	0.9	1.2			1.2	1.5			2.1	2.6		
	15-18	1.1	1.4			1.4	1.7			2.5	3.1		
	19-29	1.1	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)	0.4	0.6			0.6	0.7			1.0	1.3		
	9-11	0.7	0.8			0.8	1.0			1.5	1.9		
	12-14	0.8	1.0			1.0	1.3			1.9	2.4		
	15-18	0.8	1.1			1.1	1.3			2.0	2.5		
	19-29	0.8	1.1			1.1	1.3			2.1	2.6		
	30-49	0.8	1.0			1.0	1.3			2.0	2.5		
	50-64	0.8	1.0			1.0	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	1.4			1.4	1.7			2.3	2.9		
수유부 ¹⁾		1.3	1.7			1.6	1.9			2.7	3.4		

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 단백질: 임신부 2, 3 분기별 부가량, 아미노산: 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

2025 한국인 영양소 섭취기준

보건복지부, 2025

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) 6-11	0.5	0.7	0.9		0.3	0.4	0.5		0.1	0.1	0.2	
유아	1-2 (세) 3-5	0.6 0.8	0.8 0.9			0.3 0.3	0.4 0.4			0.1 0.1	0.1 0.1		
남자	6-8 (세)	1.2	1.5			0.5	0.6			0.1	0.2		
	9-11	1.7	2.2			0.7	0.9			0.2	0.2		
	12-14	2.4	3.0			1.0	1.2			0.3	0.3		
	15-18	2.8	3.5			1.2	1.5			0.3	0.4		
	19-29	2.8	3.6			1.1	1.5			0.3	0.3		
	30-49	2.7	3.5			1.1	1.5			0.3	0.3		
	50-64	2.7	3.4			1.1	1.4			0.3	0.3		
	65-74 75 이상	2.5 2.5	3.3 3.1			1.1 1.0	1.3 1.3			0.2 0.2	0.3 0.3		
여자	6-8 (세)	1.1	1.4			0.5	0.6			0.1	0.2		
	9-11	1.7	2.1			0.7	0.9			0.2	0.2		
	12-14	2.1	2.7			0.9	1.1			0.2	0.3		
	15-18	2.2	2.8			0.9	1.1			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	1.1			0.2	0.3		
	50-64	2.2	2.7			0.8	1.1			0.2	0.3		
	65-74 75 이상	2.1 2.0	2.6 2.4			0.8 0.7	1.0 0.9			0.2 0.2	0.2 0.2		
임신부 ¹⁾		3.0	3.8			1.2	1.5			0.3	0.4		
수유부 ¹⁾		3.7	4.7			1.3	1.7			0.4	0.5		

성별	연령	히스티딘 (g/일)				수분 (mL/일)		
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	총분섭취량		상한 섭취량
						액체 ²⁾	총수분 ³⁾	
영아	0-5 (개월)			0.3		700	700	
	6-11	0.2	0.3			500	800	
유아	1-2 (세)	0.2	0.3			700	1,000	
	3-5	0.2	0.3			1,100	1,500	
남자	6-8 (세)	0.4	0.4			800	1,700	
	9-11	0.5	0.6			900	2,000	
	12-14	0.7	0.8			1,100	2,400	
	15-18	0.8	1.0			1,200	2,600	
	19-29	0.8	1.0			1,200	2,600	
	30-49	0.7	1.0			1,200	2,500	
	50-64	0.7	1.0			1,000	2,200	
	65-74 75 이상	0.7 0.7	0.9 0.8			1,000 1,100	2,100 2,100	
여자	6-8 (세)	0.3	0.4			800	1,600	
	9-11	0.5	0.6			900	1,900	
	12-14	0.6	0.8			900	2,000	
	15-18	0.6	0.8			900	2,000	
	19-29	0.6	0.8			1,000	2,100	
	30-49	0.6	0.8			1,000	2,000	
	50-64	0.6	0.7			1,000	1,900	
	65-74 75 이상	0.5 0.5	0.7 0.7			900 1,000	1,800 1,800	
임신부 ¹⁾		0.8	1.0				+200	
수유부 ¹⁾		0.9	1.1			+500	+700	

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 아미노산: 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

²⁾ 물, 음료, 우유를 포함하는 액체에 대한 충분섭취량

³⁾ 음식 수분과 액체를 포함하는 총수분에 대한 충분섭취량

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 지용성비타민

보건복지부, 2025

성별	연령	비타민 A ($\mu\text{g RAE/일}$) ²⁾				비타민 D ($\mu\text{g/일}$)			
		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	540	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	520	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 ¹⁾		+50	+70		3,000			+0	100
수유부 ¹⁾		+350	+490		3,000			+0	100

성별	연령	비타민 E ($\text{mg } \alpha\text{-TE/일}$) ³⁾				비타민 K ($\mu\text{g/일}$)			
		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 ¹⁾			+0	540			+0		
수유부 ¹⁾			+3	540			+0		

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 상한섭취량은 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

²⁾ 1 $\mu\text{g RAE}$ = 1 μg 레티놀 = 2 μg 보충제용 베타카로틴 = 12 μg 식품유래 베타카로틴 = 24 μg 기타 식이 프로비타민 A 카로티노이드 (알파카로틴, 베타크립토크산틴)

³⁾ $\alpha\text{-TE}$: 비타민 E 동족체 상대적 생물학적 활성 기준 산출 (KDRI, 2015), $\alpha\text{-TE}$ = ($\alpha\text{-토코페롤}$) + 0.5 ($\beta\text{-토코페롤}$) + 0.1 ($\gamma\text{-토코페롤}$) + 0.01 ($\delta\text{-토코롤}$) + 0.3 ($\alpha\text{-토코트린}$)

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 수용성비타민

보건복지부, 2025

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)			40				0.2	
	6-11			55				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 ¹⁾		+10	+10		2,000	+0.4	+0.4		
수유부 ¹⁾		+35	+40		2,000	+0.3	+0.4		

성별	연령	리보플라빈 (mg/일)				니아신 (mg NE/일) ²⁾			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한섭취량 니코틴산/니코틴아미드
영아	0-5 (개월)			0.3				2	
	6-11			0.4				3	
유아	1-2 (세)	0.4	0.5			4	5		10/150
	3-5	0.5	0.6			5	6		10/200
남자	6-8 (세)	0.7	0.9			7	8		15/300
	9-11	0.9	1.1			9	11		20/450
	12-14	1.2	1.5			11	14		25/600
	15-18	1.4	1.7			13	16		30/650
	19-29	1.3	1.5			12	14		35/850
	30-49	1.3	1.5			12	14		35/850
	50-64	1.3	1.5			12	14		35/850
	65-74	1.2	1.4			11	13		35/850
	75 이상	1.1	1.4			10	12		35/850
여자	6-8 (세)	0.6	0.8			7	8		15/300
	9-11	0.8	1.0			9	11		20/450
	12-14	1.0	1.2			11	14		25/600
	15-18	1.0	1.2			11	13		30/650
	19-29	1.0	1.2			11	13		35/850
	30-49	1.0	1.2			11	13		35/850
	50-64	1.0	1.2			11	13		35/850
	65-74	0.9	1.1			10	12		35/850
	75 이상	0.8	1.0			9	11		35/850
임신부 ¹⁾		+0.3	+0.4			+3	+4		35/850
수유부 ¹⁾		+0.4	+0.5			+2	+3		35/850

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 상한섭취량은 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

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

보건복지부, 2025

성별	연령	비타민 B ₆ (mg/일)				엽산 (μg DFE/일) ²⁾			엽산 (μg/일) ³⁾
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량 ³⁾
영아	0-5 (개월)			0.1				65	
	6-11			0.3				90	
유아	1-2 (세)	0.5	0.6		10	120	150		300
	3-5	0.6	0.7		15	150	180		400
남자	6-8 (세)	0.7	0.9		20	180	220		500
	9-11	0.9	1.1		30	250	300		600
	12-14	1.3	1.5		40	300	360		800
	15-18	1.3	1.5		45	330	400		900
	19-29	1.3	1.5		50	320	400		1,000
	30-49	1.3	1.5		50	320	400		1,000
	50-64	1.3	1.5		50	320	400		1,000
	65-74	1.3	1.5		50	320	400		1,000
	75 이상	1.3	1.5		50	320	400		1,000
여자	6-8 (세)	0.7	0.9		20	180	220		500
	9-11	0.9	1.1		30	250	300		600
	12-14	1.2	1.4		40	300	360		800
	15-18	1.2	1.4		45	330	400		900
	19-29	1.2	1.4		50	320	400		1,000
	30-49	1.2	1.4		50	320	400		1,000
	50-64	1.2	1.4		50	320	400		1,000
	65-74	1.2	1.4		50	320	400		1,000
	75 이상	1.2	1.4		50	320	400		1,000
임신부 ¹⁾		+0.7	+0.8		50	+200	+220		1,000
수유부 ¹⁾		+0.7	+0.8		50	+130	+150		1,000

성별	연령	비타민 B ₁₂ (μg/일)				판토텐산 (mg/일)				비오틴 (μg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5 (개월)			0.3				1.7				5	
	6-11			0.5				2.0				7	
유아	1-2 (세)	0.8	0.9					2.0				9	
	3-5	0.9	1.1					2.5				12	
남자	6-8 (세)	1.1	1.3					3.0				15	
	9-11	1.5	1.7					4.0				20	
	12-14	1.9	2.3					5.0				25	
	15-18	2.0	2.4					5.0				30	
	19-29	2.0	2.4					5.0				30	
	30-49	2.0	2.4					5.0				30	
	50-64	2.0	2.4					5.0				30	
	65-74	2.0	2.4					5.0				30	
	75 이상	2.0	2.4					5.0				30	
여자	6-8 (세)	1.1	1.3					3.0				15	
	9-11	1.5	1.7					4.0				20	
	12-14	1.9	2.3					5.0				25	
	15-18	2.0	2.4					5.0				30	
	19-29	2.0	2.4					5.0				30	
	30-49	2.0	2.4					5.0				30	
	50-64	2.0	2.4					5.0				30	
	65-74	2.0	2.4					5.0				30	
	75 이상	2.0	2.4					5.0				30	
임신부 ¹⁾		+0.2	+0.2					+1.0				+0	
수유부 ¹⁾		+0.3	+0.4					+2.0				+5	

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 상한섭취량은 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

²⁾ 엽산의 평균필요량, 권장섭취량, 충분섭취량은 식품, 강화식품, 보충제 등의 섭취에 따른 흡수율의 차이를 반영한 식이엽산당량 (Dietary Folate Equivalents, μgDFE/일)에 해당. 1.0 μgDFE = 1 μg 식품 중 엽산 = 0.6 μg 강화식품 또는 식품과 함께 섭취한 보충제 중 엽산 = 0.5 μg 공복에 섭취한 보충제 중 엽산

³⁾ 엽산의 상한섭취량은 강화식품, 보충제 등으로 섭취한 엽산 (μg/일)에 해당. 가임기 여성의 경우 400 μg/일의 엽산보충제 섭취 권장

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 비타민 유사 영양소 (제정)

성별	연령	콜린 (mg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5 (개월)			110	
	6-11			150	
유아	1-2 (세)			160	700
	3-5			190	1,000
남자	6-8 (세)			260	1,000
	9-11			350	1,500
	12-14			450	2,000
	15-18			480	2,500
	19-29			480	3,000
	30-49			480	3,000
	50-64			480	3,000
	65-74			480	3,000
	75 이상			480	3,000
여자	6-8 (세)			250	1,000
	9-11			330	1,500
	12-14			390	2,000
	15-18			390	2,000
	19-29			390	2,500
	30-49			390	2,500
	50-64			390	2,500
	65-74			390	2,500
	75 이상			390	2,500
임신부 ¹⁾				+80	2,500
수유부 ¹⁾				+110	2,500

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 상한섭취량은 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 다량무기질

보건복지부, 2025

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	만성질환 위험감소섭취량
영아	0-5 (개월)			200	1,000			100				110	
	6-11			300	1,000			300				370	
유아	1-2 (세)	400	450		1,500	380	450		3,000			630	1,000
	3-5	450	550		2,500	480	600		3,000			1,000	1,500
남자	6-8 (세)	600	700		3,000	500	600		3,000			1,100	1,700
	9-11	700	800		3,000	1,000	1,200		3,500			1,300	2,000
	12-14	800	950		3,000	1,000	1,200		3,500			1,500	2,300
	15-18	700	800		3,000	900	1,100		3,500			1,500	2,300
	19-29	650	800		3,000	540	650		3,500			1,500	2,300
	30-49	650	800		2,500	540	650		3,500			1,500	2,300
	50-64	650	800		2,500	540	650		3,500			1,500	2,300
	65-74	650	800		2,500	540	650		3,500			1,300	1,900
	75 이상	650	800		2,500	540	650		3,000			1,200	1,800
여자	6-8 (세)	600	700		2,500	500	600		3,000			1,100	1,700
	9-11	700	800		2,500	1,000	1,200		3,500			1,300	2,000
	12-14	700	850		2,500	950	1,100		3,500			1,500	2,300
	15-18	550	700		2,500	850	1,000		3,500			1,500	2,300
	19-29	500	650		2,500	540	650		3,500			1,500	2,300
	30-49	500	650		2,000	540	650		3,500			1,500	2,300
	50-64	650	750		2,000	540	650		3,500			1,500	2,300
	65-74	600	750		2,000	540	650		3,500			1,300	1,900
	75 이상	600	750		2,000	540	650		3,000			1,200	1,800
임신부 ¹⁾	+0	+0		±0 ²⁾	+0	+0		3,000			+0	2,300	
수유부 ¹⁾	+0	+0		±0 ²⁾	+0	+0		3,500			+0	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	식품 외 공급원 상한 섭취량
영아	0-5 (개월)			170				400				25	
	6-11			560				700				55	
유아	1-2 (세)			1,000				1,500		60	70		60
	3-5			1,500				2,300		90	110		90
남자	6-8 (세)			1,700				2,600		130	150		130
	9-11			2,000				3,100		190	220		190
	12-14			2,300				3,500		260	320		270
	15-18			2,300				3,500		340	410		330
	19-29			2,300				3,500		300	360		350
	30-49			2,300				3,500		310	380		350
	50-64			2,300				3,500		310	380		350
	65-74			1,900				3,500		310	380		350
	75 이상			1,800				3,500		310	380		350
여자	6-8 (세)			1,700				2,600		130	150		130
	9-11			2,000				3,100		180	220		190
	12-14			2,300				3,500		240	290		270
	15-18			2,300				3,500		290	340		330
	19-29			2,300				3,500		240	280		350
	30-49			2,300				3,500		240	280		350
	50-64			2,300				3,500		240	280		350
	65-74			1,900				3,500		240	280		350
	75 이상			1,800				3,500		240	280		350
임신부 ¹⁾			+0				+0		+30	+40		350	
수유부 ¹⁾			+0				+400		+0	+0		350	

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 상한섭취량·만성질환위험감소섭취량은 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

²⁾ 해당 연령 여성의 상한섭취량과 동일함

2025 한국인 영양소 섭취기준 - 미량무기질

보건복지부, 2025

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	4	6		40	2	3					330	
유아	1-2 (세)	4	6		40	2	3		6	220	290		1,700
	3-5	4	6		40	3	4		9	270	350		2,600
남자	6-8 (세)	5	7		40	4	5		13	360	460		3,700
	9-11	6	8		40	7	8		19	470	600		5,500
	12-14	8	11		40	7	8		27	600	800		7,500
	15-18	8	11		45	8	10		33	700	900		9,500
	19-29	6	8		45	9	10		35	650	850		10,000
	30-49	6	8		45	8	10		35	650	850		10,000
	50-64	6	8		45	8	10		35	650	850		10,000
	65-74	6	8		45	8	9		35	600	800		10,000
	75 이상	5	7		45	7	9		35	600	800		10,000
여자	6-8 (세)	5	7		40	4	5		13	310	410		3,700
	9-11	6	8		40	7	8		19	420	550		5,500
	12-14	8	13		40	7	8		27	500	650		7,500
	15-18	7	12		45	7	9		33	550	750		9,500
	19-29	7	12		45	7	8		35	500	650		10,000
	30-49	7	12		45	7	8		35	500	650		10,000
	50-64	5	7		45	6	8		35	500	650		10,000
	65-74	4	6		45	6	7		35	460	600		10,000
	75 이상	4	6		45	6	7		35	460	600		10,000
임신부 ¹⁾		+8	+9		45	+2.0	+2.5		35	+100	+130		10,000
수유부 ¹⁾		+0	+0		45	+4.0	+5.0		35	+370	+480		10,000

성별	연령	볼소 (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	0.3			0.01				130	250
	6-11			0.4	0.5			0.8				180	250
유아	1-2 (세)			0.6	0.7			1.5	2.0	50	70		300
	3-5			0.9	1.1			2.0	3.0	65	90		300
남자	6-8 (세)			1.3	1.5			2.5	4.0	75	100		500
	9-11			1.9	10.0			3.0	6.0	80	110		500
	12-14			2.6	10.0			4.0	8.0	100	140		1,900
	15-18			3.2	10.0			4.0	10.0	100	140		2,200
	19-29			3.5	10.0			4.0	11.0	100	150		2,400
	30-49			3.4	10.0			4.0	11.0	100	150		2,400
	50-64			3.2	10.0			4.0	11.0	100	150		2,400
	65-74			3.1	10.0			4.0	11.0	100	150		2,400
	75 이상			3.0	10.0			4.0	11.0	100	150		2,400
여자	6-8 (세)			1.3	1.5			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	100	140		1,900
	15-18			2.7	10.0			3.5	10.0	100	140		2,200
	19-29			2.8	10.0			3.5	11.0	100	150		2,400
	30-49			2.7	10.0			3.5	11.0	100	150		2,400
	50-64			2.6	10.0			3.5	11.0	100	150		2,400
	65-74			2.5	10.0			3.5	11.0	100	150		2,400
	75 이상			2.3	10.0			3.5	11.0	100	150		2,400
임신부 ¹⁾			+0	10.0			+0	11.0	+60	+90		~ ²⁾	
수유부 ¹⁾			+0	10.0			+0	11.0	+130	+190		~ ²⁾	

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 상한섭취량은 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

²⁾ 근거가 부족하여 미설정

보건복지부, 2025

성별	연령	셀레늄 (μg/일)				몰리브덴 (μg/일)				크롬 (μg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5 (개월)			9	40							0.2	
	6-11			12	65							4.0	
유아	1-2 (세)	19	23		70	8	10		100			9	
	3-5	22	25		100	10	13		150			11	
남자	6-8 (세)	30	35		150	15	20		250			15	
	9-11	40	45		200	20	25		350			20	
	12-14	50	60		300	25	30		500			30	
	15-18	55	65		300	30	40		600			35	
	19-29	50	60		400	25	30		650			30	
	30-49	50	60		400	25	30		600			30	
	50-64	50	60		400	25	30		600			30	
	65-74	50	60		400	25	30		600			25	
	75 이상	50	60		400	20	25		550			25	
여자	6-8 (세)	30	35		150	15	20		250			15	
	9-11	40	45		200	15	20		350			20	
	12-14	50	60		300	20	25		450			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		500			20	
	65-74	50	60		400	20	25		500			20	
	75 이상	50	60		400	15	20		450			20	
임신부 ¹⁾		+3	+4		400	+0	+0		500			+5	
수유부 ¹⁾		+9	+10		400	+3	+5		500			+20	

¹⁾ 임신부·수유부 부가량, 단, 상한섭취량은 임신부·수유부 부가량 아닌 총량

총론



1

한국인 영양소 섭취기준 제·개정 방향

1-1. 목적

한국인 영양소 섭취기준은 국민이 평생을 통하여 건강을 유지하고 영양결핍과 식사와 관련된 만성질환의 위험을 동시에 최소화하는 것을 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, 생애 전반의 건강 유지와 만성질환에 대한 위험의 감소까지 포함하도록 정하고 있다. 2025 한국인 영양소 섭취기준에는 건강의 유지와 증진을 위해 안전하고 충분한 영양을 확보하는 기준치 (평균필요량, 권장섭취량, 충분섭취량, 상한섭취량)와 식사와 관련된 만성질환 예방을 고려한 기준치 (에너지적정비율, 만성질환위험감소섭취량)를 제시하여 궁극적으로 국민의 건강수명을 연장하는데 그 목적을 두고 있다.

1-2. 2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 방향

2025 한국인 영양소 섭취기준의 제·개정은 한국인의 영양상태, 건강지표, 최신 과학적 근거를 반영하여 영양소별 근거수준을 고도화하고, 지표 설정의 일관성과 과학성을 강화하는 것을 핵심 목표로 하였다. 이를 위해 노출지표 (생체농도·기능지표)·건강판정지표·건강결과 등 다양한 수준의 과학적 근거를 평가하여, 영양소 요구량 산정에 적합한 지표를 영양소별로 재정비하였다. 충분섭취량 설정 시에는 평균필요량 산정이 어려운 상황을 고려해, 적용 가능한 과학적 근거범위를 명확히 하고 연구 한계—부족한 자료, 불확실한 건강결과 반응, 대표성 문제—를 체계적으로 검토하였다.

근거수준 조화 측면에서는 변이계수, 불확실계수 등 기본 산출값을 최신 과학적 근거 및 국제 기준과 비교 검토하고, 생애주기별 (영아, 유아·청소년 등) 산정 과정도 문헌의 최신성·적합성에 따라 재평가하였다. 또한 기존 문헌평가의 목적을 명확히 하여, 평균필요량 지표로 활용된 노출지표의 적절성, 건강상태 지표로의 전환 필요성, 상한섭취량 설정의 최신성 등을 재검토하며, 영양소별 문헌근거의 타당성을 강화하였다.

국제적 조화 측면에서는 NUQUEST (NUTRITION QUALITY EVALUATION STRENGTHENING TOOLS) 기반 표준 문헌평가방식을 업데이트하여 국내 연구자 간 일관된 근거평가 체계를 구축하였고, 미국·일본·유

럽·호주·뉴질랜드·영국·중국 등 제외국의 최신 영양소 섭취기준을 비교 분석해 영양소별 최신 근거를 확보하였다. 코로나19 기간 중 변화한 체위·섭취 실태를 고려하였으며, 정책·실천·과학 모두를 고려한 종합적 기준으로서 영양소 섭취기준의 공공적 역할을 재정립하였다.

즉, 2025 한국인 영양소 섭취기준의 본 책자에는 기준치의 제·개정을 뒷받침하는 과학적 평가방법 및 체계적 문헌고찰로 얻어진 최신의 과학적 근거자료, 한국인 영양소 섭취 실태 및 주요 급원식품, 그리고 국제적 조화에 대한 정보를 함께 수록하였다 (그림 1). 과학적 근거에 기반한 이번 제·개정은 국민영양관리법에 따라 보건복지부가 고시하며, 이를 통해 국가 차원의 영양정책을 수립하고 산업계와 현장에서 적용·관리함으로써 모든 국민이 실천할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다. 궁극적으로는 이러한 체계를 통해 국민의 영양상태를 개선하고 건강수명을 높이는 데 의의가 있다.

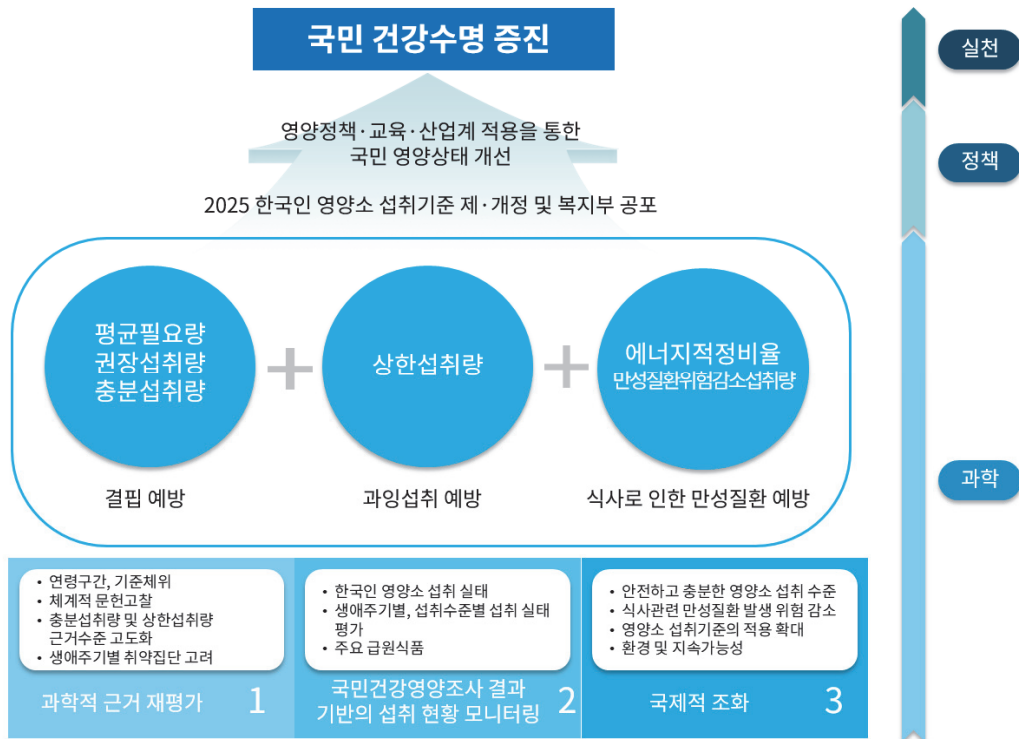


그림 1 | 2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 방향

1-3. 우리나라 영양소 섭취기준의 역사

음식에서 특별한 인자가 결핍되면 질병에 걸린다는 것을 처음으로 알게 된 것은 1905년이다. 이후 불과 100년 사이에 필수영양소가 대부분 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 대두되어 안전 (safety)과 만성질환이 우려되기 시작하면서, 1997년 미국과 캐나다는 미국국립학술원을 통해 영양 결핍과 과잉 섭취로 인한 건강 위험을 모두 고려한 새로운 개념의 영양소 섭취기준 (Dietary Reference Intakes, DRIs)을 발표하였다 [4].

우리나라에서는 1962년 유엔식량농업기구 한국지역사무소의 주도로 영양소 10종 (에너지, 단백질, 비타민 A, D, C, 티아민, 리보플라빈, 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 건강문제가 공존하고 있는 것으로 확인되었다. 에너지와 지방을 과잉으로 섭취한 사람의 비율은 증가한 반면, 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 있었다 [5]. 1999년 이후에는 암 발생률이 매년 증가하고 있다 [6]. 이러한 변화의 과정 속에서 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), 미량무기질 8종 (철, 아연, 구리, 불소, 망간, 요오드, 셀레늄, 몰리브덴)이었다. 2010년에 총당류를 추가하여 총 35종의 영양소 섭취기준을 제·개정하였다 [7]. 2010년에는 국민영양관리법이 공포되어 영양소 섭취기준의 제·개정의 주관이 민간에서 국가로 전환되었다. 동법 제14조 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, 식생활 및 식생활 환경의 변화 등을 반영하여 제·개정하도록 하였다. 이에 따라 보건복지부는 한국영양학회에 영양소 섭취기준 제정 업무를 위탁하여 2015년 영양소 36종에 대한 영양소 섭취기준치를 제1차 국가기준으로 제정하여 발표한 바 있으며 [8], 2020년에는 40종에 대한 제2차 한국인 영양소 섭취기준의 제·개정을 완료하여 공포하였다 (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, 티아민, 리보플라빈, 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, 티아민, 리보플라빈, 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, 티아민, 리보플라빈, 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, 티아민, 리보플라빈, 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, 티아민, 리보플라빈, 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, 티아민, 리보플라빈, 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)
제·개정 (2020)	보건복지부/ 한국영양학회	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 탄수화물, 총당류, 단백질, 아미노산, 지질, 알파리놀렌산, 리놀레산, EPA+DHA, 콜레스테롤, 식이섬유, 수분 13 비타민(A, D, E, K, C, 티아민, 리보플라빈, 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 (40종)

2

한국인 영양소 섭취기준 제·개정 과정

2-1. 섭취기준 설정

한국인 영양소 섭취기준 (Dietary Reference Intakes for 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)을 기본으로 하며, 섭취부족과 섭취과잉의 지표를 만성질환의 위험과 연계하여 설정한 만성질환위험감소섭취량 (Chronic Disease Risk Reduction Intake, CDRR)을 포함하고 있다 (그림 2). 아울러, 에너지 불균형으로 인한 만성질환의 위험을 줄이기 위하여 탄수화물, 지질, 단백질의 에너지적정비율 (Acceptable Macronutrient Distribution Range, AMDR)을 설정하였다.

영양소의 필요량에 대한 과학적 근거가 충분한 경우에는 평균필요량과 권장섭취량을 제정하였고, 과학적 근거가 충분하지 않은 경우에는 충분섭취량을 제정하였다. 또한 과잉섭취로 인한 위해 영향에 대한 과학적 근거가 확보된 경우에만 상한섭취량을 설정할 수 있었으며, 상한섭취량이 제시되지 않은 영양소라 하더라도 위해성을 완전히 배제할 수는 없다. 2025 한국인 영양소 섭취기준에는 심혈관질환, 고혈압 등 만성질환과 영양소 간의 관계를 검토하여, 과학적 근거가 충분히 확보된 영양소에 대해서는 만성질환위험감소섭취량의 설정을 고려하였다. 이에 따라 일부 영양소는 평균필요량, 권장섭취량, 상한섭취량을 모두 설정하였으며, 다른 영양소 중에는 충분섭취량이나 상한섭취량 혹은 만성질환위험감소섭취량 등 일부 섭취기준만 제시된 경우도 있다.

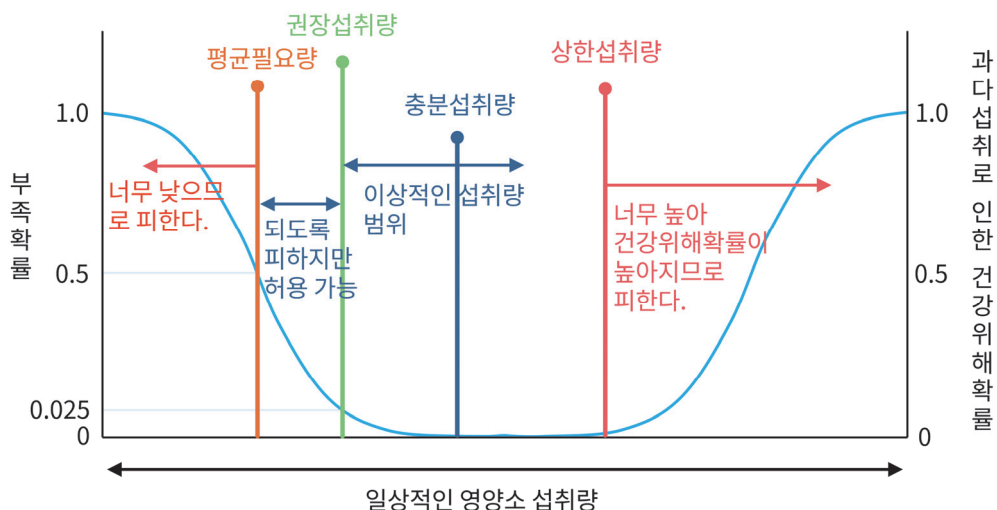


그림 2 | 한국인 영양소 섭취기준 지표 설정

(1) 평균필요량

평균필요량은 특정 연령·성별 집단에서 건강한 사람들의 일일 영양소 필요량 분포의 중앙값으로부터 산출한 수치로서, 전체 집단의 약 절반이 필요량을 충족할 수 있는 수준이다. 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 변이계수)의 2배를 더하여 산출된다.

(3) 충분섭취량

충분섭취량은 평균필요량과 그에 따른 권장섭취량을 설정함에 있어 충분하거나 적절한 과학적 근거가 확보되지 못한 경우에 산출하였다. 충분섭취량은 건강한 것으로 보이는 사람들의 집단 (또는 여러 집단)에서 관찰되거나 실험적으로 결정된 섭취의 근사치나 추정치를 기반으로 하였다. 여기서 건강한 사람들은 적절한 영양상태를 유지하고 있다고 간주되었다 [9]. 적절한 영양상태의 예로는 정상적인 성장, 체내 영양소의 정상 수준 유지, 그 외 영양적 충족과 전반적인 건강상태등을 들 수 있다.

충분섭취량은 특정 연령·성별 집단 내 대부분의 사람들의 필요량을 충족하거나 초과할 것으로 기대되는 수준이다. 권장섭취량을 산출하지 못하는 경우, 충분섭취량이 권장섭취량을 대신하여 개인의 평균적인 일일 섭취량 지침으로 사용될 수 있다. 그러나 영양 상태 평가에서는 활용범위가 제한적이다.

(4) 상한섭취량

상한섭취량이란 대부분의 건강한 사람들에게 유해한 영향이 나타나지 않는 최대 영양소 섭취 수준을 의미한다. 상한섭취량을 설정하기 위해서는 과량을 섭취할 때 유해영향이 나타날 수 있다는 과학적 근거가 필요하다. 상한섭취량은 유해영향이 나타나지 않는 최대 용량인 최대무독성용량 (No Observed Adverse Effect Level, NOAEL)과 유해영향이 나타나는 최소 용량인 최소독성용량 (Lowest Observed Adverse Effect Level, LOAEL)을 기초로 하고, 여기에 개인 간의 감수성 차이 등을 고려한 불확실계수 (Uncertainty Factor, UF)를 적용하여 설정하였다. 상한섭취량은 과잉 섭취로 인한 유해영향을 예방하는 기준이지만, 모든 개인에게 절대적으로 안전한 수준은 아니며 감수성이 높은 일부 집단에서는 상한섭취량 이하에서도 유해영향이 나타날 수 있다.

상한섭취량 = 최대무독성용량 또는 최소독성용량/불확실계수

(5) 에너지적정비율

에너지적정비율은 탄수화물, 지질, 단백질이 차지하는 에너지 섭취비율을 의미한다. 에너지를 공급하는 영양소들 간의 에너지 비율이 건강과 관련성이 있다는 과학적 근거가 있기 때문에 [10, 11], 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 다량영양소의 에너지 섭취 비율이 제시된 범위를 벗어나는 것은 건강문제가 발생할 위험이 높아진다는 것을 의미한다.

(6) 만성질환위험감소섭취량

만성질환위험감소를 위한 섭취량이란 건강한 인구집단에서 특정 영양소 섭취를 조절함으로써 만성질환의 발생 위험을 줄일 수 있는 섭취량 수준이다. 만성질환위험감소를 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 구체적인 섭취범위를 고려하는 과정을 통해 설정하였다.

2-2. 연령 구분

2025 한국인 영양소 섭취기준의 연령 구분을 위해 2020 한국인 영양소 섭취기준의 연령 구분과 국가통계자료의 연령 구분 [12-17], 국내 건강행태 및 영양 관련 국가 규모 조사 [18-21]에서 사용하고 있는 연령 구분을 검토하였다. 다른 나라의 영양소 섭취기준과 비교하기 위해 외국의 영양소 섭취기준에서 사용하고 있는 연령 구분도 참고하였다 [22-27].

생리적 발달단계 및 연령 구분의 현장 적용 시 적절성을 판단하기 위해 성장기 연령의 상한, 노인기의 시작 연령 및 구간의 적절성을 검토하였다. 성장기의 청소년에 대해서는 2020 한국인 영양소 섭취기준에서 연령의 상한을 18세로 정한 반면, 교육부의 학제에서는 연령의 상한을 17세로 정하여 사용하고 있기 때문에 청소년기 상한 연령의 적절성에 대해 논의하였다. 법적, 행정적 연령 구분과 생리적인 변화, 활용 분야에서의 적용성, 최근 5년간의 국민건강영양조사 분석 결과를 모두 검토한 결과 청소년기에 18세 연령의 포함 여부가 의미있는 차이를 보이지 않았으며, 만 18세의 경우 일부에서는 성장이 완전히 끝나지 않기 때문에 성장기에 포함하는 것이 적절하다는 임상적 의견을 고려하여 청소년기 연령의 상한을 기존과 동일하게 18세로 설정하기로 결정하였다. 노인기 연령 구분의 적절성을 판단하기 위하여 국내 [16, 21] 및 국외 [22-28] 노인 연령 구분 자료를 검토하고, 최근 국민건강영양조사 자료

분석을 통하여 다양하게 구분된 노인 연령군간 영양소 섭취량 및 만성질환 유병 정도를 비교한 결과, 현재까지 연령 구분을 변경할 만한 과학적인 근거가 불충분하였다. 이에 노인기의 시작 연령 및 구분도 기존과 동일하게 65-74세와 75세 이상으로 구분짓기로 결정하였다.

이에 2025 한국인 영양소 섭취기준의 연령 구분은 2020 한국인 영양소 섭취기준과 동일하게 생리적 단계를 고려하여 영아기 (1세 미만), 유아기 (1-5세), 아동기 (6-11세), 청소년기 (12-18세), 성인기 (19-64세), 노인기 (65세 이상)로 설정하였다 (표 2). 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 시작인 6세부터 성별을 구분하기 시작하였으며 6-14세까지는 3세 단위로 하여 6-8세, 9-11세, 12-14세로, 나머지는 15-18세로 구간을 정하였다. 성인기 (19-64세)는 19-29세, 30-49세, 50-64세로 구간을 정하였다. 노인기 (65세 이상)은 2단계로 구분하여 65-74세와 75세 이상으로 구간을 정하였다.

다만, 추후 노인 인구의 비율이 계속적으로 증가하고, 현재 노인기로 구분된 연령대에서의 생활기능 개선이 예상되며, 고혈압 등 일부 만성질환을 가지고 있지만 문제없이 일상생활을 영위하고 있는 노인을 고려하여 노인에서 건강의 정의를 재정립해야 한다는 최근의 WHO의 의견 [29]을 검토할 필요는 있다. 따라서 2030 한국인 영양소 섭취기준 설정 시에는 노인기에서의 건강에 대한 정의를 확립하고, 노인기 만성질환, 생활기능 등에 대한 근거자료를 확보하여 노인기 연령구간 재설정에 대한 면밀한 검토가 필요할 것이다.

표 2 | 2025 한국인 영양소 섭취기준 설정을 위한 연령 구분

구분	남·여 구분	2025 한국인 영양소 섭취기준 설정을 위한 연령 구분
영아기	×	0-5개월
		6-11개월
성장기	×	1-2세
		3-5세
		6-8세
	○	9-11세
		12-14세
		15-18세
성인기	○	19-29세
		30-49세
		50-64세
노인기	○	65-74세
		75세 이상

2-3. 체위기준

영양소의 필요량은 생애주기별 생리적 변화와 신체크기에 따라 달라지므로, 영양소 섭취기준을 설정할 때는 반드시 체위기준을 함께 고려해야 한다. 개인의 신체크기에는 큰 차이가 존재하기 때문에, 성별과 연령별로 표준화된 체위기준치를 산출한 후 이를 기준으로 영양소 섭취기준을 설정하는 것이 원칙이다. 1세 미만 영아와 성장기 소아·청소년의 경우, 2020 한국인 영양소 섭취기준에서는 2017년 발표된 소아·청소년 신체발육표준치 [30]를 활용하였다. 이번 2025 한국인 영양소 섭취기준 역시 동일한 원칙을 적용하여 1세 미만 영아와 소아·청소년 모두 2017 소아·청소년 신체발육표준치를 기준으로 설정하였다. 성인의 경우, 2020 한국인 영양소 섭취기준에서는 최근 5년(2013-2017년)간의 국민건강영양조사 자료를 활용하여 19-49세 건강한 성인 중 체질량지수 18.5-24.9 kg/m² 범위에 해당하는 집단의 체질량지수 중위수(남성 BMI 22.6, 여성 BMI 21.4)를 산출하고, 이를 건강체중의 개념을 반영한 체위기준으로 적용하였다. 2025 한국인 영양소 섭취기준 역시 동일한 원칙을 따르되, 최근 5년 자료가 아닌 최근 10년간의 자료를 기반으로 분석하였으며 이 과정에서 코로나19 팬데믹으로 인한 특수한 체위변화가 반영된 2020-2022년 자료는 제외하고, 2013-2019년 자료만을 이용하였다. 그 결과 성인의 체질량지수 중위수는 남성 22.6, 여성 21.4로 2020 한국인 영양소 섭취기준과 동일하게 유지되었으며, 이를 토대로 성인의 체위기준을 산출하였다. 이와 같은 방법으로 도출된 체위기준은 표 3에 제시하였다.

표 3 | 2025 한국인 영양소 섭취기준 제정을 위한 체위기준

연령	2025 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	174.8	161.5	69.1	55.9	22.6	21.4
30-49	173.4	160.0	68.0	54.8	22.6	21.4
50-64	169.2	156.7	64.7	52.5	22.6	21.4
65-74	166.5	153.0	62.7	50.1	22.6	21.4
75 이상	163.5	146.9	60.4	46.2	22.6	21.4

2-4. 체계적 문헌고찰

2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정을 위한 체계적 문헌고찰은 연구진이 개발한 표준화된 프로토콜에 따라 체계적으로 수행되었다. 본 프로토콜은 연구질문 및 분석틀 작성, 문헌선정 기준 수립, 문헌 검색, 문헌 선별, 자료추출, 문헌의 질 평가, 연구결과 요약 및 기술, 근거수준 평가 및 결론 도출의 8단계로 구성되며, 각 단계는 일관성과 재현성을 확보하기 위하여 필요한 도구와 서식을 포함하여 상세히 규정되었다. 또한 연구진이 개발한 연구요약표와 참고 예시자료를 활용하여 체계적 문헌고찰이 원활히 수행될 수 있도록 하였다.

문헌 분석틀은 평균필요량과 상한섭취량 설정을 위해 별도로 구분하여 수립되었다. 분석틀은 ① 영양소 급원 (식품, 보충제 등), ② 노출지표 (체내 영양소 농도 및 대사 산물의 기능), ③ 생체중간지표 (혈압, 혈중 지질 농도, 염증 지표 등), ④ 최종 건강지표 (질병 유병률, 발생률, 사망률 등) 네 단계로 구성되었다. 연구진은 이를 도식화하여 정립하고, 평균필요량과 상한섭취량 각각에 대해 자체적으로 개발한 체크리스트를 적용하여 분석의 완결성을 높였다.

연구질문은 PICO (Patient, Intervention, Comparator, Outcome) 방법을 적용하여 도출하였으며, 이를 기반으로 주요 검색어를 선정하였다. 선정된 검색어는 국내외 데이터베이스 검색에 활용되었고, 검색 대상은 준건강인을 대상으로 한 연구로 한정하였다. 포함 문헌은 한국어 또는 영어로 발표된 학술지 논문이며, 연구설계는 중재연구, 코호트 연구, 환자-대조군 연구, 단면연구로 제한하였다. 문헌 선별 과정에서는 Rayyan 프로그램을 이용하여 초록단계에서 1차 선별을 실시하고, 이후 전문 검토를 통해 최종적으로 영양소 섭취기준 설정에 반영할 최종문헌을 확정하였다.

최종 선정된 문헌은 연구설계 유형에 따라 국제적으로 타당성이 검증된 평가도구를 활용하여 바이어스 위험 (Risk of Bias)을 평가하였다. 이번 연구에서는 영양연구 특수성을 반영하여 개발된 NUQUEST (NUtrition QUality Evaluation Strengthening Tools, 2022)를 평가도구로 사용하였다 [31]. NUQUEST는 기존 일반적 질 평가도구의 한계를 보완하고, 타당성과 신뢰도가 검증된 도구로 선정되었다. 또한 선행 체계적 문헌고찰 논문은 AMSTAR2 (A MeaSurement Tool to Assess Systematic Reviews-2) 척도 또는 ROBIS (Risk of Bias in Systematic Reviews)를 활용하여 평가하였다 [32, 33].

과학적 근거 수준 평가 결과는 USDA Nutrition Evidence Library의 기준에 따라 종합 검토되었으며, 각 건강지표별 근거수준은 Strong, Moderate, Limited Grade Not Assignable의 네 단계로 분류되었다 [34]. 연구진은 근거수준 평가 결과를 일관되게 보고할 수 있도록 별도의 표준화된 서식을 개발하여 적용하였다.

따라서, 본 연구에서 개발된 표준화된 프로토콜과 이를 기반으로 수행된 체계적 문헌고찰 과정은 2025 한국인 영양소 섭취기준 수립을 위한 과학적 근거를 종합적이고 신뢰성 있게 확보하는 데 기여할 것으로 기대된다.

2-5. 취약집단고려

(1) 영아기

2025 한국인 영양소 섭취기준에서는 2020 한국인 영양소 섭취기준에서 제정했던 바와 같이 조제유 수유 영아를 위한 별도의 섭취기준은 설정하지 않았다. 영아(0-5개월)의 영양소 섭취기준은 모유섭취량 및 모유에 들어있는 영양소의 함량 자료를 근거로 충분섭취량을 산정하였다. 영아의 모유섭취량 기준은 현재 주요 외국에서 사용하는 780 mL을 참조하였다. 추진위원회는 국내 모유 섭취량에 관한 연구 자료가 충분히 축적될 때까지 우리나라 기준을 외국 기준과 동일하게 유지하는 것이 타당하다고 판단하였다. 이에 따라 2025 한국인 영양소 섭취기준에서도 이 기준을 변경 없이 적용하였다.

6-11개월 영아의 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 대사 체중을 고려하여 외삽하여 산출하였다. 계산식은 다음과 같다. 0-5개월 영아는 성장 중이며, 섭취기준치에는 이미 성장계수가 반영되어 있다고 보아, 본 계산식에서는 별도의 성장계수를 고려하지 않았다.

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

그러나 0-5 개월 또는 6-11 개월이라는 월령 구분 내에서도 성장 양상은 다름을 인지해야 한다. 따라서 각 월령 구분에 제시된 값은 해당 구간을 대표하는 값에 불과하므로, 유아의 실제 성장 상태에 따라 유연하게 적용하는 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 영양소 섭취기준의 연령 구분에 맞도록 적용하여 이용하였다. 즉, 성장기 영양소 섭취기준은 다음과 같이 대사체중과 성장계수를 함께 고려하여 성인의 평균필요량 혹은 충분섭취량 값으로부터 외삽하여 산출하였다.

$$\text{평균필요량 혹은 충분섭취량}_{\text{성장기}} = \text{평균필요량 혹은 충분섭취량}_{\text{성인}} \times (\text{체중}_{\text{성장기}}/\text{체중}_{\text{성인}})^{0.75} \times (1+\text{성장계수}^*)$$

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

단, 나트륨, 염소, 칼륨의 경우, 신체 활동량이 많을 때 땀으로 인한 전해질 손실을 증가시키므로 체중이 아닌 에너지필요추정량(EER)을 외삽 계산식에 사용하였다. 에너지필요추정량(EER)은 성인 남

(19-29, 30-49, 50-64세)의 2025 에너지필요추정량 (EER)의 평균을 적용하였다.

$$\text{충분섭취량}_{\text{성장기}} = \text{충분섭취량}_{\text{성인}} \times (\text{에너지필요추정량}_{\text{성장기}} / \text{에너지필요추정량}_{\text{성인}})$$

성장기 상한섭취량을 설정하는데 필요한 근거자료가 부족한 경우, 해당 연령군과 가장 유사한 생리·대사 특성을 가진 다른 연령군의 상한섭취량 값을 기준으로 하여, 체중 비율을 고려한 외삽 방식으로 산출하였다. 그러나 해당 연령군과 유사한 연령군의 상한 섭취량에 대한 근거 자료가 부족한 경우에는 성인의 상한 섭취량 값으로부터 외삽하여 산출하였다.

$$\begin{aligned} \text{상한섭취량}_{\text{성장기}} &= \text{상한섭취량}_{\text{해당 연령군과 가장 유사한 다른 연령군}} \times (\text{체중}_{\text{성장기}} / \text{체중}_{\text{해당 연령군과 가장 유사한 다른 연령군}}) \\ \text{상한섭취량}_{\text{성장기}} &= \text{상한섭취량}_{\text{성인}} \times (\text{체중}_{\text{성장기}} / \text{체중}_{\text{성인}}) \end{aligned}$$

(3) 노인기

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

$$\text{평균필요량 혹은 충분섭취량}_{\text{노인}} = \text{평균필요량 혹은 충분섭취량}_{\text{성인}} \times (\text{체중}_{\text{노인}} / \text{체중}_{\text{성인}})^{0.75}$$

단, 나트륨과 염소의 경우, 연령이 증가할수록 에너지 섭취량과 필요추정량이 감소하기 때문에 체중이 아닌 에너지필요추정량을 외삽 계산식에 사용하였다.

$$\text{충분섭취량}_{\text{노인}} = \text{충분섭취량}_{\text{성인}} \times (\text{에너지필요추정량}_{\text{노인}} / \text{에너지필요추정량}_{\text{성인}})$$

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 부가해야할 양으로서 섭취기준을 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

한국인의 영양소 섭취실태에 대한 자료는, 충분섭취량을 산정할 때 국민의 섭취 수준의 기준 (중위값)을 근거로 삼아야 하는 경우에 중요하게 활용된다 [35]. 아울러, 설정된 섭취기준이 실제 섭취 수준과 어느 정도 일치하는지를 평가하고, 기준의 현실 적용 가능성을 판단하는 데에도 필수적이다. 2025 한국인 영양소 섭취기준 설정을 위해 최근 10년 (2013-2022년)의 국민건강영양조사 자료를 활용하였으며, 이 중 코로나19 유행 기간 (2020-2022년)의 식생활 변화 가능성을 고려하여, 해당 기간을 포함한 자료와 제외된 자료를 각각 분석하였다. 이에 따라 최근 5년 (2018-2022년), 최근 10년 (2013-2022년), 코로나19 유행 기간을 제외한 최근 7년 (2013-2019년)의 총 세 가지 자료를 바탕으로, 식품을 통한 영양소 섭취량을 평가하였다.

영양소 섭취량 산출을 위해 2018-2022년 국민건강영양조사에 참여한 대상자 중 검진조사 및 영양조사를 모두 완료한 30,421명을 대상으로 하였으며, 이 중 임신 및 수유부 (125명), 현재 모유 섭취자 (20명), 질병에 대한 의사진단을 받은 대상자 (18,801명), 평소 섭취량과 다르게 섭취한 대상자 (8,436명)를 포함한 총 23,382명을 제외하였다. 이에 따라 최종 8,094명의 1일 24시간 회상법 자료를 분석에 활용하였다. 최근 10년 (2013-2022년) 및 코로나19 유행 기간을 제외한 최근 7년 (2013-2019년)의 자료에 대해서도, 임신 및 수유부, 현재 모유 섭취자, 질병에 대한 의사진단을 받은 대상자, 평소 섭취량과 다르게 섭취한 대상자를 제외하는 동일한 기준을 적용하였다.

2020 KDRI에서는 총 21종의 영양소를 대상으로 섭취량을 분석하였으며, 이번 분석에서는 여기에 국민건강영양조사 제7기 (2016-2018년)부터 공개된 비타민 D, 비타민 E, 엽산, 마그네슘, 아연 5종의 영양소를 추가하여, 총 26종의 영양소 (에너지, 탄수화물, 식이섬유, 단백질, 지방, 포화지방산, 단일불포화지방산, 다가불포화지방산, 오메가-3 지방산, 오메가-6 지방산, 콜레스테롤, 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 C, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 엽산, 칼슘, 인, 철, 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 아연)에 대해 섭취량을 분석하였다. 1세 이상을 대상으로 성별 및 연령 구간별 식품을 통한 영양소 섭취량의 평균값과 중위값, 그리고 섭취량의 분포 특성 (퍼센타일 분석 기준)을 분석하였으며, 평균필요량 미만 또는 상한섭취량을 초과하여 섭취하는 대상자의 비율을 산출하였다.

식이보충제를 통한 영양소 섭취량을 산출하기 위해, 최근 5년 중 식이보충제 섭취량 자료가 공개되지 않은 2022년을 제외한 2018-2021년 국민건강영양조사 자료 (25,959명)를 분석하였다. 식이보충제 복용 여부에 따라 대상자를 복용자와 비복용자로 구분하였으며, 해당 영양소를 포함한 보충제 섭취 여부에 따라서도 각각 복용자와 비복용자로 구분하여 총 2가지 기준으로 분석을 진행하였다. 분석 대상 영양소는 총 8종 (칼슘, 인, 철, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 비타민 C)이며, 이들에 대해 식품, 식이보충제, 식품+식이보충제를 통한 섭취량의 평균값, 중위값 및 분포를 분석하였다. 또한, 식품, 식이보충제, 식품+식이보충제로 나누어 평균필요량 미만 또는 상한섭취량 초과 섭취자 비율을 산출하였다. 분석 자료는 에너지 및 각 영양소 섭취기준을 제정하고, 실제 섭취 수준과 비교하여 기준의 실현 가능성을 평가하기 위한 참고자료로 활용하였다.

2-7. 급원식품

영양소는 식품 섭취를 통해 체내로 유입되므로, 각각의 영양소가 어떤 식품에 포함되어 있는지, 그리고 한국인이 주로 섭취하는 급원식품이 무엇인지를 파악하는 것은 영양소 섭취 현황을 진단하고 섭취기준을 현실에 맞게 설정하기 위해 중요한 과정이다. 동일한 영양소라 하더라도 식품의 종류에 따라 함량이나 생체이용률이 달라질 수 있으므로, 식품 기반의 접근은 영양소 섭취의 질적 평가에 중요하며, 이를 통해 합리적인 섭취기준 설정을 위한 근거 마련이 가능하다 [36].

이를 위해 본 연구에서는 국민건강영양조사 2022년 원시자료 [37]와 국가표준식품성분표 DB 10.2 [38]를 활용하여, 한국인의 식품을 통한 영양소 섭취 기여도 및 급원식품 정보를 체계적으로 산출하였다. 우선, 국민건강영양조사에서 제공하는 3차 식품코드를 기준으로 각 식품의 평균 섭취량을 산출하고, 여기에 국가표준식품성분표의 100 g당 영양소 함량 값을 연계 적용하여 식품별 영양소 섭취량을 계산하였다. 이렇게 산출된 자료를 바탕으로 식품별 섭취 기여율을 계산하고, 주요 급원식품에 대한 상위 30위 목록을 도출하였으며, 그 결과는 2022 국민건강통계 [18]에서 제시한 기존 급원식품 순위와 비교하여 타당성을 검토하였다.

다만, 기존 분석 방식은 급원식품 순위와 함께 100 g당 영양소 함량만 제공하여, 섭취량이 많아 순위는 높지만 100 g당 영양소 함량이 낮은 식품, 또는 반대로 섭취량은 적으나 100 g당 함량이 높은 식품의 실제 기여도를 명확히 파악하기 어렵다는 한계가 있었다. 이를 보완하기 위해, 각 영양소의 주요 급원식품별 평균 섭취량을 모두 합산한 후, 각 식품이 차지하는 영양소 섭취량의 기여율을 백분율로 산출하여 함께 제시하였다. 이를 통해 국민이 실제로 얼마나 해당 식품으로부터 영양소를 섭취하고 있는지를 보다 직관적으로 파악할 수 있도록 하였다.

도출된 급원식품에는 2020 한국인 영양소 섭취기준 활용 연구 [39]에서 제시한 1회 분량을 적용하여 1회 섭취 시 제공되는 영양소 함량을 산출하고, 이를 2020 한국인 영양소 섭취기준 [12]에서 제시한 19-29세 성인 남녀의 권장섭취량 또는 충분섭취량과 비교하여 그래프로 시각화하였다. 이러한 방식은 각 식품을 1회 분량 섭취했을 때 권장섭취량 또는 충분섭취량에 어느 정도 도달하는지를 시각적으로 확인할 수 있게 하여, 국민의 식품 선택에 있어 참고자료로 활용할 수 있도록 하였다.

본 분석에서는 기존에 전체 식품을 대상으로 100 g당 영양소 함량이 높은 식품을 정리했던 고품량 식품 분석 방식의 한계를 보완하고자, 상위 200위 이내의 다소비 식품을 기준으로 고품량 식품 순위를 표로 정리하였다. 기존 방식은 주요 급원식품 외에도 국민이 일상적으로 자주 섭취하지 않는 식품들이 포함되는 경우가 있었으며, 예를 들어 열레지 뿌리, 상황버섯, 아마씨 등과 같이 일반적인 섭취량은 많지 않지만 100 g당 영양소 함량이 높은 식품이 상위에 포함되는 사례가 있었다. 이에 따라 본 분석에서는 다소비 식품 중에서 고품량 식품을 선별하는 방식으로 개선하였고, 특히 어패류나 해조류처럼 섭취량 자체는 많지 않으나 특정 영양소의 기여도가 높은 식품군이 상위 100위 내에서 누락되는 문제를 보완하기 위해 상위 200위 이내 식품을 기준으로 분석 범위를 확대하였다. 또한, 비타민 D와 같이 섭취가능한 식품 종류가 비교적 제한적인 영양소의 경우에는 다소비 식품으로 한정하지 않고 전체 식품을 대상으로 고품량 식품을 선별하였다.

이번 급원식품 분석은 한국인의 식품을 통한 영양소 섭취 현황을 다각적으로 평가하기 위해 수행되었으며, 영양소 섭취의 양적 수준뿐만 아니라 질적인 기여도까지 함께 고려한 기초자료를 제공하였다. 이를 통해 보다 현실적이고 적용 가능성이 높은 섭취기준 설정에 반영될 수 있도록 하였다.

3 섭취기준 설정 영양소

2025 한국인 영양소 섭취기준은 에너지 및 다량영양소 12종, 비타민 13종, 무기질 15종, 그리고 새롭게 제정된 비타민 유사 영양소 콜린을 포함하여 총 41종 영양소에 대해 설정되었다. 2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정에서는 탄수화물, 단백질, 아미노산, 비타민 A, 리보플라빈, 니아신, 엽산, 칼슘, 인, 마그네슘, 철, 아연, 구리, 요오드, 몰리브덴에 대한 평균필요량과 권장섭취량이, 탄수화물, 식이섬유, 아미노산, 리놀레산, 알파-리놀레산, EPA+DHA, 판토텐산, 칼슘, 나트륨/염소, 칼륨, 불소, 크롬에 대한 충분섭취량이 개정되었다. 2025년 한국인 영양소 섭취기준 제정위원회는 2020년에 이어 섭취기준 제정이 필요하다고 생각되는 콜린에 대한 체계적 문헌고찰을 실시하여 그 필요성과 근거 수준을 재검토 후 콜린의 충분섭취량과 상한섭취량을 새롭게 제정하였다. 2025 한국인 영양소 섭취기준은 보건복지부의 고시 이후 중앙정부 정책, 교육 현장, 식품산업 등 다양한 분야에서 활용되며, 국민건강영양조사와 지속적인 모니터링 결과를 바탕으로 향후 기준의 보완과 개정 여부를 다시 평가하게 된다 (그림 3).



그림 3 | 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 과정

표 4 | 2025 한국인 영양소 섭취기준 제·개정 대상 영양소

영양소		영양소 섭취기준					
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	만성질환위험감소를 고려한 섭취량	
						에너지적정비율	만성질환위험감소섭취량
에너지	에너지	○ ¹⁾					
	탄수화물	○	○			○	
다량 영양소	총당류						○ ³⁾
	식이섬유			○			
	단백질	○	○			○	
	아미노산	○	○				
	지방			○		○	
	리놀레산			○			
	알파-리놀렌산			○			
	EPA+DHA			○ ²⁾			
	콜레스테롤						○ ³⁾
	수분			○			
지용성 비타민	비타민 A	○	○		○		
	비타민 D			○	○		
	비타민 E			○	○		
	비타민 K			○			
수용성 비타민	비타민 C	○	○		○		
	티아민	○	○				
	리보플라빈	○	○				
	니아신	○	○		○		
	비타민 B ₆	○	○		○		
	엽산	○	○		○		
	비타민 B ₁₂	○	○				
	판토텐산			○			
비타민 유사영양소	비오틴			○			
	콜린			○	○		
다량 무기질	칼슘	○	○		○		
	인	○	○		○		
	나트륨			○			○
	염소			○			
	칼륨			○			
	마그네슘	○	○		○		
미량 무기질	철	○	○		○		
	아연	○	○		○		
	구리	○	○		○		
	불소			○	○		
	망간			○	○		
	요오드	○	○		○		
	셀레늄	○	○		○		
	몰리브덴	○	○		○		
크롬			○				

1) 에너지필요추정량

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

3) 권고치

해당 영양소의 평균필요량이 제시되어 있는 경우, 권장섭취량은 해당 영양소 필요량 분포의 표준편차에 2배를 한 후 더해 산출할 수 있다 (즉, 권장섭취량 = 평균필요량 + 2 × 표준편차). 그러나 필요량의 표준편차는 대부분 알려져 있지 않으므로, 요구량 분포가 대칭적이라는 가정 하에 변이계수를 이용해 추정한다 (표준편차 = 평균필요량 × 변이계수). 따라서 권장섭취량 = 평균필요량 × (1 + 2 × 변이계수)가 되며, 일반적으로 변이계수 10%를 적용하면 권장섭취량 = 1.2 × 평균필요량이다. 일부 영양소는 영양소별 특정 변이계수를 적용할 수 있는데 (예: 단백질 12.5%, 탄수화물 15%, 비타민 A 20%), 권장섭취량이 설정된 영양소에 대해 권장섭취량 산정에 사용된 변이계수는 표 5에 제시하였다. 또한 상한섭취량이 설정된 영양소에 대해 상한섭취량 산정을 위해 사용된 불확실계수에 대한 값은 표 6에 나타내었다.

【표 5】 평균필요량에서 권장섭취량을 산정하기 위해 사용된 변이계수

변이계수 (%)	권장섭취량/평균필요량	영양소
10	1.2	니아신, 티아민, 리보플라빈, 비타민 B ₆ , 엽산, 비타민 B ₁₂ , 칼슘, 인, 마그네슘, 아연, 셀레늄
12.5	1.25	단백질, 아미노산
15	1.3	탄수화물, 비타민 C, 구리, 몰리브덴
20	1.4	비타민 A, 요오드, 철

【표 6】 상한섭취량 산정을 위해 사용된 불확실계수

불확실계수	영양소
1	칼슘 (유아, 아동, 청소년, 성인, 노인, 임신기, 수유기), 인 (6-8세 아동, 청소년, 성인, 65-74세 노인, 임신기, 수유기), 마그네슘, 철 (영아, 유아, 아동), 구리, 불소, 망간, 셀레늄 (영아)
1.2	인 (유아, 9-11세 아동, 75세 이상 노인)
1.5	비타민 A (가임기), 비타민 E (성인), 비타민 C (성인, 노인), 니아신 (니코틴산), 철 (청소년, 성인, 임신기, 수유기), 아연, 요오드
2	비타민 D (영아), 니아신 (니코틴아미드), 칼슘 (영아), 셀레늄 (성인, 노인), 몰리브덴, 콜린
2.5	비타민 D (성인, 노인)
4	비타민 B ₆
5	비타민 A (성인, 노인), 엽산
10	비타민 A (영아)

4 영양소 섭취기준의 활용

한국인 영양소 섭취기준은 우리 국민의 건강증진과 질병예방을 목적으로, 국민의 식사섭취가 적절한지를 평가하고, 식사계획의 기준으로 활용되도록 개발되었다. 또한 한국인 영양소 섭취기준은 「국민공통식생활지침」과 「국민건강증진종합계획 (Health Plan 2030)」의 수립, 영양표시에 활용되는 「영양소 기준치」 설정이나 식생활 관련 사업과 급식관리 등 다양한 국가 영양정책의 과학적 근거로 적용되고 있다.

다음은 2025년 제·개정된 한국인 영양소 섭취기준을 식사평가와 식사계획에 활용하는 방안을 제시한 것으로, 2025 한국인 영양소 섭취기준에 기반한 식사구성안과 권장식단, 식품구성자전거 및 교수학습안 등의 자료는 별도의 ‘활용편’으로 출간될 예정이다.

(1) 식사평가

식사평가는 식사의 양과 질이 적절한지를 평가하는 과정으로, 다양한 기준으로 제시된 영양소 섭취기준 중 평가하려는 영양소의 특성과 목적에 따라 적절한 기준을 선택하고 적용하는 것이 중요하다. 한국인 영양소 섭취기준을 활용하여 개인 또는 집단의 식사를 평가할 때 유의할 점은, 평상시 일상생활에서의 영양소 섭취량을 정확하게 측정하기는 어려우므로 식사섭취조사 결과를 통해 영양소 섭취의 적절/부적절 가능성을 추정하는데 사용된다는 것이다.

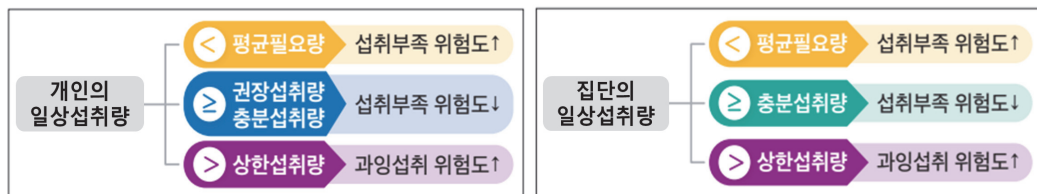


그림 4 | 영양소 섭취기준을 이용한 개인과 집단의 식사 평가 [39]

개인의 식사 평가는 평균필요량, 권장섭취량 또는 충분섭취량이 적용될 수 있다. 즉, 개인의 영양소 섭취량이 평균필요량 미만이면 ‘섭취부족 위험이 높다’고 평가되며, 에너지필요추정량 포함 권장섭취량, 혹은 충분섭취량 이상이면 ‘부족 위험이 낮다’고 평가된다. 다만, 영양소 섭취기준은 건강한 사람들의 평균적인 필요량을 상회하도록 산정된 기준이므로 식사요법이 필요한 환자나 특수한 상황에 있는 개인의 영양소 섭취 평가 시 개별적 상태를 고려하여 적절히 조정·적용되어야 한다.

반면, 집단의 식사 평가에서는 영양소 섭취량이 평균필요량 미만인 사람들의 비율을 산출함으로써 해당 집단에서 섭취 부족 위험이 높은 영양소가 무엇인지, 얼마나 많은 사람들이 부족하게 섭취하는지를 추정할 수 있다. 단, 집단의 식사 평가에서는 권장섭취량은 사용하지 않는다는 점에 유의해야 한다.

개인과 집단 모두에서 상한섭취량을 초과하여 섭취하는 경우 ‘과잉섭취 위험이 높다’고 평가할 수

있다. 상한섭취량을 기준으로 평가할 때에는 약물이나 건강기능식품 등 보충제 섭취도 고려해 평가되어야 하는데, 영양소의 특성에 따라 그 기준이 다르므로 반드시 설정 기준을 확인할 필요가 있다. 예를 들어 니아신의 경우 형태에 따라 니코틴산과 니코티아미드가 별도로 적용되며, 엽산과 마그네슘의 경우 보충제 형태로 섭취하는 경우에만 적용된다.

(2) 식사계획

식사계획의 목표는 적절한 영양 공급을 통해 개인 및 집단의 건강을 유지할 수 있도록 하는 것이다. 학교나 직장의 단체급식과 정부의 식품보조 프로그램, 식사지침 및 식품개발 기준 등 다양한 분야에서 한국인 영양소 섭취기준이 활용될 수 있다 (표 7)

개인의 식사계획은 권장섭취량이나 충분섭취량에 가까운 수준으로 섭취할 수 있도록 설계한다. 먼저 에너지필요추정량 계산 공식을 참고하여 개인의 에너지필요량을 산출하고, 탄수화물, 단백질, 지방의 에너지적정비율에 맞게 분배하여야 한다. 또 미량 영양소의 경우 권장섭취량 또는 충분섭취량을 충족하고 상한섭취량을 초과하지 않는 범위 내에서 계획하되, 개인의 영양문제에 따른 영양소의 우선 순위를 설정하여 적용한다. 유의할 점은 영양소 섭취기준은 건강한 사람을 대상으로 설정된 것이므로, 개인의 비만도나 건강상태 등을 고려해 필요할 경우 조정되어야 한다는 것이다.

집단의 식사계획 목표는 평균필요량 이하 또는 상한섭취량 이상 섭취하는 사람의 비율을 최소한으로 하는 것을 목표로 한다. 따라서 질병이 없는 건강한 집단의 경우, 집단의 평균 에너지필요추정량을 기준으로 에너지적정비율을 충족시키고, 영양소 섭취량이 권장섭취량 혹은 충분섭취량을 만족하며, 상한섭취량을 초과하지 않도록 구성한다. 식사계획 전 대상 집단의 사전 식사섭취 상태 평가를 통해 평균필요량 미만으로 섭취하는 비율을 분석하면 영양개선 목표를 설정하고 식사계획을 하는데 반영할 수 있다. 단, 식사계획에 따라 제공된 식사라 하더라도 개인별 실제 섭취량은 달라질 수 있으므로 추후 제공된 식사의 실제 섭취량 분석 등을 통해 식사계획의 효과를 확인하고 식사계획을 조정함으로써 영양문제를 개선할 수 있도록 한다.

표 7 | 영양소 섭취기준을 이용한 개인과 집단의 식사계획

	개인의 식사계획	집단의 식사계획
목표	권장섭취량이나 충분섭취량에 가까운 수준으로 섭취	평균필요량 미만 혹은 상한섭취량 이상 섭취하는 비율을 최소화
에너지필요량	에너지필요추정량 공식을 이용한 개인의 에너지 필요량 도출하고 비만도를 고려하여 조정	집단의 에너지필요추정량의 평균을 기준으로 설정
다량영양소	에너지적정비율 충족, 개인의 질병 상태 등을 고려하여 조정	에너지적정비율 충족
미량영양소	권장섭취량이나 충분섭취량을 기준으로 하되, 상한섭취량을 넘지 않게 구성, 우선순위 영양소 고려	권장섭취량이나 충분섭취량을 기준으로 하되 상한섭취량을 넘지 않게 구성
주의점	질병상태나 특수한 상황에 맞추어 조정	사전, 사후 평가를 통해 식사계획에 반영

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. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington, DC: The National Academies Press; 2006.
10. 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.
11. 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.
12. Ministry of Health and Welfare and the Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans 2020. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2020. Report No.: 11-1352000-002852-01.
 13. Statistics Korea. Population statistics based on resident registration [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2023 [cited 2024 August 10]. Available from: <https://kosis.kr/search/search.do?query=%EC%A3%BC%EB%AF%BC%EB%93%B1%EB%A1%9D%EC%9D%B8%EA%B5%AC>
 14. Statistics Korea. Population and Housing Census [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2023 [cited 2024 August 10]. Available from: https://kosis.kr/common/meta_oned_ept.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&listid=A_4
 15. Statistics Korea. e-Nara Indicators: population structure by age and sex [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2023 [cited 2024 August 10]. Available from: https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1010
 16. Statistics Korea. 2024 Statistics on the Aged. Daejeon: Statistics Korea; 2024. p.22.
 17. Ministry of Education; Korean Educational Development Institute. Brief Statistics on Korean Education: 2024. Jincheon: Korean Educational Development Institute; 2024. p.63.
 18. Korea Disease Control and Prevention Agency. Major food sources of nutrient intake: from 2022 Korea National Health Statistics. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.
 19. Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea Community Health at a Glance 2024: Korea Community Health Survey (KCHS). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024. p.36.
 20. Ministry of Education; Korea Disease Control and Prevention Agency. Statistics of the 19th (2023) Korea Youth Risk Behavior Survey. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023. p.11.
 21. Ministry of Health and Welfare; Korea Institute for Health and Social Affairs. 2023 National Survey of Older Koreans. Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2023. p.48.
 22. Chinese Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for China. Beijing: People's

- Medical Publishing House; 2023
23. National Health and Medical Research Council(NHMRC). Nutrition Reference Values for Australia and New Zealand. Canberra BC: NHMRC; 2017
 24. Ministry of Health, Labour and Welfare. Dietary Reference Intakes for Japanese 2020. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2020.
 25. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press; 2011.
 26. Scientific Advisory Committee on Nutrition. Dietary Reference Values for Energy. London: Public Health England; 2016.
 27. Ministry of Health and Welfare. Dietary Reference Intakes (8th Edition). Taipei: Ministry of Health and Welfare; 2020.
 28. United Nations. Leaving no one behind in an ageing world. World Social Report 2023; 2023.
 29. World Health Organization. Defining Populations for Dietary Reference Intake Recommendations: A Letter Report(2022). Geneva: World Health Organization; 2022
 30. Korea Centers for Disease Control and Prevention; The Korean Pediatric Society. 2017 Korean National Growth Charts for children and adolescents. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2017.
 31. Kelly SE, Greene-Finestone LS, Yetley EA, Benkhedda K, Brooks SPJ, Wells GA, MacFarlane AJ. NUQUEST-NUtrition QUality Evaluation Strengthening Tools: development of tools for the evaluation of risk of bias in nutrition studies. *Am J Clin Nutr* 2022;115:256-71.
 32. Whiting P, Savović J, Higgins JPT, Caldwell DM, Reeves BC, Shea B, Davies P, Kleijnen J, Churchill R; ROBIS group. ROBIS: a new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. *J Clin Epidemiol* 2016;69:225-34.
 33. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017;358:j4008.
 34. USDA Nutrition Evidence Systematic Review Branch. USDA Nutrition Evidence

- Systematic Review methodology manual [Internet]. Alexandria (VA): U.S. Department of Agriculture, Food and Nutrition Service, Center for Nutrition Policy and Promotion; 2023. Available from: <https://nesr.usda.gov/methodology-overview>
35. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes Research Synthesis: Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press; 2006.
 36. Tapsell LC, Neale EP, Satija A, Hu FB. Foods, nutrients, and dietary patterns: interconnections and implications for dietary guidelines. *Am J Clin Nutr* 2016; 103(3):867-874.
 37. Korea Disease Control and Prevention Agency. The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES), 2022. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
 38. Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.
 39. Ministry of Health and Welfare and the Korean Nutrition Society. Study on the application of dietary reference intakes for Koreans 2020. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2021. Report No.: 11-1352000-003193-01

01

에너지와 다량영양소

- 1-1 에너지
- 1-2 탄수화물
- 1-3 식이섬유
- 1-4 단백질과 아미노산
- 1-5 지질과 지방산
- 1-6 수분



1-1

에너지



에너지는 인간의 생명과 생존 유지를 위해서 반드시 필요하다. 인체의 1일 총에너지소비량은 기초대사량, 신체활동대사량, 식사성 발열효과로 구성되며, 추가적으로 적응대사량이 더해지기도 한다. 에너지 평형은 섭취에너지와 소비에너지가 동일한 상태를 뜻하며, 에너지 균형 결과는 체지방량에 영향을 미쳐 체중 증가와 감소, 유지 등의 체중 조절과 관련이 있다. 에너지는 영양소 섭취기준에서 제시되는 4가지 개념 중에서 에너지필요추정량으로 제시되며, 다른 영양소와 달리 권장섭취량이나 상한섭취량의 개념이 적용되지 않는다.

2025년 한국인 영양소 섭취기준에서 에너지필요추정량은 2020년과 동일한 미국 영양소 섭취기준의 산출 공식을 적용하되, 2025년 한국인 체위 참고치를 반영하여 설정하였다. 최근 한국인의 비만유병률과 비만 관련 만성질환 유병률의 증가를 고려하여 산출값을 100 kcal 단위로 절삭하였다. 신체활동단계는 한국인의 대부분이 '저활동적' 수준에 속하므로 이를 기본으로 적용하되, '활동적' 및 '매우활동적' 신체활동수준에 해당하는 에너지필요추정량을 별도로 제시하였다.

최종 설정된 에너지필요추정량은 영아 500-600 kcal/일, 유아 900-1,400 kcal/일, 아동·청소년 남자 1,700-2,700 kcal/일, 아동·청소년 여자 1,500-2,000 kcal/일, 성인 남자 1,900-2,600 kcal/일, 성인 여자 1,500-2,000 kcal/일이다. 임신부는 임신 2기와 3기에 각각 340 kcal/일, 450 kcal/일을 추가하고, 수유부는 340 kcal/일을 추가하도록 하였다. 향후 2030년 차기 개정을 위해서는 한국인을 대상으로 한 이중표식수법을 이용한 에너지소비량 연구 확대와 한국인의 독자적인 에너지필요추정량 산출 공식 개발이 필요하다.

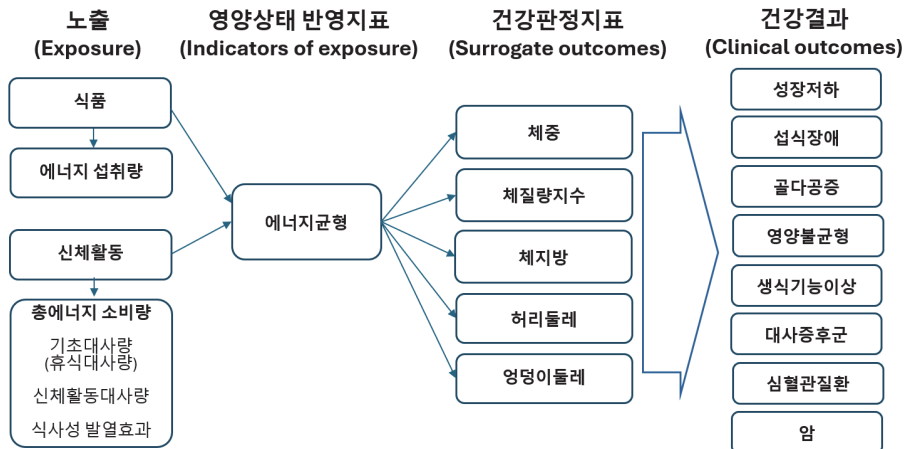


그림 11 에너지필요추정량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- 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.
- Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2020, Sejong, Seoul: Ministry on Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. 2020.
- Kim OY, Park J, Kim EK. A narrative review on the application of doubly labeled water method for estimating energy requirement for Koreans. *Nutr Res Pract* 2022;16:S11-20.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Food and Nutrition Board; Committee on the Dietary Reference Intakes for Energy. Dietary reference intakes for energy. Washington, DC: National Academies Press; 2023.
- U.S. Department of Agriculture; U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025. 9th ed. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture; December 2020. Available from: <https://www.dietaryguidelines.gov/>
- 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;20:51-5.
- 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;11:51-6.
- 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;11:300-6.
- 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;12:336-41.

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;7:210-7.

Gwak JY, Kim MH, Park J, Ishikawa-Takata K, Kim EK. Validation of the physical activity classification table for Korean youth and assessment of total energy expenditure, estimated energy requirement and physical activity in Korean children and adolescents. *J Nutr Health*. 2023 Feb;56(1):35-53.

Han HJ, Jun HY, Park J, Ishikawa-Takata K, Kim EK. Validation of a physical activity classification table in Korean adults and elderly using a doubly labeled water method. *J Nutr Health* 2023;56:391-403.

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;13:256-62.

Jeon JH, Go NY, Lee MR, Ndahimana D, Kim EK. Accuracy of 24-hour Diet Recalls for Estimating Energy Intake in Elderly Men using the Doubly Labeled Water Method. *Korean J Community Nutrition* 2018;23(6):516-24.

National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. Food Composition Table 10.2 version. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration; 2020 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://Koreanfood.rda.go.kr>.

Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea Health Statistics 2022: Major Food Sources of Nutrient Intake. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.

Ministry on Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2020: Application, Sejong, Seoul: Ministry on Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. 2021.

1-2

탄수화물



탄수화물은 단당류의 결합 수에 따라 단당류, 이당류, 올리고당류, 다당류로 분류되며, 신체의 주요 에너지원 (4 kcal/g)이다. 이 가운데 당류는 단당류와 이당류의 합을 의미하며, 식품에 내재하거나 가공·조리 과정에 첨가된 형태까지 포함하여 총당류로 정의된다. 첨가당에는 설탕, 액상과당, 꿀, 시럽, 농축과일주스 등이 있으며, 그 주요 급원식품은 가당음료이다.

탄수화물은 대사 과정에서 포도당으로 전환되어 뇌와 다양한 조직의 주된 연료로 사용된다. 인체는 혈당을 일정 범위로 유지하여 안정적인 에너지 공급을 도모한다. 한편, 탄수화물 섭취가 낮아 혈액 중 포도당 공급이 부족할 경우 지방산이 케톤체로 전환되어 뇌 등에서 대체 연료로 사용되며, 케톤체가 장기간 축적되면 케토시스가 발생할 수 있다.

탄수화물의 섭취기준은 두뇌의 포도당 소비량을 근거로 설정된다. 1세 이상 전 연령에서 평균필요량을 하루 100 g/일로 설정하고, 변이계수 15%를 적용하여 권장섭취량은 130 g/일로 설정하였다. 이 수치는 케토시스를 방지하기 위한 절대 기준이라기보다는, 뇌의 주요 에너지원인 포도당 요구량을 충족하는 최소한의 생리적 근거 수준이다. 영아기의 충분섭취량은 모유와 이유식 특성을 고려해 생후 0-5개월은 55 g/일, 6-11개월은 85 g/일로 설정하였다. 임신기에는 모체의 기본 필요량에 태아와 태반 성장에 필요한 포도당 요구량을 더해 평균필요량을 135 g/일, 권장섭취량을 175 g/일로 설정하였고, 수유기에는 최근 국내 연구결과들을 반영한 모유양과 평균 유당함량을 적용하여 모유 유당 합성으로 인한 추가 요구를 반영해 평균필요량 155 g/일, 권장섭취량 200 g/일로 설정하였다.

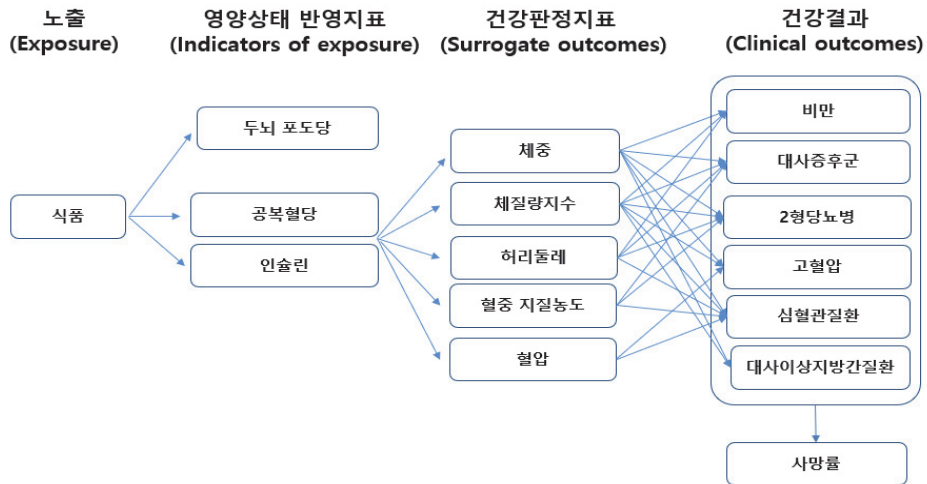
만성질환 예방을 위한 섭취기준으로, 탄수화물은 에너지적정비율을 설정하고 당류는 총당류와 첨가당 비율을 제시하였다. 탄수화물의 에너지적정비율은 2020년의 55-65%에서 2025년에 50-65%로 하향 조정되었다. 이는 국내외 연구에서 탄수화물 섭취비율과 장기 건강지표인 사망률 간의 관련성이 50-60% 수준에서 가장 낮게 나타나는 U자형 곡선을 보인다는 근거에 기반한 것이다. 당류의 경우, 첨가당 섭취기준을 현행 10%에서 5%로 하향 조정할 만큼 충분한 근거는 확보되지 않았다고 판단하여 10% 기준을 유지하기로 하였다. 다만 첨가당 과잉섭취의 건강위해성은 일관되게 보고되고 있으므로, 기존의 '10% 이내로 섭취하도록 한다'는 문구를 '10% 이내로 제한한다'로 강화하였다. 총당류 섭취기준은 기존의 10-20% 범위 제시에서 '20% 이내'로 변경하여 상한을 명확히 하였다. 아울러 첨가당 섭취를 줄이기 위해서는 가당음료 섭취 제한이 필수적이므로 '첨가당의 주요 급원인 가당음료의 섭취는 가능한 줄인다' 문구를 추가하였다.

우리나라의 섭취 실태를 살펴보면, 기준 1세 이상 평균 탄수화물 섭취량이 268.8 g/일로 2013-2017년 307.8 g/일 대비 감소하였다. 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율은 평균 58.6%로, 2013-

2017년의 62.5%보다 낮아져, 최근 10여 년간 총 에너지 섭취에서 탄수화물이 차지하는 비율이 점차 낮아지는 경향이 확인되었다. 주요 급원식품은 백미와 면류, 빵류, 국수, 떡, 사과, 고구마, 과자, 라면, 탄산음료, 밀가루 순으로 나타났다. 당류의 경우 국민건강영양조사 (2018-2022년) 기준 평균 58.6 g (총 에너지섭취량 1,885.3 kcal의 약 12.4% 수준)으로, 2016년 67.9 g, 2017년 64.8 g 보다 감소한 것으로 나타났다. 당류의 주요 급원식품은 사과, 탄산음료, 우유, 설탕, 빵 순으로 나타났다.

향후 2030년 영양소 섭취기준 개정에서는 평균필요량과 구분되는 ‘최소필요량(minimum requirement)’ 개념을 도입할 필요가 있다. 에너지적정비율 (총 에너지의 50-65%)과 평균필요량 기반의 권장섭취량 간의 개념적 구분이 명확히 이루어지지 않을 경우, 식사 설계, 정책 수립, 임상영양 적용 과정에서 해석상의 혼란이나 실무상 오류를 발생할 우려가 있다. 또한, 만성질환 예방을 위한 섭취기준으로 에너지적정비율을 제시하고 있으나, 이는 탄수화물의 질적 차이를 충분히 반영하지 못한다. 따라서 당류와 식이섬유를 포함하고 식품 급원별 질적 특성을 종합적으로 고려한 별도의 섭취 가이드라인 마련이 필요하다.

당류의 경우에도 첨가당 섭취와 관련하여 공신력 있는 첨가당 데이터베이스 구축과 함께 한국인 대상 섭취 수준과 주요 급원 식품에 따른 질적인 섭취 평가를 종합적으로 제시해야 하며, 더 나아가 인과성 규명을 위한 중단 연구가 필요하다. 아울러 탄수화물과 당류는 연령대별 섭취 특성이 뚜렷하다. 노인은 상대적으로 높은 탄수화물 의존도를 보이지만, 청소년과 청년은 가당음료 및 단 음식 섭취가 높은 특성이 있다. 따라서 근거 기반의 생애주기별 맞춤형 가이드라인을 마련하는 것이 필요하다.



【그림 1】 탄수화물 섭취기준 설정을 위한 분석틀

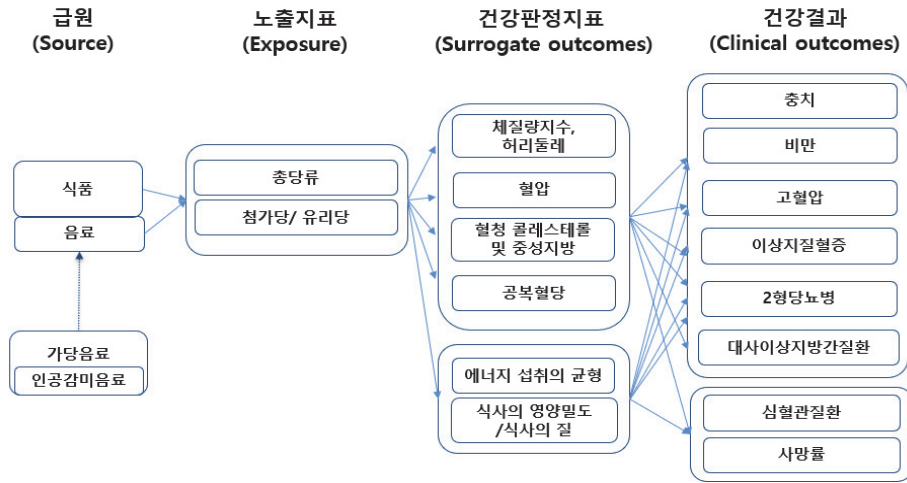


그림 2 | 당류 섭취기준 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Henriksen OM, Vestergaard MB, Lindberg U, Aachmann-Andersen NJ, Lisbjerg K, Christensen SJ, et al. Interindividual and regional relationship between cerebral blood flow and glucose metabolism in the resting brain. *J Appl Physiol*. 2018;125(4):1080-1089.
- Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington DC: National Academies Press; 2005.
- Kwon YJ, Lee HS, Park JY, Lee JW. Associating Intake Proportion of Carbohydrate, Fat, and Protein with All-Cause Mortality in Korean Adults. *Nutrients*. 2020;12(10):3208
- Li H, Liang H, Yang H, Zhang X, Ding X, Zhang R, Mao Y, Liu Z, Kan Q, Sun T. Association between intake of sweetened beverages with all-cause and cause-specific mortality: a systematic review and meta-analysis. *J Public Health* 2022;44:516-526.
- Seidemann SB, Claggett B, Cheng S, Henglin M, Shan A, Steffen LM, Folsom AR, Rimm EB, Willett WC, Solomon SD. Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. *Lancet Public Health*. 2018 Sep; 3(9):e419-28.
- Song S, Shim JE, Song Y. Association of added sugar intake with all-cause and cardiovascular disease mortality: a systematic review of cohort studies. *Nutr Res Pract* 2022;16 (Suppl 1):S21-S36.
- World Health Organization. Guideline: carbohydrate intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2023
- World Health Organization. Guideline: sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015.

1-3

식이섬유



식이섬유 (dietary fiber)는 사람의 소화효소에 의해 분해되지 않는 중합도 3 이상의 비소화성 탄수화물 중합체와 리그닌으로, 물에 대한 용해도에 따라 수용성 (베타글루칸, 펙틴, 이눌린 등)과 불용성 (셀룰로스, 헤미셀룰로스, 리그닌 등) 식이섬유로 분류된다. 수용성 식이섬유는 장내에서 겔을 형성하여 콜레스테롤 및 포도당 흡수를 지연시키고, 불용성 식이섬유는 장내 부피를 증가시켜 장 연동운동을 촉진한다. 식이섬유 자체는 인체 효소에 의해 직접 흡수되거나 대사되지는 않지만, 장내 미생물의 주요한 기질로 작용한다. 따라서 식이섬유는 직접적인 영양소라기 보다는 미생물 균총과의 상호작용을 통해 숙주 건강의 매개체로 기능하는 것이다. 식이섬유가 대장에 도달하면 불용성 식이섬유는 구조적 온전성을 유지하면서 변의 부피 형성에 기여하는 반면, 수용성 식이섬유는 장내 미생물의 주요 기질이 되어 발효과정을 거쳐 생성된 대사산물들이 대장암 위험 감소, 콜레스테롤 대사 및 포도당 항상성 등에 기여한다. 식이섬유 부족시 변비, 계실질환 발생 위험 증가, 장내 미생물 생태계 교란이 일어날 수 있으며, 과잉 섭취 시 영양소 흡수 저해, 위장관 불편감, 성장기 아동에서의 성장 장애가 야기될 수 있다.

식이섬유의 영양상태는 체내 생화학적 지표가 존재하지 않아 식사섭취량 조사와 충분섭취량 대비 충족률로 평가한다. 한국인의 식이섬유 충분섭취량은 Reynolds 등 (2019)의 메타분석 연구 (전향적 관찰연구 185편, 무작위대조시험 58건)에서 하루 25 g 섭취가 전체 사망률, 심혈관질환, 2형당뇨병, 대장암 발생 위험 감소와 연관된다는 과학적 근거를 바탕으로 설정하였다. 이에 따라 12.5 g/1,000 kcal × 각 성별·연령층별 1일 에너지섭취량 중앙값을 적용하여 연령별 섭취기준을 산출하였으며, 성인 남성 19-64세 30 g/일, 여성 19-49세 20 g/일, 50세 이상 25 g/일로 설정하였다.

생애주기별 식이섬유 필요량에 관한 연구는 성인 대상이 주를 이루므로, 성장기 (1-18세)는 실제 섭취량과의 격차를 고려하여 산출값을 5단위 하향 조정하였고, 성인 (50세 이상)과 노인 (65세 이상)과는 만성질환 예방을 위해 WHO 권장 기준을 반영하여 상향 조정하였다. 임신부와 수유부의 경우 에너지 요구량 증가분에 12.5 g/1,000 kcal를 곱하여 각각 +5 g/일의 부가섭취량을 설정하였다. 국민건강영양조사 (2018-2022년) 자료 분석 결과, 전체 연령대에서 평균 64%가 충분섭취량 미만으로 섭취하는 것으로 나타났으며, 특히 75세 이상 노인에서 남자 61.3%, 여자 71.3%가 평균필요량 미만 섭취로 가장 취약한 집단이었다. 한국인의 주요 식이섬유 급원식품은 배추김치, 고춧가루, 사과, 감, 백미 순이었으며, 1회 섭취 분량 기준으로는 보리, 감, 복숭아, 대두, 토마토 등이 높았다.

식이섬유의 상한섭취량은 심각한 독성이 보고되지 않아 설정하지 않았으나, 건강기능식품 형태의 고농도 섭취 시에는 위장관 부작용과 영양소 흡수 저해 가능성을 고려해야 한다. 식이섬유 분석의 한계와 정의에 대한 합의 부족 등으로 섭취량 추정치의 정확성에 제약이 있다. 따라서 향후 한국인을 대상으로 한 식이섬유와 만성질환 예방효과에 대한 장기 전향적 연구, 최신 분석법을 기반으로 한 데이터베이스 확장이 필요하다.

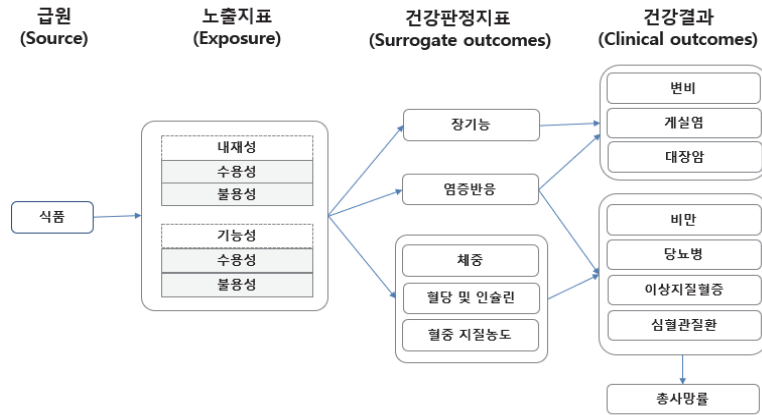


그림 2 | 식이섬유 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Codex Alimentarius Commission. Guidelines on nutrition labelling CAC/GL 2-1985 as last amended 2010. Rome: FAO/WHO; 2010.
- European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA J. 2010;8(3):1462.
- Hipsley EH. Dietary "fibre" and pregnancy toxemia. Br Med J. 1953;2(4833):420-422.
- Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press; 2002.
- Reynolds A, Mann J, Cummings J, Winter N, Mete E, Te Morenga L. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. Lancet. 2019;393(10170):434-445.
- Trowell H. Ischemic heart disease and dietary fiber. Am J Clin Nutr. 1972;25(9):926-932.
- Trowell H. Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. Am J Clin Nutr. 1976;29(4):417-427.
- U.S. Food and Drug Administration. Food labeling: revision of the nutrition and supplement facts labels. Fed Regist. 2016;81(103):33741-33999.
- World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. World Health Organ Tech Rep Ser. 2003;916:i-viii, 1-149.

1-4

단백질/아미노산



단백질은 인체의 정상적인 성장 및 유지에 필요한 아미노산과 질소화합물을 공급할 뿐만 아니라 에너지원으로도 활용된다. 단백질은 여러 아미노산이 펩타이드 결합으로 이루어진 복합 분자로서, 섭취가 불충분하면 성장 지연, 면역력 저하, 근감소증, 과시오키 등 결핍성 질환을 유발할 수 있으며, 대사이상으로 이어질 수 있다. 반대로 과잉 섭취는 2형당뇨병, 심혈관질환, 암 위험 증가 및 신장 부담 및 아미노산 불균형 등을 초래할 수 있다. 단백질의 기본 구성 성분인 아미노산은 9종의 필수아미노산과 11종의 비필수아미노산으로 나뉜다. 비필수아미노산 중 5종은 체내에서 쉽게 합성되지만, 조건적 필수아미노산 6종은 정상적인 상황에서는 합성이 가능하나 특정 생리적 상태에서는 합성이 제한된다. 섭취된 단백질은 소화 과정에서 아미노산으로 분해되어 소장에서 흡수되며, 간을 거쳐 다양한 조직에서 단백질 합성에 사용된다. 아미노산은 조직의 성장과 유지에 관여하고, 호르몬과 효소, 항체 등의 주요 구성성분이 되며, 각 아미노산이 고유의 기능을 가지고 있기 때문에, 부족하면 성장기 어린이의 성장 지연과 성인의 체중 감소를 유발하고 인체 대사 조절에 영향을 미칠 수 있다.

체내 단백질의 영양상태를 완벽히 평가할 수 있는 단일 지표는 없으나, 국제적으로 통용되는 질소균형을 이용해 6개월 이상 인구집단에는 평균필요량과 권장섭취량을, 영아 전반기에는 충분섭취량을 설정하였다. 평균필요량은 질소균형 실험 결과를 근거로 하되 혼합단백질 이용효율을 반영해 추정하였다. 성인의 경우, 성별에 관계없이 질소균형 실험에서 도출된 0.66 g/kg/일에 이용효율을 보정한 0.73 g/kg/일을 질소평형 유지를 위한 체중 당 1일 필요량으로 정하고, 성별 및 연령별 평균 체중을 곱하여 산출하였다. 권장섭취량은 인구의 97-98%가 필요량을 충족할 수 있도록 평균필요량에 변이계수(12.5%)를 적용해 산출하였다. 임신부의 단백질 부가량은 모체의 체중증가와 태아 및 모체의 체단백질 축적을 고려해 산정하였으며, 임신 초기에는 추가량이 필요하지 않으므로 중기와 후기로 나누어 부가량을 제시하였다. 수유부의 경우 모유 분비량과 모유 내 단백질 함량을 근거로 부가량을 산출하였다. 0-5개월 영아의 섭취기준은 평균 모유섭취량과 모유 단백질 함량을 토대로 충분섭취량으로 제시하였으며, 이후 영아 후기부터 18세까지는 질소평형 유지와 성장에 필요한 단백질량을 함께 고려하여 평균 필요량을 산정하였다. 2020년 섭취기준과 비교했을 때, 이번 개정에서는 체위 기준 변화를 반영하였으나 차이가 크지 않아 섭취기준에 변동이 없었으나, 임신부의 체중증가량과 체단백질 축적률에 대한 근거가 변경되면서 2분기의 평균필요량과 권장섭취량은 소폭 하향되었다. 아미노산의 경우, 이번 개정에서는 체위기준 변화와 모유 내 일부 아미노산 조성의 변화, 성장기내 질소평형 유지에 대한 필요량 변동을 반영하여 일부 생애주기 구간 내 소폭의 변동이 있었다. 또한, 과학적 근거와 다량영양소 섭취 균형을 고려해 단백질 에너지적정비율을 기존 7-20%에서 10-20%로 조정하였다.

2018-2022년 국민건강영양조사 자료 분석에 따르면 우리나라 국민의 단백질 평균섭취량은 평균 70.7 g, 중위수 63.5 g으로 모든 성별 및 연령군에서 평균필요량을 상회하였다. 평균필요량 미만 섭취자의 분

율은 1세 이상 인구에서 평균 20.1%였으며, 75세 이상에서 남성 33.7%, 여성 45.2%로 가장 높았다. 또한, 에너지 섭취비율은 1세 이상 인구에서 5백분위수부터 90백분위수까지 10-20%의 기준 범위 내에 속하는 것으로 나타났다. 19세 이상 한국 성인의 하루 평균 총 아미노산 섭취량은 62.1 g으로, 이 중 필수아미노산은 24.8 g 이었다. 총 아미노산 섭취량은 큰 변화가 없었으나, 에너지 및 단백질 섭취 대비 아미노산 섭취 밀도는 증가해 일부 아미노산 섭취의 질이 개선된 것으로 보인다. 한국인의 아미노산 섭취량은 주요 선진국 대비 낮거나 유사한 수준이지만, 최근 섭취 증가에 따른 향후 지속적인 평가가 필요하다.

한국인의 단백질 주요 급원식품은 육류, 난류, 우유류 등 동물성 식품이 주를 이루었으나, 1순위는 백미였다. 1회 분량당 단백질 함량이 가장 높은 식품은 새우 (22.6 g)와 가다랑어 (18.1 g)였으며, 닭고기, 돼지고기, 소고기 등 육류는 10-14 g 수준이었다. 육류 (소고기, 돼지고기, 닭고기), 생선, 달걀, 우유 및 유제품 (치즈, 요거트) 등은 필수아미노산이 충분히 함유된 완전 단백질 식품인 반면, 곡류, 견과류, 대두 등은 일부 필수아미노산이 양적으로 부족한 부분적 완전 단백질의 식품이므로, 필수아미노산의 부족을 예방하기 위해 완전 단백질 식품과 함께 섭취할 것을 권장한다. 필수아미노산 중 메티오닌은 달걀, 치즈, 닭고기, 생선, 소고기에 풍부하며, 류신, 이소류신, 발린은 주로 육류에 많이 함유되어 있다. 라이신은 소고기와 가금류, 페닐알라닌은 달걀과 육류, 트레오닌은 치즈, 가금류, 어류, 육류에 풍부하다. 트립토판은 고단백 식품과 유제품에서, 히스티딘은 육류, 가금류, 생선 등에서 주로 섭취된다.

단백질과 아미노산 섭취기준 설정의 근간이 되는 질소평형 연구나 아미노산 산화법 연구에 대한 국내 자료가 부족한 실정이며, 영아 전기, 임신부 및 수유부 등 다양한 생애주기를 대상으로 한 국내연구도 매우 제한적이다. 이에 따라 현행 기준은 과거의 연구 혹은 외국의 연구자료에 의존하고 있다. 따라서, 연령과 성별을 고려한 충분한 규모의 연구를 통해 기존의 제한된 근거를 보완하는 것이 필요하다. 특히, 우리나라 노인을 대상으로 노쇠와 근감소증 개선에 효과적이면서 만성질환 위험을 최소화할 수 있는 적정 섭취 수준을 제시할 수 있도록 종단적 연구결과의 축적이 필요하다. 최근 보충제나 건강기능식품 등을 통한 단백질·아미노산 섭취가 증가하고 있고 일부 아미노산의 과다 섭취에 따른 부작용 연구가 보고되어 있으나, 현재까지 안전 기준을 설정할 만한 충분한 근거는 부족하다. 따라서 단백질 및 아미노산 과잉섭취에 따른 대사변화와 임상적 결과를 분석하는 연구도 함께 추진되어야 할 것이다.

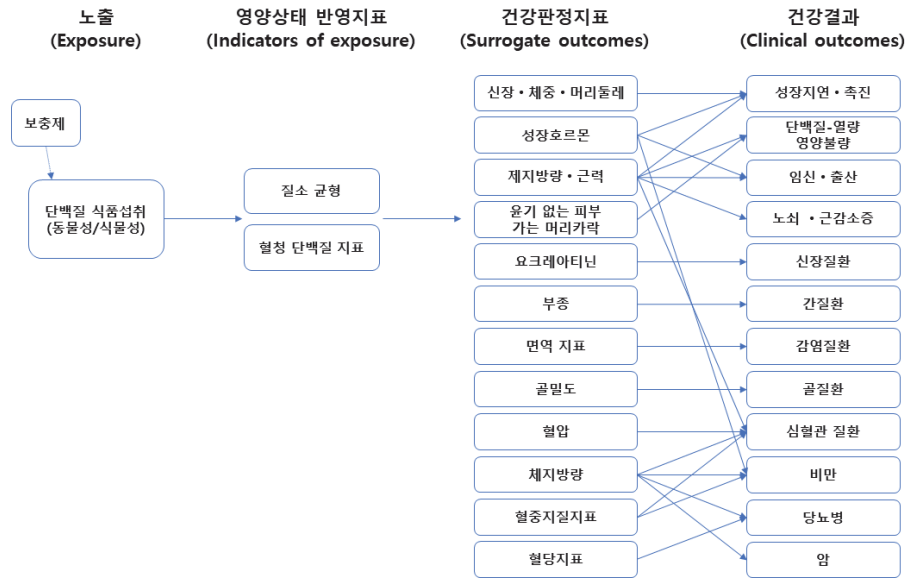


그림 1 단백질 평균필요량 설정을 위한 분석들

참고문헌

- 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.
- 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.
- Friedman M. Absorption and utilization of amino acids. Vol. 3. CRC Press, 1989.
- Harper AE, Rogers QR. Amino acid imbalance. *Proc Nutr Soc* 1965;24:173-90.
- 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.
- Institute of Medicine. 2005. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: The National Academies Press.
- Kim S, Ham H, Ha K. Trends in dietary amino acid intake and food sources among Korean adults: Data from the 2010-2022 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutr Res Pract* 2025 (under review).
- 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.
- 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 reduction in igf-1, cancer, and overall mortality in the 65 and younger but not older population. *Cell Metab* 2014;19:407-17.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Wu G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids* 2009;37:1-17.

1-5

지질/지방산



지질은 탄소와 수소, 산소로 이루어진 유기화합물로, 물에는 잘 녹지 않지만 에테르, 알코올 등 유기 용매에는 잘 녹는 특징을 지닌다. 식품 내 지질의 대부분은 세 개의 지방산과 한 개의 글리세롤이 결합한 중성지방의 형태로 존재하며, 이 밖에 인지질, 당지질, 스펡고지질 등 복합지질과 이소프레노이드지질 및 스테롤이 소량 포함된다. 체내에서는 중성지방이 소장에서 지방분해효소에 의해 지방산과 모노아실글리세롤로 분해되어 담즙과 함께 미셀을 형성한 뒤 흡수되고, 장 점막세포에서 중성지방으로 재합성되어 지단백질인 카일로마이크론 형태로 림프계를 통해 운반된다. 지질은 에너지 저장과 세포막 구성, 체온 유지, 지용성 비타민 흡수에 관여하며, 외부 충격으로부터 신체를 보호하는 역할도 수행한다. 지방산은 화학적 구조에 따라 포화지방산, 트랜스지방산, 단일·다가불포화지방산 형태로 나뉘며, 그중 리놀레산 (18:2n-6)과 알파-리놀렌산 (18:3n-3)은 체내에서 합성되지 않는 필수지방산으로 각각 아라키돈산과 에이코사펜타엔산 (Eicosapentaenoic acid, EPA; 20:5 n-3), 도코사헥사엔산 (Docosahexaenoic acid, DHA; 22:6 n-3)로 전환돼 두뇌·시각 발달, 피부와 생식기능 유지 및 염증·혈액응고 조절 등 다양한 생리적 기능을 한다. 포화지방산은 에너지 항상성에 중요한 기능을 하며 체온 유지 및 외부의 충격으로부터 우리 몸을 보호하는 역할을 한다, 하지만 과다 섭취 시 심혈관질환, 당뇨병, 비만 등의 만성대사성질환 위험인자와 밀접하게 연관되어 있으며 암 발생을 관련 연구가 보고되고 있다. 트랜스지방산은 주로 부분경화유 제조 과정에서 생성되는 지방산으로, LDL-콜레스테롤을 높이고 HDL-콜레스테롤을 낮추어 심혈관질환 위험을 증가시킨다고 알려져 있다.

지질의 섭취기준은 총 지방과 각 지방산의 건강에 미치는 영향, 에너지 균형, 혈중 지질과 염증 표지 등을 종합하여 설정된다. 지방을 과도하게 섭취하면 에너지 과잉으로 비만과 만성대사성질환 위험이 높아지고, 지나치게 제한하면 정제 탄수화물 대체 섭취로 혈중 중성지방이 상승하고 HDL 콜레스테롤이 감소하는 지질 대사 이상이 나타날 수 있다 (그림 1). 따라서 지방의 섭취기준 설정 시 에너지 급원이 되는 다른 다량영양소와의 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 지방산과 오메가-6 지방산은 식사 또는 보충제를 통해 섭취되며, 지질의 소화과정을 통해 소장에 흡수되고, 혈액을 통해 필요한 각 조직으로 운반된다. DHA는 대뇌피질의 막지질을 구성하며, 오메가-3 지방산은 특히 신경세포, 망막에 다량 존재한다. 2025년 지방산 영양소 섭취기준은 한국인 대상 최신 연구, 한국인의 지방산 섭취 현황, 그리고 국외 섭취기준을 종합적으로 검토하여 개정하였다. 지방산의 섭취기준은 충분섭취량으로 설정되었으며 (그림 2, 3), 리놀레산과 알파-리놀렌산의 경우, 국민건강영양조사에서 섭취량의 중위값을 적용하여 조정하였다. EPA+DHA의 경우, 국민건강영양

조사에서 산출된 평균값과 중위값 간 차이가 커 이를 참고하되, 심혈관질환 예방 등과 관련하여 효과가 보고된 수준의 과학적 근거를 종합하여 섭취기준을 하향 또는 상향 조정하였다. 영아의 경우에는 모유의 지방산 함량과 평균 모유 섭취량을 근거로 충분섭취량을 하향 조정하였다. 오메가-3 지방산은 보충제 형태로 섭취 시 설사, 미각 이상, 출혈 경향 등 경미한 부작용이 보고되었으나, 장기간 섭취시 안정성에 대한 과학적 근거는 명확하게 확립되지 않았다. 또한, 오메가-6 지방산 경우에도 식품 또는 보충제를 통한 과잉섭취가 인체에 부작용 또는 독성 작용을 한다는 근거가 충분히 확보되지 않은 상태이다. 이에 상한섭취량은 설정하지 않았다.

포화지방산에 대한 유해 용량과 상한섭취량을 설정할 만한 명확한 과학적 근거가 없으나 만성질환 예방을 위해 19세 이상 성인은 총 에너지의 7% 미만, 3-18세는 8% 미만으로 제한한다 (그림 4). 트랜스지방산은 건강상 이점이 없어 평균필요량과 상한섭취량을 설정하지 않으며, WHO·미국심장학회 등과 마찬가지로 에너지 섭취의 1% 미만으로 그 섭취를 최소화하도록 제안한다 (그림 5). 콜레스테롤의 경우, 섭취량이 질환 위험도에 미치는 영향을 간과할 수 없고 과다 섭취 위험도 존재하므로, 19세 이상 성인의 섭취기준을 300 mg/일 수준으로 제한한다 (그림 6).

최근 2018-2022년 국민건강영양조사 결과에 따르면 우리나라의 지방 에너지 섭취비율은 남녀 모두 증가해 15-26% 에너지 범위에 분포하며, 리놀레산과 알파-리놀렌산, EPA+DHA 섭취량은 각각 중위값 8.3 g, 1.0 g, 118 mg/일, 평균 10.2 g, 1.3 g, 319 mg/일 수준으로 나타났다. 평균 필요량 미만 섭취비율은 리놀레산 52.5%, 알파-리놀렌산 58.7%, EPA+DHA 67.6%로, 특히 15-18세 남자 (리놀레산)와 12-14세 여자 (알파-리놀렌산), 68세 여자(EPA+DHA)에서 부족률이 높았다. 포화지방산 섭취는 성인의 경우 권장 범위 내였지만 일부 성장기 아동·청소년은 8-10% 에너지를 초과해 섭취했고, 2006년 자료에 따르면 트랜스지방산 평균 추정섭취량은 0.37 g으로 에너지의 1% 미만이었다. 최근 서구화된 식생활 변화를 고려하면 트랜스지방산과 포화지방산의 최신 섭취 실태를 재조사할 필요가 있다. 콜레스테롤의 평균 섭취량은 65세 이상을 제외한 대부분 연령대에서 300 mg/일 수준에 근접하거나 이를 초과했으며, 특히 남성에서 섭취량이 높았다.

지방은 동물성 및 식물성 식품에서 다양하게 공급된다. 2022년 국민건강영양조사 분석에 따르면 100 g당 지방 함량이 높은 식품은 돼지고기·소고기·달걀·우유 등 동물성 식품과 콩기름·참기름·백미·두부·두유·조미김 등 식물성 식품, 그리고 과자·빵·케이크·초콜릿·라면 등 가공식품류로 확인되었다. 한국인의 리놀레산 주요 급원식품은 콩기름, 마요네즈, 돼지고기 (살코기), 참기름, 두부였으며, 다소비 식품 중 리놀레산 고함량 식품은 콩기름, 참기름, 마요네즈였다. 알파-리놀렌산의 주요 급원식품은 콩기름, 들기름, 마요네즈, 두부, 들깨였으며, 다소비 식품 중 알파-리놀렌산의 고함량 식품은 콩기름, 마요네즈, 김이었다. EPA+DHA 주요 급원식품은 고등어, 오징어, 멸치 (삶아서 말린 것), 명태, 달걀 (생것)이었으며, 다소비 식품 중 EPA+DHA 고함량 식품은 고등어, 김 (조미김, 구운 것), 멸치 (삶아서 말린 것)이었다. 포화지방산의 경우, 우리나라의 주요 급원식품 상위 5가지는 돼지고기, 우유, 소고기, 달걀, 빵으로 조사되었으며, 1회 분량을 통해 섭취하는 포화지방산이 높은 식품 상위 5가지 식품은 케이크, 라면, 아이스크림, 크림, 아이스밀크로 조사되었다. 포화지방산 고함량 식품 (100 g당 함량) 중 상위

5가지는 코코넛유, 코코넛, 쇼트닝, 마가린, 버터 순으로 조사되었고, 특히 다소비 식품 중 포화지방산 고함량 식품 (상위 200위 내, 100 g당 함량)에는 크림, 초콜릿, 참기름, 콩기름, 치즈가 상위 5가지 식품으로 조사되었다. 콜레스테롤은 동물성 식품에 함유되어 있으며, 간을 비롯한 내장육, 달걀노른자, 어류 알, 멸치와 새우 및 미꾸라지 등과 같은 해산물, 크림이나 버터를 사용하여 만든 제과 제빵 제품들에 많이 함유되어 있다. 급원식품 중 1회 분량을 통해 섭취하는 콜레스테롤 함량이 높은 식품은 메추리알, 닭고기 (간), 달걀, 새우, 소고기 (간) 순이었다.

향후 섭취기준 개정을 위해서는 우리나라의 지속적인 지방 섭취비율의 증가 추세가 체중 상태, 지질 프로필 및 만성대사성질환 위험에 미치는 영향을 장기적으로 모니터링할 필요가 있다. 또한, 현재 한국인을 대상으로 한 오메가-3 지방산과 오메가-6 지방산 섭취에 따른 다양한 건강 유지 및 질환 개선과 예방효과에 대한 연령·성별에 따른 임상연구가 부족하여, 대부분 국외의 연구자료 및 임상결과에 의존하여 섭취기준이 설정되고 있다. 한국 여성의 모유 내 지방산 분석에 대한 대규모 데이터 확보가 부족한 실정이며, 6-11개월 영아 후기에 대한 이유 보충식 섭취 관련 연구 역시 미비한 상황이다. 특히 한국인의 경우 오메가-3 지방산 섭취량이 높으며, 오메가-3 지방산의 대사 및 섭취는 인종과 지역에 따라 각각 영향을 받을 수 있으므로, 향후에는 한국인 대상의 임상시험이 각 연령과 생애주기별로 요구되며, 이러한 한국인 대상의 연구 결과를 바탕으로 각 지방산의 섭취기준 개정이 필요하다.

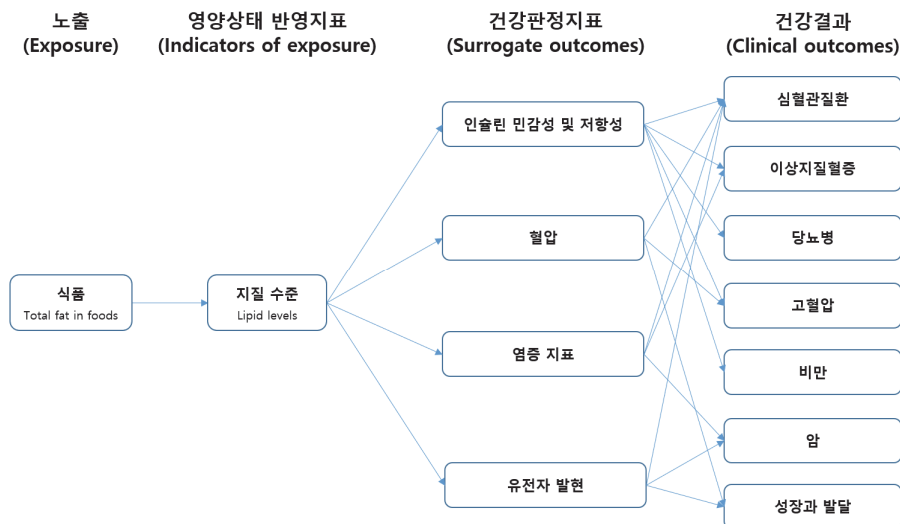


그림 11 총지방의 에너지적정비율 설정을 위한 분석틀

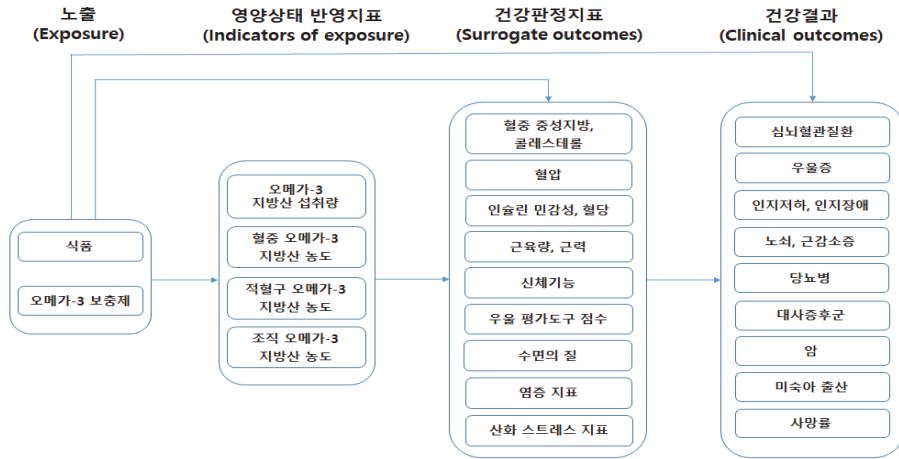


그림 2 | 오메가-3 지방산 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

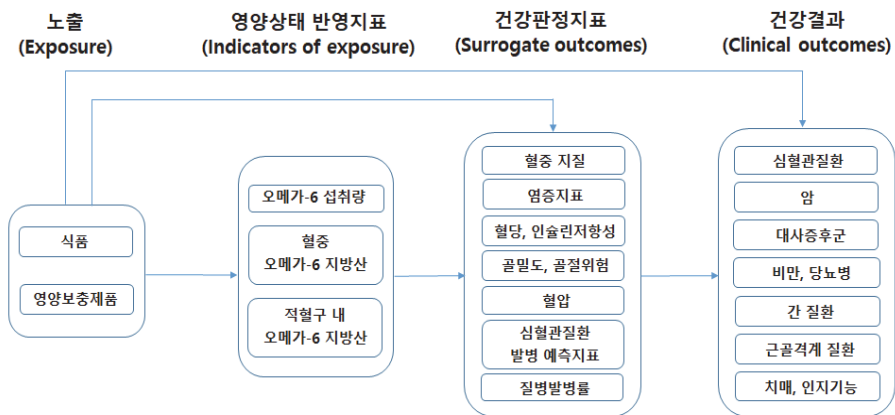


그림 3 | 오메가-6 지방산 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

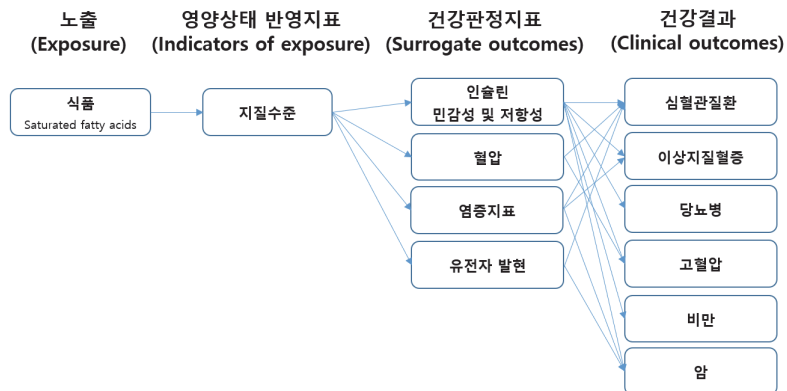


그림 4 | 포화지방산 에너지적정비율 설정을 위한 분석틀

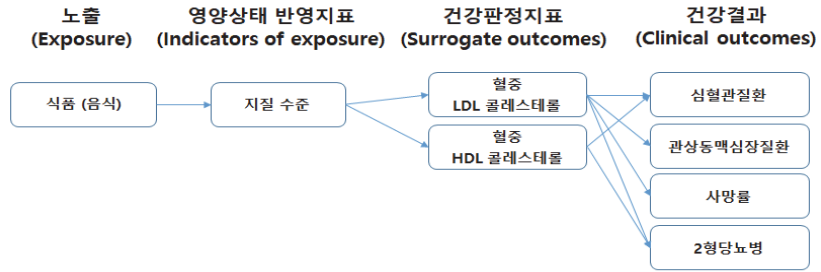


그림 5 | 트랜스지방산 에너지적정비율 설정을 위한 분석틀

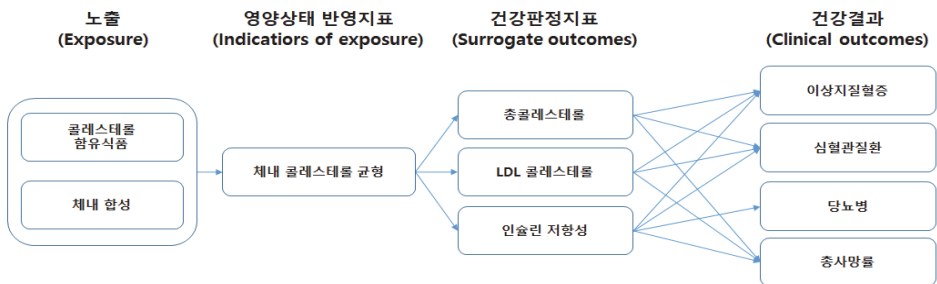


그림 6 | 만성질환 예방을 위한 콜레스테롤 섭취기준 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- National Research Council (US) Committee on Diet and Health. Diet and health: implications for reducing chronic disease risk. Washington (DC): National Academies Press (US); 1989. Chapter 7, Fats and other lipids [Internet]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218759/>
- Innis SM. Dietary triacylglycerol structure and its role in infant nutrition. *Adv Nutr.* 2011;2:275-283.
- Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington (DC): National Academies Press; 2005.
- Connor WE, Neuringer M. The effects of n-3 fatty acid deficiency and repletion upon the fatty acid composition and function of the brain and retina. *Prog Clin Biol Res.* 1988;282:275-294.
- Jones PJ, Papamandjaris AA. Lipids: cellular metabolism. In: Erdman JW Jr, Macdonald IA, Zeisel SH, editors. Present knowledge in nutrition. 10th ed. Washington (DC): Wiley-Blackwell; 2012. p.132-148.
- Campoy C, Escolano-Margarit MV, Anjos T, Szajewska H, Uauy R. Omega 3 fatty acids on child growth, visual acuity and neurodevelopment. *Br J Nutr.* 2012;107 Suppl 2:S85-106.
- Das UN. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. *Biotechnol J.* 2006;1:420-439.
- Duan B, Shin JA, Qin Y, Kwon JI, Lee KT. A study on the relationship of fat content in human milk on carotenoids content and fatty acid compositions in Korea. *Nutrients.* 2019;11:2130.
- Nguyen MTT, Kim J, Seo N, Lee AH, Kim YK, Jung JA, Li D, To XHM, Huynh KTN, Van Le T, Israr B, Nazir A, Seo JA, Lee D, An HJ, Kim J. Comprehensive analysis of fatty acids in human milk of four Asian countries. *J Dairy Sci.* 2021;104:6496-6507.
- Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, Himmelfarb CD, Khera A, Lloyd-Jones D, McEvoy JW, et al. 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2019;140:

563-595.

- Fan L, Cai Y, Wang H, Zhang H, Chen C, Zhang M, Lu Z, Li Y, Zhang F, Ning C, et al. Saturated fatty acid intake, genetic risk and colorectal cancer incidence: a large-scale prospective cohort study. *Int J Cancer*. 2023;153:499-511.
- Ghamar zad Shishavan N, Masoudi S, Mohamadkhani A, Sepanlou SG, Sharafkhah M, Poustchi H, Mohamadnejad M, Hekmatdoost A, Pourshams A. Dietary intake of fatty acids and risk of pancreatic cancer: Golestan cohort study. *Nutr J*. 2021;20:69.
- Ma Y, Zheng Z, Zhuang L, Wang H, Li A, Chen L, Liu L. Dietary macronutrient intake and cardiovascular disease risk and mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrients*. 2024;16:152.
- Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, Chapman MJ, De Backer GG, Delgado V, Ference BA, Graham IM, Halliday A, Landmesser U, Mihaylova B, Pedersen TR, Riccardi G, Richter DJ, Sabatine MS, Taskinen MR, Tokgozogl u L, Wiklund O. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020;41:111-188.
- Meyer DS, Millen AE, Nie J, Trevisan M, Freudenheim JL. Dietary fats and all-cause and breast cancer-specific mortality among women with breast cancer: the Western New York Exposures and Breast Cancer Study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2023;32:854-856.
- Ministry of Health, Labour and Welfare. Dietary reference intakes for Japanese 2020. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2020.
- Munoz A, Costa M. Nutritionally mediated oxidative stress and inflammation. *Oxid Med Cell Longev*. 2013;2013:610950.
- Neuenschwander M, Barbaresko J, Pischke CR, Iser N, Beckhaus J, Schwingshackl L, Schlesinger S. Intake of dietary fats and fatty acids and the incidence of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective observational studies. *PLoS Med*. 2020;17:1003347.
- Ruiz-Nunez B, Dijk-Brouwer DA, Muskiet FA. The relation of saturated fatty acids with low-grade inflammation and cardiovascular disease. *J Nutr Biochem*.

2016;36:1-20.

Song S, Shim JE. Regional differences in dietary total fat and saturated fatty acid intake and their associations with metabolic diseases among Korean adults: using the 2016–2019 Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. *Korean J Community Nutr.* 2021;26:495–507.

Talukdar JR, Steen JP, Goldenberg JZ, Zhang Q, Vernooij RWM, Ge L, Zeraatkar D, Bał a MM, Ball GDC, Thabane L, et al. Saturated fat, the estimated absolute risk and certainty of risk for mortality and major cancer and cardiometabolic outcomes: an overview of systematic reviews. *Syst Rev.* 2023;12:179.

World Health Organization. Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children: WHO guideline. Geneva: World Health Organization; 2023.

Zhu Y, Bo Y, Liu Y. Dietary total fat, fatty acids intake, and risk of cardiovascular disease: a dose-response meta-analysis of cohort studies. *Lipids Health Dis.* 2019;18:91.

Zhu YH, Jeong S, Wu M, Jin ZY, Zhou JY, Han RQ, Yang J, Zhang XF, Wang XS, Liu AM, et al. Dietary intake of fatty acids, total cholesterol, and stomach cancer in a Chinese population. *Nutrients.* 2019;11:1730.

Zhuang P, Zhang Y, He W, Chen X, Chen J, He L, Mao L, Wu F, Jiao J. Dietary fats in relation to total and cause-specific mortality in a prospective cohort of 521,120 individuals with 16 years of follow-up. *Circ Res.* 2019;124:757–768.

Zong G, Li Y, Wanders AJ, Alsema M, Zock PL, Willett WC, Hu FB, Sun Q. Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. *BMJ.* 2016;355:5796.

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;123:2292–2333.

Oh K, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, 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;161:672–679.

Park JK, Koehler KM. Probabilistic quantitative assessment of coronary heart disease risk from dietary exposure to industrially produced trans-fatty acids in partially

- hydrogenated oils. *Toxicol Sci.* 2019;172:213-224.
- Jayedi A, Soltani S, Emadi A, Ghods K, Shab-Bidar S. Dietary intake, biomarkers and supplementation of fatty acids and risk of coronary events: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials and prospective observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2024;64:12363-12382.
- Lai HTM, Imamura F, Korat AVA, Murphy RA, Tintle N, Bassett JK, Chen J, Kroger J, Chien KL, Senn M, et al. Trans fatty acid biomarkers and incident type 2 diabetes: pooled analysis of 12 prospective cohort studies in the Fatty Acids and Outcomes Research Consortium (FORCE). *Diabetes Care.* 2022;45:854-863.
- Salemi F, Beigrezaei S, Arabi V, Taghipour Zahir S, Salehi-Abargouei A. Dietary trans fatty acids and risk of colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Eur J Nutr.* 2023;62:563-572.
- Michels N, Specht IO, Heitmann BL, Chajes V, Huybrechts I. Dietary trans-fatty acid intake in relation to cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 2021;79:758-776.
- Nwaru BI, Dierkes J, Ramel A, Arnesen EK, Thorisdottir B, Lamberg-Allardt C, Soderlund F, Barebring L, Akesson A. Quality of dietary fat and risk of Alzheimer's disease and dementia in adults aged ≥ 50 years: a systematic review. *Food Nutr Res.* 2022;66:8122.
- Reynolds A, Hodson L, Diep Pham C, Vlietstra L, Mann J. Saturated fat and trans-fat intakes and their replacement with other macronutrients: systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. *Lancet Public Health.* 2023;8:e21-31.
- Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, Himmelfarb CD, Khera A, Lloyd-Jones D, McEvoy JW, Michos ED, Miedema MD, Munoz D, Smith SC Jr, Virani SS, Williams KA Sr, Yeboah J, Ziaeian B. 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2019;140:e596-e646.
- World Health Organization. Countdown to 2023: WHO 5-year milestone report on global trans fat elimination 2023 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240077616>

- World Health Organization. WHO validation programme for trans fat elimination 2025 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2025 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <https://www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety/replace-trans-fat/validation-programme-for-trans-fat-elimination>
- World Health Organization. An action package to eliminate industrially produced trans -fatty acids [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/action-package-to-eliminate-industrially-produced-trans-fatty-acids>
- Song S, Shim JE. Food behaviors accounting for the recent trends in dietary fatty acid profiles among Korean adults. *Nutr Res Pract*. 2022;16:405-417.
- Wanders AJ, Zock PL, Brouwer IA. Trans fat intake and its dietary sources in general populations worldwide: a systematic review. *Nutrients*. 2017;9:840.
- Park HK, Kim MC. Policy for reducing trans fat contents in processed foods. *Food Sci Ind*. 2007;40:2-5.

1-6

수분



수분은 가장 높은 비율을 차지하는 인체 구성 성분으로서 체내 항상성 및 생명 유지를 위해 필요한 생명체의 본질적 구성 요소이다. 체내 화학반응이 일어나는 장을 제공하며, 음식을 소화·흡수하는데 필요하고, 영양소를 운반하고, 노폐물을 배출시켜 준다. 뿐만 아니라, 체온을 조절하고, 타액, 소화액, 관절액, 점액 등의 주요 성분으로서 윤활제로 작용하며, 외부 충격으로부터 인체를 보호한다.

수분은 음식 수분과 액체 수분의 형태로 섭취하게 된다. 인체의 수화 상태를 측정하는 변인에는 혈액 삼투압, 혈액 나트륨 농도, 혈장량, 소변량과 색깔, 소변 비중과 삼투압, 타액 비중 등이 있다. 수분 섭취량이 부족할 경우 수분 불균형과 탈수가 나타나며, 이로 인해 신장결석, 담석증, 방광암이나 결장암 등의 암, 부정맥을 유발할 수 있다 (그림 1).

체내 수분은 수분 불균형의 일차적 지표인 수화 정도가 과잉되거나 저하되더라도 혈액 항상성 기전으로 쉽게 보일 수 있다. 또한 체내 수분은 대사 차이, 환경 조건, 활동 정도 등에 영향을 받아 변동이 크기 때문에 평균필요량을 추정하기 어렵다. 이와 같은 점들을 종합적으로 고려해서 수분은 충분섭취량으로 섭취기준을 설정한다. 수분 충분섭취량은 음식 수분 섭취량에 액체 수분 섭취량을 합한 총수분섭취량에 근거하여 정한다. 그리고 수분 충분섭취량은 수분 섭취 급원과 식생활을 반영해 액체와 총수분으로 구분해서 제시한다. 정상 식사를 하는 건강한 사람이 수분을 만성적으로 과량 섭취했을 때 체내에서 유해작용이 발생되었다는 보고는 거의 없으므로 수분은 상한섭취량을 설정하지 않았다.

한국인의 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량에 한국인 일상식 (물과 음료 제외) 수분 함량비 (0.53 mL/kcal)를 곱하여 구한다. 유아는 우유 섭취가 많으며, 국, 찌개 등을 성인만큼 먹지 않아 음식 수분 섭취량은 단위체중 당 음식 수분 계수인 23.5 mL/kg을 적용하여 산출한다. 액체 수분 섭취량은 연령군별, 성별로 2018-2022년 국민건강영양조사의 물 섭취량 중앙값과 음료 섭취량 중앙값에 우유 섭취를 권장하는 의미에서 우유 섭취량 200 mL/일을 합해서 산출한다.

생애주기에 따라서는 식생활 및 생리적 특성을 반영하여 이 산출 방법을 조정해 적용하고 있다. 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. 유아 (1-5세)의 수분 섭취기준은 성인보다 국물 섭취량이 적은 등 식사 내용이 다른 점을 반영해야 하여 성인과 달리 에너지필요추정량에 섭취 에너지 당 수분 필요량 계수 (1.075 mL/kcal) 곱해 이 값으로 정한다.

2013-2022년 국민건강영양조사 결과, 1세 이상 전체 대상자의 음식 수분 섭취량과 액체 섭취량을 합한 값의 중앙값은 1,826.2 mL/일이고 대상자의 63.9%가 수분 섭취기준에 미달되었다. 특히, 청소년과 75세 이상군에서 수분 섭취기준 미달 비율이 상대적으로 높았다.

한국인의 수분 주요 급원식품은 김치 (배추김치) > 사과 > 달걀, 생것 > 돼지고기 (살코기) > 양파의 순으로 높았으며, 1인 1회 분량 기준 수분 함량이 가장 높은 식품은 수박 (137 g)이었으며, 그다음으로 참외 (129 g), 감자 (114 g), 굴 (89 g), 배 (87 g), 감 (86 g)의 순으로 높았다. 또한 다소비 식품 중 100 g당 수분 함량이 높은 식품은 오이 > 숙주나물 > 배추 > 양상추 > 토란대의 순이었다.

최근 다양한 질병과 만성적인 탈수 또는 수분 섭취 부족의 관련성이 연구되어 왔는데 신장결석, 담석증, 방광염이나 결장암 등 암, 부정맥, 정맥혈전색전증, 승모판탈출증, 골다공증, 구강질환 등이 포함되어 있으나, 아직까지 만성질환위험감소섭취량을 설정할 만한 근거로는 부족하다. 추후 한국인을 대상으로 한 다양한 생애주기별 수분 요구량과 질병 관련성에 관한 체계적 연구가 필요하다고 하겠다.

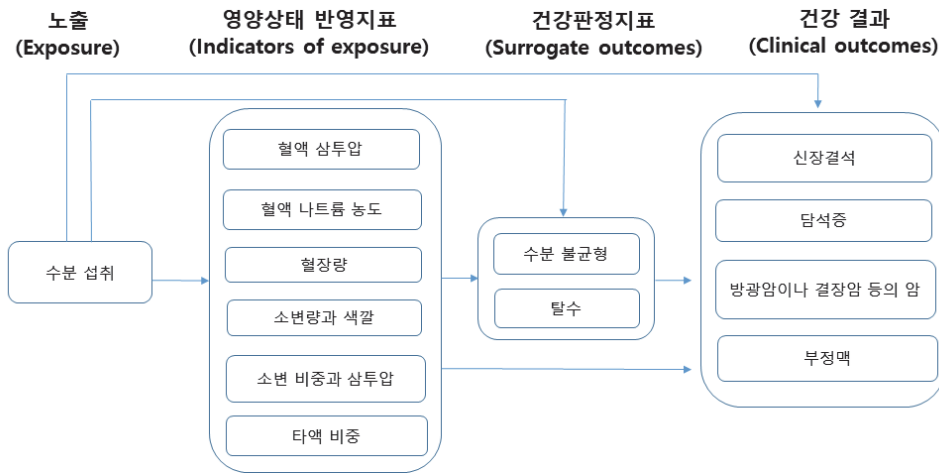


그림 1 | 수분 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Adolph EF, Wills JH. Thirst. In: Adolph EF, editors. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Interscience Publishers; 1947. p.241-253.
- Andreoli TE, Reeves WB, Bichet DG. Endocrine control of water balance. In: Fray JCS, Goodman HM, editors. *Handbook of Physiology, Section 7, Volume III: Endocrine Regulation of Water and Electrolyte Balance*. New York: Oxford University Press; 2000. p.530-569.
- Armstrong LE. Challenges of linking chronic dehydration and fluid consumption to health outcomes. *Nutr Rev* 2012;70(SUPPL/2):S121-S127.
- Armstrong LE, Johnson EC. Water intake, water balance, and the elusive daily water requirement. *Nutrients* 2018;10:1928.
- 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(3):265-279.
- Daniels MC, Popkin BM. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review. *Nutr Rev* 2010;68(9):505-521.
- Freund BJ, Montain SJ, Young AJ, Sawka MN, DeLuca JP, Pandolf KB, Valeri CR. Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *J Appl Physiol* 1995;79(6):2069-2077.
- Gosselin RE. Rates of sweating in the desert. In: Adolph EF, editors. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Interscience Publishers; 1947. p.44-76.
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington (DC): The National Academies Press; 2005.
- Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* 2010;64(2):115-123.
- Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutr Rev* 2010;68(8):439-458.
- Sawka MN, Wenger CB, Pandolf KB. Thermoregulatory responses to acute exercise-heat stress and heat acclimation. In: Fregly MJ, Blatteis CM, editors. *Handbook of Physiology. Section 4: Environmental Physiology, Vol 1*. New York: Oxford University Press; 1996. p.157-185.

Senay LC, Christensen ML. Changes in blood plasma during progressive dehydration. *J Appl Physiol* 1965;20(6):1136-1140.

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(3):137-146.

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(9):968-971.

02

비타민

2-1. 지용성비타민

- 2-1-1 비타민 A
- 2-1-2 비타민 D
- 2-1-3 비타민 E
- 2-1-4 비타민 K

2-2. 수용비타민

- 2-2-1 비타민 C
- 2-2-2 티아민
- 2-2-3 리보플라빈
- 2-2-4 니아신
- 2-2-5 비타민 B₆
- 2-2-6 엽산
- 2-2-7 비타민 B₁₂
- 2-2-8 판토텐산
- 2-2-9 비오틴

2-3. 비타민 유사 영양소

- 2-3-1 콜린-제정



2-1-1

비타민 A



비타민 A의 화학명은 (2E,4E,6E,8E)-3,7-dimethyl-9-(2,6,6-trimethylcyclohexen-1-yl)nona-2,4,6,8-tetraen-1-ol 이며, 분자식은 $C_{20}H_{30}O$, 분자량은 286.5 g/mol이다. 비타민 A는 지용성 비타민으로, 정상적인 성장과 발달, 생식, 상피세포의 분화, 세포 분열, 면역 반응 등에 필수적인 역할을 수행한다. 인체 내에서는 주로 레티놀, 레티날, 레티노산 형태로 존재하며, 이는 시각, 세포분화, 생체 내 신호 전달에 관여한다. 동물성 식품에서 레티놀 형태로, 식물성 식품에서는 카로티노이드(전구체) 형태로 섭취된다. 대표적인 카로티노이드는 알파-카로틴, 베타-카로틴, 베타-크립토잔틴 등이 있으며, 이들은 체내에서 비타민 A로 전환된다.

비타민 A는 방사선 동위원소 희석법에 의해 측정된 간 비타민 A 저장량을 지표로 사용하고 있다. 이는 노출지표로 영양 상태가 좋은 사람들의 체내 비타민 A 저장량을 적정 수준 유지하였을 때를 반영하며, 이는 영양소의 기능을 충분히 수행할 수 있는 수준을 반영한 것이다 (그림 1). 우리나라 사람들을 대상으로 한 연구 결과의 부족으로 서양의 연구 자료를 기초로 하여 추정된 것이며, 비타민 A의 평균 필요량은 체중의 변화를 적용하여 산정되므로 2025년에 새로 제정된 체위기준치의 체중을 적용하여 계산하였고, 섭취기준을 10단위로 조정한 결과 남자 12-14세와 65-74세 평균필요량이 변경되었다. 성인 및 노인 이외의 임신·수유부, 영아, 유아, 아동 및 청소년의 평균필요량은 19-29세 성인의 섭취량을 기초로 하여 설정되었다.

비타민 A를 과도하게 섭취할 경우 지방간을 포함한 간 손상, 세포막의 불안정화, 사산 및 기형아 출산, 뼈와 연골의 손상, 두통 등의 부작용이 보고된 바 있다. 최근 골감소증과 비타민 A와의 관련성이 유익, 유해, 무관 모두 존재한다고 보고되고 있으나 연구 간의 설계와 결과의 이질성이 크고, 유해 용량이 넓은 범위에 분포할 가능성이 있으며, 개인의 임상적 특성에 따라 달라질 수 있어 골감소증을 상한 섭취량 설정의 기준으로 삼기 어려운 실정이다. 따라서, 기존과 동일하게 상한섭취량의 기준지표는 간 독성에 기반하여 설정되었다. 2025년도 비타민 A의 상한섭취량 기준 설정을 위해서 영유아기는 비타민 A 과잉증에 의한 최대무독성용량, 성인기에는 간독성이 나타날 때를, 가임기 여성은 임신시 태아 기형발생을 독성종말점으로 설정하여 최소독성용량을 지표로 활용하여 추정되었다 (그림 2).

2018년부터 2022년의 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 비타민 A 섭취량 중위수는 $300.3 \mu\text{g RAE/일}$, 평균은 $381.2 \mu\text{g RAE/일}$ 로 대상자의 73.5%가 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 연령별, 성별에 따른 섭취량 분포에서 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있는 비율이 가장 높은 집단은 남자에서는 75세 이상이 82.6%로 가장 높았고, 19-29세가 82.5%, 65-74세가 79.5%로 높은 순이었다. 여자에서는 75세 이상이 86.7%로 가장 높았고, 12-14세가 81.3%, 19-29세가 81.1%로 높은 순이었다.

한국인은 비타민 A를 주로 동물성 식품 (간류, 달걀, 우유 등)과 식물성 식품 (시금치, 당근, 들깨잎 등)을 통해 섭취하며, 특히 식물성 식품의 섭취 비중이 높다. 성인 권장섭취량 기준으로 1회 분량당 비타민 A 함량을 비교한 결과, 함량이 가장 높은 식품은 닭의 간 (6,054 μg RAE/45 g), 소의 간 (4,249 μg RAE/45 g), 돼지의 간 (2,284 μg RAE/45 g) 순이었다. 식물성 식품 중에서는 들깨잎이 가장 높은 순위를 기록하였으며, 시금치와 당근 역시 주요 급원식품으로 분석되었다. 이 외에도 상추, 부추, 김치류, 고추장, 고춧가루 등 다양한 채소와 조미료가 비타민 A 섭취에 기여하고 있었다.

현재 한국인을 대상으로 한 카로티노이드의 생체전환율에 대한 연구가 부족하여, 비타민 A 단위는 미국-캐나다 기준인 μg RAE를 적용하고 있다. 하지만 식물성 식품 섭취가 많은 한국인은 전환율이 낮은 카로티노이드에 대한 의존도가 높아 μg RAE 적용 이후 평균필요량 미만 섭취자 비율이 상당히 높아졌다. 그럼에도 불구하고 임상적 결핍 증상은 뚜렷하지 않기 때문에 정확한 섭취량 평가를 위해서 카로티노이드 종류별 전환율 연구, 함량 데이터베이스 정비, 식품별 차이 반영, 모유 레티놀 최신 자료 확보 등이 필요하다. 향후에는 한국인을 대상으로 한 급원식품별·형태별 생체이용률 분석과 혈청 지표 연계 연구를 통해, 과학적이고 실효성 있는 비타민 A 섭취기준 개정이 필요하다.

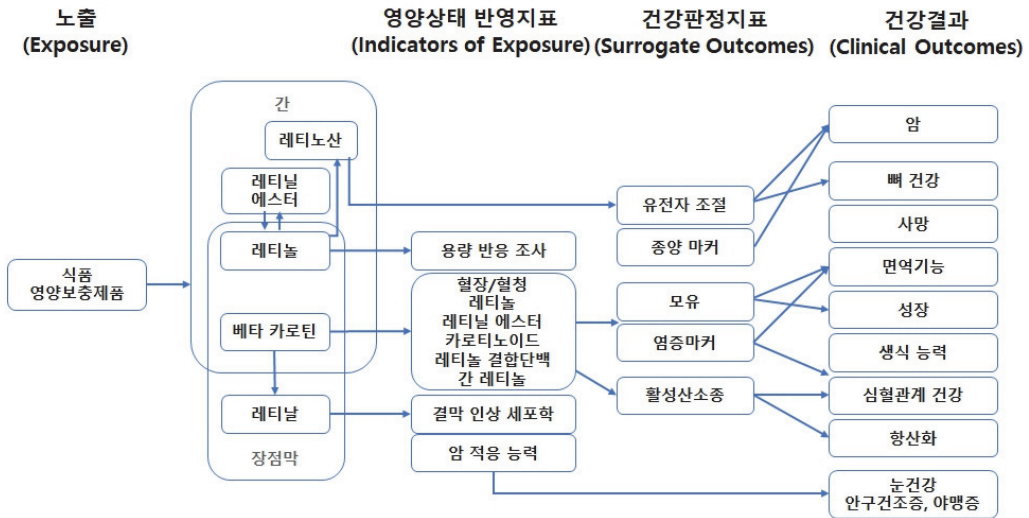


그림 1 | 비타민 A 평균필요량 설정을 위한 분석틀

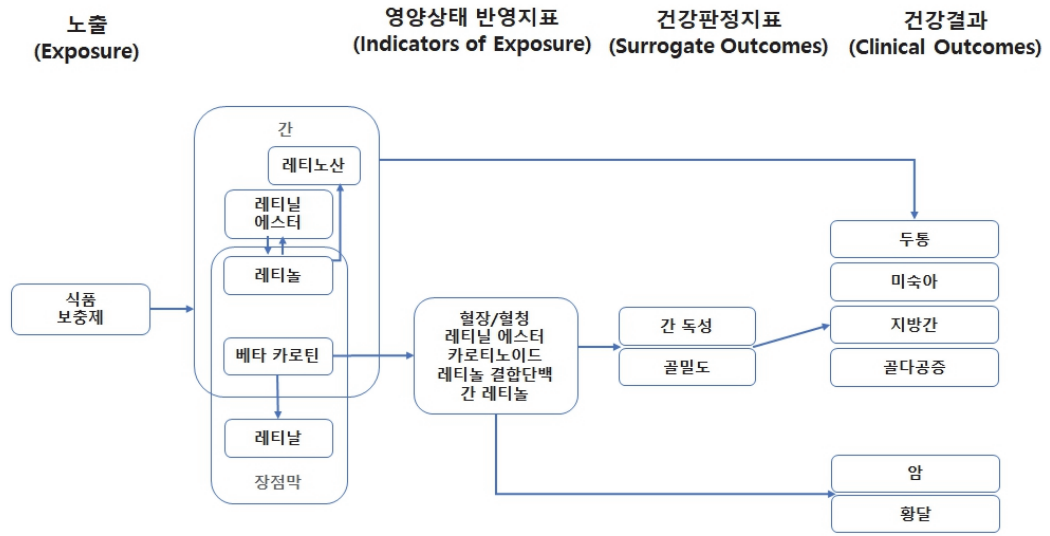


그림 2 | 비타민 A 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Tyssandier V, Reboul E, Dumas JF, Bouteloup-Demange C, Armand M, Marcand J, Sallas M, Borel P. Processing of vegetable-borne carotenoids in the human stomach and duodenum. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2003;284(6):G913-G923
- Edem DO. Vitamin A: a review. *Asian J Clin Nutr* 2009;1:65-82
- Tang G. Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. *Am J Clin Nutr* 2010;91(5):1468S-1473S
- Harrison EH. Mechanisms involved in the intestinal absorption of dietary vitamin A and provitamin A carotenoids. *Biochim Biophys Acta* 2012;1821(1):70-77
- Tanumihardjo SA. Vitamin A: biomarkers of nutrition for development. *Am J Clin Nutr* 2011;94:658S-665S
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES): dietary supplement nutrient intake analysis data. 2018-2022
- Melhus H, Michaëlsson K, Kindmark A, Bergström R, Holmberg L, Mallmin H, Wolk A, Ljunghall S. Excessive dietary intake of vitamin A is associated with reduced bone mineral density and increased risk for hip fracture. *Ann Intern Med* 1998;129(10):770-778
- Smith FR, Goodman DS. Vitamin A transport in human vitamin A toxicity. *N Engl J Med* 1976;294(15):805-808
- Hicks RM. The scientific basis for regarding vitamin A and its analogues as anti-carcinogenic agents. *Proc Nutr Soc* 1983;42(1):83-93
- Barker ME, Blumsohn A. Is vitamin A consumption a risk factor for osteoporotic fracture? *Proc Nutr Soc* 2003;62(4):845-850
- Crandall C. Vitamin A intake and osteoporosis: a clinical review. *J Womens Health (Larchmt)* 2004;13(8):939-953
- Bates CJ. Vitamin A in pregnancy and lactation. *Proc Nutr Soc* 1983;42(1):65-79
- Bernhardt IB, Dorsey DJ, Osler SW. Hypervitaminosis A and congenital renal anomalies in a human infant. *Obstet Gynecol* 1974;43(5):750-755

- Matsuda-Inoguchi N, Date C, Sakurai K, Kuwazoe M, Watanabe T, Toji C, Furukawa Y, Shimbo S, Nakatsuka H, Ikeda M. Reduction in estimated vitamin A intake induced by new food composition tables in Japan, where vitamin A is taken mostly from plant foods. *Int J Food Sci Nutr* 2006;57:279-291
- Noh HH, Kim YJ, Cho YO. Vitamin A and E intake and major dietary sources in adults living in Seoul and Gyeonggi areas. *Korean J Nutr* 2010;43(6):628-637
- Tang GW, Gu XF, Hu SM, Xu QM, Qin J, Dolnikowski G, Fjeld C, Gao X, Russell R, Yin SA. Green and yellow vegetables can maintain body stores of vitamin A in Chinese children. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:288-293

2-1-2

비타민 D



비타민 D (calciferol)는 지용성 스테로이드 계열의 프로호르몬 (prohormone)으로, 칼슘과 인의 대사 조절 및 골격 건강 유지에 필수적이다. 주요 공급원은 식품 섭취뿐만 아니라 피부에서 7-dehydrocholesterol이 자외선 B (UVB)에 의해 합성되어 생성되는 비타민 D₃ (콜레칼시페롤)이며, 이는 간에서 25-하이드록시비타민 D₃ [25(OH)D₃], 신장에서 활성형 1,25-디하이드록시비타민 D₃[1,25(OH)₂D₃]로 전환되어 다양한 생리적 기능을 수행한다.

비타민 D의 대표적 기능은 활성형 비타민 D가 소장에서 비타민 D 의존성 운반 단백질의 발현을 조절함으로써 칼슘과 인의 흡수를 촉진하고, 이를 통해 혈중 농도를 안정적으로 유지하여 골격 무기질화와 뼈 건강을 지원하는 데 있다. 나이가 면역세포를 비롯해 피부, 뇌, 전립선, 췌장, 유방, 대장 등 다양한 조직에서 비타민 D 수용체 (Vitamin D receptor, VDR)가 발현되어 면역조절, 세포 성장과 분화, 근육 및 신체기능 유지에 관여하며, 심혈관질환과 대사증후군 등 여러 건강 문제와의 연관성도 보고되고 있다. 비타민 D 상태를 평가하는 데 있어 가장 신뢰성 있는 지표는 혈중 25-하이드록시비타민 D [25(OH)D] 농도로, 이는 체내 저장량을 직접적으로 반영한다. 아울러 혈중 부갑상선호르몬 (parathyroid hormone, PTH) 농도는 골격 건강 및 골 대사와의 연관성이 과학적으로 입증되어 있어 중요한 보조 지표로 활용된다. 특히 비타민 D 결핍 시 부갑상선호르몬 (PTH) 농도가 상승하여 2차성 부갑상선기능항진증을 유발하므로, 이는 결핍 상태를 판별하는 데 유용한 생리학적 지표로 간주된다.

한국인에서 비타민 D 결핍 또는 부족 상태는 흔히 관찰되며, 섭취량은 개인별·일별 변동이 크고, 식품 섭취뿐만 아니라 햇빛 노출에 의한 체내 합성에 크게 의존한다. 이러한 특성으로 인해 필요량을 직접 산출하는 데에는 한계가 따른다. 이에 따라 한국인의 식사섭취기준에서는 미국, 캐나다, 일본 등에서 제시한 권장량을 참고하되, 햇빛 합성량을 고려하여 한국인의 상용식품 섭취로 충족 가능한 수준의 충분섭취량을 설정하였다. 충분섭취량은 혈중 25-하이드록시비타민 D [25(OH)D] 농도를 체내 비타민 D 상태의 지표로 삼아 추정되었고, 특히 25-하이드록시비타민 D [25(OH)D]의 임계농도를 적정 상태의 기준으로 설정하여 이를 근거로 산출되었다 (그림 1).

비타민 D는 자외선 노출에 의한 체내 합성만으로는 과잉증이 발생하지 않는다. 또한 식품으로 섭취된 비타민 D 역시 신장에서의 하이드록실화 (hydroxylation) 과정이 엄격히 조절되므로, 혈중 칼슘 농도가 상승하면 추가적인 활성화가 억제된다. 그러나 장기간 과량 섭취가 지속될 경우 고칼슘혈증 (hypercalcemia), 신장 기능 저하, 연조직 석회화, 심혈관계질환, 나이가 사망 위험까지 증가할 수 있음이 보고되어 있다. 이에 따라 성인의 비타민 D 상한섭취량은 고칼슘혈증을 근거로 한 최대무독성용량에 기초하여 설정되었다. 영아의 경우에는 최대무독성용량 뿐 아니라 성장지연과 관련된 섭취 수준이 추가적으로 고려되었다. 반면 아동 및 청소년에서는 과학적 근거가 충분하지 않아, 이들 연령군의

상한섭취량은 성인과 영아에서 설정된 값을 바탕으로 추정·설정되었다 (그림 2).

최근 5년간 국민건강영양조사 (2018-2022)에서 수집된 개인별 24시간 식사회상법 자료를 분석한 결과, 한국인의 비타민 D 1일 평균 섭취량은 3.0 μg 으로 나타났다. 성별로는 남자 3.2 μg , 여자 2.4 μg 으로 남자가 상대적으로 높은 섭취량을 보였으며, 연령별로는 남녀 모두 50~64세에서 섭취량이 가장 높았다. 그러나 비타민 D 충분섭취량에 도달한 비율은 전체 인구에서 31.4%에 불과하였고, 남자는 35.1%, 여자는 27.7%로 성별 차이가 확인되었다. 또한 보충제 섭취 현황을 분석한 결과, 2018-2020년 국민건강영양조사에 참여한 20세 이상 성인 16,132명 중 비타민 D 보충제를 섭취한 비율은 약 3.7%로, 전체 성인 인구의 극히 일부에 해당하였다.

한국인의 주요 비타민 D 급원 식품은 어패류, 난류, 육류로 확인되었고, 이 중 어류와 난류가 비타민 D 함량이 높은 대표적 식품군이었다. 그러나 한국인의 일상적인 식단에서 비타민 D가 풍부한 식품은 제한적이므로, 우유, 치즈, 시리얼, 요거트 등과 같은 유제품 및 일부 비타민 D 강화식품 (fortified foods)이 중요한 공급원으로 기여하고 있다.

현재 한국인의 비타민 D 섭취기준은 한국인을 대상으로 한 연구가 부족하여, 주로 국외 연구 결과와 국외의 영양소 섭취기준에 의존해 설정되고 있다. 그러나 이러한 기준은 한국인의 체격, 식생활 습관, 생활환경 등을 충분히 반영하기 어렵다는 한계가 있다. 특히 실외 활동에 따른 햇빛 노출 시간, 비타민 D의 일상적 섭취량, 혈중 25-하이드록시비타민 D [25(OH)D] 농도 간의 상호 관계를 규명할 수 있는 신뢰도 높은 국내 자료가 절실히 요구된다. 따라서 한국인을 대상으로 한 임상 연구를 확대하고, 중장기적으로는 생애주기별·성별 특성을 고려하여 체내 적정 혈중 25-하이드록시비타민 D [25(OH)D] 농도를 유지하기 위한 섭취량을 산출할 필요가 있다. 이를 바탕으로 한국인의 현실에 적합한 비타민 D 섭취기준을 지속적으로 개정·보완하는 노력이 필요하다.

아울러, 비타민 D는 햇빛 노출 정도에 따라 체내 합성량이 크게 달라지는 특성을 지니므로 기준 체위와 신체활동 수준을 반영하여 다른 영양소와 마찬가지로 변이계수 산정에 대한 검토가 필요하다. 또한, 포스트 코로나 시대 이후 건강보충제 소비가 증가하면서 고용량 활성형 비타민 D 보충제 섭취가 늘어나고 있어, 이로 인한 잠재적 과잉섭취 위험에 대한 우려가 제기되고 있다. 따라서 상한섭취량의 설정과 관련한 논의가 심화될 필요가 있다.

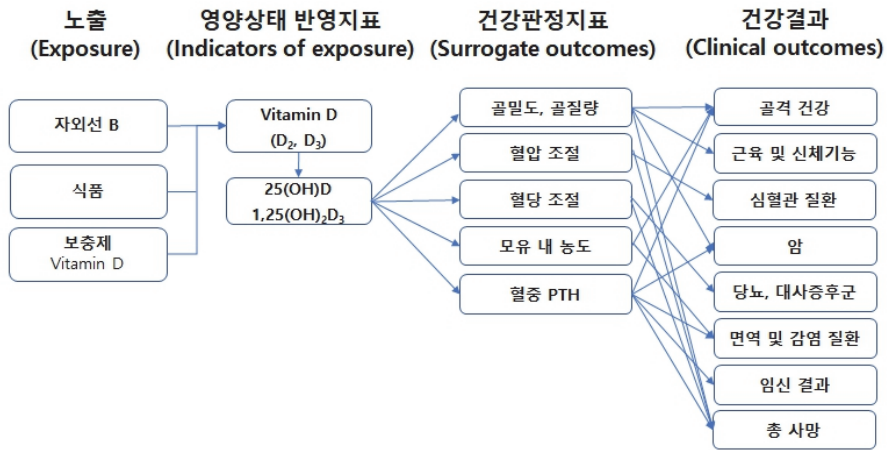


그림 1 | 비타민 D 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

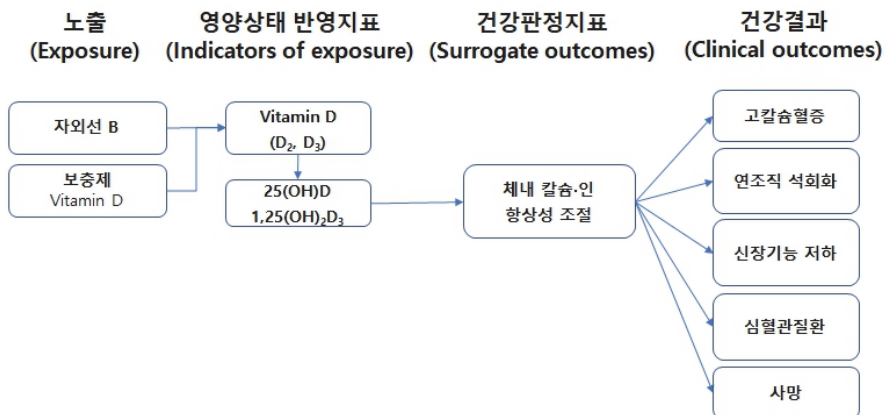


그림 2 | 비타민 D 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. Washington, DC: National Academies Press; 2011.
- Heaney RP, Recker RR, Grote J, Horst RL, Armas LAG, Vitamin D3 is more potent than vitamin D2 in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96:E447-E452.
- Strushkevich N, Usanov SA, Plotnikov AN, Jones G, Park HW. Structural analysis of CYP2R1 in complex with vitamin D3. *J Mol Biol* 2008;380:95-106.
- Brustad M, Alsaker E, Engelsen O, Aksnes L, Lund E. Vitamin D status of middle-aged women at 65-71 degrees N in relation to dietary intake and exposure to ultraviolet radiation. *Public Health Nutr* 2004;7:327-35.
- Bergwitz C, Jüppner H. Regulation of phosphate homeostasis by PTH, vitamin D, and FGF23. *Annu Rev Med* 2010;61:91-104.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Dietary reference values for vitamin D [Internet]. Parma (Italy): European Food Safety Authority; 2016 [cited 2025 Sep 11]. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4547>.
- Blomhoff R, Andersen R, Arnesen EK, Christensen JJ, Damsgaard CT, Erkkola M, Fagt S, Gylling H, Høstmark AT, Jakobsen J, et al. Nordic Nutrition Recommendations 2023 [Internet]. Copenhagen (Denmark): Nordic Council of Ministers; 2023 [cited 2025 Sep 11]. Available from: <https://www.norden.org/en/publication/nordic-nutrition-recommendations-2023>.
- Ministry of Health, Labour and Welfare (Japan). Dietary Reference Intakes for Japanese (2020). Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2019
- Korea Disease Control and Prevention Agency. The Korea National Health and Nutrition Examination Survey IX-1 (2022). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
- Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.

2-1-3

비타민 E



비타민 E는 항산화 기능을 갖는 영양소로 천연에는 α -, β -, γ -, δ - 토코페롤 (tocopherol)과 α -, β -, γ -, δ - 토코트리엔올 (tocotrienol) 형태로 존재한다. 우리나라의 경우는 α -토코페롤 외에도 γ -토코페롤의 섭취량이 높다.

일반적인 식단에서 α -토코페롤은 장에서 흡수된 후, 유미지립 (chylomicron)에 포함되어 간으로 운반된다. 간에서는 α -토코페롤 수송 단백질 (α -tocopherol transfer protein, α -TTP)이 다른 형태보다 α -토코페롤과 선택적으로 결합하여 초저밀도 지단백 (VLDL)에 α -토코페롤을 포함시켜 혈액으로 방출하고, 이를 통해 체내 조직으로 분배되도록 한다.

비타민 E는 체내 항산화 방어 체계의 주요 요소로서 과산화 라디칼을 제거하는 역할을 하며, 세포막 인지질과 혈장 지단백 내의 고도불포화지방산 (PUFAs)을 보호한다. 비타민 E 결핍은 α -토코페롤 수송 단백질 유전자 이상이나 지단백 대사 이상 등 특수한 대사적 결함에서 주로 관찰되며, 일반 인구에서는 드물다.

비타민 E 섭취기준 설정을 위한 평균필요량 산정에는 섭취량과 생체지표 간의 연관성이 필요하나, 국내에서는 관련 근거가 부족하다. 따라서 현 단계에서는 충분섭취량으로 제시하였다. 한국인은 식이 및 식이보충제를 통해 다양한 형태의 토코페롤과 토코트리엔올을 섭취하고 있다. 이에 따라 우리나라는 8종의 비타민 E를 모두 활성 비타민 E로 간주하며, 이를 생체역가로 환산한 α -토코페롤 당량 (α -TE) 단위로 섭취기준을 제시한다.

비타민 E는 여러 지단백질 사이에서 교환될 뿐 아니라 혈장 지질 전달 단백질 (plasma phospholipid transfer protein)에 의해 적혈구와도 빠르게 교환되며, 비타민 E 결핍 시 적혈구 용혈작용이 발생하기 때문에 현재까지 가장 과학적인 자료로 받아들여지는 적혈구 용혈작용과 혈액 내 비타민 E 농도를 이용하여 비타민 E 섭취기준을 설정하였다. 또한 다가불포화지방산 (PUFA) 섭취량이 증가하면, PUFA 으로부터 유래하는 과산화지질 생성을 억제하기 위해 비타민 E의 필요량이 높아지므로, PUFA 섭취량을 고려하여 비타민 E 충분섭취량을 산정하였다. 비타민 E는 식품으로 섭취할 때 일반적으로 고용량에서도 큰 유해영향이 없는 것으로 알려져 있다. 그러나 고용량의 보충제 섭취 시 심혈관계질환, 위장질환, 혈장 티록신 수준 저하, 혈액 응고 장애 등에 문제를 초래할 수 있음이 보고되었으므로 일본, 영국, 유럽연합, 미국 등 다양한 국가에서 수행된 연구와 임상 결과를 근거로 최대무독성용량을 인용하고, 여기에 불확실계수를 적용하여 상한섭취량을 추정하였다.

한국인의 비타민 E 주요 급원은 고춧가루, 달걀, 배추김치, 콩기름, 과자, 마요네즈 순으로 나타났으며, 1인 1회 분량 기준 비타민 E 함량이 가장 높은 식품은 샐러드드레싱 (2.1 mg α -TE), 새우 (1.8 mg α -TE), 시리얼 (1.8 mg α -TE), 라면 (1.2 mg α -TE), 고등어 (1.2 mg α -TE) 순이었다. 또한

100 g당 비타민 E 함량이 높은 식품으로는 견과류와 종실류, 단백질 보충제 외 녹차(말린 것), 붉은 고추, 민들레 등이 있다.

현재 한국인을 대상으로 한 감소-재보충 (depletion-repletion)연구나 용량-반응 중재연구가 부족하여, 대부분 외국의 연구자료 및 임상결과에 의존하여 섭취기준이 설정되고 있다. 따라서 한국인을 대상으로 한 체계적인 중재연구가 수행되어, 그 결과를 바탕으로 평균필요량과 권장섭취량을 산출하는 방향으로 섭취기준을 전환해야 한다.

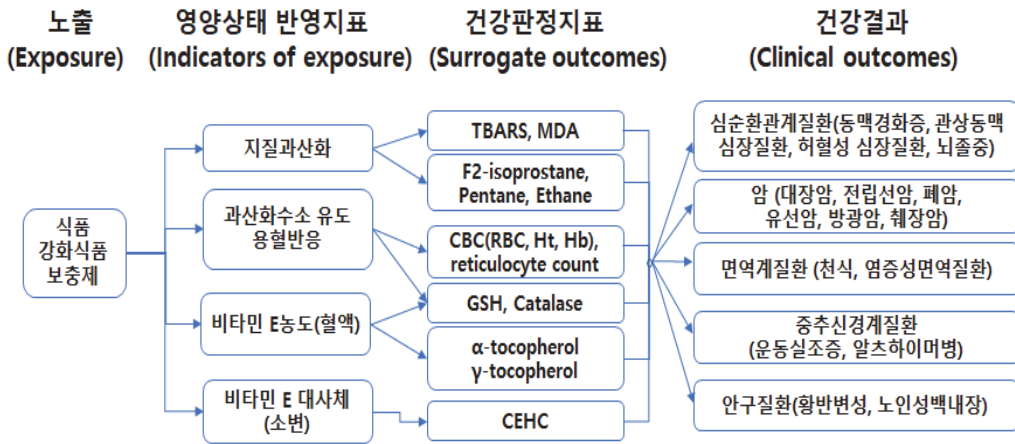


그림 1 | 비타민 E 충분섭취량 설정을 위한 분석들

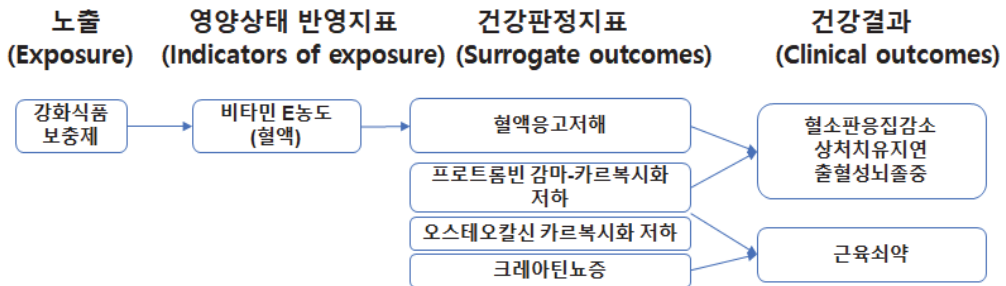


그림 2 | 비타민 E 상한섭취량 설정을 위한 분석들

참고문헌

- Catignani GL, Bieri JG. Rat liver alpha-tocopherol binding protein. *Biochim Biophys Acta* 1977;497(2):349-57.
- Horwitt MK, Century B, Zeman AA. Erythrocyte survival time and reticulocyte levels after tocopherol depletion in man. *Am J Clin Nutr* 1963;12:99-106.
- Horwitt MK. Vitamin E and lipid metabolism in man. *Am J Clin Nutr* 1960;8:451-61.
- Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Development of the vitamin D and vitamin E content database for dietary intake assessment in the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Public Health Wkly Rep* 2022;15(27):1935-43.
- Korim KMM, Arbid MS, Gomaa NE. Supplementation of α -tocopherol attenuates minerals disturbance, oxidative stress and apoptosis occurring in favism. *Indian J Clin Biochem* 2017;32(4):446-52.
- Morinobu T, Ban R, Yoshikawa S, Murata T, Tamai H. The safety of high-dose vitamin E supplementation in healthy Japanese male adults. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2002;48(1):6-9.
- Mortensen MS, Ruiz J, Watts JL. Polyunsaturated fatty acids drive lipid peroxidation during ferroptosis. *Cells* 2023;12(5):804.
- Raederstorff D, Wyss A, Calder PC, Weber P, Eggersdorfer M. Vitamin E function and requirements in relation to PUFA. *Br J Nutr* 2015;114(8):1113-22.
- Sato Y, Hagiwara K, Arai H, Inoue K. Purification and characterization of the alpha-tocopherol transfer protein from rat liver. *FEBS Lett* 1991;288(1-2):41-5.
- Tantavisut S, Tanavalee A, Honsawek S, Suantawee T, Ngarmukos S, Adisakwatana S, Callaghan JJ. Effect of vitamin E on oxidative stress level in blood, synovial fluid, and synovial tissue in severe knee osteoarthritis: a randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18(1):281.

2-1-4

비타민 K



비타민 K는 나프토크논을 공통 고리로 포함하는 지용성 비타민이다. 종류에 따라 비타민 K₁ (필로퀴논), K₂ (메나퀴논), K₃ (메나디온)으로 구분된다. 비타민 K₁은 식물 광합성으로 만들어져 녹색 잎채소에 풍부하고, K₂는 장내 박테리아에 의해 합성되거나 발효식품 및 동물성 식품에 많다. 비타민 K₃는 용혈성빈혈이나 황달의 부작용을 일으킬 수 있어 영양학적 사용은 제한된다.

비타민 K의 주요 기능은 혈액응고 인자의 γ -카르복실화 (γ -carboxylation)를 매개하여 혈액 응고에 기여한다. 또한 뼈 대사에서 오스테오칼신 (osteocalcin)을 활성화하여 뼈의 칼슘 결합을 돕고, 혈관 석회화를 억제하는 단백질인 MGP (Matrix Gla Protein)를 활성화하는 기능도 있다. 비타민 K의 결핍증으로는 혈액 응고 지연, 출혈 징후가 대표적이다.

비타민 K의 영양상태는 다양한 지표로 평가된다. 혈중 필로퀴논 농도, 혈액응고 인자 VII 활성도, 비타민 K 의존성 단백질 중 카르복실화되지 않은 비활성형인 PIVKA-II, 카르복실화되지 않은 오스테오칼신 (ucOC), 탈인산화된 카르복실화되지 않은 Gla 단백질 (dp-ucMGP), 그리고 소변의 γ -카르복실글루탐산 잔기 측정 등이 활용된다.

현재까지 비타민 K의 평균필요량을 설정할 충분한 자료는 없다. 용량-반응 관련 연구가 부족하고, 생화학적 지표들의 생리학적 설명력이 제한적이기 때문이다. 또한 비타민 K 과잉 섭취에 대한 독성이 보고된 바 없어 상한섭취량도 설정되지 않았다. 따라서 한국인의 비타민 K 섭취기준은 충분섭취량을 사용한다. 성인의 경우 건강한 성인의 평균 섭취량을 기준으로 충분섭취량을 설정했으며, 성장기 아동의 충분섭취량은 성인의 충분섭취량에서 외삽했다. 영아는 모유의 비타민 K 섭취량을 근거로 설정되었다. 노인기, 임신기, 수유기의 경우 성인과 동일한 충분섭취량이 설정되었다.

한국인의 섭취실태를 살펴보면, 국민건강영양조사 (2008-2012)를 통해 조사된 식품섭취량을 한국 영양학회 영양소 함량 데이터베이스를 이용하여 분석한 결과, 1세 이상의 연령군에서 하루 식사를 통한 비타민 K 섭취량의 중앙값은 126.4 μg /일로 설정된 섭취기준 (충분섭취량)을 상회하는 것으로 나타났다. 또한 제5차 국민건강영양조사의 자료를 바탕으로 19-64세 성인으로부터 24시간 회상법을 이용한 한국인용 비타민 K 식품섭취빈도조사표 개발 검증 연구 결과에서도 비타민 K 섭취는 226.7 \pm 172.7 μg /일로 제시되어 충분섭취량을 상회하는 것으로 나타났다. 2012년 이후 한국인의 비타민 K 섭취량을 조사한 연구는 제한적이거나, 녹황색 채소와 발효식품 섭취가 많은 한국인의 식습관을 고려할 때, 비타민 K 섭취는 충분섭취량을 상회할 것으로 예상된다.

한국인의 비타민 K 주요 급원식품은 배추김치, 시금치, 들깻잎, 상추, 미역 (말린 것) 순이었으며, 1인 1회 분량 기준 비타민 K 함량이 가장 높은 식품은 고춧잎 (610 μg), 들깻잎 (551 μg), 무청 (323 μg), 아욱 (318 μg) 등이었다. 또한 다소비 식품 중 100 g당 비타민 K 함량이 높은 식품으로는 미역

(말린 것), 녹차 (말린 것), 고춧잎, 들깨잎, 김 (조미김, 구운 것) 등이 해당되었다.

비타민 K는 채소류의 K₁, 발효 및 동물성 식품의 K₂로 구분되나, 발효식품 (된장·김치 등)의 함량 데이터베이스는 미흡하여 한국인 섭취량 평가에 한계가 있다. 따라서 비타민 K₁과 비타민 K₂를 모두 포함한 비타민 K 섭취 데이터베이스 구축이 필요하다. 또한 식약처는 2024년부터 비타민 K₂를 건강기능식품 성분으로 인정함에 따라 건강기능식품의 비타민 K 함량 역시 주요 급원식품 데이터베이스 구축 시 함께 고려해야 한다.

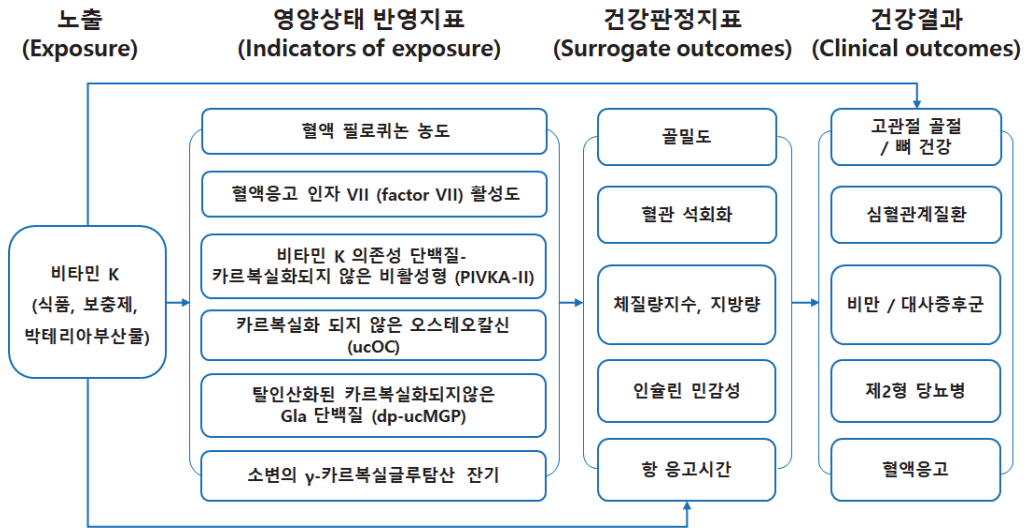


그림 1 | 비타민 K 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Aoun M, Makki M, Azar H, Matta H, Chelala DN. High Dephosphorylated-Uncarboxylated MGP in Hemodialysis patients: risk factors and response to vitamin K2, A pre-post intervention clinical trial. *BMC Nephrol* 2017;18:191.
- Booth SL, O'Brien-Morse ME, Dallal GE, Davidson KW, Gundberg CM. Response of vitamin K status to different intakes and sources of phylloquinone-rich foods: comparison of younger and older adults. *Am J Clin Nutr* 1999;70:368-77.
- Booth SL, Suttie J. Dietary intake and adequacy of vitamin K. *J Nutr* 1998;128:785-788.
- Griffin TP, Islam MN, Wall D, Ferguson J, Griffin DG, Griffin MD, O'Shea PM. Plasma dephosphorylated-uncarboxylated Matrix Gla-Protein (dp-ucMGP): reference intervals in Caucasian adults and diabetic kidney disease biomarker potential. *Sci Rep* 2019;9:18452.
- Kim E, Kim M, Sohn C. Validity and Reliability of a Self-administered Food Frequency Questionnaire to Assess Vitamin K Intake in Korean Adults. *Clin Nutr Res* 2016;5:153-160.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention, ed. Report presentation of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) IV. Ministry of Health and Welfare, 2008-2009.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention, ed. Report presentation of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) V. Ministry of Health and Welfare, 2010-2012.
- National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. Food Composition Table. 10.2 version. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration; 2024.
- Roumeliotis S, Roumeliotis A, Stamou A, Leivaditis K, Kantartzi K, Panagoutsos S, Liakopoulos V. The Association of dp-ucMGP with Cardiovascular Morbidity and Decreased Renal Function in Diabetic Chronic Kidney Disease. *Int J Mol Sci* 2020;21:6035.
- Sadowski JA, Hood SJ, Dallal GE, Garry PJ. Phylloquinone in plasma from elderly and young adults: factors influencing its concentration. *Am J Clin Nutr* 1989;50:100-8.
- Sokoll LJ, Booth SL, O'Brien ME, Davidson KW, Tsaioun KI, Sadowski JA. Changes in

serum osteocalcin, plasma phylloquinone, and urinary gamma-carboxyglutamic acid in response to altered intakes of dietary phylloquinone in human subjects. *Am J Clin Nutr* 1997;65:779-84.

Suttie JW. Vitamin K and human nutrition. *J Am Diet Assoc* 1992;92:585-90.

2-2-1

비타민 C



인간은 비타민 C (또는 아스코르빈산)를 만들지 못하므로 필수적으로 식품을 통해 섭취를 해야 한다. 비타민 C는 인체의 정상적인 생리적 기능을 위하여 반드시 필요하다. 비타민 C의 기능은 항산화 작용, 결합조직 및 호르몬 합성 조효소 (Cofactor) 역할, 면역 기능 및 철 흡수 촉진 등이다. 소장에서 아스코르빈산은 나트륨 의존성 비타민 C 수송체 (sodium vitamin C transporters, SVCTs)를 통해 능동 수송(active transport)되어 소장 상피세포로 이동한다. 디하이드로아스코르빈산은 포도당 운반체 (glucose transporters, GLUTs)를 통하여 촉진 확산 (facilitated diffusion)으로 세포 내로 들어간 후, 아스코르빈산으로 환원된다. 아스코르빈산은 소장 정단부 (apical side)로 흡수된 후, 기조측면 (basolateral side)으로 이동하여 문맥혈 (portal blood)로 운반된다.

비타민 C를 섭취하면 건강한 사람은 흡수, 조직에의 축적, 신장의 재흡수 기전에 의해 혈장과 조직의 비타민 C 농도를 조절한다. 일정 수준 이상의 비타민 C를 섭취하면 흡수율이 낮아지고 배설율이 증가하게 된다. 섭취량이 약 200 mg/일 이면 혈중 비타민 C는 포화상태에 이르게 되고, 거의 증가가 없게 된다. 호중구 (neutrophil)의 과산화물 생성 억제를 관찰한 연구를 통해, 비타민 C의 항산화 능력이 최적화되는 혈중 농도를 추정해 볼 수 있는데, 생리적 범위 내에서는 혈장 농도가 높을수록 항산화 능력이 증가하는 경향을 보였다. 여러 연구들을 통해 성인의 혈중 농도 50 $\mu\text{mol/L}$ 을 체내 필요한 용량으로 보고, 이에 해당하는 섭취량인 75 mg/일을 평균필요량으로 설정한 후, 변이계수 15%를 사용하여 권장섭취량을 100 mg/일로 2020년 한국인 영양소 섭취기준과 같은 섭취량으로 유지하였다.

상한섭취량은 건강한 사람에게 비타민 C를 1 g/일씩 단계적으로 증가시키며 3-4 g/일을 섭취시켰을 때 위장관 장애가 나타난 연구 결과를 토대로 3 g/일을 비타민 C의 최소독성용량으로 보고 불확실계수로 1.5를 적용하여 2 g/일로 유지하였다.

2018-2022년 국민건강영양조사 1세 이상 대상자를 분석한 결과, 식품을 통한 비타민 C 섭취는 대부분의 연령에서 비타민 C 평균필요량보다 적게 섭취하는 비율이 50% 이상이고, 평균적으로 74%가 평균필요량보다 적게 섭취하였다. 반면 식이보충제를 섭취하는 경우, 평균적으로 12%가 평균필요량보다 적게 섭취하였고, 3.9%는 상한섭취량을 넘는 양을 섭취하고 있었다. 우리나라 비타민 C의 주요 기여 식품은 과일류, 채소류, 음료였다.

앞으로 한국인을 대상으로 질환이 없는 사람과 질환이 있는 사람이 고용량 비타민 C 보충제를 장기간 섭취하는 경우, 질환 발생 및 예후에 어떠한 영향을 미치는 연구하는 것이 필요하다.

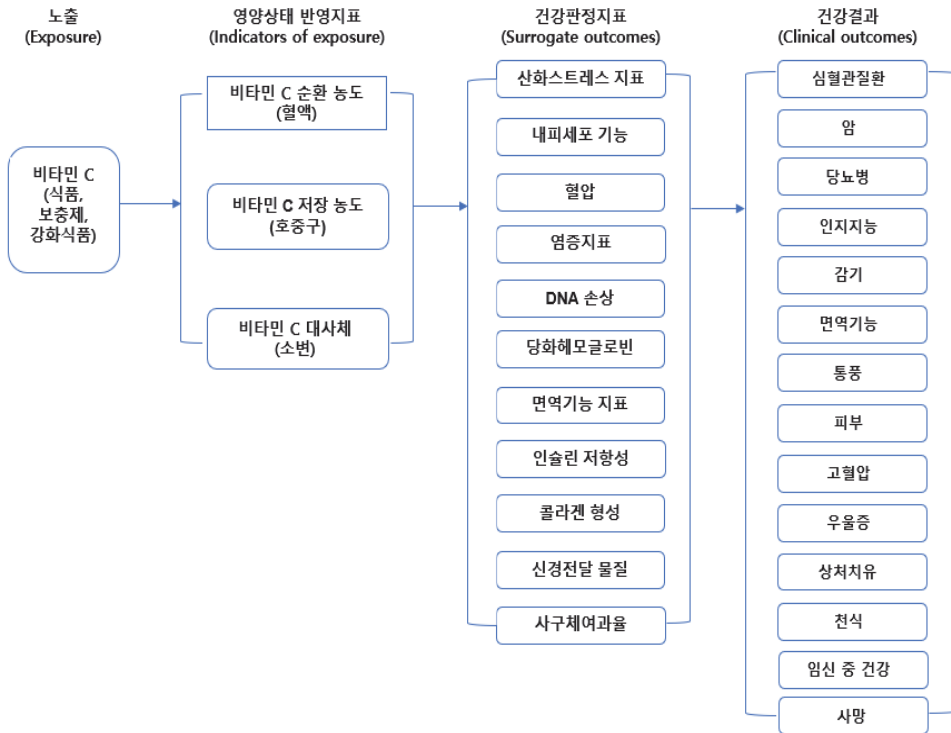


그림 1 | 비타민 C 평균필요량 설정을 위한 분석틀

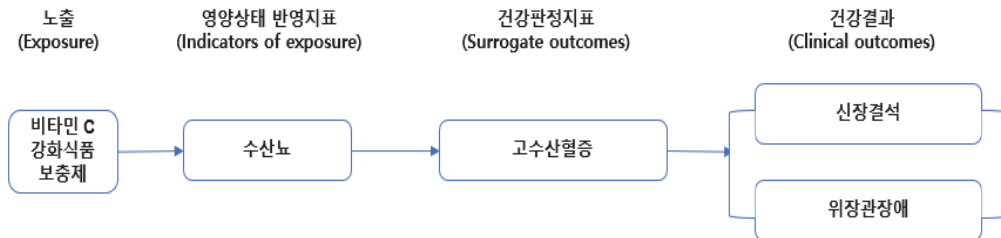


그림 2 | 비타민 C 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Nishikimi M, Yagi K. Molecular basis for the deficiency in humans of gulonolactone oxidase, a key enzyme for ascorbic acid biosynthesis. *Am J Clin Nutr.* 1991;54(6 Suppl):1203S-1208S.
- Alberts A, Moldoveanu ET, Niculescu AG, Grumezescu AM. Vitamin C: A Comprehensive Review of Its Role in Health, Disease Prevention, and Therapeutic Potential. *Molecules.* 2025;30(3):748.
- Savini I, Rossi A, Pierro C, Avigliano L, Catani M. SVCT1 and SVCT2: key proteins for vitamin C uptake. *Amino acids* 2008;34:347-55.
- Vera JC, Rivas CI, Velásquez FV, Zhang RH, Concha II, Golde DW. Resolution of the facilitated transport of dehydroascorbic acid from its intracellular accumulation as ascorbic acid. *Journal of Biological Chemistry* 1995;270:23706-12.
- Levine M, Conry-Cantilena C, Wang Y, Welch RW, Washko PW, Dhariwal KR, Park JB, Lazarev A, Graumlich JF, King J, et al. Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: evidence for a recommended dietary allowance. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1996;93:3704-9.
- Anderson & Luckey, 1987 Anderson R, Lukey PT. A biological role for ascorbate in the selective neutralization of extracellular phagocyte-derived oxidants. *Ann N Y Acad Sci* 1987;498:229-47.
- Cameron E, Campbell A. The orthomolecular treatment of cancer. II. Clinical trial of high-dose ascorbic acid supplements in advanced human cancer. *Chem Biol Interact* 1974;9:285-315.

2-2-2

티아민



티아민 (비타민 B₁, 2-[3-[(4-amino-2-methylpyrimidin-5-yl)methyl]-4-methyl-1,3-thiazol-3-ium-5-yl]ethanol)은 최초로 발견된 수용성 비타민이다. 티아민은 주로 식물과 동물 조직에서 유리형 또는 인산화 형태로 존재하며, 소화 과정에서 유리형으로 전환되어 흡수된다. 인체 내에서는 약 80%가 조효소 형태인 티아민 피로인산 (thiamin pyrophosphate, TPP)으로 존재하며 탄수화물 대사와 단백질·지질 대사 연결에 핵심적 역할을 한다. 화학적으로 산성 조건에서 안정하나 고온·알칼리·자외선에 의해 쉽게 분해된다. 결핍 시 식욕부진, 체중 감소, 신경 및 심혈관계 증상을 보이고, 심하면 각기병(beriberi)이 나타난다.

티아민 섭취기준은 생애주기별 평균필요량과 권장섭취량을 설정하되, 상한섭취량은 근거 부족으로 설정하지 않았다. 평균필요량은 주로 적혈구 트랜스케톨라아제 활성 (erythrocyte transketolase activity, ETK)과 요중 티아민 배설량을 유지할 수 있는 섭취 수준을 근거로 하였으며, 권장섭취량은 변이계수 10%를 적용하여 평균필요량의 120%로 산정하였다. 영아의 경우, 국내 연구 자료가 부족하므로 모유 섭취량과 모유 내 티아민 함량을 근거로 충분섭취량을 산정하였다. 생후 0-5개월 영아는 하루 평균 모유 섭취량과 함량을 적용하여 0.2 mg/일로 설정하였고, 6-11개월 영아는 이를 체중 비율로 외삽하여 0.3 mg/일로 산정하였다. 성장기 유아동과 청소년은 성인의 평균필요량을 기준으로, 연령·성별 체중과 성장계수를 적용해 외삽한 값을 사용하였다. 성인의 경우 남성은 1.0 mg/일, 여성은 0.9 mg/일을 평균필요량으로 설정하였고, 이를 바탕으로 권장섭취량을 각각 1.2 mg/일과 1.1 mg/일로 산출하였다. 노인은 기준 체중 감소를 반영하여 남성은 0.9 mg/일, 여성은 0.7-0.8 mg/일로 설정하였다. 임신부는 모체와 태아의 성장에 필요한 0.2 mg과 임신 중 에너지 이용 증가에 따른 0.2 mg을 더해 비임신 성인 여성의 평균필요량에 0.4 mg/일을 더 섭취하는 것으로 설정하였으며, 수유부는 모유로 분비되는 티아민과 모유 생산에 필요한 에너지 이용 증가분을 합산하여 평균필요량의 경우 0.3 mg/일, 권장섭취량의 경우 0.4 mg/일을 더 섭취하는 것으로 산정하였다.

국민건강영양조사 자료를 통한 한국인의 티아민 섭취수준 분석 결과, 최근 10년 (2013-2022년) 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 티아민 섭취량 중위수는 1.44 mg이었고, 티아민 평균필요량 미만 섭취자 비율은 평균 18.9%로 나타났다. 그러나, 최근 5년 (2018-2022년) 자료에서는 75세 이상 남성 노인 및 15세 이상 여성의 약 50%가 식품을 통한 티아민을 평균필요량 미만으로 섭취하고 있는 것으로 확인되었다.

티아민 필요량은 에너지 소모량과 밀접하게 관련되므로, 같은 연령·성별이라도 체격과 활동량에 따라 조정이 고려되어야 한다. 한국인의 티아민 주요 공급 식품은 돼지고기, 백미, 닭고기, 김치, 가공육 등이다. 식이와 보충제를 통한 과량 경구 섭취와 관련된 독성 보고는 없으나, 장기적·고용량 섭취의 안

전성에 대한 자료 확보 및 생애주기 특성을 고려한 연구가 필요하다.

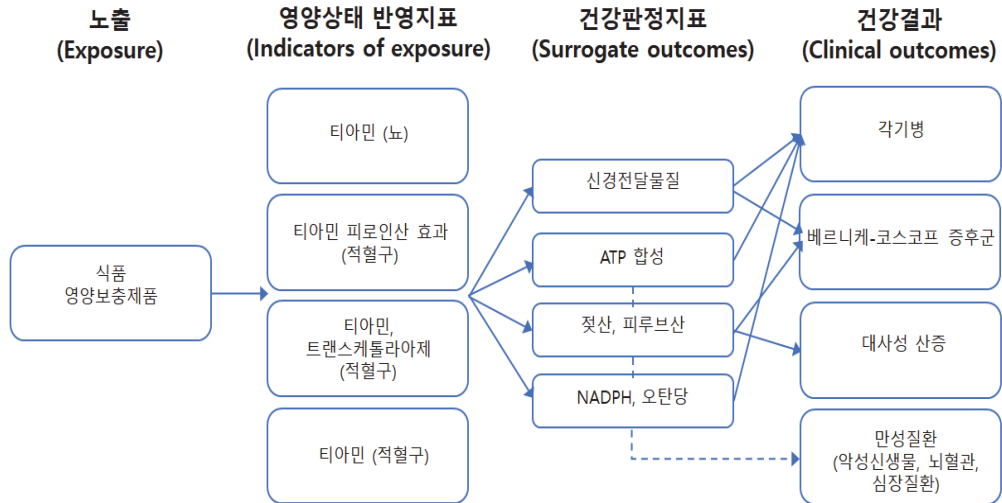


그림 1 | 티아민 평균필요량 섭취기준 설정을 위한 분석틀

(실선: 과학적 근거가 확인·보고됨, 점선: 추가 연구가 필요한 잠재적 관련성)

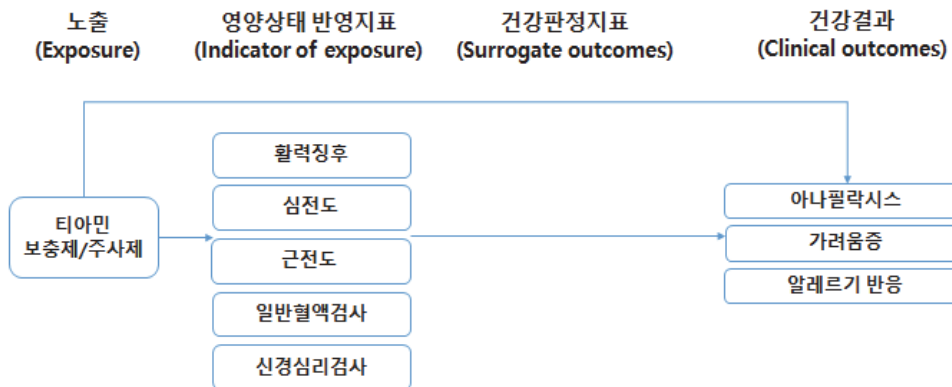


그림 2 | 티아민 상한섭취량 섭취기준 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Bailey AL, Maisey S, Southon S, Wright AJ, Finglas PM, Fulcher RA. Thiamin intake, erythrocyte transketolase activity and urinary excretion in British adults. *Br J Nutr.* 1994;72:111-125.
- Baker H, Frank O, Thomson AD, et al. Urinary excretion of water-soluble vitamins in humans. *Am J Clin Nutr.* 1979;32:161-166.
- Bemeur C, Butterworth RF. Thiamin. Edtion ed. In: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease.* Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2014:317-24.
- Berdanier CD. *Advanced Nutrition: Micronutrient.* Boca Raton, FL: CRC; 1998:80-88.
- Bettendorff L. Thiamin. Edtion ed. In: Erdman JW, Macdonald IA, Zeisel SH, eds. *Present Knowledge in Nutrition.* Washington, DC: Wiley-Blackwell, 2012:261-79.
- Butterworth RF. Thiamin deficiency and brain disorders. *Nutr Res Rev.* 2003;16:277-284.
- Dick EC, Chen SD, Bert M, Smith JM. Thiamine requirement of eight adolescent boys, as estimated from urinary thiamine excretion. *J Nutr.* 1958;66:173-188.
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization Expert Consultation. *Human vitamin and mineral requirements.* 2nd ed. Rome: FAO; 2004.
- Frank LL. Thiamin in clinical practice. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2015;39:503-520.
- Horwitt MK, Liebert E, Harvey CC, et al. Clinical and biochemical assessment of thiamin status in man. *Am J Clin Nutr.* 1980;33:1015-1021.
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes: Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline.* Washington, DC: National Academy Press, 1998.
- Institute of Medicine. *Nutrition during lactation, Report of the Subcommittee on Nutritional During Lactation.* Washington, DC: National Academy Press, 1991.
- Lonsdale D. Thiamine deficiency disease, dysautonomia, and high calorie malnutrition. *Med Hypotheses.* 2006;66:762-765.
- Mahan LK, Raymond J. *Krause's food & nutrition care process.* Philadelphia W.B: Saunders Company, 2017.

- McCandless DW. Thiamine Deficiency and Associated Clinical Disorders. Springer; 2009.
- Nabokina SM, Said HM. A high-affinity and specific carrier-mediated mechanism for uptake of thiamine pyrophosphate by human colonic epithelial cells. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2012;303:G389-95.
- Oldham HG. Thiamine requirements of women. *Ann N Y Acad Sci.* 1962;98(2): 542-549.
- Ortega RM, Martínez RM, Andrés P, Marín-Arias L, López-Sobaler AM. Thiamin status during the third trimester of pregnancy and its influence on thiamin concentrations in transition and mature breast milk. *Br J Nutr.* 2004;92:129-135.
- Pettit CJ, Fay M, Palmer D. Thiamine status assessment: A review. *Clin Biochem Rev.* 2011;32:41-51.
- Said HM. Thiamin. Edtion ed. In: Coates PM, Betz JM, Blackman MR, eds. *Encyclopedia of Dietary Supplements.* London and New York: Informa Healthcare, 2010: 748-53.
- Sánchez DJ, Murphy MM, Bosch-Sabater J, Fernández-Ballart J. Enzymic evaluation of thiamin, riboflavin and pyridoxine status of parturient mothers and their newborn infants in a Mediterranean area of Spain. *Eur J Clin Nutr.* 1999;53:27-38.
- Sauberlich HE, Herman YF, Stevens CO, Herman RH. Thiamin requirement of the adult human. *Am J Clin Nutr.* 1979;32:2237-2248.
- Tanphaichitr V. Thiamin . In: Shils ME, Olson JA, Shike M, ed. *Modern nutrition in health and disease*, 8th ed. Lea & Febiger. Melvern. PA. 1994. pp.359-365.
- Whitfield KC, Bourassa MW, Adamolekun B, et al. Thiamine deficiency disorders: Diagnosis, prevalence, and a roadmap for global control programs. *Ann N Y Acad Sci.* 2018;1430:3-43.
- World Health Organization. Thiamine deficiency and its prevention and control in major emergencies. WHO/NHD/99.13. Geneva:WHO;1999.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey VI (2013-2015). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2017.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition

Examination Survey VII (2016–2018). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2020.

Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey VIII (2019–2021). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.

Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey IX-1 (2022). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.

2-2-3

리보플라빈



리보플라빈의 화학명은 7,8-Dimethyl-10-[(2S,3S,4R)-2,3,4,5-tetrahydroxy-pentyl]benzo[*g*]pteridine-2,4-dione으로, 플라빈 모노뉴클레오티드 (flavin mononucleotide, FMN) 또는 플라빈 아데닌 디뉴클레오티드 (flavin adenine dinucleotide, FAD)의 형태로 산화-환원 반응을 통해 에너지 대사, 세포의 기능, 성장과 발달, 지질과 스테로이드 및 약물 대사에 관여한다. 리보플라빈의 결핍증으로는 구각염, 구순염, 설염, 지루성피부염이 대표적이며, 지방산의 베타 산화 감소로 인한 지방간이 야기될 수 있다.

리보플라빈의 영양상태는 (1) 혈액 또는 적혈구의 리보플라빈, FAD, FMN 농도, (2) 적혈구 글루타티온 환원 효소 활성 계수 (glutathione reductase activity coefficient), (3) 공복, 무작위 또는 24시간 소변 중 리보플라빈 농도로 평가할 수 있다. 한국인의 리보플라빈 평균필요량은 건강한 성인의 리보플라빈 섭취량과 노배설량의 상관관계를 통한 체내 포화수준 및 에너지 소비량을 고려한 연구를 근거로 19-64세 남성 1.3 mg/일, 여성 1.0 mg/일로 설정하였다 (그림1).

성인을 제외한 다른 연령대의 평균 필요량은 성인 기준에 대한 외삽법으로 산출되었다. 영아(1세 미만)의 충분 섭취량은 모유로부터의 리보플라빈 섭취량을 근거로 설정하였다. 1-18세의 경우, 대사체중과 성장계수를, 65세 이상 노인은 체중비율을 적용하여 성인의 평균필요량에서 외삽하였다. 각 생애주기별 권장섭취량은 평균 필요량에 변이계수 10%를 적용해 1.2를 곱한 값으로 계산하였다. 리보플라빈의 대부분은 소변으로 단기간 배설되므로 독성이 낮은 것으로 알려져 있다. 편두통 치료 목적으로 고용량 (400 mg)을 복용하였을 때 설사, 상복부 통증, 안면홍조 등 경미한 부작용이 일부 보고되었으나, 대부분의 환자에게서 유해한 영향이 없었으므로 상한섭취량은 설정하지 않았다.

2013-2022년 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 리보플라빈 섭취량 중위수는 1.36 mg으로 나타났으며, 평균필요량 미만 섭취자 비율은 평균 32.1%였다. 식품 섭취만으로 리보플라빈이 가장 취약한 집단은 75세 이상 노인으로, 남자의 54.8%, 여자의 64.9%가 평균 필요량 미만으로 섭취하였다. 또한 15-18세 남자 청소년 (41.5%)과 65-74세 남녀 노인 (47.3%와 43.6%)에서도 부족 비율이 높게 나타났다.

주요 급원식품은 달걀, 우유, 돼지 간, 라면, 소 간, 간장, 돼지고기 순이었으며, 1인 1회 분량 기준 함량이 가장 높은 식품은 소 간 (1.54 mg), 돼지 간 (1.37 mg), 라면 (1.10 mg), 시리얼 (0.92mg), 미꾸라지 (0.70 mg) 등이었다. 또한 다소비 식품 중 100 g당 리보플라빈 함량이 높은 식품은 소 간, 시리얼, 돼지 간, 깨, 고춧가루 등이었다.

최근 리보플라빈 섭취가 특정 암, 고혈압, 심혈관계질환, 백내장, 노인성 황반변성, 우울증 등과 관련 있다는 연구 결과가 일부 보고되었으나, 아직까지 만성질환위험감소섭취량을 설정하기에는 근거가 부

족하다. 따라서 한국인을 대상으로 한 다양한 생애주기별 리보플라빈 요구량과 질병 관련성에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

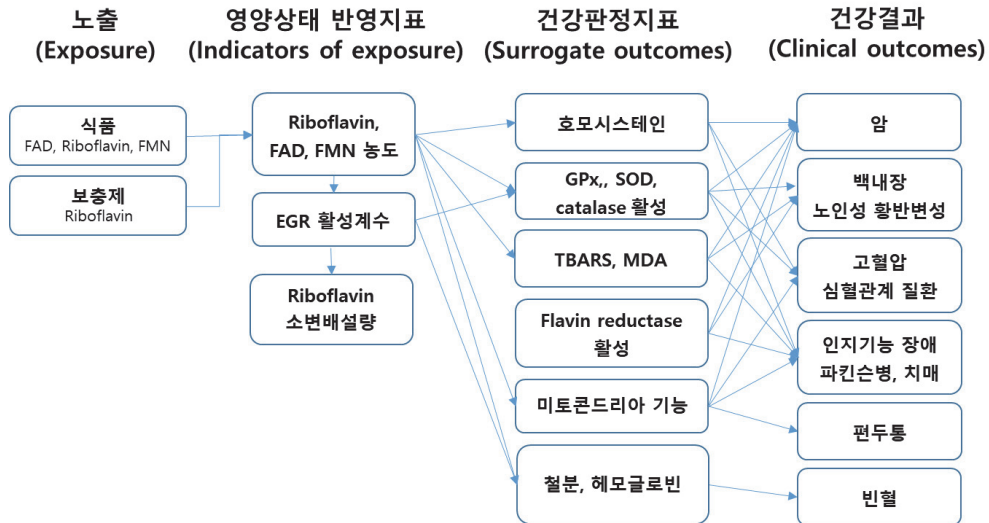


그림 1 | 리보플라빈 평균필요량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Ahn JY, Kim IS, Lee JS. Relationship of Riboflavin and niacin with cardiovascular disease. *Korean J Clin Lab Sci.* 2019;51(4):484-94
- Board. IoMFA. Dietary Reference Intakes: Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B⁶, Folate, Vitamin B₁₂, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. external link disclaime. Washington, DC: National Academy Press, 1998.
- Boehnke C, Reuter U, Flach U, Schuh-Hofer S, Einhäupl K, Arnold G. High-dose riboflavin treatment is efficacious in migraine prophylaxis: an open study in a tertiary care centre. *Eur J Neurol* 2004;11(7):475-7.
- Choi JY, Kim YN, Cho YO. Evaluation of riboflavin intakes and status of 20-64-year-old adults in South Korea. *Nutrients* 2014;7(1):253-64. doi: 10.3390/nu7010253.
- Geum-Hee H. A Study on the Metabolism of Riboflavin in Korean Men. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1994;23(4):594-603.
- Lim WJ, Yoon JS. A Study on Urinary Riboflavin Excretion of Elderly Women in Taegu and Rural Area in the Suburbs of Taegu. *Korean J. Food & Nutr* 1992;21(4):334-40.

- Lim WJ, Yoon JS. Effects of Dietary Intake and Work Activity on Seasonal Variation of Riboflavin Status in Rural Women. *Korean J Nutr* 1996;29(9):1003-12.
- Lim WJ, Yoon JS. A Longitudinal Study on Seasonal Variation of Riboflavin Status of Rural Women: Dietary Intake, Erythrocyte Glutathione Reductase Activity Coefficient, and Urinary Riboflavin Excretion. *Korean J Nutr* 1996;29(5):507-16.
- Lim WJ, Yoon JS. A Study on Urinary Riboflavin Excretion of Elderly Women in Taegu and Rural Area in the Suburbs of Taegu. *Korean J. Food & Nutr* 1992;21(4):334-40.
- RS R. Riboflavin. 2nd ed. London and New York: Informa Healthcare, 2010.
- Said HM RA. Riboflavin. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
- Schoenen J, Jacquy J, Lenaerts M. Effectiveness of high-dose riboflavin in migraine prophylaxis. A randomized controlled trial. *Neurology* 1998;50(2):466-70. doi: 10.1212/wnl.50.2.466.
- Schoenen J, Lenaerts M, Bastings E. High-dose riboflavin as a prophylactic treatment of migraine: results of an open pilot study. *Cephalalgia* 1994;14(5):328-9. doi: 10.1046/j.1468-2982.1994.1405328.x.
- Shin WY, Kim JH. Low riboflavin intake is associated with cardiometabolic risks in Korean women. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2019;28(2):285-99.
- Zempleni J, Galloway JR, McCormick DB. Pharmacokinetics of orally and intravenously administered riboflavin in healthy humans. *Am J Clin Nutr* 1996; 63(1):54-66. doi: 10.1093/ajcn/63.1.54.

2-2-4

니아신



니아신은 비타민 B군으로 니코틴산과 니코틴아미드를 포함하는 용어이다. 니아신은 체내에서 조효소 형태인 니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드 (nicotinamide adenine dinucleotide, NAD)와 니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드 인산 (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, NADP)로 전환되어 체내 산화, 환원 반응에 관여하는 등, 특히 에너지 대사에 중요한 역할을 한다. 아미노산의 한 종류인 트립토판은 체내에서 니아신으로 전환되는데, 60 mg의 트립토판으로부터 약 1 mg의 니아신이 합성되므로 이를 고려하여 니아신 당량 (Niacin Equivalent, mg NE)이라는 측정 단위를 사용한다.

니아신은 식사 또는 보충제를 통해 섭취되며, 소장에서 흡수되어 혈액을 통해 각 조직으로 운반된다. 체내에서 니코틴산과 니코틴아미드는 조효소 형태인 NAD 및 NADP로 전환되어 사용되며, 남은 니아신은 N¹-메틸-니코틴아미드 (N1-methyl-nicotinamide, MNA) 등으로 전환되어 소변으로 배설된다. 니아신 부족 시 피부염, 치매, 신경계 및 소화관 장애를 포함한 펠라그라의 위험요인이 된다. 소변의 MNA 배설량은 니아신의 부족 여부를 조기에 감지할 수 있는 지표이므로 펠라그라와 같은 부족 증상이 나타나지 않으면서 MNA 배설량이 최소 수준으로 유지되는 섭취량을 기준으로 니아신 평균필요량 (EAR)을 설정하였다. 성장기 어린이 및 청소년의 경우 성인의 평균필요량을 기준으로, 대사체중과 성장계수를 반영한 외삽법을 적용하여 평균필요량을 결정하였다 (그림 1). 평균필요량을 바탕으로 권장 섭취량을 결정할 때 과거에는 변이계수 15%를 적용하였으나, 2025년 개정에서는 다른 수용성 비타민과 동일하게 10%를 적용하였다.

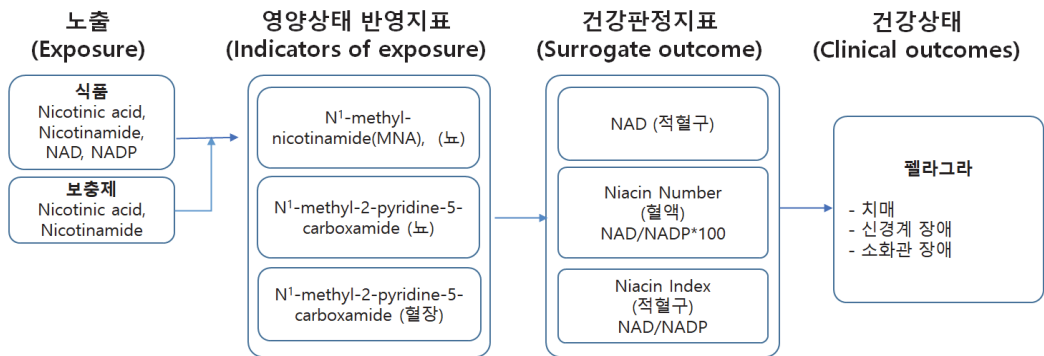
식품의 섭취에 의한 니아신 과잉증은 보고된 바 없으나 이상지질혈증 치료 목적으로 니코틴산을 과량복용하거나 보충제 및 영양강화식품을 통해 니아신을 과잉 섭취하였을 때 유해 작용이 나타날 수 있다는 보고가 있다. 니코틴산을 과량 섭취했을 때 얼굴, 팔, 가슴 등에 홍조가 나타나는데 이는 일시적인 증상인 것으로 보고된다. 그러나 더 고용량으로 섭취한 경우 간 독성, 피부염, 위장장애, 당 내성 손상 등이 나타난다는 것이 보고된다. 니코틴아미드 과잉섭취에 대한 연구는 많지 않으며 홍조 증상은 보고되지 않았으나 일부 연구에서 고용량으로 섭취하는 경우 위장관 장애와 간 독성이 나타난 바 있다. 이러한 연구를 바탕으로 2025년도 니아신 상한섭취량 기준 설정을 위해 니코틴산은 최2020년과 동일하게 최소독성용량과 불확실계수 1.5를 적용하였다. 니코틴아미드는 과거에는 최대무독성용량과 불확실계수 1.5를 적용하였으나 제외국 동향을 반영하여 2025년 개정에서는 불확실계수 2를 적용하였다 (그림 2).

2018년부터 2022년의 5년간 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 니아신 섭취량 중위수는 10.8 mg, 평균은 12.6 mg으로 대상자의 48.8%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 연령별, 성별에 따른 섭취량 분포에서 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있는 비율이

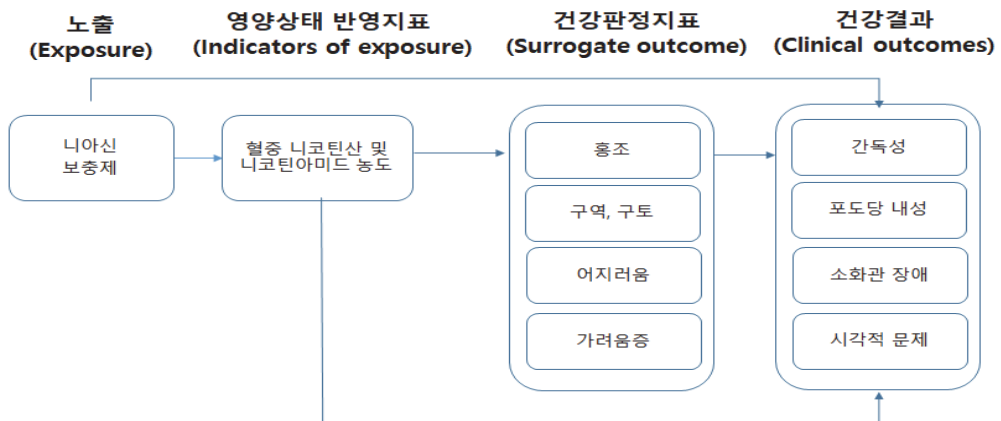
가장 높은 집단은 남, 여 모두 노인층으로 남자 75세 이상은 59.9%, 여자 75세 이상은 77.7%가 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있었다.

한국인의 주요 니아신 급원식품은 닭고기, 돼지고기, 백미, 소고기, 식빵, 고등어 등으로 나타났으며, 1인 1회 분량 기준 니아신 함량이 가장 높은 식품은 가다랑어 (10.7 mg), 고등어 (9.1 mg), 소 부산물 (간) (7.9 mg), 닭고기 (6.5 mg) 순이었다. 또한 100 g당 니아신 함량이 높은 식품은 시리얼, 소 부산물 (간), 가다랑어, 고등어, 돼지부산물 (간), 닭고기, 땅콩 등이었다.

현재 한국인을 대상으로 한 니아신 필요량에 대한 연구가 부족하여, 대부분 외국의 연구자료 및 임상결과에 의존해 섭취기준이 설정되고 있다. 이는 한국인의 특성과 식습관을 반영하기에 한계가 있다. 향후에는 한국인 대상의 소규모 임상시험을 통해 니아신 평균필요량 설정을 위한 근거를 마련할 필요가 있다. 특히 각 생애주기별, 성별 특성에 따른 섭취기준 개정을 위한 기반 연구가 필요하다. 이와 함께 정확한 니아신 섭취량 산출이 가능하도록 식품성분표의 식품 중 니아신당량 값이 제시되는 식품의 수를 확대하고 니아신 강화 식품에 대한 데이터베이스를 확보해나갈 필요가 있다.



【그림 1】 니아신 평균필요량 설정을 위한 분석틀



【그림 2】 니아신 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Bechgaard H, Jespersen S. GI absorption of niacin in humans. *J Pharm Sci* 1977;66(6):871-2. doi: 10.1002/jps.2600660635.
- Bourgeois C, Moss J. Niacin. In: Coates PM, Betz JM, Blackman MR, Cragg GM, Levine M, Moss J, White JD, eds. *Encyclopedia of dietary supplements*. 2nd ed. New York: Informa Healthcare; 2010:562-9.
- Fukuwatari T SK. Urinary water-soluble vitamins and their metabolite contents as nutritional markers for evaluating vitamin intakes in young Japanese women. *J Nutr Sci Vitaminol* 2008;54(3):223-9.
- Horwitt MK, Harper AE, Henderson LM. Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalents. *Am J Clin Nutr* 1981;34(3):423-7. doi: 10.1093/ajcn/34.3.423.
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Washington (DC): The National Academies Press; 1998.
- Jacob RA, Swendseid ME, McKee RW, Fu CS, Clemens RA. Biochemical markers for assessment of niacin status in young men: urinary and blood levels of niacin metabolites. *J Nutr* 1989;119(4):591-8. doi: 10.1093/jn/119.4.591.
- McCormick DB. Niacin. Edtion ed. In: Shils ME, Young VR, eds. *Modern nutrition in health and disease*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988:xx, 1694 p.
- McKenney JM, Proctor JD, Harris S, Chinchili VM. A comparison of the efficacy and toxic effects of sustained- vs immediate-release niacin in hypercholesterolemic patients. *JAMA* 1994;271(9):672-7.
- Penberthy WT, Kirkland JB. Niacin. Edtion ed. In: Erdman JW, Macdonald IA, Zeisel SH, eds. *Present Knowledge in Nutrition*. Washington, DC: Wiley-Blackwell, 2012:293-306.
- Rader JI, Calvert RJ, Hathcock JN. Hepatic toxicity of unmodified and time-release preparations of niacin. *Am J Med* 1992;92(1):77-81. doi: 10.1016/0002-9343(92)90018-7.
- Scientific Committee on Food. *Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals*. European Food Safety Authority Parma, 2006.

2-2-5

비타민 B₆

비타민 B₆는 피리독살 (PL), 피리독신 (PN), 피리독사민 (PM)과 이들의 인산화 형태 (PLP, PNP, PMP) 등 여섯 유도체로 존재하며, 100여 종의 아미노산 대사 효소에 조효소로 작용해 아미노기전이, 탈탄산, 헴 신생합성, 단일탄소 대사, 지질·탄수화물 대사, 신경전달물질 합성 및 스테로이드 호르몬 작용 조절에 관여한다. 수용성이나 인체 내 상당량 저장되어있고 빛·알칼리·열에 불안정하다. 체내 저장량은 근육의 인산화효소와 결합된 형태가 많고, 간에서 PLP로 전환된 뒤 4-pyridoxic acid로 이화되어 주로 소변으로 배설된다. 고용량 섭취 시 전환되지 않은 형태의 소변 배설이 증가한다.

비타민 B₆의 영양상태 평가는 일반적으로 혈장 PLP농도 20 nmol/L를 근거 기준으로 한다. 그러나 우리나라의 비타민 B₆ 주 공급 식품은 생체이용률이 상대적으로 낮은 식물성 식품 비중이 높다는 점을 고려하여, 판정 기준을 PLP 30 nmol/L로 상향 조정하였다. 이 근거와 대사 연구를 토대로 성인 남자 평균필요량 1.3 mg/일, 권장섭취량 1.5 mg/일이 설정되었고 (여자는 평균필요량 1.2 mg/일), 이는 미국·일본보다 다소 높은 값이다. 또한 한국 일부 조사에서 남자 성인의 섭취가 1.9-2.01 mg/일 수준이지만 EAR 미만 섭취자가 24.0-31.7%로 나타나 한국 EAR 상향의 타당성이 뒷받침되었다.

비타민 B₆의 상한섭취량은 성인에서 피리독신 200 mg/일을 장기간 보충하였음에도 임상적으로 유의한 신경계 이상이 관찰되지 않았다는 보고를 근거로 최소독성용량을 200 mg/일로 설정하였다. 그러나 이후 축적된 인체 사례 및 역학 자료에서 200 mg/일 이하의 섭취 수준에서도 말초신경병증을 포함한 신경계 이상 반응이 보고됨에 따라, 기존에 적용되었던 불확실계수 2(UL 100 mg/일)는 장기 섭취 시 안전성을 충분히 확보하기에 제한적일 수 있다는 우려가 제기되었다. 이에 따라 개인 간 민감도 차이와 장기 노출에 따른 위해 가능성을 보다 보수적으로 반영하기 위하여 불확실계수를 4로 조정하였으며, 그 결과 성인의 비타민 B₆ 상한섭취량을 50 mg/일로 설정하였다.

한편, 최근 해외 안전성 재평가 결과에서도 저용량 섭취 수준에서의 신경독성 가능성이 지속적으로 보고되고 있다. EFSA(2023)는 말초신경병증 사례 분석을 통해 50 mg/일 전후의 섭취 수준에서도 위해 신호가 관찰될 수 있음을 보고하였으며, 기존의 최소독성용량 기반 접근과 함께 BMDL (benchmark dose lower confidence limit) 접근을 병행한 참조점 설정의 필요성을 제시하였다. 또한 호주 치료제품청 (Therapeutic Goods Administration)과 네덜란드 약물감시센터 (Lareb) 역시 장기간 보충 섭취 시 50 mg/일 이하에서도 감각 이상 및 말초신경병증이 발생한 사례를 보고하며, 기존 100 mg/일 상한섭취량의 재검토 필요성을 제기한 바 있다.

이와 같은 국내외 인체 자료, 저용량 영역에서의 위해 신호, 그리고 국제적 안전성 평가 동향을 종합적으로 고려할 때, 성인의 비타민 B₆ 상한섭취량을 100 mg/일에서 50 mg/일로 하향 조정하는 것은 과학적 근거에 기반한 안전 조치로 판단한다.

2008-2012년 국민건강영양조사 자료 분석과 지역 조사에 따르면, 남자 성인의 평균 섭취는 1.9-2.01 mg/일로 미국 성인 (2.10-2.21 mg/일)보다 다소 낮고, EAR 미만 섭취자 비율이 24.0-31.7%로 보고되었다. 이는 PLP 30 nmol/L 기준을 유지한 한국 평균필요량 설정의 필요성을 시사한다.

한국인의 비타민 B₆ 주요 급원식품은 국민 식사구조를 반영한 급원 기여도 산출 결과 (국가표준식품성분표 10.2와 2022년 섭취량 데이터 활용) 백미, 소고기 (살코기), 달걀, 바나나, 우유, 소간, 고등어 등이 주요 급원으로 나타났으며, 100 g당 함량 기준으로는 간류·일부 어류·견과·씨앗·버섯류에 비타민 B₆ 함량이 높았다.

현재 한국인을 대상으로 한 연령, 성별에 따른 비타민 B₆ 연구가 부족하여 대부분 외국의 연구자료 및 임상결과에 의존해 섭취기준이 설정되고 있다. 이는 한국인의 체격·식습관을 반영하기에 한계가 있다. 향후 다음과 같은 연구과제를 제안하고자 한다. 첫째, 국내 대사·생체지표 자료의 확충이 필요하다. 한국인을 대상으로 한 성인·노인 대사 연구가 부족하며, 노인·청소년 등 생애주기별 근거가 제한적이다. 둘째, 안전성 근거의 최신화가 요구된다. 국제 평가에서는 저용량 영역 (≤50 mg/일)에서도 신경독성 신호가 누적되고 있어, 국내 이상 사례 감시와 총섭취량 (보충제·강화식품·다중제품 병용) 기반의 위험평가 체계를 정교화해야 한다. 셋째, 지표 표준화가 필요하다. PLP를 중심으로 하되 섭취형태 (PL/PN/PM)와 생체이용률 차이를 고려한 해석, 그리고 단백질 섭취와의 상호작용을 반영한 모델링이 요구된다. 마지막으로, 국제 동향과의 정합성을 점검하되 한국인의 식사·제품 환경을 반영한 보수적 접근을 유지해야 한다.

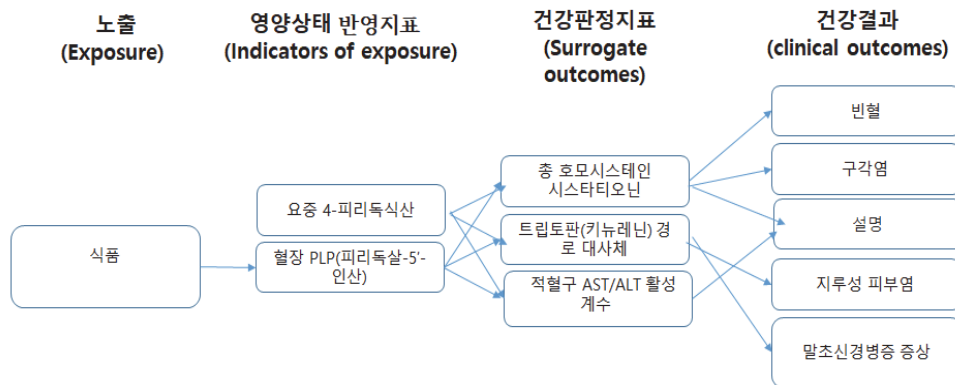


그림 1 | 비타민 B₆ 평균필요량 설정을 위한 분석틀

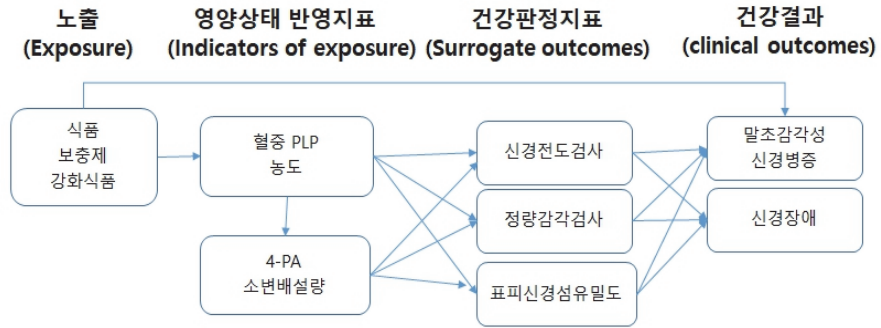


그림 2 | 비타민 B₆ 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- The Korean Nutrition Society. KDRIs 2020: Vitamin B₆ rationale—PLP threshold and EAR/RNI derivation. Seoul; 2020. (in Korean)
- Kim YN, Cho YO. Evaluation of vitamin B₆ intake and status of 20-64-y-old Koreans. *Nutr Res Pract*. 2014;8:688-694.
- Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B₆, Folate, Vitamin B₁₂, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Washington (DC): National Academies Press; 1998.
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). (2023). Scientific opinion on the tolerable upper intake level for vitamin B₆. *EFSA Journal*, 21(5), 8006. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8006>
- Therapeutic Goods Administration. Peripheral neuropathy with supplementary vitamin B₆ (pyridoxine) [Internet]. Canberra (AU): TGA; 2022 Oct 4 [cited 2025 Aug 14]. Available from: <https://www.tga.gov.au/news/safety-updates/peripheral-neuropathy-supplementary-vitamin-b6-pyridoxine>
- Netherlands Pharmacovigilance Centre Lareb. Vitamin B₆ and neuropathy – an update [Internet]. 's-Hertogenbosch (NL): Lareb; 2024 Jul [cited 2025 Aug 14]. Available from: https://www.lareb.nl/media/oklibv35/signalering_vitamin-b6-and-neuropathy_def_website-geschikt-1.pdf

2-2-6

엽산



엽산은 주로 녹색 채소, 콩류, 간과 같은 식품에 함유된 수용성 비타민이다. 체내에서 DNA 합성, 아미노산 대사, 세포분열 등에 필수적인 역할을 하며, 특히 임신 초기에는 태아의 신경관 형성에 중요하다. 엽산의 화학명은 (2S)-2-[[4-[(2-amino-4-oxo-1H-pteridin-6-yl)methylamino] benzoyl]amino]pentanedioic acid로 자연식품에는 주로 폴리글루타메이트 (polyglutamate) 형태로 존재하고, 강화식품이나 보충제에는 합성된 모노글루타메이트 (monoglutamate) 형태인 엽산 (folic acid)으로 존재한다. 합성된 엽산은 생체이용률이 높기 때문에 섭취량 산정시에 식이엽산당량 (Dietary Folate Equivalents, DFEs)으로 환산한다.

엽산의 평균필요량 설정에는 혈장/혈청 엽산 농도, 적혈구 엽산 농도, 혈장/혈청 호모시스테인 농도를 종합적으로 고려하였다. 혈장/혈청 엽산 농도는 엽산 섭취량에 민감하게 반응하여 단기적인 엽산의 섭취 상태를 잘 반영하고, 적혈구 엽산 농도는 장기적인 엽산의 섭취 상태를 평가하는데 사용된다. 엽산은 호모시스테인을 메티오닌으로 전환하는 조효소의 역할을 수행하는데 엽산의 섭취가 부족한 경우에는 호모시스테인이 메티오닌으로 전환되지 못하면서 혈장/혈청 호모시스테인의 농도가 증가하게 되어 엽산 결핍 예측의 지표로 사용될 수 있다 (그림 1).

평균필요량은 성인을 대상으로 진행된 연구 결과를 근거로 설정하였다. 1세 미만의 영아는 평균필요량 산정에 필요한 근거가 부족하여 모유의 엽산 농도와 모유섭취량을 바탕으로 충분섭취량을 설정하였고, 1-18세의 성장기는 대사체중과 성장계수를 고려하여 성인의 필요량에서 외삽하여 값을 산출하였다. 임신기에는 태아 성장, 태반 발달, 혈액량 증가에 따라 엽산 필요량이 증가하므로 성인 여성의 평균 필요량에 가산치 200 µgDFE/일을 추가하여 설정하였고, 수유기에는 모유로 분비되는 엽산의 양을 고려하여 성인 여성의 평균필요량에 가산치 130 µgDFE/일을 추가하여 설정하였다. 각 생애주기별 권장 섭취량은 변이계수 10%를 적용하여 평균필요량의 1.2배로 섭취량을 계산하였고, 상한섭취량은 자연식품에 포함된 엽산이 아닌 강화식품이나 보충제를 통해 섭취될 수 있는 합성 형태의 엽산(folic acid) 섭취량을 기준으로 설정하였다 (그림 2). 자연식품으로 섭취되는 엽산에 대해서는 현재까지 독성 사례가 보고되지 않았으나, 합성 형태의 엽산을 과다 섭취 할 경우에는 비타민 B₁₂ 결핍에 따른 빈혈의 진단 지연 및 신경학적 손상 위험 증가가 보고됨에 따라 이를 근거로 상한섭취량을 설정하였다. 따라서 본 기준은 엽산 강화식품 및 엽산 보충제 섭취에만 적용된다.

2016-2022년 국민건강영양조사 자료 분석 결과에 따르면 1세 이상 대상자의 엽산 섭취량에 대한 평균과 중위수는 각각 297.1 µgDFE/일, 266.7 µgDFE/일로 확인되었고, 엽산 평균필요량 섭취기준 미만자는 58.3%로 산출되었다. 각 연령층 별 평균필요량 섭취기준 미만 섭취자의 비율은 15-18세 남성 69.6%, 여성 83%, 19-29세 남성 68.8%, 여성 80.1%로 15-29세 남녀가 엽산 섭취 취약 집단으로

나타났다.

한국인의 엽산 주요 급원식품은 돼지 부산물 (간), 대두, 김, 소 부산물 (간) 등으로 확인되었고, 식품의 1회 분량을 고려하였을 때는 시금치, 들깨잎, 딸기 등이 엽산의 급원식품으로 나타났다. 또한 엽산 함량이 높은 식품 중 효모, 녹차잎, 송화가루 등과 같은 식품은 엽산을 고함량으로 포함하나 한국인의 엽산 섭취에 기여하는 주요 급원식품으로는 포함되지 않았다.

2017년부터 국가표준식품성분표에 엽산 함량이 포함되고 있으나 여전히 엽산 급원식품에 대한 자료가 부족한 실정이다. 더불어 한국인을 대상으로 성별, 연령, 생애주기, 유전자 다형성 등 다양한 요인을 반영한 엽산의 생체이용률 관련 연구가 필요하며, 이외에도 엽산 섭취와 관련된 심혈관질환, 신경계 질환, 암 등의 만성질환위험감소를 위한 엽산 섭취기준에 대한 과학적인 근거가 마련되어야 한다.

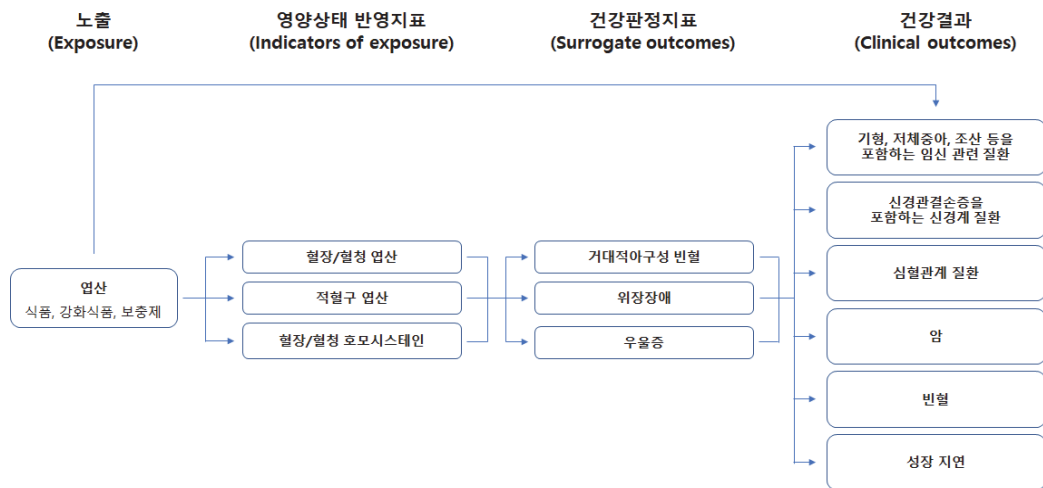


그림 1 | 엽산 평균필요량 설정을 위한 분석틀

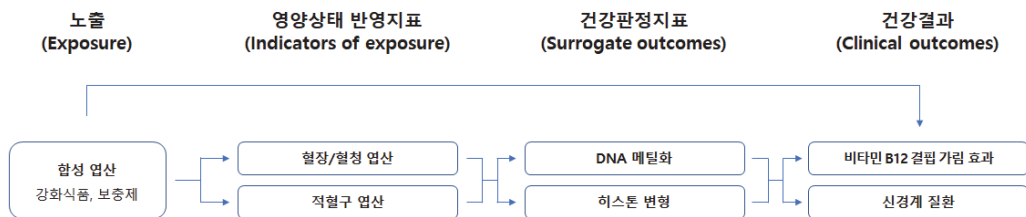


그림 2 | 엽산 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Caudill MA, Cruz AC, Gregory JF 3rd, Hutson AD, Bailey LB. Folate status response to controlled folate intake in pregnant women. *J Nutr.* 1997;127(12):2363-2370.
- Chanarin I. Folate deficiency. In: Blakley RL, Whitehead VM, editors. *Folates and pterins Volume 3 Nutritional, pharmacological, and physiological aspects.* New York: John Wiley & Sons; 1986. pp. 75-146.
- Czeizel AE, Dudas I. Prevention of the first occurrence of neural-tube defects by periconceptional vitamin supplementation. *N Engl J Med.* 1992;327:1832-1835.
- Hoey L, McNulty H, Askin N, Dunne A, Ward M, Pentieva K, Strain J, Molloy AM, Flynn CA, Scott JM. Effect of a voluntary food fortification policy on folate, related B vitamin status, and homocysteine in healthy adults. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86(5):1405-1413.
- Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline. *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline.* Washington (DC): National Academies Press (US); 1998.
- Shane B. Folate chemistry and metabolism. In: Bailey LB, editor. *Folate in health and disease.* New York (NY): Marcel Dekker; 1995. p. 1-22.
- Son P, Lewis L. Hyperhomocysteinemia. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [updated 2022 May 8; cited 2025 Aug 7].
- Stover PJ. Physiology of folate and vitamin B12 in health and disease. *Nutr Rev* 62(6 Pt 2):S3-12, 2004.
- Yon M, Hyun TH. Folate content of foods commonly consumed in Korea measured after trienzyme extraction. *Nutr Res* 2003;23:735-46.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. *Korea National Health and Nutrition Examination Survey VII (2016-2018).* Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2020.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. *Korea National Health and Nutrition Examination Survey VIII (2019-2021).* Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.

Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey IX-1 (2022). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.

The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans 2020. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2020.

Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.

2-2-7

비타민 B₁₂

비타민 B₁₂의 화학명은 α -(5,6-dimethylbenzimidazolyl)cobamidcyanide로 코린링 중앙에 환원형 코발트 (Co⁺)를 함유하고 있으며, 미토콘드리아에서 에너지 대사의 조효소로 작용하는 데옥시아데노실코발라민 (5'-deoxyadenocylcobalamin) 또는 호모시스테인 대사에서 조효소로 작용하는 메틸코발라민 (methylcobalamin)의 형태로 체내에 존재한다. 20세기에 악성빈혈 (pernicious anemia) 치료방법을 찾는 과정에서 알게 된 비타민 B₁₂는 적혈구의 생성과 성숙, 신경계의 정상적인 기능, DNA 합성에 필요한 매우 중요한 영양소다. 비타민 B₁₂는 박테리아에 의해 합성되므로 식물성 식품에는 거의 들어있지 않고, 동물성 식품이나 강화식품, 보충제를 통하여 섭취할 수 있다. 시아노코발라민 (cyanocobalamin)은 안정성이 높아 보충제로 사용된다.

혈중 홀로트랜스코발라민 농도는 비타민 B₁₂의 영양상태를 반영하는 매우 좋은 지표이며, 비타민 B₁₂가 결핍되면 혈중 메틸말론산과 호모시스테인 농도가 증가한다. 평균적혈구용적 (mean corpuscular volume, MCV)은 비타민 B₁₂가 결핍일 때 증가한다. 비타민 B₁₂가 부족하면 세포분열이 활발히 이루어지지 못하여 거대적아구성빈혈, 인지기능 저하 등 신경장애, 소화기장애, 심혈관질환 등이 나타난다. 엽산은 호모시스테인 대사에 관여하므로 비타민 B₁₂ 결핍과 엽산 결핍은 그 증상이 유사하나, 비타민 B₁₂ 결핍의 경우에는 신경 증상이 나타난다. 한편 혈중 메틸말론산 및 호모시스테인이 증가하고 혈청 홀로트랜스코발라민이 감소하여 결핍으로 나타나더라도 결핍 증상이나 거대적아구성빈혈이 나타나지 않는 경우를 무증상코발라민결핍 (subclinical cobalamin deficiency, SCCD)이라고 한다.

식품에 함유된 비타민 B₁₂의 함량은 매우 적고 한국인의 비타민 B₁₂ 섭취실태를 조사한 연구는 매우 제한적이다. 제2기 국민건강영양조사 결과 한국 성인은 하루 평균 3.16 μ g의 비타민 B₁₂를 섭취하고 있으며 60.7%가 평균필요량 미만을 섭취하고 36.5%는 권장섭취량 이상 섭취하였다. 2013년부터 2015년의 국민건강영양조사에서 10세 이상의 청소년과 성인을 대상으로 혈청 비타민 B₁₂ 농도를 분석한 결과, 여성은 1.1%, 남성은 2.9%가 부족 또는 결핍인 것으로 나타났고, 연령이 증가할수록 혈청 비타민 B₁₂의 농도는 유의하게 감소하는 경향을 보였다.

2022년 국민건강영양조사의 식품섭취량 자료를 바탕으로 산출한 한국인의 비타민 B₁₂ 주요 급원식품은 소 부산물 (간), 바지락, 멸치, 고등어, 김, 돼지 부산물 (간), 달걀 순으로 나타났으며, 1회 섭취량 당 비타민 B₁₂의 함량이 높은 식품은 바지락, 꼬막, 굴, 가리비 등 어패류와 소와 돼지의 간으로, 이들 식품을 1회 섭취하여도 1일 권장량인 2.4 μ g을 충족할 수 있다.

현재 한국인의 비타민 B₁₂ 섭취량에 관한 연구는 부족하여, 한국인이 일상적으로 섭취하는 식품의 비타민 B₁₂ 함량에 관한 충분한 데이터베이스를 우선 갖추어야 한다. 이를 근거로 생애주기별 비타민

B₁₂의 섭취량과 채식하는 사람들의 비타민 B₁₂ 섭취량의 조사가 필요하다. 당뇨병 관리를 위한 약물 (metformin)이 비타민 B₁₂ 결핍을 초래한다는 보고가 있으므로 예방 차원의 지침을 마련하기 위한 연구가 필요하다.

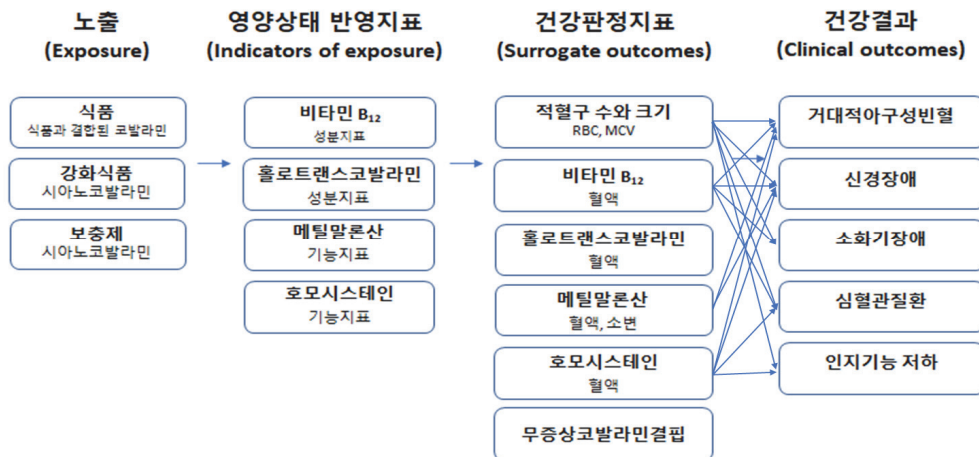


그림 1 | 비타민 B₁₂ 평균필요량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Adams JF, Ross SK, Mervyn L, Boddy K, King P. Absorption of cyanocobalamin, coenzyme B₁₂, methylcobalamin, and hydroxocobalamin at different dose levels. *Scand J Gastroenterol* 1971;6(3):249-252.
- Baik HW, Russell RM. Vitamin B₁₂ deficiency in the elderly. *Ann Rev Nutr* 1999;19:357-377.
- Carmel R, Sarrai M. Diagnosis and management of clinical and subclinical cobalamin deficiency: Advances and controversies. *Curr Hematol Rep* 2006;5(1):23-33.
- Carmel R. Ch. 27 Cobalamin (Vitamin B₁₂). In: Ross, A. Catharine, et al. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Jones & Bartlett Learning, 2020. p.369-389.
- Choi Y, Kim J, Lee HS, Kim CI, Hwang IK, Park HK, Kim TH, Oh CH. Analysis of vitamin B₁₂ in the Korean representative foods and dietary intake assessment for Koreans. *Food Sci Biotechnol* 2008;17(2):262-66.
- Clarke R. B-vitamins and prevention of dementia. *Proc Nutr Soc* 2008;67(1):75-81.
- European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for cobalamin (vitamin B₁₂). *EFSA Journal* 2015;13(7):4150.
- Hsing AW, Harrison L, McLaughlin JK, Nyren O, Blot WJ. Pernicious anemia and subsequent cancer. A population-based cohort study. *Cancer* 1993; 71:745-50.
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B₆, Folate, Vitamin B₁₂, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Washington, DC: US National Academies Press, 1998.
- Johnson MA. If high folic acid aggravates vitamin B₁₂ deficiency what should be done about it? *Nutr Rev* 2007;65:451-458.
- Kim YN, Hwang JH, Cho YO. One-half of Korean adults studied had marginal vitamin B₁₂ status assessed by plasma vitamin B₁₂. *Nutr Res* 2018;50:37-43.
- National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. *Food composition Table 9.1 version*. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences. Rural Development administration: 2019.

2-2-8

판토텐산



판토텐산(비타민 B₅)은 모든 생명체에 필수적인 수용성 비타민 B 복합체로, 육류, 달걀, 유제품, 곡류, 효모 등 다양한 식품에 널리 분포한다. 체내에서는 코엔자임A (CoA)의 중심 전구체로서 해당과정, TCA회로, 지방산의 β -산화, 지질대사 등 주요 대사 과정에 필수적인 조효소 역할과 지방산, 인지질, 스테로이드 호르몬, 비타민 D, 헤모글로빈의 포르피린, 신경전달물질 아세틸콜린 합성에도 관여하여, 세포 대사 조절과 건강 유지에 중요한 역할을 한다.

판토텐산의 영양상태 평가는 주로 (1) 소변 중 배설량, (2) 전혈 또는 적혈구의 판토텐산 농도를 통해 이루어진다. 그러나 이러한 지표들은 식이 섭취량과 명확한 용량-반응 관계나 포화 기준점이 확립되어 있지 않아, 기능적 적정성이나 생리적 요구량을 반영하는 영양소 요구량 설정의 근거로 사용되기에는 한계가 있다. 또한, 체내 판토텐산의 기능적 요구량을 직접적으로 반영하거나, 결핍 상태를 민감하게 평가할 수 있는 특이적인 생리적 지표는 확립되어 있지 않다. 따라서, 이들 지표들은 보조적 근거로만 활용되었으며, 판토텐산은 식이섭취량에 근거한 충분섭취량이 설정되었다(그림 1).

구체적으로, 성인의 충분섭취량은 국내 자료의 부족으로, 국외 자료를 기반으로 산정하였으며, 식이 조사에서 보고된 평균 섭취량 범위(약 3-7 mg/일)를 고려하여, 남녀 모두 5 mg/일로 설정하였다. 1-18세 아동기 및 청소년기는 성인 충분섭취량에 대사체중과 성장계수를 적용하여 외삽하였고, 65세 이상 고령자는 체중비를 적용하여 외삽하였다. 0-5개월 영아는 모유를 통한 섭취량을 근거로 충분섭취량을 설정하였으며, 6-11개월 영아는 모유 유래 섭취량과 성인 충분섭취량에 대사체중비를 적용한 외삽값의 평균을 반영하여 산정하였다. 임신부는 섭취량 자료를 기반으로, 수유부는 모유로 인한 추가 손실량을 가산하는 방식으로 충분섭취량을 산정하였다. 이때, 2025년 시기의 변화된 기준 대사체중 변화가 반영되어, 6-11개월 및 3-5세시기의 충분섭취량은 각각 2.0 mg/일 및 2.5 mg/일로 증가하였으며, 그 외 연령군은 2020년과 동일하였다.

한편, 판토텐산은 대부분 소변으로 배설되어 체내에 축적되지 않는 수용성 비타민으로, 일부 임상 연구에서 고용량의 보충제 섭취 후 경미한 위장 증상이 보고된 바 있으나, 이러한 결과는 일관되지 않으며 심각한 유해 영향이 보고되지 않았다. 이에 따라 판토텐산에 대해서는 상한섭취량은 별도로 설정하지 않았다.

현재 한국인의 판토텐산 섭취량에 대한 조사 자료는 매우 제한적이다. 기존 자료 역시 12-18년 전의 자료로, 최근 10년간의 섭취 현황을 파악하기는 어려워, 충분섭취량 대비 실제 섭취 수준의 적정 여부를 판단하기는 어렵다. 그러나 국가표준식품성분표(DB 10.2)와 국민건강영양조사의 섭취 식품 자료를 기반으로, 주요 식품 급원을 분석한 결과, 판토텐산 섭취량의 주요 급원 식품은 백미, 달걀(생것), 배추김치, 맥주, 돼지고기(살코기), 소고기(살코기), 닭고기(살코기), 우유 순이었으며, 이들 중

1회 분량당 판토텐산 함량이 가장 높은 식품은 맥주 (3.35 mg), 소간 (3.20 mg), 돼지간 (1.24 mg), 청국장 (1.15 mg), 오리고기 (1.11 mg) 순이었다. 또한, 다소비 식품 중 100 g당 고함량 식품으로는 청국장 (11.50 mg), 소 부산물(간)(7.11 mg), 돼지 부산물(간) (2.76 mg) 순으로 확인되었다.

이처럼 자료의 제약으로 인해, 현재 판토텐산 섭취기준은, 한국인을 대상으로 한 섭취량, 생리적 지표, 용량-반응 관계에 대한 연구가 전반적으로 부족하여, 주로 외국 자료에 의존해 설정되고 있으며, 이로 인해 한국인의 식습관과 생리적 특성을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다. 향후에는 단기적으로 섭취 실태 분석, 중기적으로 다양한 섭취 수준에 따른 기능 특이적 생리적 지표의 규명과 용량-반응 연구, 장기적으로는 만성질환과의 연관성 평가를 통해 과학적이고 타당한 판토텐산 섭취기준의 개정이 필요하다.

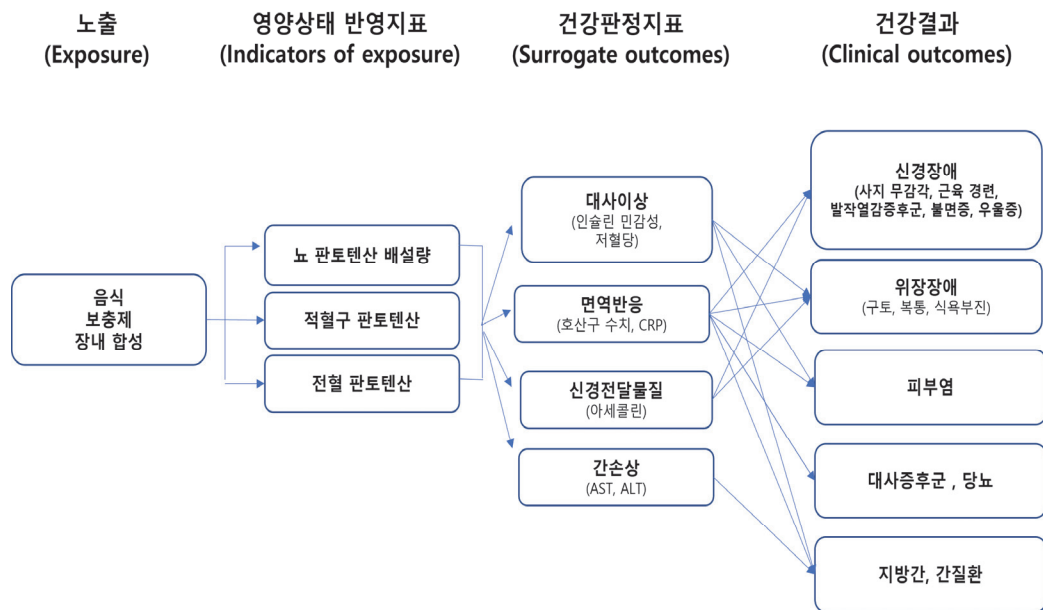


그림 11 판토텐산 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Berthy F, Brunin J, Allès B, Reuzé A, Touvier M, Hercberg S, Lairon D, Pointereau P, Mariotti F, Baudry J et al. Higher adherence to the EAT-Lancet reference diet is associated with higher nutrient adequacy in the NutriNet-Santé cohort: a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr* 2023;117:1174-85.
- Chawla J, Kvarnberg D. Hydrosoluble vitamins. *Handb Clin Neurol* 2014;120:891-914.
- Ding K, Liu C, Li L, Yang M, Jiang N, Luo S, Sun L. Acyl-CoA synthase ACSL4: an essential target in ferroptosis and fatty acid metabolism. *Chin Med J* 2023; 136:2521-37.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for pantothenic acid. *EFSA Journal*. 2014;12(2):3581.
- Harmouche-Karaki M, Mahfouz M, Obeyd J, Salameh P, Mahfouz Y, Helou K. Development and validation of a quantitative food frequency questionnaire to assess dietary intake among Lebanese adults. *Nutr J* 2020;19(1):65.
- Hosoda A, Komagamine Y, Kanazawa M, Hama Y, Kojo A, Minakuchi S. The association between dietary habits and periodontal disease in young adult women. *J Nutr Sci Vitaminol* 2021;67:48-56.
- Hoteit M, Khattar M, Malli D, Antar E, Al Hassani Z, Abdallah M, Hachem D, Al Manasfi E, Chahine A, Tzenios N. Dietary Intake among Lebanese Adults: Findings from the Updated LEBANese natiONal Food Consumption Survey (LEBANON-FCS). *Nutrients* 2024;16:1784.
- Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Washington (DC): National Academies Press (US); 1998.
- Ministry of Health Labour and Welfare. Dietary Reference Intakes for Japanese (2025). Tokyo:Ministry of Health, Labour and Welfare; 2025.
- Li J, Yang Y, Huang J, Ye D, Sun X, Mao Y, Li S. A comprehensive investigation of dietary micronutrients intakes and the risk of alcoholic liver disease. *J Nutr* 2024;154:2909-19.
- Ralli EP, Dumm ME. Relation of Pantothenic Acid to Adrenal Cortical Function. In: Harris RS, Marrian GF, Thimann KV, editors. :AcademicPress;1953.p.133-58.

- Sato K, Suzuki F, Tsujiguchi H, Hara A, Kannon T, Miyagi S, Suzuki K, Nakamura M, Takazawa C, Shibata A, Tsuboi H, Shimizu Y, Nguyen TTT, Konoshita T, Ono Y, Hayashi K, Tajima A, Nakamura H. Relationship between Vitamin Intake and Resilience Based on Sex in Middle-Aged and Older Japanese Adults: Results of the Shika Study. *Nutrients* 2022;14:5042.
- Tarr JB, Tamura T, Stokstad EL. Availability of vitamin B6 and pantothenate in an average American diet in man. *Am J Clin Nutr* 1981;34:1328-37.
- Wasserman AE. Amino acid and vitamin composition of *saccharomyces Fragilis* grown in whey. *J Dairy Sci* 1961;44:379-86.
- Williams RJ, Lyman CM, Goodyear GH, Truesdail JH, Holaday D. "Pantothenic acid," a growth determinant of universal biological occurrence. *J Am Chem Soc* 1933;55:2912-27.
- World Health O, Food, Agriculture Organization of the United N. Geneva:World Health Organization;2004.p.xix,341p.
- Zhao K, Tang H, Zhang B, Zou S, Liu Z, Zheng Y. Microbial production of vitamin B5: current status and prospects. *Crit Rev Biotechnol* 2023;43:1172-92.
- Zhang J, Chen J, Sui X, Drenowatz C, Wang Q. Association between Different Types of Exercise and Intake of Nutrients including Carbohydrate, Fat, Protein, and B Vitamins in Young Adults. *Nutrients* 2023;15:806.

2-2-9

비오틴



비오틴 (비타민 B₇)은 수용성 비타민으로 비타민 H라고도 불리는 필수 미량 영양소이다. 1916년 익히지 않는 달걀 흰자 (난백, 아비딘 성분)로 유발된 탈모·피부염 실험에서 발견되었다. 식물, 미생물은 합성이 가능하나 인체는 불충분하여 식품으로서의 섭취가 필요하다.

식품내 유리형과 단백질 결합형으로 존재하여 단백질 결합형태의 비오틴이 소화효소에 의해 비오틴으로 전환되고 비오틴니다아제의 작용으로 유리형 비오틴으로 변환된다. 유리형 비오틴은 나트륨-의존형 멀티비타민 수송체를 통해 흡수되어 간에서 주요 대사가 일어나며, 과잉 섭취 시 소변으로 배설된다.

비오틴의 영양상태는 노나 혈액중의 비오틴과 3-하이드록시이소발레르산, 3-하이드록시이소발레릴 카르니틴으로 평가하며, 건강판정지표로 단백질의 비오틴화, 카복실화 효소활성도, 비오틴니다아제 효소활성도, 케논산증 및 유기산뇨증을 고려한다. 결핍시에는 피부 질환, 모발 질환, 및 신경장애가 나타난다 (그림1).

포유류의 세포대사에서 필수적인 네가지 비오틴 의존성 카복실라아제의 조효소로서, 아세틸-CoA 카복실라아제 (지방산 합성·산화 조절), 피루브산 카복실라아제 (포도당 신생합성), 베타-메틸크로토닐-CoA 카복실라아제 (루신분해), 프로피오닐-CoA 카복실라아제 (TCA 회로 연결)를 조절한다. 단순 결핍증 증상은 거의 나타나지 않으나, 장기간 생 난백을 섭취한 성인이나, 완전정맥영양 환자, 선천성 대사이상 (비오틴니다아제 결핍)의 경우 결핍 위험성이 증가한다.

2025 비오틴 섭취량은 충분섭취량으로 설정하며, 전 연령대에서 성별의 차이가 없다. 영아 모유 섭취량 및 대사체중비를 기반으로 한 외삽 방법과 미국·일본 자료를 참고하여 설정하였고, 성인 (19-64세) 기준 30 μg /일로 설정하였다. 비오틴은 수용성으로 대다수 배출되며, 독성에 대한 근거는 제한적이다. 따라서, 상한 섭취량은 설정되지 않았으나, 최근 일부 연구에서 고용량 섭취 시 일부 신경학적 증상과 근육 내 지질 축적이 보고되었고, 비오틴 보충제가 일부 진단검사 결과에 영향을 미칠 수 있음이 제시되어, 관련 문헌 해석 시 주의가 필요하다.

한국인의 비오틴 주요 급원 식품은 달걀 (생것), 우유, 고춧가루, 맥주, 닭고기 (살코기), 계, 고추장 등으로 나타났으며, 1인 1회 분량 기준 비오틴 함량이 가장 높은 식품은 세발나물 (400 μg), 계 (78.6 μg), 청경채 (29.7 μg), 맥주 (15.2 μg), 달걀 생것 (14.6 μg) 순이었다. 또한 다소비 식품 중 100 g당 비오틴 함량이 높은 식품으로는 계 (꽃계) (98.2 μg), 고춧가루 (75.2 μg), 땅콩 (28.9 μg), 아몬드 (27.9 μg), 달걀 (생것) (24.3 μg) 등이 해당되었다.

현재 한국인을 대상으로 한 비오틴 연구가 부족하여 대부분 외국의 연구자료 및 임상결과에 의존해 섭취기준을 설정하고 있다. 한국인의 실제 섭취량 자료를 확보하기 위해 상용 식품에 대한 비오틴 함량

이 추가 분석된 데이터 구축이 필요하다. 또한 최근 모발건강을 위한 비오틴 보충제 및 강화식품 섭취가 증가하고 있으므로, 실태 조사를 통한 건강효과평가에 대한 검토도 필요할 것으로 사료된다.

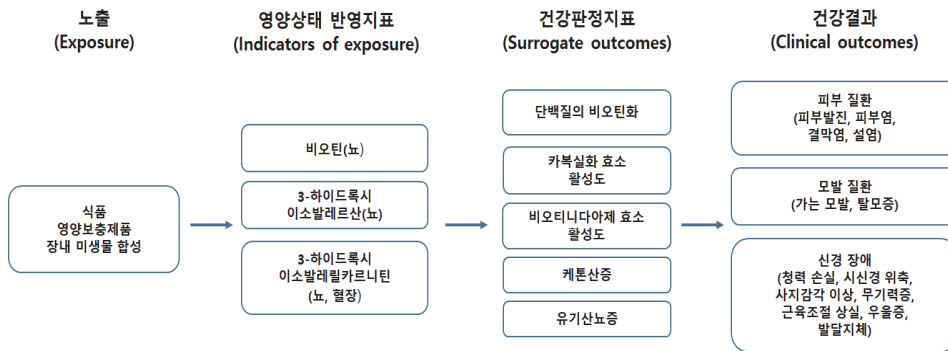


그림 1 | 비오틴 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Gilman G. The Pharmacological Basis of Therapeutics.: Tenth ed: McGraw-Hill (Medical Publishing Division; 2001.
- Janos Zempleni SSKW, Toshinobu Kuroishi Biotin: Wiley; 2012.
- Li D, Rooney MR, Burmeister LA, Basta NE, Lutsey PL. Trends in Daily Use of Biotin Supplements Among US Adults, 1999-2016. *JAMA* 2020;324:605-07.
- McCormick DB WL. Section e - The Metabolism of Biotin and Analogues. In: Florkin M, Stotz EH, editors. *Comprehensive Biochemistry*: Elsevier; 1970.
- Mock DM, Henrich CL, Carnell N, Mock NI. Indicators of marginal biotin deficiency and repletion in humans: validation of 3-hydroxyisovaleric acid excretion and a leucine challenge. *Am J Clin Nutr* 2002;76:1061-8.
- Mock DM, Stratton SL, Horvath TD, Bogusiewicz A, Matthews NI, Henrich CL, Dawson AM, Spencer HJ, Owen SN, Boysen G, Moran JH. Urinary excretion of 3-hydroxyisovaleric acid and 3-hydroxyisovaleryl carnitine increases in response to a leucine challenge in marginally biotin-deficient humans. *J Nutr* 2011;141:1925-30.
- Piketty ML, Prie D, Sedel F, Bernard D, Hercend C, Chanson P, Souberbielle JC. High-dose biotin therapy leading to false biochemical endocrine profiles: validation of a simple method to overcome biotin interference. *Clin Chem Lab Med* 2017;55:817-25.
- Staggs CG, Sealey WM, McCabe BJ, Teague AM, Mock DM. Determination of the biotin content of select foods using accurate and sensitive HPLC/avidin binding. *J Food Compost Anal* 2004;17:767-76.
- Zempleni J, Mock DM. Biotin biochemistry and human requirements. *J Nutr Biochem* 1999;10:128-38.
- Zempleni J, Wijeratne SS, Hassan YI. Biotin. *Biofactors* 2009;35:36-46.
- Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.

2-3-1

콜린-제정



콜린은 세포막 인지질 (특히 포스파티딜콜린)의 핵심 구성성분이자 메틸 대사 (호모시스테인 감소 등), 아세틸콜린 합성, 지질 운반 및 신호전달에 관여하는 필수영양소이다. 콜린은 체내에서도 합성이 가능하나, 그 양이 제한적이므로 식사를 통한 섭취가 필요하다. 식품 중 콜린은 유리 콜린 및 포스포콜린, 글리세로포스포콜린 등 수용성 콜린 유도체와 스펅고미엘린, 포스파티딜콜린 등 지용성 콜린 유도체로 분류할 수 있으며, 유리 콜린을 제외하면 모두 포스포에스터 결합을 포함한다. 흡수 후에는 포스파티딜콜린으로 전환되거나 간 신장에서 베타인으로 산화되어 일탄소 대사 (one-carbon metabolism)에 기여한다.

한국인의 평균필요량 제정을 위한 용량-반응 인체 근거가 부족해 충분섭취량을 우선 제시하였고, 성인은 고갈-보충 연구에서 간효소 상승과 지방간 악화를 예방하는 섭취 수준을 기준으로 설정하였다 (임상 지표: 간효소, 지방간). 영아는 모유유래 원칙 (평균 모유 섭취량 × 모유 콜린 농도), 아동-청소년은 성인 충분섭취량에 대사체중과 성장계수를 고려하되 일부 계산값이 성인의 섭취기준을 초과하거나 15-18세가 12-14세보다 낮게 산출되는 사례는 생애주기 연속성을 위해 최소 범위 내 조정하였다. 임신-수유부는 성인의 충분섭취량에 임신으로 인한 요구량과 수유로 인한 분비량을 가산하였다. 분석틀은 영양 상태 반영지표 (혈장 콜린, 포스파티딜콜린, 베타인), 건강판정지표 (간효소, 크레아티닌 포스포키나아제, 호모시스테인, DNA 손상 및 메틸화), 건강 결과 (간 손상, 인지기능 저하, 신경관 결손, 고호모시스테인혈증, 심혈관계질환, 염증-대사질환, 암 등)로 구성하였다 (그림 1).

상한섭취량은 혈압 저하 등 콜린성 반응을 근거로 한 최소독성용량 7.5 g/일에 불확실계수 (UF) 2를 적용해 체중 외삽과 내림으로 도출하였다. 또한 과량의 콜린 섭취 시 장내세균에 의한 트라이메틸아민 (TMA)→트라이메틸아민 N-산화물 (TMAO) 경로가 활성화되어 물고기 냄새와 함께 혈중 TMAO 상승이 관찰됨에 따라, 영양 상태 반영지표 (혈중 콜린), 건강판정지표 (혈압, TMA, TMAO), 건강 결과 (혈압 저하, 몸의 물고기 냄새, 위장관 증상, 심혈관질환)를 상한섭취량의 분석틀로 제시하였다 (그림 2).

국민건강영양조사 (2018-2022년, 8,094명, 자체 콜린 DB 적용)에서 1세 이상 하루 콜린 섭취 중간값과 평균은 각각 545 mg (사분위 범위 401-730), 595 mg이었다. 남자의 섭취량이 여자보다 높고 고령층에서 다소 낮은 양상이었으나, 전반적으로 설정한 충분섭취량보다 높은 수준으로 한국인의 콜린 섭취량은 부족하지 않은 것으로 보인다. 또한 국민건강영양조사 (2022년)에 따르면 콜린 섭취의 주된 급원은 곡류 (백미), 다음이 난류 (달걀·노른자), 육류 (간 포함), 빵/면류, 유제품, 어패류였다. 100 g 기준 고함량 식품은 돼지고기, 난류, 건어류 (예: 멸치)이며, 실제 기여도는 1회 섭취량·빈도 영향으로 백미, 달걀, 돼지고기, 국수, 빵, 우유 등에서 컸다.

현재 한국인 연령·성별 콜린 연구가 미비하여 한국인의 평균필요량 추정에는 아직 근거가 부족하다. 향후 한국인 대상 소규모 통제급식 고칼-보충 임상에서 3-4수준 용량군으로 섭취를 단계화하고, 혈장 콜린·포스파티딜콜린·베타인·총 호모시스테인, 간기능 (ALT/AST), 소변 TMAO 등 배설·안전 지표를 함께 측정해 대사 균형·용량·반응을 산출하는 것이 필요하다. 중장기적으로 생애주기·성별로 대상을 확장하고 유전자형 (PEMT/MTHFR), 엽산, 비타민 B₁₂ 상태, 식사패턴, 장내미생물 등 영향을 조절하는 요인을 고려해 한국인 맞춤 평균필요량과 권장섭취량을 제정하고, 상한섭취량은 개정하기 위한 연구를 수행하여, 한국인 특성을 반영한 콜린 섭취기준 개정을 추진할 필요가 있다.

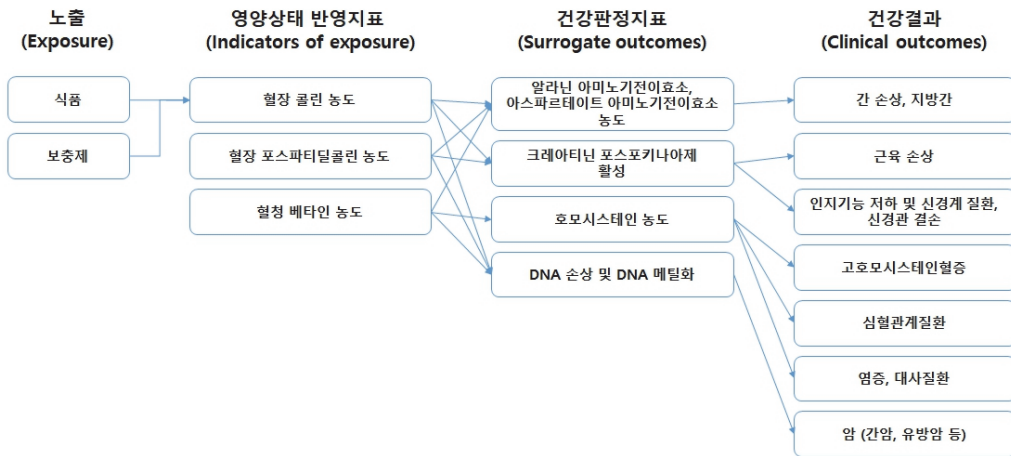


그림 1 | 콜린 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

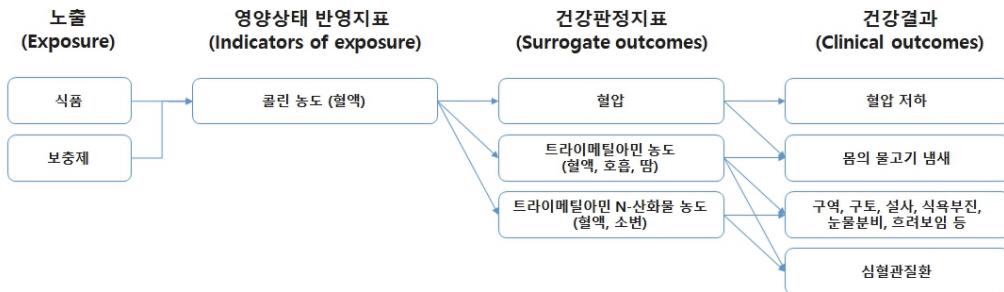


그림 2 | 콜린 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Bennett BJ, de Aguiar Vallim TQ, Wang Z, Shih DM, Meng Y, Gregory J, Allayee H, Lee R, Graham M, Crooke R, et al. Trimethylamine-N-oxide, a metabolite associated with atherosclerosis, exhibits complex genetic and dietary regulation. *Cell Metab* 2013;17 (1):49-60.
- Buchman AL, Dubin M, Jenden D, Moukarzel A, Roch MH, Rice K, et al. Lecithin increases plasma free choline and decreases hepatic steatosis in long-term total parenteral nutrition patients. *Gastroenterology* 1992;102 (4 Pt 1):1363-1370.
- Buchman AL, Dubin MD, Moukarzel AA, Jenden DJ, Roch M, Rice KM, et al. Choline deficiency: a cause of hepatic steatosis during parenteral nutrition that can be reversed with intravenous choline supplementation. *Hepatology* 1995;22 (5): 1399-1403.
- da Costa KA, Badea M, Fischer LM, Zeisel SH. Elevated serum creatine phosphokinase in choline-deficient humans: mechanistic studies in C2C12 mouse myoblasts. *Am J Clin Nutr* 2004;80 (1):163-170.
- da Costa KA, Gaffney CE, Fischer LM, Zeisel SH. Choline deficiency in mice and humans is associated with increased plasma homocysteine concentration after a methionine load. *Am J Clin Nutr* 2005;81 (2):440-444.
- da Costa KA, Niculescu MD, Craciunescu CN, Fischer LM, Zeisel SH. Choline deficiency increases lymphocyte apoptosis and DNA damage in humans. *Am J Clin Nutr* 2006;84 (1):88-94.
- EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies). Scientific opinion on Dietary Reference Values for choline. *EFSA J* 2016;14 (8):4484.
- Fennema D, Phillips IR, Shephard EA. Trimethylamine and trimethylamine N-oxide, a flavin-containing monooxygenase 3 (FMO3)-mediated host-microbiome metabolic axis implicated in health and disease. *Drug Metab Dispos* 2016;44 (11):1839-1850.
- Institute of Medicine (US). Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Washington (DC): National Academies Press; 1998.
- Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington (DC): The National Academies Press; 2006. Chapter: Choline.

- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey VII-3 (2018). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2020.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey VIII (2019-2021). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey IX-1 (2022). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
- National Health and Medical Research Council; Australian Government Department of Health and Ageing; New Zealand Ministry of Health. Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand. Canberra: National Health and Medical Research Council; 2006.
- National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Choline-Health Professional Fact Sheet [Internet]. Bethesda (MD): National Institutes of Health; 2022 Jun 2 [cited 2025 Aug 15]. Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Choline-HealthProfessional/>
- Rehman HU. Fish odor syndrome. *Postgrad Med J* 1999;75 (886):451-452.
- Tang WHW, Wang Z, Levison BS, Koeth RA, Britt EB, Fu X, Wu Y, Hazen SL. Intestinal microbial metabolism of phosphatidylcholine and cardiovascular risk. *N Engl J Med* 2013;368 (17):1575-1584.
- United States Department of Agriculture. USDA Database for the Choline Content of Common Foods, Release Two. Beltsville (MD): U.S. Department of Agriculture; 2008.
- Zeisel SH, Mar MH, Howe JC, Holden JM. Concentrations of choline-containing compounds and betaine in common foods. *J Nutr* 2003;133:1302-1307.
- Zeisel SH, Da Costa KA, Franklin PD, Alexander EA, Lamont JT, Sheard NF, et al. Choline, an essential nutrient for humans. *FASEB J* 1991;5 (7):2093-2098.

03

무기질

3-1 다량무기질

3-1-1 칼슘

3-1-2 인

3-1-3 나트륨과 염소

3-1-4 칼륨

3-1-5 마그네슘

3-2 미량무기질

3-2-1 철

3-2-2 아연

3-2-3 구리

3-2-4 불소

3-2-5 망간

3-2-6 요오드

3-2-7 셀레늄

3-2-8 몰리브덴

3-2-9 크롬



3-1-1

칼슘



칼슘은 인체에서 주로 뼈와 치아에 존재하며, 근육 수축, 신경 전달, 효소 작용 등 다양한 생리적 기능에 관여한다. 정상적인 골격대사와 골질량 유지를 위한 가장 중요한 생리적 요인은 혈중 칼슘 농도이며, 이는 혈청 칼슘 항상성 유지에 관여하는 호르몬과 인자들 (예: 부갑상선호르몬, 칼시토닌 등)에 의해 조절된다. 이 과정에서 칼슘은 뼈의 형성과 분해를 통해 항상성이 유지되며, 칼슘 섭취 상태에 따라 뼈에서의 저장과 용출 또한 조절된다.

칼슘은 식사 또는 보충제를 통해 섭취되며, 소장에서 흡수되어 혈액을 통해 각 조직으로 운반되고, 남은 칼슘은 뼈에 저장되거나 소변 또는 대변 등으로 배출된다. 체내 칼슘의 축적 또는 손실 상태는 섭취량과 배설량 (소변, 대변, 피부, 땀 등) 간의 균형, 즉 ‘칼슘 평형’을 통해 평가할 수 있다. 이에 따라, 칼슘의 평균필요량을 설정할 때에는 칼슘 평형이 주요 지표로 활용되며, 가능한 경우 칼슘 평형 연구 결과를 기반으로 평균 필요량이 산출되었다. 그러나 평형 연구가 부족한 연령대에서는 생리적 손실량과 흡수율 등을 고려한 요인가산법을 통해 필요량을 추정하였다 (그림 1). 2025년 칼슘의 충분섭취량, 평균필요량, 권장섭취량 개정 시 동아시아인 대상 연구에 더 무게를 두었으며 산출식을 보다 정교하게 개선하였다.

칼슘의 과도한 섭취로 인한 유해 영향은 식품 섭취보다는 주로 보충제 섭취에 의한 경우가 대부분인데, 칼슘 과량 섭취로 인해 발생하는 관련 건강 관련 지표로는 신장결석, 골화, 석회증, 고칼슘혈증, 부갑상선 기능이상 및 우유-알칼리 증후군이 있고, 이는 골절, 전립선암, 변비 등과 같은 부정적인 건강 결과를 초래한다. 2025년도 칼슘의 상한섭취량 기준 설정을 위해서 영유아기에는 칼슘 손실량 (배설량)을 기반으로 한 최대무독성용량을 사용하고 불확실계수를 일관성있게 유지하였으며, 청소년기와 성인기에는 노인기의 신장결석 발생을 근거로 한 최소독성용량이 지표로 활용되어 추정되었다 (그림 2).

2013년부터 2022년의 10년간 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 칼슘 섭취량 중위수는 440.4 mg/일, 평균은 498.5 mg/일로 대상자의 72.4%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 연령, 성별에 따른 섭취량 분포에서 평균필요량 미만으로 섭취하고 있는 비율이 가장 높은 집단은 남자에서는 12-14세가 82.4%로 가장 높았고, 15-18세가 76.8%, 19-29세가 75.4%로 높은 순이었다. 여자에서는 75세 이상이 91.6%로 가장 높았고, 12-14세가 88.4%, 15-18세가 86.2%로 높은 순이었다.

한국인의 칼슘 주요 급원식품은 우유, 멸치, 배추김치, 치즈, 요구르트, 식빵, 달걀 등으로 나타났으며, 1인 1회 분량 기준 칼슘 함량이 가장 높은 식품은 우령이 (962 mg), 미꾸라지 (840 mg), 멸치 (373 mg), 어패류젓 (350 mg), 우유 (236 mg) 순이었다. 또한 100 g당 칼슘함량이 높은 식품은 멸치, 미꾸라지, 건미역, 어패류젓, 흰깨, 체다치즈, 굴 등이었다.

현재 한국인을 대상으로 한 연령·성별에 따른 칼슘 평형 연구가 부족하여, 대부분 외국의 연구자료 및 임상결과에 의존해 섭취기준이 설정되고 있다. 이는 한국인의 체격·식습관을 반영하기에 한계가 있다. 향후에는 한국인 대상의 소규모 임상시험을 통해 칼슘 섭취 조사와 배설량의 산출을 통한 흡수율 및 평형상태에 대한 단기적인 임상 연구를 수행하고, 중장기적으로는 각 생애주기별, 성별로 대상자를 확장하여 칼슘평형에 도달하기 위한 칼슘 섭취량 산출 연구를 통한 한국인의 칼슘 섭취기준 개정이 필요하다.

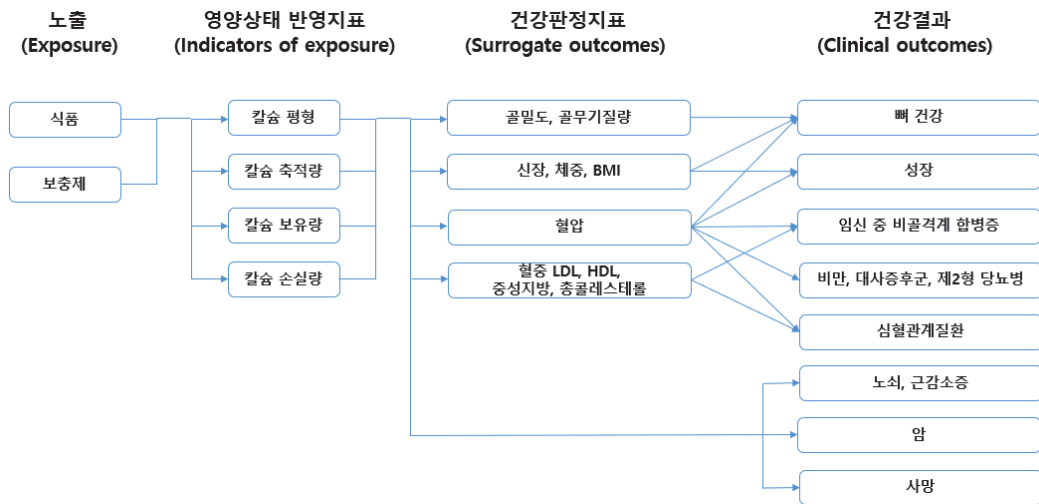


그림 1 | 칼슘 평균필요량 설정을 위한 분석틀

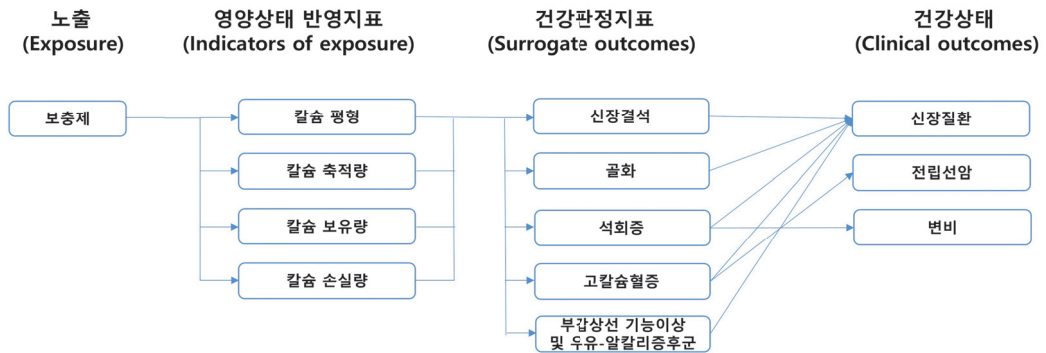


그림 2 | 칼슘 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Abrams SA, Griffin IJ, Hicks PD, Gunn SK. Pubertal girls only partially adapt to low dietary calcium intakes. *J Bone Miner Res* 2004;19(5):759-63.
- Brown EM. Physiology of calcium homeostasis. In: Bilezikian JP, Marcus R, Levine MA, editors. *The parathyroids*. Academic Press; 2001. p.167-81.
- Hernandez C, Beaupre G, Carter D. A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. *Osteoporos Int* 2003;14(10):843-7.
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington, DC: National Academy Press, 2011.
- Jackson RD, LaCroix AZ, Gass M, Wallace RB, Robbins J, Lewis CE, Bassford T, Beresford SA, Black HR, Blanchette P. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. *N Engl J Med* 2006;354(7):669-83.
- Lynch MF, Griffin IJ, Hawthorne KM, Chen Z, Hamzo M, Abrams SA. Calcium balance in 1-4-y-old children. *AJCN* 2007;85(3):750-4.
- Sargent JD, Dalton MA, O'Connor GT, Olmstead EM, Klein RZ. Randomized trial of calcium glycerophosphate-supplemented infant formula to prevent lead absorption. *AJCN* 1999;69(6):1224-30.
- Weaver CM. Calcium. Edtion ed. In: Bowman Ba, Russell RM, eds. *Present Knowledge in Nutrition*. Washington DC: International Life Science Institute Press, 2006; 373-82.
- World Health Organization (WHO). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Expert consultation on human vitamin and mineral requirements. In: World Health Organization (WHO). Food and Agriculture Organization of the United Nations, ed., 2001;155:9-61.

3-1-2

인



인은 성인 체내에 최대 약 850 g 존재하며, 체내 인의 70%는 유기인 형태이고 30%는 무기인 형태이다. 인은 세포 에너지 대사, 체액의 산염기 균형 조절, 세포막 구성, 생체 신호 전달, 경조직 형성 등에 기여한다. 생체에서 이용 가능한 인은 세포외액의 무기인 농도로 나타내며, 혈중 농도는 나이에 따라 변화한다. 인의 흡수율은 칼슘, 비타민 D, pH, 신장 기능, 그리고 부갑상선호르몬, 인슐린, 성장호르몬, 스테로이드 등 다양한 인자에 의해 영향을 받는다. 인의 평형은 소장에서의 흡수, 신장의 재흡수, 뼈 용출에 의한 유입, 그리고 뼈 형성을 위한 공급이나 소변으로의 배설 등 유출량에 의해 결정된다.

인은 식사, 식품첨가제, 또는 보충제를 통해 섭취되며, 주로 소장에서 흡수되고 남은 인은 소변 또는 대변으로 배설된다. 체내 인의 필요량을 결정할 때는 혈청 무기인산 농도, 소변 배설량, 흡수율이 주요 지표로 고려되며, 이는 평균필요량을 산출하는 데 활용된다. 성장기 어린이와 청소년의 경우, 성장에 따른 추가적인 인 요구량이 발생하므로 생리적 손실과 흡수율을 고려한 요인가산법 (factorial approach)을 적용하여 필요량을 추정하였다 (그림 1). 이 과정에서 어린이와 청소년의 연간 체중 증가량에 대한 참고 자료는 국민건강영양조사 증위수에서 소아·청소년 표준성장도표 증위수로 변경하였다. 특히 이번 개정에서는 청소년기의 경우, 성별 체지방률과 연간 뼈 무기질 증가량에 관한 참고문헌을 최신 정보로 갱신하였다. 그 결과, 남자 15-18세 및 여자 12-18세 구간의 평균필요량과 권장섭취량은 2020 KDRI 대비 다소 하향 조정되었다. 또한, 성인의 경우는 혈청 무기인산 농도의 정상 최저 수준과 흡수율에 관한 최신 문헌 정보를 반영함에 따라 평균필요량과 이에 따른 권장섭취량이 소폭 감소하였다 (표 1).

인의 과도한 섭취로 인한 유해 영향은 주로 가공식품 소비 증가에 따른 식품첨가제 섭취 증가와 관련된다. 과량 섭취 시 발생할 수 있는 건강판정지표로는 석회화, 고인산혈증 등이 있으며, 이는 심혈관 질환, 신기능 저하, 신경계 및 골 건강 이상과 연관된다. 2025년 기준, 영아기는 관련 연구가 부족하여 상한섭취량을 설정하지 않았으나, 그 외 생애주기는 최대무독성용량을 기준으로 불확실계수를 적용해 상한섭취량을 추정하였다 (그림 2).

2018년부터 2022년까지의 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 인 섭취량 증위수는 966.1 mg/일, 평균은 1,036.8 mg/일이었으며, 17.5%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 연령·성별로 보면, 평균필요량 미만으로 섭취하는 비율이 가장 높은 집단은 여자 15-18세 (66.6%)였으며, 이어 9-11세 (65.0%), 12-14세 (63.1%) 순이었다. 남자는 9-11세 (46.5%), 15-18세 (41.7%), 12-14세 (39.5%) 순이었다.

한국인의 인 주요 급원식품은 백미, 돼지고기 (살코기), 닭고기 (살코기), 우유, 달걀 (생것), 멸치 (삶아서 말린 것) 등 동물성 식품이다. 1인 1회 분량 기준으로 인 함량이 높은 식품은 새우, 멸치 (삶아서

말린 것), 현미, 간, 오징어, 우유 등이다. 국가표준식품성분표의 100 g당 인 함량이 높은 식품으로는 멸치 (삶아서 말린 것), 체다 치즈, 미꾸라지, 흰깨, 대두, 아몬드 등이 있다.

현재 한국인을 대상으로 한 연령·성별 인 평형 연구는 부족한 실정이다. 대부분의 인 섭취기준은 외국 연구자료와 임상 결과를 바탕으로 설정되고 있어, 한국인의 식습관을 반영한 정확한 기준 마련에 한계가 있다. 따라서 향후에는 한국인 대상 임상 연구를 통해 인 섭취량, 배설량, 흡수율 및 평형 상태를 평가하고, 장기적으로는 생애주기별·성별 대상자를 확대하여 인 평형에 도달하기 위한 섭취량 산출 연구를 수행함으로써 한국인의 인 섭취기준의 개정이 필요하다.



그림 1 | 인 평균필요량 설정을 위한 분석틀

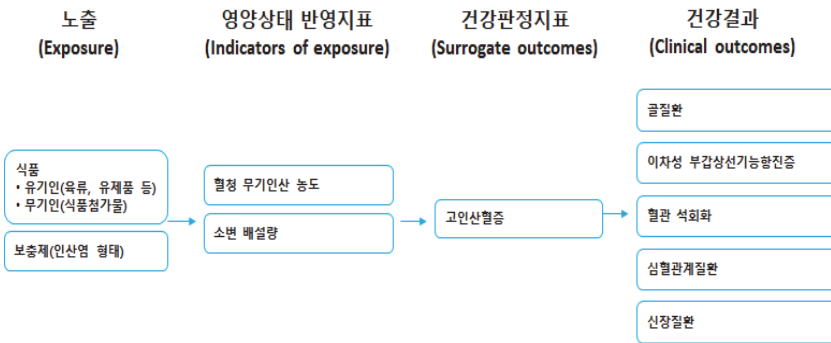


그림 2 | 인 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Institute of Medicine. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington, DC: The National Academy Press, 2011.
- Anderson JJB, Klemmer PJ, Watts MLS, Garner SC, MS C. Phosphorus. In: Barbara A. Bowman and Robert M. Russell, editors. Present knowledge in nutrition. Washington, DC: Intl Life Sciences Inst(ILSI), 2006.
- Fleet JC, Schoch RD. Molecular mechanisms for regulation of intestinal calcium and phosphate absorption by vitamin D. In: Feldman D, Pike JW, Adams JS. editors, Vitamin D. San Diego: Academic Press, 2011:349-62.
- Knochel JP. Phosphorus. In: Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ. editors, Modern nutrition in health and disease. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006:211-22.
- Dhingra R, Sullivan LM, Fox CS, Wang TJ, D'Agostino RB, Sr., Gaziano JM, Vasan RS. Relations of serum phosphorus and calcium levels to the incidence of cardiovascular disease in the community. Arch Intern Med 2007;167:879-85.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2018-2022), raw data. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024. Retrieved from <https://knhanes.kdca.go.kr>

3-1-3

나트륨/염소



나트륨과 염소는 주로 염화나트륨 (NaCl) 형태로 섭취되어 세포외액의 주요 전해질로서 삼투압과 체액·산-염기 균형을 유지한다. 나트륨은 신경 전달과 근육 수축, 소장에서의 포도당·아미노산 공동수송에 관여하며, 염소는 전하 균형과 위산 형성에 기여한다. 두 이온은 소장에서 대부분 흡수되고, 레닌-안지오텐신-알도스테론계, 항이노호르몬과 나트륨/칼륨 펌프 등에 의해 정밀하게 농도를 유지한다. 나트륨 조절에 이상이 발생하면 저·고나트륨혈증 등 전해질 이상이 나타나며, 장기간 과다 섭취는 혈압 상승과 심혈관·신장 질환 위험을 높인다. 나트륨은 다양한 생리적 역할을 수행하며, 그 기능과 필요량은 생애주기별로 특이적인 측면이 있으므로, 섭취기준은 생애주기 특성을 고려하여 설정한다.

체내 상태는 섭취량과 배설량의 균형, 즉 '나트륨 평형'으로 평가할 수 있다. 현재 평균필요량 산출을 위한 근거가 부족하므로, 충분섭취량을 제시하였다. 충분섭취량 설정을 위한 노출 지표로 소변 나트륨 배설량, 혈중 나트륨 농도, 나트륨 평형을 활용하였으며, 건강 판정 지표로 혈중 지질 농도, 인슐린 저항성, 혈장 레닌 활성도와 혈압을 선정하였다. 이러한 지표들을 통합하여 생리적 균형을 유지하는 범위를 생애주기별 충분섭취량으로 제시하였다 (그림 1).

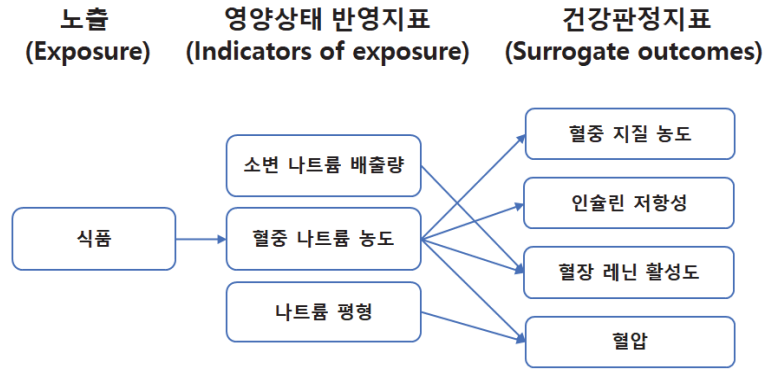
나트륨의 만성질환위험감소섭취량 설정을 위한 노출 지표는 충분섭취량과 동일하며, 최종 건강 결과 지표는 고혈압, 심혈관질환(뇌혈관·관상동맥), 당뇨병, 만성신장질환, 비만, 골다공증, 위암이다. 나트륨 과잉 섭취는 레닌-안지오텐신-알도스테론계 활성화와 산화스트레스를 통해 혈압을 높이고 혈관·사구체 손상과 단백뇨를 유발한다. 또한 비만 위험을 높일 수 있으며, 소변으로 칼슘 배설을 증가시켜 요로 결석과 골다공증 발생에 영향을 줄 수 있다. 이러한 지표를 종합해, 인구집단에서 만성질환 위험을 낮출 수 있는 상한 수준을 제시하였다 (그림 2).

이번 개정에서는 유아기 및 성장기와 노인기의 나트륨 및 염소 섭취기준은 근거 자료가 충분하지 않아 성인의 섭취기준으로부터 외삽하는데, 이 때 기존의 국민건강영양조사의 에너지 평균 섭취량을 고려하던 방식에서, 생애주기별 에너지필요추정량을 고려하는 방식으로 변경하였다. 그 결과, 유아기 및 성장기의 나트륨 및 염소 충분섭취량과 나트륨의 만성질환위험감소섭취량은 2020 KDRI 대비 다소 하향 조정되었으며, 75세 이상 노인은 100 mg 상향 조정되었다 (표 1).

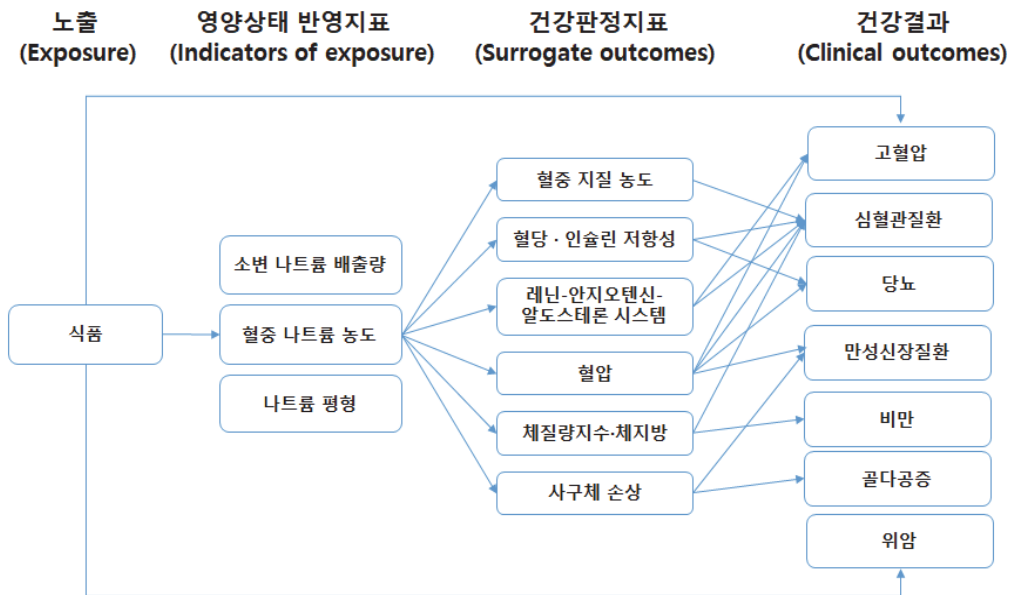
한국인의 나트륨 주요 급원식품은 소금, 배추김치, 간장, 된장, 국수, 라면 스프, 고추장 등으로 나타났다. 1회 분량 기준 함량이 가장 높은 식품은 라면(1,343 mg), 국수(1,151 mg), 라면 스프(925 mg), 말린 미역(754 mg) 순이었다. 100 g당 고함량 식품으로는 양념류·장류·젓갈류 등 조미료류가 다수를 차지하였다. 다소비 상위 식품에는 김치류, 해조류, 가공육류, 라면 등이 포함되었다.

향후 한국인을 대상으로 한 장기간 전향적 코호트 연구와 무작위 대조실험을 통한 근거 확충이 필요하다. 현재는 성인의 만성질환위험감소섭취량을 기준으로 성인의 에너지필요추정량을 외삽하여 생애주

기별 섭취기준을 산출하고 있으므로, 각 생애주기의 생리적·문화적 특성을 반영한 연령군별 과학적 근거 마련이 필요하다.



【그림 1】 나트륨 충분섭취량 설정을 위한 분석틀



【그림 2】 나트륨 만성질환위험감소섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Alderman MH, Madhavan S, Ooi WL, Cohen H, Sealey JE, Laragh JH. Association of the renin-sodium profile with the risk of myocardial infarction in patients with hypertension. *N Engl J Med* 1991;324:1098-1104.
- Grey A, Braatvedt G, Holdaway I. Moderate dietary salt restriction does not alter insulin resistance or serum lipids in normal men. *Am J Hypertens* 1996;9:317-322.
- Hall JE. Guyton and Hall textbook of medical physiology. 14th ed. Philadelphia: Elsevier;2021.
- He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens* 2009;23:363-384.
- He FJ, Marrero NM, MacGregor GA. Salt intake is related to soft drink consumption in children and adolescents: a link to obesity? *Hypertension* 2008;51:629-634.
- Ho SC, Chen YM, Woo JL, Leung SS, Lam TH, Janus ED. Sodium is the leading dietary factor associated with urinary calcium excretion in Hong Kong Chinese adults. *Osteoporos Int* 2001;12:723-731.
- Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Intersalt Cooperative Research Group. *BMJ* 1988;297:319-328.
- Kim GH. Diagnosis and treatment of dysnatremia. *Korean J Med* 2009;77:444-447.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. The 8th (2018-2020) Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2020.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. The 9th (1st-2nd years, 2021-2022) Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022.
- Meneton P, Jeunemaitre X, de Wardener HE, MacGregor GA. Links between dietary salt intake, renal salt handling, blood pressure, and cardiovascular diseases. *Physiol Rev* 2005;85:679-715.
- Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2020.

- Muth BJ, Brian MS, Chirinos JA, Lennon SL, Farquhar WB, Edwards DG. Central systolic blood pressure and aortic stiffness response to dietary sodium in young and middle-aged adults. *J Am Soc Hypertens* 2017;11:627-634.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2019.
- Ruppert M, Diehl J, Kolloch R, Overlack A, Kraft K, Gobel B, Hittel N, Stumpe KO. Short-term dietary sodium restriction increases serum lipids and insulin in salt-sensitive and salt-resistant normotensive adults. *Klin Wochenschr* 1991;69:51-67.
- Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.
- Sharma A, Arntz H-R, Kribben A, Schattenfroh S, Distler A. Dietary sodium restriction: adverse effect on plasma lipids. *Klin Wochenschr* 1990;68:664-668.

3-1-4

칼륨



칼륨은 세포 내에서 가장 풍부한 1가 양이온으로, 세포내액 용적과 전기화학적 농도차 유지에 필수적인 영양소이다. 나트륨과의 상호작용을 통해 신경전달, 근육 수축, 신장 기능에 중요한 역할을 하며, 나트륨 배설 촉진과 혈관 저항 감소를 통해 혈압 조절 및 심혈관질환 예방에 기여한다. 체내 칼륨의 약 98%는 세포 내에 존재하며 주로 Na^+/K^+ ATPase 펌프에 의해 항상성이 유지된다. 정상 혈청 농도는 3.5-5.0 mmol/L이며, 구토·설사, 신장 질환, 약물 사용 등에 따라 저칼륨혈증이나 고칼륨혈증이 발생할 수 있다. 식이 칼륨은 대부분 흡수되어 약 90%가 소변, 나머지는 대변과 땀으로 배설된다. 알도스테론과 인슐린 등이 균형 유지에 관여하며, 고칼륨혈증은 심부정맥, 심정지 등 치명적 영향을 초래할 수 있다.

칼륨은 평균필요량이나 권장섭취량을 설정할 근거가 부족해, 2025년에도 충분섭취량(AI)으로 제시하였다. 본 기준은 칼륨 섭취와 관련된 혈압 및 심혈관질환 예방 효과, 체내 칼륨 균형 지표, 그리고 국내 섭취수준 자료 등을 종합하여 설정하였다. 성인은 WHO 권고를 반영해 3,500 mg/일로 설정하였으며, 이는 혈압 및 심혈관질환 예방 효과가 확인된 수준이다. 성장기에는 과거 에너지 섭취량 증위로 외삽하였으나 조사값 변동과 일관성 부족으로 이번 개정에서는 성인의 단위 에너지당 섭취량 (mg/kcal)에 연령별 에너지필요추정량을 곱하는 방식으로 산출하였으며, 그 결과 대부분의 연령군에서는 기존 기준이 유지되었고 9-11세에서만 약 400 mg 하향 조정되었다. 노인은 에너지필요추정량 적용 시 성인보다 더 낮은 값이 산출되었으나 질병 예방 효과와 정책적 활용성을 고려해 성인과 동일하게 유지하였다. 영아는 모유 함량과 섭취량을 근거로 0-5개월 400 mg/일, 6-11개월 700 mg/일로 설정하였다. 임신부는 성인과 동일 기준을 적용하고, 수유부는 모유 배설분을 반영해 추가량을 더해 제시하였다.

칼륨은 정상 신장 기능을 가진 성인에서는 과량 섭취 시에도 혈중 농도가 안정적으로 유지되어 과잉 섭취의 위해 근거가 부족하므로 상한섭취량은 설정하지 않았다. 그러나 보충제나 칼륨 대체 소금 섭취 시 고칼륨혈증 사례가 있어 신장질환자나 고령자 등 고위험군에서는 개별 관리가 필요하다.

국민건강영양조사 (2013-2022년)에 따르면 성인의 평균 섭취량은 2,500-2,800 mg/일로 2020 충분섭취량과 WHO 권고치에 미달하였다. 남성은 연령 증가에 따라 섭취량이 다소 높아지지만 기준에 미달하는 경우가 많았고, 여성은 전 연령에서 부족률이 특히 높았다. 청소년기 여아와 75세 이상 여성 노인의 경우 90% 이상이 기준에 미달하여 가장 취약한 집단으로 확인되었다. 이는 한국인의 만성질환 예방을 위해 칼륨 섭취 증진이 시급함을 보여준다.

칼륨 섭취와 만성질환의 연관성 연구에서는 혈압 및 뇌졸중 위험 감소 효과가 보고되었으나, 효과는 나트륨 섭취 수준에 크게 의존하였다. 보충제 연구에서는 혈압 강하 효과가 있었지만 질병 발생 위험과

의 용량-반응 근거가 부족해 2025년에는 만성질환위험감소섭취량을 설정하지 않았다. 나트륨과의 상호작용으로 독립적 효과를 과대·과소평가할 위험이 있어, 2030년 개정에서 통합적 검토가 예정되어 있다.

칼륨은 과일, 채소, 콩류, 육류, 생선, 우유 등 다양한 식품에 분포하며, 한국인은 김치, 돼지고기, 닭고기, 우유, 백미 등에서 주로 섭취한다. 시금치, 감자, 대두, 두유, 바나나는 1회 분량당, 고춧가루, 대두, 김, 다시마는 100 g당 함량이 높다. 다만 나트륨이나 당이 많은 식품은 급원식품으로 권장되지 않는다.

2025년 개정에서는 산출방식을 중위수 기반에서 에너지필요추정량 기반으로 전환해 타당성과 일관성을 높였다. 그러나 칼륨과 만성질환의 정량적 용량-반응 근거, 중위값 활용 타당성, 상한섭취량 설정 근거는 여전히 부족하다. 2030년 개정에서는 나트륨과의 상호작용을 반영한 통합적 만성질환위험감소 섭취량 설정, 국민건강영양조사 자료와 영양성분 데이터베이스 개선, 고위험군 연구 확대가 필요하다. 이를 통해 과학성과 정책 실행력을 갖춘 섭취기준 제시가 가능할 것이다.

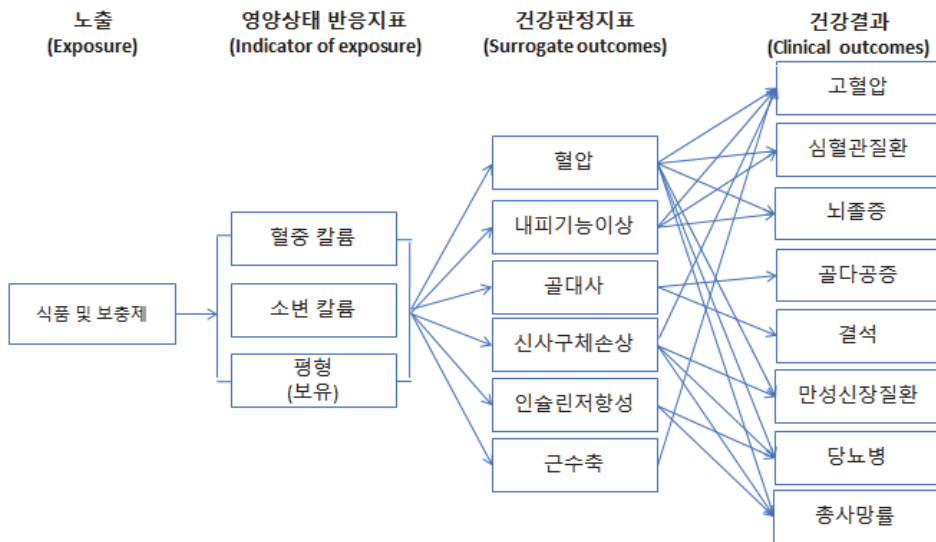


그림 1 | 칼륨 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Aburto NJ, Hanson S, Gutierrez H, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP. Effect of increased potassium intake on cardiovascular risk factors and disease: systematic review and meta-analyses. *BMJ* 2013;346:f1378.
- Baek SY, Kim HK. Association of Dietary Sodium-to-Potassium Ratio with Cardiometabolic Risk Factors in Korean Adults: Findings from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutrients* 2023;15(14):3134.
- Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2022. Cheongju: KDCA; 2024.
- Ma Y, He FJ, Sun Q, Yuan C, Kieneker LM, Curhan GC, MacGregor GA, Bakker SJL, Campbell NRC, Wang M et al. 24-Hour urinary sodium and potassium excretion and cardiovascular risk. *N Engl J Med* 2022;386(3):252-63.
- Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan. Dietary Reference Intakes for Japanese, 2020. Tokyo: MHLW; 2020.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. Washington, DC: The National Academies Press; 2019.
- Noh HM, Park SY, Lee HS, Oh HY, Paek YJ, Song HJ, Park KH. Association between high blood pressure and intakes of sodium and potassium among Korean adults: Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 2007–2012. *J Acad Nutr Diet* 2015;115(12):1950-7.
- WHO. Guideline: Potassium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization (WHO), 2012.

3-1-5

마그네슘



마그네슘은 초록색 식물 색소인 엽록소를 구성하는 주요 성분으로, 뼈와 치아, 근육과 연조직 내 주로 존재한다. 마그네슘은 체내에서 뼈와 치아의 구성요소일 뿐만 아니라, 300종 이상의 효소계에서 보조인자로 작용하며, 세포막 안정, 신경전달기능, 지방, 단백질, 핵산의 합성 등 다양한 생화학적 및 생리적 과정에 관여한다. 일상적으로 식사를 통해 섭취된 마그네슘의 흡수율은 약 30-40% 수준이나, 흡수율은 섭취량에 반비례하며, 콩팥을 통해 항상성이 유지된다.

마그네슘은 식사, 보충제 및 일반 의약품을 통해 섭취되며, 소장에서 흡수되어 뼈와 치아, 근육과 연조직에 주로 저장되며, 콩팥을 통해 항상성이 유지되면서 대변 및 소변으로 배출된다. 체내 마그네슘의 영양상태나 필요량 추정 시 섭취량과 배설량 간의 균형과 같은 마그네슘 평형, 혈중 마그네슘 및 세포 내 마그네슘 등의 지표를 사용할 수 있다 (그림 1). 제외국의 경우 마그네슘의 평균필요량 설정 시 마그네슘 평형을 주요 지표로 활용하고 있으며, 2025년 마그네슘 섭취기준에서는 마그네슘 평형 결과를 기반으로 평균필요량을 산출하였다. 50세 이상 연령대에서는 장내 마그네슘 흡수 감소 및 소변 중 마그네슘 배출 증가와 같은 노화에 따른 마그네슘 대사의 특성을 고려하여 30-49세와 동일하게 책정하였다.

마그네슘 상한섭취량은 식품 외 급원 (보충제·의약품) 섭취 시 나타나는 위장관 증상, 특히 설사를 주요 독성종말점으로 하여 식품 외 급원에 한하여 설정하였다 (그림 2). 영아는 독성 연구와 보충제 효과 평가 연구가 없어 상한섭취량을 설정하지 않았으며, 성장기 (1-18세)는 마그네슘 대사가 연령에 따라 차이가 없다는 근거에 따라 성인 상한섭취량 (350 mg/일)에 체중비율을 적용한 외삽법으로 산출하였다. 성인과 노인은 최대무독성용량 360 mg/일에 불확실계수 1을 적용하고, 기존 350 mg/일에서도 안전성이 확인된 최신 근거를 반영하여 350 mg/일로 유지하였다. 임신·수유부는 성인과 동일하게 350 mg/일로 설정하였다.

2016년부터 2022년의 최근 7년간 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 마그네슘 섭취량 중위수는 266.2 mg/일, 평균은 292.5 mg/일로 대상자의 44.4%가 2020 영양소 섭취기준 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 연령별, 성별에 따른 섭취량 분포에서 평균필요량 미만으로 섭취하고 있는 비율이 가장 높은 집단은 남자에서는 15-18세가 66.6%로 가장 높았고, 19-29세가 61.3%, 75세 이상이 56.1%로 높은 순이었다. 여자에서도 15-18세가 78.1%로 가장 높았고, 12-14세가 62.0%, 19-29세가 61.7%로 높은 순이었다.

한국인 마그네슘의 주요 급원식품은 백미, 소금, 두부, 배추 김치, 닭고기 (살코기), 돼지고기 (살코기), 멸치, 삶아서 말린 것 등으로 나타났으며, 1회 분량 기준 마그네슘 함량이 가장 높은 식품은 들깨 잎 (106 mg), 미역, 말린 것 (90 mg), 현미 (90 mg), 메밀 국수, 말린 것 (75 mg) 및 두부 (64 mg)

순이었다. 또한 100 g당 마그네슘 함량이 높은 식품으로는 소금, 미역, 말린 것, 깨, 흰깨, 아몬드, 멸치, 삶아서 말린 것 및 대두 등의 순이었다.

현재 한국인을 대상으로 한 연령·성별에 따른 마그네슘 평형 연구가 부족하여, 대부분 외국의 연구 자료에 의존해 섭취기준이 설정되고 있다. 이는 한국인의 식사패턴 및 체격 등을 반영하기에는 한계가 있다. 향후에는 한국인을 대상으로 한 생애주기별 마그네슘 평형 연구와 다양한 영양평가 지표 비교 연구, 식품과 보충제 내 마그네슘 함량 데이터베이스 확충과 이를 활용한 섭취 상태 평가를 통하여 한국인의 마그네슘 섭취기준 개정이 필요하다.

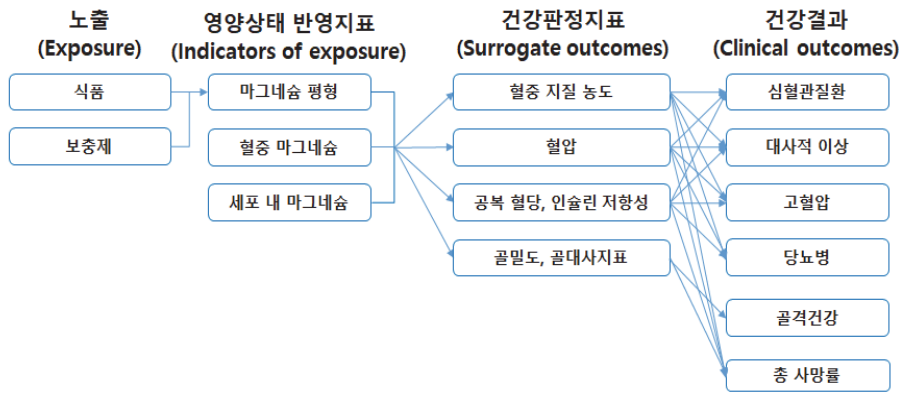


그림 1 | 마그네슘 평균필요량 설정을 위한 분석틀

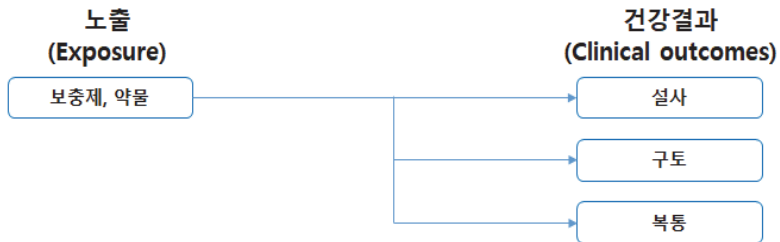


그림 2 | 마그네슘 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Bashir Y, Sneddon JF, Staunton HA, Haywood GA, Simpson IA, McKenna WJ, Camm AJ. Effects of long-term oral magnesium chloride replacement in congestive heart failure secondary to coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993;72:1156-1162.
- Fine KD, Santa Ana CA, Porter JL, Fordtran JS. Intestinal absorption of magnesium from food and supplements. *J Clin Invest* 1991;88:396-402.
- Hunt SM, Schofield FA. Magnesium balance and protein intake level in adult human female. *Am J Clin Nutr* 1969;22:367-373.
- Mahalko JR, Sandstead HH, Johnson LK, Milne DB. Effect of a moderate increase in dietary protein on the retention and excretion of Ca, Cu, Fe, Mg, P, and Zn by adult males. *Am J Clin Nutr* 1983;37:8-14.
- Ministry of Health, Labour and Welfare. Dietary Reference Intakes for Japanese; 2020. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2020.
- Institute of Medicine. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington, DC: The National Academy Press, 1997. p.190-249.
- Quamme GA, de Rouffignac C. Epithelial magnesium transport and regulation by the kidney. *Front Biosci* 2000;5:D694-711.
- Rude RK. Magnesium. In: Coates PM, Betz JM, Blackman MR, Cragg GM, Levine M, Moss J, White JD, editors. *Encyclopedia of Dietary Supplements*. 2nd ed. New York: Informa Healthcare; 2010. p.527-537.
- Schwartz R, Spencer H, Welsh JJ. Magnesium absorption in human subjects from leafy vegetables, intrinsically labeled with stable ^{26}Mg . *Am J Clin Nutr* 1984;39:571-576.
- Swaminathan R. Magnesium metabolism and its disorders. *Clin Biochem Rev* 2003; 24:47-66.

3-2-1

철



철은 우리 몸에 필수적인 미량 무기질이다. 헤모글로빈과 미오글로빈의 구성 성분으로 산소 운반과 저장을 담당하며, 세포 내 전자전달계 구성성분으로 ATP 생성에 필수적이다. 또한, 다양한 효소의 보조인자로 작용하여 신체 성장, 신경 발달, 세포 기능, 그리고 일부 호르몬 합성에도 관여한다. 철 결핍은 빈혈을 유발할 수 있으며, 작업 능률 저하, 인지 기능 저하, 면역력 약화 및 감염에 대한 저항력 감소 등과 관련된다. 철 영양상태를 평가하는 지표에는 혈청 페리틴 농도, 총 철 결합능, 혈청 트랜스페린 포화도, 적혈구 프로토포르피린 농도, 혈청 트랜스페린 수용체 농도, 혈액 헤모글로빈 농도 및 헤마토크릿, 적혈구 지수 등이 있다.

철 평균필요량은 요인가산법을 적용하여, 체내 철 요구량을 추정된 후 철 흡수율을 반영하여 산출하였다. 체내 철 요구량 추정을 위해 고려한 요인으로는 대변·소변·땀 및 표피세포 탈락에 의한 불가피한 기본 손실량, 성장기에 혈액량 증가로 인한 헤모글로빈 철 증가량, 조직철 및 저장철 증가량, 월경으로 인한 철 손실량, 임신 중 태아 성장에 필요한 철 요구량, 수유 중 모유 철 분비량 등이 있다. 2025 개정에서는 철 흡수율을 남자와 비가임기 여자는 16%, 가임기 여자 (12-49세)는 18%로 변경하여 사용하였다. 또한, 철 요구량은 개인 간 변이가 큰 점을 고려하여 권장섭취량 설정 시 변이계수를 20%로 적용하여 산출하였다. 단, 월경에 의한 철 손실량은 우리나라 여자의 월경혈 양 분포에 대한 자료가 있어 이를 반영하였다. 영아 전기 (0-5개월)의 경우에는 모유로부터의 철 섭취량을 근거로 하여 충분섭취량을 설정하였다.

철 상한섭취량은 변비, 설사, 복부 통증, 구역, 구토 등 위장관계 장애 (GI discomfort)를 독성 종말점으로 하여 설정하였다. 철 과량 섭취가 아연 흡수율 감소, 철 과다증 등과 관련된 가능성이 제기되었으나, 이를 상한섭취량에 직접 적용하기에는 근거가 부족하였다. 또한, 정상적인 장 기능을 가진 성인의 경우, 일반적인 식사만으로 철 과부하가 발생할 가능성은 매우 낮다.

2013-2022년 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 철 섭취량 평균은 9.91 mg이었고, 철 평균필요량 미만 섭취자 비율은 평균 45.4%로 나타났다. 식품으로부터 철 섭취가 가장 취약한 집단은 가임기 여성으로, 12-14세 여자의 84.4%, 15-18세 여자의 81.1%, 19-29세 여자의 75.2%, 30-49세 여자의 75.3%가 평균필요량 미만으로 섭취하였다.

한국인의 주요 철 급원 식품은 백미, 달걀, 소고기, 돼지 부산물 (간), 멸치 순이었고, 1회 분량 당 철 함량이 가장 높은 주요 급원 식품은 돼지 간 (8.73 mg/45 g), 굴 (6.98 mg/80 g), 홍합 (4.88 mg/80 g), 시리얼 (3.59 mg/30 g) 등이었다. 또한, 다소비 식품 중 100g당 철 함량이 높은 식품은 돼지 간, 멸치, 시리얼, 굴, 대두 등이었다.

현재 한국인 대상 철 기본 손실량과 성장기 조직철 및 저장철 증가량 분포를 추정할 수 있는 자료가

부족하므로 이에 대한 연구가 필요하며, 특히 생애주기별 식사 철 흡수율 (생체이용률)에 대한 신뢰성 높은 자료가 요구된다. 또한, 식품이 아닌 보충제를 통해 철을 과량 섭취할 경우, 다양한 부작용이 발생할 수 있으며, 일부 연구에서는 영유아기 철 보충제 섭취가 성장 및 인지 발달에 부정적 영향을 줄 수 있다는 결과가 보고되었으나, 현재까지는 근거가 불충분하므로 향후 체계적인 연구가 요구된다.

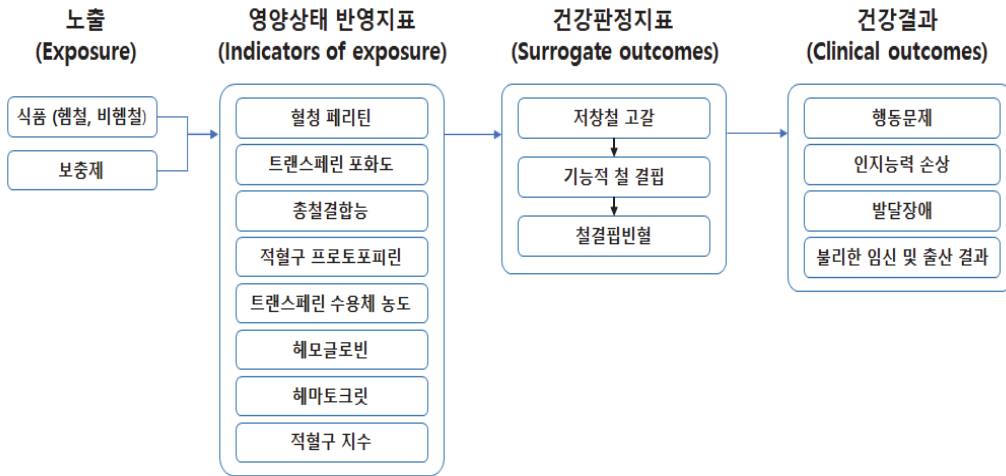


그림 1 철 평균필요량 설정을 위한 분석틀

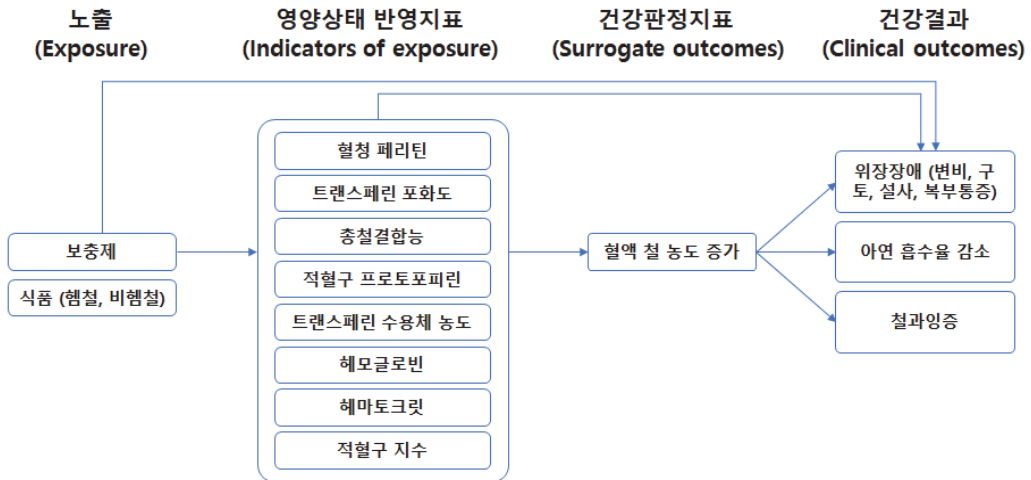


그림 2 철 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Chae BH, Nam MH. A study on blood loss during menstruation and iron nutritional status in Korean women. *J Nutr Health*. 1980;13:82-91.
- Dainty JR, Berry R, Lynch SR, Harvey LJ, Fairweather-Tait SJ. Estimation of dietary iron bioavailability from food iron intake and iron status. *PLoS One*. 2014;9:e111824.
- European Food Safety Authority. Scientific opinion on dietary reference values for iron. *EFSA J*. 2015;13(10):4254.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Iron. In: Institute of Medicine, ed. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Washington DC: National Academy Press; 2001:290-393.
- Frykman E, Bystrom M, Jansson U, Edberg A, Hansen T. Side effects of iron supplements in blood donors: superior tolerance of heme iron. *J Lab Clin Med*. 1994;123:561-4.
- Kim JY, Shin MS, Kim SH, Seo JH, Ma HS, Yang YJ. Association of serum iron status and food intake with blood heavy metal concentration in Korean female adolescents and adults: based on the 2010-2011 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J Nutr Health*. 2017;50:350-60.

3-2-2

아연



아연 (zinc, Zn)은 인체의 체액과 세포 및 조직 전반에 고르게 분포하며, 세포 내외의 이동과 항상성 유지, 다양한 세포 생리작용과 대사과정의 조절에 중요한 역할을 한다. 아연의 주요 기능은 아연 의존 효소 (zinc-dependent enzymes)의 구성 성분으로서 촉매 역할을 수행하고, 효소나 아연-핑거 전사인자 (zinc-finger transcription factors)와 같은 단백질의 구조 안정화에 관여하며 아연-핑거 전사인자를 통한 유전자 및 단백질의 발현과 합성 조절 등이다. 세포 내부에서 아연은 유리 이온 (Zn^{2+}) 형태로 존재하는 경우가 드물고, 대부분 단백질과 결합한 형태로 존재하며, 해당 단백질의 구조 안정화와 기능 유지에 기여함으로써 다양한 대사 활동과 생체 반응의 조절에 핵심적으로 작용한다.

아연은 식사 또는 보충제를 통해 섭취되며, 주로 소장에서 흡수되어 문맥을 통해 간으로 운반되고, 혈액을 통해 체내 각 조직으로 분포된다. 체내 아연의 항상성은 장내 흡수와 내인성 손실 간의 균형으로 조절되며, 내인성 아연은 담즙, 땀, 침, 장 점막세포 탈락 등으로 장관 내로 재분비되며, 일부는 재흡수되고 나머지는 대변으로 배설된다. 결핍 시에는 손실이 감소하고 식이 아연의 흡수율이 증가한다. 아연은 또한 소변, 땀, 정액, 월경혈 등 비장관 이외 경로로도 배설된다.

아연 평균필요량 설정에는 위장관을 통한 내인성 손실량과 아연 흡수율이 핵심 지표로 활용되며, 소변, 땀 등 비장관 손실, 성장·발달·생리 상태 등 다양한 보조 지표도 참고된다. 평균필요량 설정에는 요인가산법이 활용되며, 과정은 다음과 같다. ① 소변, 피부, 생식 관련 분비물 등 위장관 이외 경로로 배출되는 손실량 측정, ② 아연 흡수량과 위장관 내 내인성 배설량 간의 관계를 회귀분석하여 총 손실량 산출, ③ 위 단계의 결과를 합산해 최소 흡수량 도출, ④ 이를 아연의 흡수율을 고려해 식이 섭취량으로 환산한다 (그림 1). 권장섭취량은 평균필요량에 대한 표준편차 자료가 없어 변이계수를 10%로 가정하고, 평균필요량의 120% 수준으로 산출하였다.

아연은 일반적인 식품 섭취에서는 인체에 유해한 영향이 거의 나타나지 않으나, 아연 강화식품 또는 보충제를 장기간 과량 섭취할 경우 구리 흡수 저하, 면역능력 감소, 혈중 고밀도 지단백 콜레스테롤 감소, 적혈구 효소 활성 저하 등의 부작용이 보고된다. 성인의 2025년 아연 상한섭취량은 최대무독성 용량을 근거로 추정하였으며, 유아·아동·청소년은 성인의 상한섭취량을 체중에 따라 보정하여 설정하였다 (그림 2).

2016년부터 2022년까지 7년간 국민건강영양조사 자료 분석 결과, 1세 이상 전체 대상자의 식품을 통한 아연 섭취량 중위수는 9.3 mg, 평균은 10.2 mg으로 대상자의 26.1%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 연령별, 성별에 따른 섭취량 분포에서 평균필요량 미만으로 섭취하고 있는 비율이 가장 높은 집단은 남자에서는 19-29세가 38.3%로 가장 높았고, 65-74세가 28.1%, 75세 이상이 24.8% 순이었다. 여자에서도 19-29세가 44.2%로 가장 높았고, 30-49세가 37.6%, 15-18세가 36.9%로 높

은 순이었다.

한국인의 아연 주요 급원식품은 백미, 소고기 (살코기), 돼지고기 (살코기), 달걀, 배추김치 등이었으며, 1인 1회 분량 기준 아연 함량이 가장 높은 식품은 굴 (12.72 mg/80 g), 돼지 간 (3.84 mg/45 g), 시리얼 (2.92 mg/30 g) 순이었다. 또한 다소비 식품 200위 내 100 g당 아연 함량이 높은 식품으로는 굴, 시리얼, 돼지간, 소간, 흰깨, 멸치 등이었다.

한국인을 대상으로 한 아연 흡수율 및 내인성 손실에 대한 체계적 연구가 부족하여, 현재 섭취기준은 외국 연구자료에 의존하고 있다. 이는 한국인의 체격과 식습관을 반영하기에 한계가 있으므로 향후 한국인을 대상으로 한 임상시험을 통해 아연 섭취와 배설, 흡수율을 평가하고, 연령·성별·생리적 상태를 고려한 연구를 확대하여 체내 아연 평형과 건강지표를 종합적으로 반영한 근거 중심의 섭취기준 개정이 필요하다.

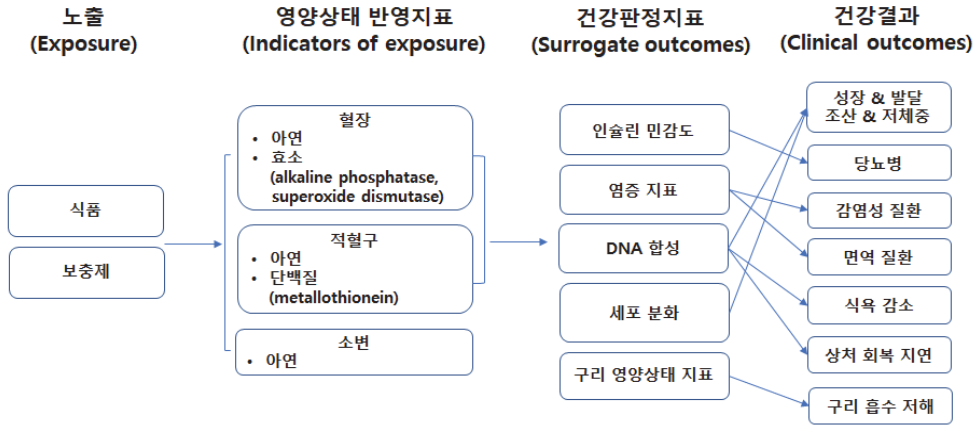


그림 1 | 아연 평균필요량 설정을 위한 분석들

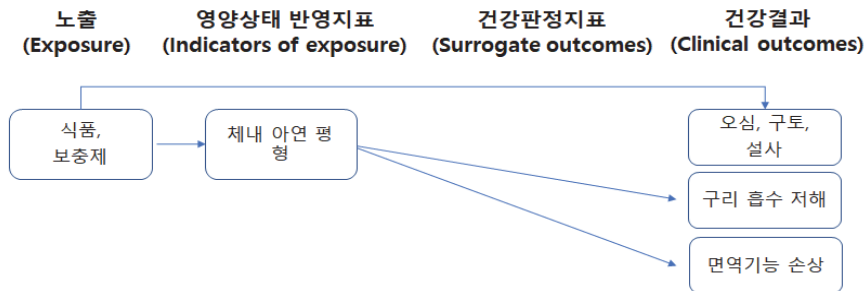


그림 2 | 아연 상한섭취량 설정을 위한 분석들

참고문헌

- Cousins RJ. Systemic transport of zinc. In: Mills CF, editor. Zinc in human biology. New York: Springer-Verlag; 1989. p.79-93.
- Cousins RJ. Theoretical and practical aspects of zinc uptake and absorption. *Adv Exp Med Biol* 1989;249:3-12.
- Davis CD, Milne DB, Nielsen FH. Changes in dietary zinc and copper affect zinc-status indicators of postmenopausal women, notably, extracellular superoxide dismutase and amyloid precursor proteins. *Am J Clin Nutr* 2000;71:781-8.
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO). Zinc. In: FAO/WHO expert consultation on human vitamin and mineral requirements. Rome: FAO; 2003. p.257-70.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press; 2001. p.442-501.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey VIII (2019-2021). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.
- Maares M, Haase H. A guide to human zinc absorption: general overview and recent advances of in vitro intestinal models. *Nutrients* 2020;12:762.
- Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.
- Yadrick MK, Kenney MA, Winterfeldt EA. Iron, copper, and zinc status: response to supplementation with zinc or zinc and iron in adult females. *Am J Clin Nutr* 1989;49:145-50.

3-2-3

구리



구리는 인체에 약 50-120 mg 존재하는 필수 미량 무기질로, 다양한 효소 반응과 생리 기능에 필수적이다. 1928년 Hart 등에 의하여 구리가 적혈구 생성에 필요한 원소임이 밝혀졌고, Cu^+ 와 Cu^{2+} 두 가지 산화 상태를 오가며 산화환원 반응에 참여한다. 또한 세룰로플라스민 (ceruloplasmin)과 헤페스틴 (hephaestin) 등 구리 의존성 산화효소의 구성 성분으로 작용하여 철의 산화와 운반, 결합조직의 가교 형성, 신경전달, 항산화 방어 체계 유지 등 다양한 대사 경로에 관여한다.

구리는 식사 또는 영양보충제를 통해서 섭취되며, 주로 소장 상부에서 흡수된다. 소장에서 흡수된 구리는 알부민 또는 α_2 -마크로글로불린에 결합해 문맥혈을 통해 간으로 이동하며, 간에서 대사저장세룰로플라스민 합성에 이용된다. 배설은 주로 담즙을 통한 대변 배출로 이루어진다. 구리의 영양상태를 판정할 수 있는 민감하고 특이적인 생물학적 판정 지표는 확립되지 않았으나, 체내 구리 항상성의 적절성 판정에 혈장 내 구리 농도가 흔히 사용되며, 혈장 구리 농도와 밀접한 관련이 있는 세룰로플라스민 활성도가 보완 지표로 활용된다. 구리와 관련한 건강 판정지표로는 철 이용률 변화, 콜라겐 합성 지표, 신경전달물질 합성능력, 피부 색소 침착, 지질대사 지표, 혈압 변화, 초과산화물 디스무타제 구리 샤페론 (copper chaperone for superoxide dismutase, CCS)의 발현, 혈관신생 활성 등이 활용된다.

한국인의 구리 평균필요량은 건강한 성인을 대상으로 한 구리 보충-고갈 실험 연구를 근거로 19-64세 남자 650 $\mu\text{g}/\text{일}$, 여자 500 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정하였다. 구리 필요량에 관한 연구는 성인을 대상으로 하고 있어, 영아를 제외한 1-18세 성장기 아동 및 청소년의 평균필요량은 대사체중과 성장계수를 적용하고, 65세 이상 노인은 체중비율을 적용하여 성인의 평균필요량에 외삽하였다. 각 생애주기별 구리 권장섭취량은 변이계수 15%를 적용하였다. 영아의 경우는 모유로부터의 구리 섭취량을 근거로 충분섭취량을 설정하였다.

구리의 상한섭취량은 copper gluconate 형태로 구리를 12주간 투여한 용량-반응 연구결과에 기반한 최대무독성용량 10 mg에 불확실계수 1을 적용하여 10,000 μg 으로 설정하였다. 1-18세 성장기 아동 및 청소년의 상한섭취량은 체중비율을 적용하여 성인의 값에 외삽하였다.

한국인의 구리 주요 급원식품은 소의 간이며, 해산물, 견과류, 두류 등도 구리의 좋은 공급원이다. 1인 1회 분량 기준으로 구리 함량이 높은 식품은 소의 간, 굴, 꽃게, 낙지, 새우, 돼지 간 순이었다. 다소비 식품 상위 200위 내에서 100 g당 구리의 함량이 가장 높은 식품은 소의 간 (14,283 μg)으로 약 6 g의 섭취로도 성인 남자의 섭취기준을 충족할 수 있다. 굴 (1,300 μg), 대두 (1,147 μg), 깨 (1,103 μg), 꽃게 (1,080 μg), 돼지 간 (1,040 μg), 낙지 (1,000 μg)는 약 60-90 g 섭취 시 성인 남자의 1일 권장섭취량을 충족할 수 있다.

현재 한국인을 대상으로 한 구리의 보충-고갈 연구는 아직 부재하다. 구리 대사는 인체의 흡수-배설

조절 기전에 의해 인종과 국가별 차이가 있을 수 있으므로, 한국인 특성을 반영한 연구가 필요하다. 또한 국민건강영양조사 등 국가 단위 영양평가에서 구리 섭취량에 대한 평가가 이루어지지 않고 있다. 따라서 2030년 구리 섭취기준 개정을 위해서는 한국인 대상의 대사 연구 강화, 구리 총 섭취량 모니터링, 최신 독성·대사 기전의 반영, 취약 집단의 섭취 실태 심층 분석이 필수적이다.

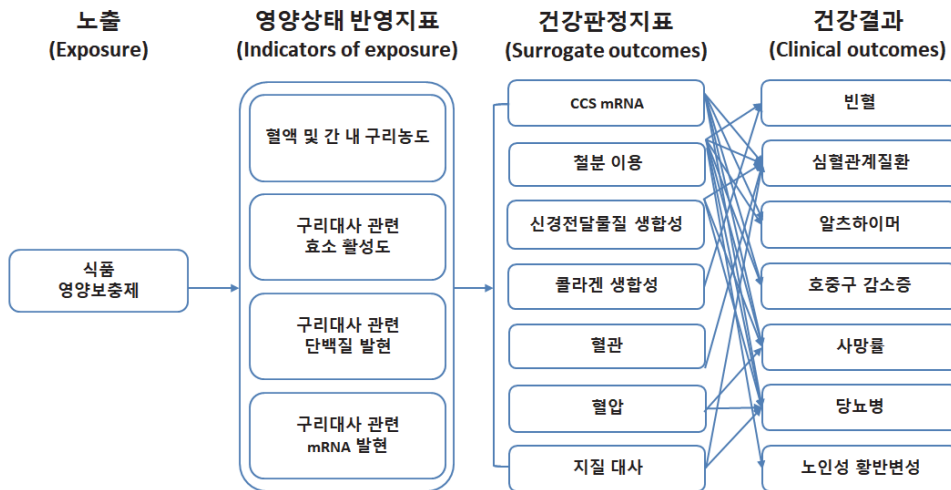


그림 1 구리 평균필요량 설정을 위한 분석틀

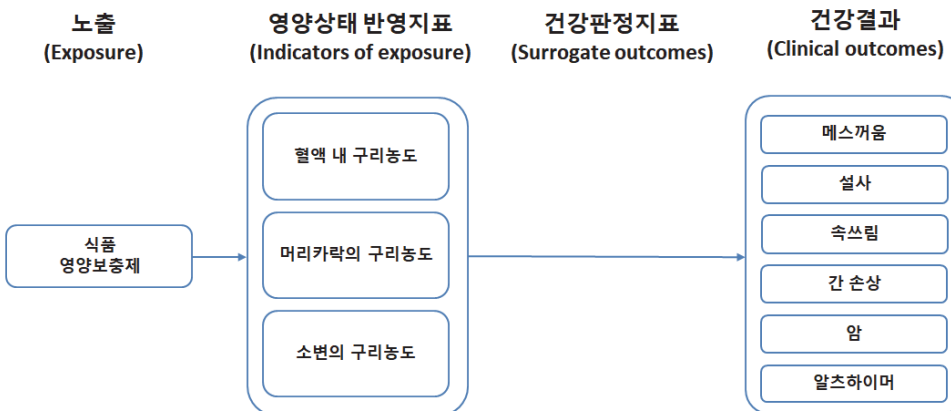


그림 2 구리 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Collins JF, Prohaska JR, Knutson MD. Metabolic crossroads of iron and copper. *Nutr Rev* 2010;68:133-47.
- Doguer C, Ha JH, Collins JF. Intersection of iron and copper metabolism in the mammalian intestine and liver. *Compr Physiol* 2018;8:1433-61.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Copper. In : Institute of Medicine, ed. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. National Academics Press, Washington D. C., 2001:224-57.
- Frazer DM, Anderson GJ, Collins JF. Dietary iron absorption: biochemical and nutritional aspects. *Adv Exp Med Biol* 2025;1480:75-87.
- Fu Y, Hou L, Han K, Zhao C, Hu H, Yin S. The physiological role of copper: dietary sources, metabolic regulation, and safety concerns. *Clin Nutr* 2025;48:161-79.
- Gaetke LM, Chow-Johnson HS, Chow CK. Copper: toxicological relevance and mechanisms. *Arch Toxicol* 2014;88:1929-38.
- Gromadzka G, Tarnacka B, Flaga A, Adamczyk A. Copper dyshomeostasis in neurodegenerative diseases—therapeutic implications. *Int J Mol Sci* 2020;21:9259.
- Harvey LJ, Dainty JR, Hollands WJ, Bull VJ, Hoogewerff JA, Foxall RJ, et al. Use of mathematical modeling to study copper metabolism in humans. *Am J Clin Nutr* 2005;81:807-13.
- Henriksen C, Arnesen EK. Copper - a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res* 2023;67:10.29219/fnr.v67.10322.
- Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academies Press; 2001.
- Milne DB, Nielsen FH. Effects of a diet low in copper on copper-status indicators in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1996;63(3):358-64.
- Pratt WB, Omdahl JL, Sorenson JR. Lack of effects of copper gluconate supplementation. *Am J Clin Nutr* 1985;42(4):681-2.

- Prohaska JR. Impact of copper deficiency in humans. *Ann N Y Acad Sci* 2014;1314:1-5.
- Rural Development Administration. 2023. Standard Food Composition Table DB 10.2 [Internet]. Jeonju: National Institute of Agricultural Sciences; [cited 2025 Aug 10]. Available from: <https://koreanfood.rda.go.kr>
- Stern BR. Essentiality and toxicity in copper health risk assessment: overview, update and regulatory considerations. *J Toxicol Environ Health A* 2010;73:114-27.
- Tapiero H, Townsend DM, Tew KD. Trace elements in human physiology and pathology. Copper. *Biomed Pharmacother* 2003;57:386-98.
- The Korean Nutrition Society. 2022. Dietary Reference Intakes for Koreans 2020: Application [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; [cited 2025 Aug 10]. Available from: <http://www.kns.or.kr>
- Turnlund JR, Keen CL, Smith RG. Copper status and urinary and salivary copper in young men at three levels of dietary copper. *Am J Clin Nutr* 1990;51:658-64.
- Turnlund JR, Scott KC, Peiffer GL, Jang AM, Keyes WR, Keen CL, Sakanashi TM. Copper status of young men consuming a low-copper diet. *Am J Clin Nutr* 1997;65:72-8.

3-2-4

불소



불소는 대부분 화합물의 형태로 존재하며, 수소와 가역적으로 결합하여 불화수소 (hydrogen fluoride)를 형성할 수 있다. 불소의 생리적 특성 즉, 위장에서의 흡수, 세포외액과 내액 사이의 분포, 신장에서의 제거율 등은 대부분 불소이온의 확산 속도에 의해 결정된다. 불소는 칼슘과 친화력이 매우 높아서 주로 뼈와 치아 같은 석회화 조직에 존재한다. 이들 조직에서 불소는 수산화인회석 (hydroxyapatite)의 수산화 이온 (OH⁻)을 대체함으로써 불소인회석 (fluorapatite)을 형성하여 조직의 내산성과 구조적 안정성을 높이는 데 기여한다. 특히 불소는 충치예방 효과가 우수한 것으로 잘 알려져 있다. 체내에 흡수된 불소는 주로 신장을 통해 소변으로 배설되며, 배설 속도는 나이, 신장기능, 칼슘 섭취 상태 등에 따라 달라진다.

불소는 식사를 통한 섭취 외에도 불소 함유 치약, 불소도포제 등 다양한 구강용품을 통해 체내로 유입되기 때문에, 실제 섭취량과 생리적 필요량을 정량적으로 산출하는 데 어려움이 있다. 현재 불소 필요량을 추정하는 데 사용되는 주요 지표로는 충치 발생률, 골격의 무기질 함량, 불소 균형 연구 등이 있으며, 이 중 충치 예방효과에 대한 근거가 가장 분명하다. 불소는 평균필요량을 추정하기에는 아직 과학적 근거가 불충분하여 충분섭취량을 설정하였다. 불소의 충분섭취량은 적절하게 수분화된 지역 (식수의 불소 농도 1.0 mg/L)의 미국인 대상 연구에서, 이들이 모든 급원 (식품, 식수, 구강용품)으로부터 0.05 mg/kg/일의 불소를 섭취한다는 자료를 근거로, 이 수치를 연령별 체중에 대입하여 설정하였다 (그림 1).

불소의 과잉섭취는 치아 및 골격의 불소증, 골변형, 신경독성 및 지능저하, 내분비 이상, 일부 암 위험 증가와 관련 있는 것으로 알려졌다. 2025년도 불소의 상한섭취량은 8세 이하는 치아불소증을 독성 종말점으로, 이때 최대무독성량 0.06 mg/kg/일을 기준으로 체중을 외삽하여 산출하였다. 9세 이상부터 성인의 독성종말점은 골격불소증으로 정하고, 최대무독성용량 10.0 mg/일로 설정하였다 (그림 2).

불소는 식품뿐만 아니라 식수, 치약, 불소 도포제, 보충제, 조제유 등의 다양한 경로를 통해 섭취되기 때문에, 식사섭취조사 방법만으로는 정확한 섭취량을 파악하기 어렵다. 불소는 다양한 식품에 널리 함유되어 있으나, 차류를 제외한 대부분의 식품에서는 불소 함량이 낮은 편이다. 불소의 주요 급원식품은 식수, 차, 그리고 뼈째 섭취하는 생선류이다.

현재 한국인을 대상으로 한 불소 평형연구는 전무하며, 대부분 외국 자료에 근거하여 섭취기준이 설정되고 있다. 그러나 이것도 과거 70여년 전 문헌으로 연구 설계나 대상자 특성, 노출 환경 등의 측면에서 현대적 기준에 부합하지 않는 한계가 있다. 불소 노출 평가에서 중요한 문제는 '총불소 노출량'의 정량화가 어렵다는 것이다. 불소는 식품 외에도 다양한 경로를 통해 섭취되기 때문에, 식사섭취조사 방법만으로는 정확한 섭취량을 파악하기 어렵다. 기준 설정의 과학적 타당성을 확보하기 위해서는 식품

외 급원에 대한 체계적 평가, 불소 노출량을 정량화할 수 있는 바이오마커의 민감도와 특이도 평가, 그리고 이를 토대로 표준화된 기준치를 제시하는 연구가 필요하다. 또한 불소의 체내 축적과 이에 따른 만성 건강영향을 규명할 수 있는 전향적 추적조사가 필요하다.

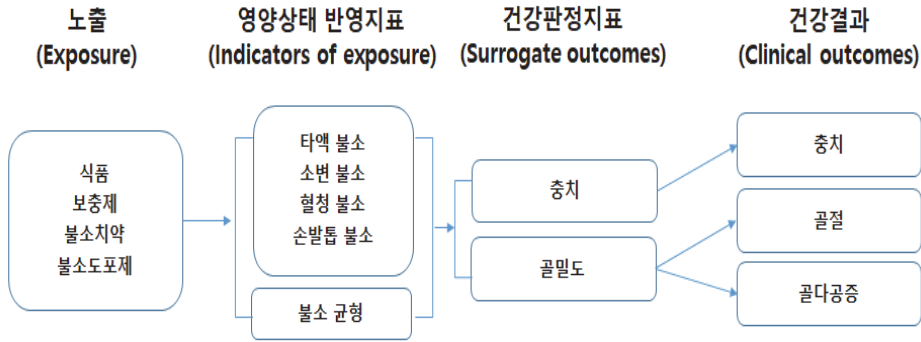


그림 1 불소 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

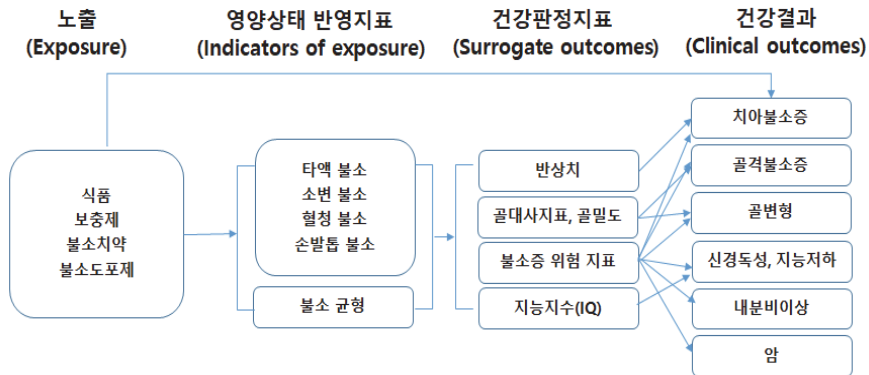


그림 21 불소 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Buzalaf MAR, Leite AL, Carvalho NTA, Rodrigues MHC. Bioavailability of fluoride administered as sodium fluoride or monofluorophosphate to humans. *J Fluorine Chemistry* 2008;129:691-4.
- Chow LC. Tooth-bound fluoride and dental caries. *J Dent Res* 1990;69(Spec Iss):595-600.
- Davis GN. Cost and benefit in fluoride in the prevention of dental caries. Geneva: World Health Organization; 1974. p.2-17.
- Dean HT. The investigation of physiological effects by the epidemiological method. In: *Fluorine and Dental Health*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science. 1942. p.23-31.
- EFSA. Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the tolerable upper intake level of fluoride. *EFSA Journal* 2005;192:1-65.
- Ekstrand J, Fomon SJ, Ziegler EE, Nelson SE. Fluoride pharmacokinetics in infancy. *Pediatr Res* 1994;35:157-63.
- Guy MS. Inorganic and organic fluoride in human blood. In: Johansen E, Taves DR, Olsen TO, editors. *Continuing evaluation of the use of fluorides*. Colorado: Westview Press; 1979. p.125-47.
- Horowitz HS. The effectiveness of community water fluoridation in the United States. *J Pub Hlth Dent* 1996;56:253-8.
- Kleerekoper M, Mendlovic DB. Sodium fluoride therapy of postmenopausal osteoporosis. *Endocrinol Rev* 1993;14:312-23.
- Meyer-Lueckel H, Bitter K, Kielbassa AM. Effect of a fluoridated food item on enamel in situ. *Caries Res* 2007;41(5):350-7.
- Ozsvath DL. Fluoride and environmental health: a review. *Rev Environ Sci Biotechnol* 2009;8:59-79.
- Raheb J. Water fluoridation, bone density and hip fractures: a review of recent literature. *Community Dent Oral Epidemiol* 1995;23(5):309-16.
- Spak CJ, Ekstrand J, Zylberstein D. Bioavailability of fluoride added by baby formula

and milk. Caries Res 1982;16:249-56.

Trautner K, Einwag J. Influence of milk and food on fluoride bioavailability from NaF and Na₂FPO₃ in man. Dent Res 2008;68:72-7.

3-2-5

망간



망간(Manganese, Mn)은 아르기닌 분해효소(arginase), 인산에놀피루브산 탈탄산효소(phosphoenolpyruvate decarboxylase), 망간 초과산화물 불균등화효소(manganese superoxide dismutase, Mn-SOD) 등 여러 효소의 구성성분으로, 이들 효소의 활성을 통해 항산화 반응, 영양소 대사, 골격 형성, 혈액응고, 혈당 조절, 성호르몬과 핵산 합성, 면역반응에 관여한다. 망간 결핍 증상으로 성장지연, 생식기능 이상, 피부 발진, 지질대사 장애 등이 보고되었다(그림 1).

망간은 매우 소량만 흡수되며, 흡수 후에 담즙을 통해 대변으로 배설되어 망간의 정확한 흡수율 판단은 어렵다. 혈장이나 혈청 망간 수준은 참여자들의 망간 섭취량의 차이가 큰 경우에만 변화하여, 망간의 섭취기준에 활용할 수 있는 지표의 타당성이 제한적이다. 따라서 한국인의 1일 망간의 섭취기준은 충분섭취량으로 제시하였으며, 국민건강영양조사 제4기-제5기 자료 중 2008년-2012년의 식품 섭취량 자료와 한국영양학회의 영양소 함량 데이터베이스를 활용하여 망간 섭취량의 중앙값을 분석한 결과로 남자는 4.0 mg, 여자는 3.5 mg을 19세 이상 성인의 충분섭취량으로 설정하였다.

식품 섭취로 인한 망간의 독성은 보고되지 않았다. 미국 의학연구소(Institute of Medicine, IoM)의 영양소 섭취기준(Dietary Reference Intakes, DRIs) 보고서에서 제시한 서구식 식사와 채식을 병행하는 사람들에게 망간 섭취로 인한 독성 증상이 나타나지 않은 망간 섭취량 값을 기반으로 11 mg/일을 망간의 최대무독성용량으로 추정하였다. 최대무독성용량 값에 불확실계수 1.0을 적용하여 11 mg/일을 망간 상한섭취량으로 결정하였다. 임신기와 수유기 여성의 상한섭취량도 일반 성인 여성과 다르게 설정할 근거가 없어 성인기 여성의 상한섭취량과 동일하게 제시하였다(그림 2).

국민건강영양조사 제9기 1차년도(2022) 원시자료와 국가표준식품성분표 분석 결과 한국인의 망간 섭취에 기여하는 주요 식품은 백미, 배추김치, 두부 순으로 나타났다. 1회 분량 당 망간 함량은 귀리(5.89 mg), 파인애플(3.63 mg), 밤(2.67 mg) 순으로 높았다. 귀리의 경우 1회 분량만 섭취하더라도 성인 남성과 여성의 망간 충분섭취량을 모두 충족할 수 있고, 파인애플을 1회 분량을 섭취하면 1일 망간 충분섭취량에 근접한 양을 섭취할 수 있다.

현재까지 한국인의 망간섭취 실태나 이를 반영할 수 있는 지표에 대한 근거가 제한적이다. 그렇지만 망간은 우리나라에서 주식으로 섭취하는 곡류에 비교적 많이 함유되어 있고, 과일, 채소류와 조리 시 사용하는 향신료에도 함유되어 있어, 한국인의 일반적인 식사로 망간의 충분섭취량은 충족될 가능성이 높다. 향후 식품의 망간 함량 데이터베이스가 보완되어야 하며, 망간 섭취기준의 타당성을 평가하고 한국인의 망간 영양상태를 적합하게 판정할 수 있는 연구가 필요하다. 또한 망간의 흡수율이나 체내 수준은 대사 관련 유전형이나 다른 미량영양소에 의해서도 영향을 받으므로 다양한 조건에서 망간 영양상태를 평가하는 연구가 필요하다.

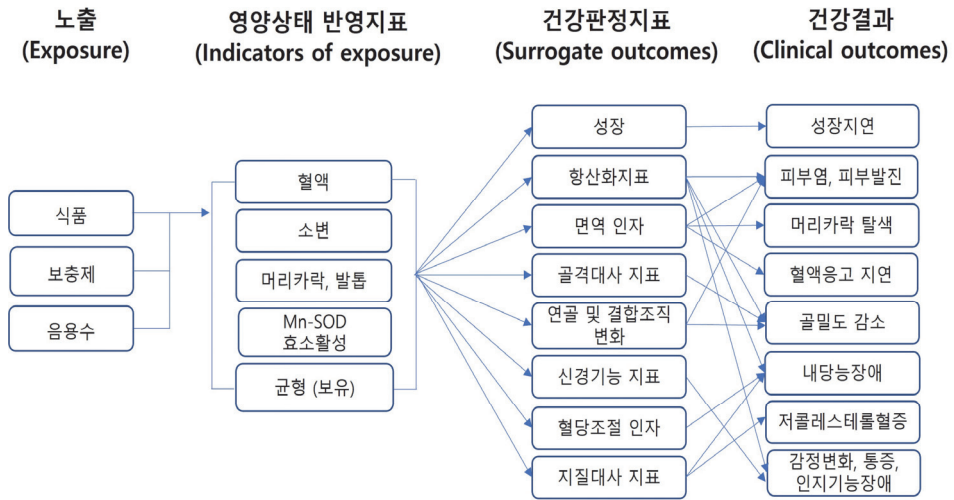


그림 1 | 망간 충분섭취량 설정을 위한 분석틀

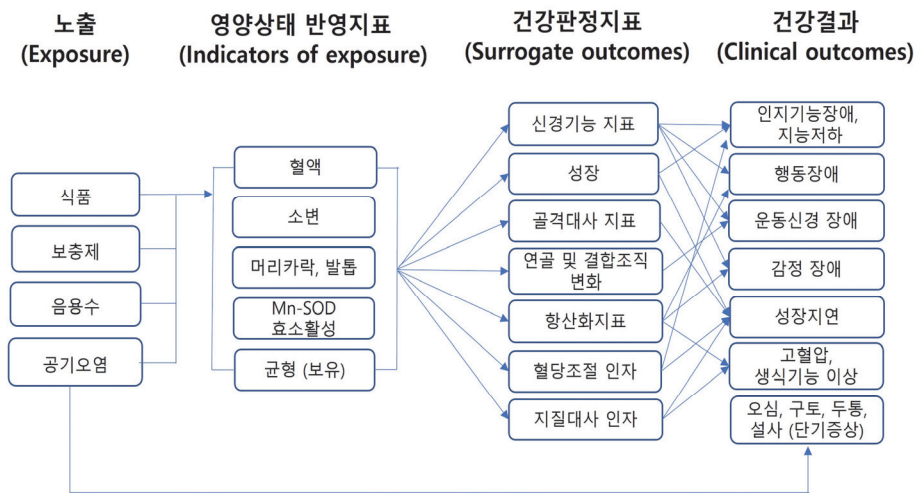


그림 2 | 망간 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Aschner JL, Aschner M. Nutritional aspects of manganese homeostasis. *Mol Aspects Med* 2005;26:353-62.
- Davidsson L, Cederblad A, Hagebo E, Lonnerdal B, Sandstrom B. Intrinsic and extrinsic labeling for studies of manganese absorption in humans. *J Nutr* 1988;118:1517-21.
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). Scientific opinion on the tolerable upper intake level for manganese. *EFSA J* 2023;21(12):e8413.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for manganese. *EFSA Journal*. 2013;11(11):3419.
- Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press, 2001. p.394-419.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health and Nutrition Examination Survey IX-1 (2022). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
- Keen CL, Ensunsa JL, Watson MH, Baly DL, Donovan SM, Monaco MH, Clegg MS. Nutritional aspects of manganese from experimental studies. *Neurotoxicology* 1999;20:213-23.
- Liu, Q., Barker, S., Knutson, M. D. Iron and manganese transport in mammalian systems. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Res*, 2021;1868:118890.
- Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.
- The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans. 2020. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2020.

3-2-6

요오드



요오드는 인체의 필수 미량원소이며 갑상선 호르몬인 티록신 (thyroxine, T4)과 트리요오드티로닌 (triiodothyronine, T3)의 주요 구성 성분이다. 요오드는 에너지 대사, 단백질 합성, 효소 활성화, 성장과 신경 발달 등 다양한 생리 기능에 관여하며, 방사성 동위원소는 갑상선암의 진단과 치료에도 활용된다. 결핍 시 갑상선종, 갑상선 기능저하증, 태아 신경 발달 장애 및 크레틴병이 발생할 수 있고, 과잉 섭취 시 갑상선 기능항진증, 요오드 유도성 갑상선염, 자가면역질환 악화 등이 보고되었다.

요오드의 영양상태 평가는 (1) 소변 요오드 배설량, (2) 혈중 갑상선자극호르몬 (TSH), (3) 혈청 갑상선글로불린 (Thyroglobulin, Tg), (4) 갑상선 크기, (5) 혈중 갑상선호르몬 (T3, T4) 농도 등을 통해 이루어진다. 이 중 소변 요오드는 WHO, ICCIDD, UNICEF에서 권장하는 대표 지표이다.

한국인의 요오드 평균필요량은 갑상선 호르몬 합성을 유지하기 위해 필요한 최소량과 소변 요오드 배설량을 근거로 성인 남녀 모두 100 $\mu\text{g}/\text{일}$ 이며, 권장섭취량은 변이계수 20%를 적용하여 150 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정되었다. 영아, 아동·청소년, 노인, 임신·수유부의 경우는 생리적 특성과 요구량을 고려하여 별도의 기준이 산출된다. 임신부의 평균필요량은 2020년 65 $\mu\text{g}/\text{일}$ 에서 2025년 60 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 조정되었으며, 이는 임신 중 요오드 요구량 감소를 의미하기보다는, 성인 여성의 평균필요량이 흡수율을 반영하여 100 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 재설정됨에 따라 생애주기별 섭취기준 간의 정합성을 유지하기 위해 기준을 재조정된 것이다.

요오드는 결핍과 과잉 모두 갑상선 건강에 불리하게 작용하므로, 균형 있는 섭취기준 마련이 필수적이다. 그러나 섭취량과 만성질환 위험 간의 일관된 근거가 부족하여 만성질환위험감소섭취량은 설정되지 않았다. 요오드 과다 섭취 시 즉시 나타날 수 있는 증상으로 입, 목, 복부의 통증을 비롯하여 발열, 오심, 구토, 설사, 서맥, 혼수, 청색증 등을 들 수 있다. 반면 요오드를 오랫동안 과다하게 섭취했을 때에는 갑상선호르몬의 상승, 혈중 T3와 T4 저하와 함께 갑상선 기능 장애로 인한 갑상선 기능항진증과 갑상선 악성종양 악화와 같은 사례가 보고되었다. 성인의 요오드 상한섭취량은 최소독성용량 3,600 μg 을 설정한 후 불확실계수 1.5로 나눈 값인 2,400 μg 을 상한섭취량으로 정하였다. 임신부와 수유부의 경우 근거가 부족하여 상한섭취량을 설정하지 않았다. 한국인의 요오드 주요 급원식품은 건미역 (미역, 말린 것), 김 (조미김, 구운 것), 달걀 (생것), 우유, 과자, 멸치 (삶아서 말린 것)순으로 나타났으며, 1회 섭취 분량을 기준으로 살펴보았을 때는, 건미역 (1,445 μg), 메추리알 (108 μg), 김치, 고들빼기 (69 μg), 우유 (35 μg), 조미김 (34 μg), 달걀 (25 μg) 순이었다.

우리나라는 전통적으로 해조류와 조미료 등을 통해 요오드를 많이 섭취하고 있으나, 식이 요오드와 갑상선 질환의 관련성에 대한 과학적 근거는 부족하다. 향후 섭취기준 개정을 위해서는 식품별 실제 섭취하는 형태의 요오드 함량 DB 구축, 조미료·국물류 섭취량 평가, 고이트로젠 함량 자료 확보가 필

요하며, 더 나아가 코호트 및 임상연구를 통한 평균필요량 및 상한섭취량 근거 마련과 한국인의 요오드 대사 특성 규명이 요구된다.

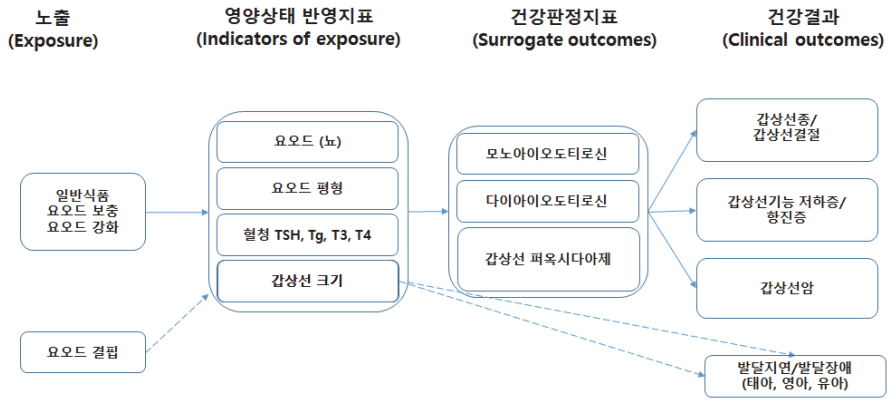


그림 1 | 요오드 평균필요량 설정을 위한 분석틀

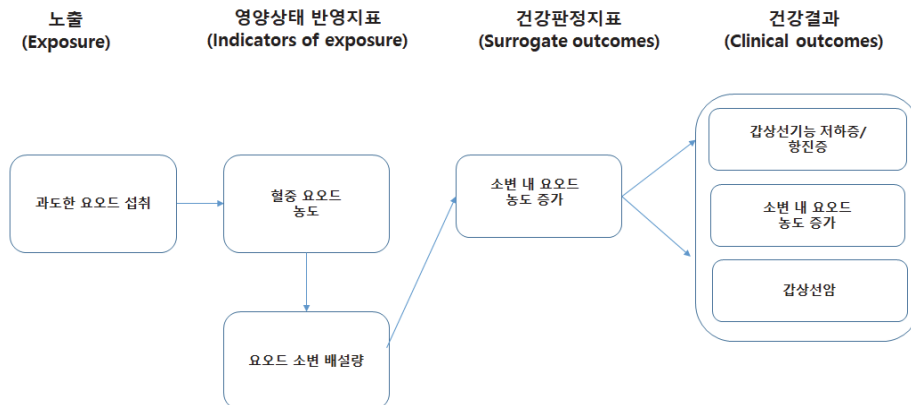


그림 2 | 요오드 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Ahn HS, Kim HJ, Welch HG. Korea's thyroid-cancer "epidemic" — screening and overdiagnosis. *N Engl J Med*. 2014;371:1765-7. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1409841>.
- Dworkin HJ, Jacquez JA, Beierwaltes WH. Relationship of iodine ingestion to iodine excretion in pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab* 1966;26:1329-42.
- Gardner D, Centor R, Utiger R. Effects of low dose oral iodide supplementation on thyroid function in normal men. *Clin Endocrinol(Oxf)* 1988;28:283-8.
- Fisher DA, Oddie TH. Thyroidal radioiodine clearance and thyroid iodine accumulation: contrast between random daily variation and population data. *J Clin Endocrinol Metab* 1969;29:111-5.
- Fisher DA, Oddie TH. Thyroid iodine content and turnover in euthyroid subjects: validity of estimation of thyroid iodine accumulation from short-term clearance studies. *J Clin Endocrinol Metab* 1969;29:721-7.
- Hess SY. The impact of common micronutrient deficiencies on iodine and thyroid metabolism: the evidence from human studies. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2010;24:117-32.
- Knudsen N, Christiansen E, Brandt-Christensen M, Nygaard B, Perrild H. Age- and sex-adjusted iodine/creatinine ratio. A new standard in epidemiological surveys? Evaluation of three different estimates of iodine excretion based on casual urine samples and comparison to 24 h values. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:361-3.
- Koutras DA. Thyroidopathies. *Ann N Y Acad Sci* 2000;900:77-88.
- Kim JY, Kim KR. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in patients with thyroid diseases. *Yonsei Med J* 2000;41:22-8.
- Kim JY, Moon SJ, Kim KR, Sohn CY, Oh JJ. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in normal Korean adults. *Yonsei Med J* 1998; 39(4): 355-362.
- Mattsson S, Lindström S. Diuresis and voiding pattern in healthy schoolchildren. *Br J Urol* 1995;76:783-9.
- Nath SK, Moinier B, Thuillier F, Rongier M, Desjeux JF. Urinary excretion of iodide and fluoride from supplemented food grade salt. *Int J Vitam Nutr Res* 1992;62:66-72.
- National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. Food

Composition Table. 10.2 version. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration; 2024.

Patrick L. Iodine: deficiency and therapeutic considerations. *Alternative Medicine Review* 2008;13:116-27.

3-2-7

셀레늄



셀레늄 (Selenium, Se)은 인체에서 미량 존재하지만 강력한 항산화 작용은 물론 갑상선 호르몬 대사, 면역기능 및 생식 기능 유지에 필수적인 중요한 미량영양소이다. 셀레늄은 생물학적 활성 형태인 셀레노시스테인으로 존재하며, 글루타티온 과산화효소 (glutathione peroxidases, GPx), 티오레독신 환원효소 (thioredoxin reductase, TrxR), 셀레노프로테인 P (selenoprotein P, SeP) 등 다양한 셀레노프로테인을 구성한다. 섭취한 셀레늄은 소장에서 흡수되며, 체내 흡수율은 유기형이 무기형보다 높게 나타난다. 흡수된 셀레늄은 혈류를 통해 근육, 간, 신장 등에 분포하고, 필요에 따라 셀레노프로테인 합성에 활용된다. 과잉 섭취된 셀레늄은 주로 소변을 통해 배설되며, 이를 통해 항상성이 유지된다.

평균필요량 (Estimated Average Requirement, EAR) 설정 시 사용된 주요 지표는 혈중 셀레노프로테인 P 농도이며, 이는 셀레늄의 기능적 포화를 가장 잘 반영하는 지표로 간주된다. 중국에서 수행된 Xia 등의 연구 (2010)에 근거하여 식이 셀레늄과 셀레노메티오닌 보충을 통해 혈중 셀레노프로테인 P가 최대에 도달한 총 섭취량 (49 $\mu\text{g}/\text{일}$)을 한국인의 평균 체중으로 보정하여 한국 성인의 평균필요량은 50 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 결정되었다. 권장섭취량은 변이계수 10%를 적용해 평균필요량에 1.2를 곱한 값으로 60 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정되었다.

셀레늄 과잉 섭취에 따른 대표적인 유해 사례로는 마늘 냄새 나는 호흡, 피로감, 탈모, 손톱 변성, 위장장애, 말초신경 이상 등이 보고되고 있다. 상한섭취량은 이러한 만성 독성 증상이 나타나지 않는 최대무독성용량 850 $\mu\text{g}/\text{일}$ 에 불확실계수 2.0을 적용하여 400 $\mu\text{g}/\text{일}$ 로 설정되었다.

국내 조사에 따르면 성인의 평균 셀레늄 섭취량은 40-60 $\mu\text{g}/\text{일}$ 수준으로 권장섭취량에 근접하나 일부 집단에서는 부족 가능성이 제기된다. 제4기 국민건강영양조사 분석에서는 20-64세 성인의 50백분위 섭취량이 여성 62-72 $\mu\text{g}/\text{일}$, 남성 85-97 $\mu\text{g}/\text{일}$ 수준으로 보고되었으나, 조사 방법 및 식품성분표의 한계로 인해 섭취량 추정의 정확성 향상이 필요하다.

한국인의 주요 셀레늄 급원식품은 달걀, 돼지고기, 국수, 빵, 소고기 등이며, 1회 섭취 분량 기준으로 가장 많은 셀레늄을 제공하는 식품은 국수 (38.7 μg), 돼지간 (37.2 μg), 명태 (30.9 μg) 순이다. 100 g당 고함량 식품에는 송이버섯, 쥐치포, 렌틸콩, 미역 등이 포함되나 이들 급원으로부터의 실제 셀레늄 섭취량은 낮은 편이다. 셀레늄 함량은 재배지의 토양, 동물의 사료, 식품 가공 및 조리 방법 등 여러 요인에 따라 달라지기 때문에 같은 식품이라도 생산지나 조리방식에 따라 큰 차이가 발생하고, 셀레늄 섭취량은 유의하게 달라질 수 있다.

셀레늄 섭취기준의 과학적 타당성과 적용 가능성을 높이기 위해서는 향후 다양한 보완 과제가 요구된다. 첫째, 한국인을 대상으로 한 식이중재연구 (dietary intervention study)를 통해 셀레늄 섭취량과 생체지표 (혈중 셀레노프로테인 P 또는 글루타티온 과산화효소 활성) 간의 용량-반응 관계를 검증

할 필요가 있다. 이러한 연구는 평균필요량 및 권장섭취량의 정량적 설정을 더 정밀하게 뒷받침할 수 있을 것이다. 둘째, 상한섭취량 설정에 있어 유기 및 무기 형태의 셀레늄 간 독성 프로파일 차이를 반영할 수 있도록 형태별 독성 연구가 강화되어야 한다. 셋째, 2023년 유럽식품안전청 (European Food Safety Authority, EFSA)의 권고와 같이 유아기 상한섭취량 설정 시 단순한 체중 보정 외에 신장 기능 성숙도 (세노관 청소율) 등의 생리학적 요인을 반영하는 기준 정비가 요구된다. 넷째, 브라질너트와 같이 고품량 식품의 소비 증가에 따른 잠재적 과잉 섭취 가능성을 고려하여, 식생활 변화 추이에 대한 모니터링 체계를 강화할 필요가 있다. 다섯째, 국내 식품의 셀레늄 함량 데이터베이스를 강화, 정비하고 국민건강영양조사 등의 섭취 조사에 이를 반영함으로써, 섭취량 추정의 정확성을 높이는 기반을 마련해야 한다. 마지막으로, 2023년 유럽식품안전청의 ‘탈모’ 기반 상한섭취량 근거의 한국인 대상 적용 가능성을 평가하고, 한국인·아시아인 연구 결과를 주기적으로 업데이트하고 반영하여야 한다.

2025 한국인 셀레늄 섭취기준 설정 연구 결과를 기반으로 다각적인 연구 근거가 보완된다면 더 정확한 근거 중심의 2030년 한국인 셀레늄 섭취기준이 개정될 수 있을 것이다.

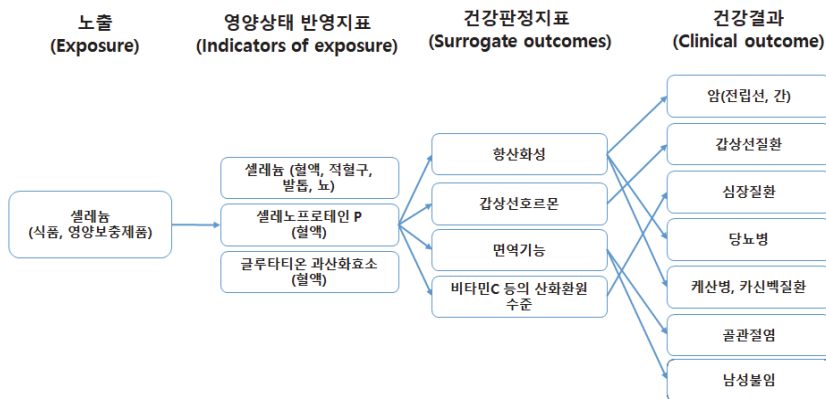


그림 1 | 셀레늄 평균필요량 설정을 위한 분석틀

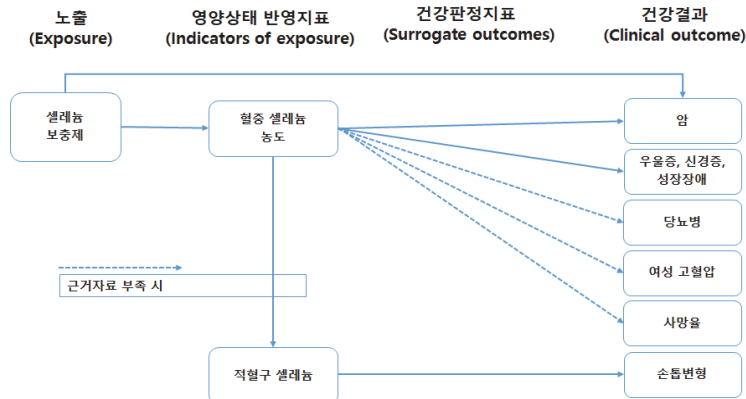


그림 2 | 셀레늄 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Burk RF, Brown DG, Seely RJ, Scaief CC, 3rd. Influence of dietary and injected selenium on whole-blood retention, route of excretion, and tissue retention of $^{75}\text{SeO}_3^{2-}$ in the rat. *J Nutr* 1972;102:1049-55.
- Choi KS, Lee OH, 2020 Korean Dietary Reference Intakes of selenium and a review of selenium database of foods by evaluating of selenium contents of the recommended menus. *J Nutr Health* 2022;55:430-40.
- Choi MK, Kang MH, Kim MH. The analysis of copper, selenium, and molybdenum contents in frequently consumed foods and an estimation of their daily intake in Korean adults. *Biol Trace Elem Res* 2009;128:104-17.
- Choi Y, Kim J, Lee HS, Kim CI, Hwang IK, Park HK, Oh CH. Selenium content in representative Korean foods. *J Food Compos Anal* 2009;22:117-22.
- EFSA Panel on Nutrition NF, Allergens F, Turck D, Bohn T, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst KI, Knutsen HK, Maciuk A, Mangelsdorf I, McArdle HJ. Scientific opinion on the tolerable upper intake level for selenium. *EFSA Journal* 2023;21:e07704.
- Gladyshev VN. Selenoproteins and selenoproteomes. *Selenium: Its molecular biology and role in human health*: Springer; 2011. p. 109-23.
- Labunskyy VM, Hatfield DL, Gladyshev VN. Selenoproteins: molecular pathways and physiological roles. *Physiol Rev* 2014;94:739-77.
- Sunde RA. *Intracellular glutathione peroxidases—Structure, regulation, and function*. New York: Springer Verlag; 1994.
- Thomson CD, Robinson MF. Urinary and fecal excretions and absorption of a large supplement of selenium: superiority of selenate over selenite. *Am J Clin Nutr* 1986;44:659-63.
- Thomson CD. Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:391-402.
- Rayman MP. Food-chain selenium and human health: emphasis on intake. *Br J Nutr* 2008;100:254-68.
- Rayman MP. Selenium and human health. *Lancet* 2012;379:1256-68.

Rural Development Administration NIoAS. Food Composition Table, 9th Revision (Version 9.1). Wanju: National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration; 2019.

Willett W. Nutritional Epidemiology: OUP USA; 2013.

Xia Y, Hill KE, Li P, Xu J, Zhou D, Motley AK, Wang L, Byrne DW, Burk RF. Optimization of selenoprotein P and other plasma selenium biomarkers for the assessment of the selenium nutritional requirement: a placebo-controlled, double-blind study of selenomethionine supplementation in selenium-deficient Chinese subjects. *Am J Clin Nutr* 2010;92:525-31.

Yang GQ, Wang SZ, Zhou RH, Sun SZ. Endemic selenium intoxication of humans in China. *Am J Clin Nutr* 1983;37:872-81.

3-2-8

몰리브덴



몰리브덴 (molybdenum, Mo)은 크산틴 산화효소 (xanthine oxidase), 알데하이드 산화효소 (aldehyde oxidase), 아황산 산화효소 (sulfite oxidase)의 보조인자로 작용하며, 요산 (uric acid) 생성 과정에 관여한다. 건강한 사람에서 몰리브덴 결핍 사례는 보고된 바 없으나, 장기간 중심정맥영양 (total parenteral nutrition, TPN)을 공급받은 한 환자에서 결핍 사례는 보고된 바 있다. 해당 환자는 심박 수 증가, 호흡곤란, 야맹증 등의 증상을 보였으며, 1일 300 µg의 몰리브덴을 투여한 후 증상이 소실되었다. 몰리브덴의 독성에 관한 인체 연구는 거의 없으나, 아르메니아 (Armenia) 일부 지역에서는 토양 내 몰리브덴 함량이 높아 주민들의 1일 섭취량이 10-15 mg에 이르는 경우가 보고되었다. 이들 주민에서는 혈청 요산 및 크산틴 산화효소 활성이 증가하였고, 일부에서는 관절통, 고요산노증, 통풍 유사 증상이 관찰되었다.

현재까지 발표된 몰리브덴 관련 연구 중, 미국에서 성인 남성 4명을 대상으로 한 평형연구가 유일하다. 영아를 제외한 성장기 (1-18세)의 평균필요량은 대사체중과 성장계수를, 성인과 노인은 평균 체중을 적용하여 평균필요량을 산정 후 외삽하였다. 권장섭취량은 관련 자료가 제한적으로 개인 간 변동계수 (coefficient of variation, CV) 15%를 적용하였다. 따라서, 몰리브덴 권장섭취량은 성인 남자 (19-64세) 30 µg, 성인 여자 (19-64세) 25 µg으로 설정하였다.

몰리브덴의 과잉섭취에 대한 연구는 매우 제한적이다. 상한섭취량 설정을 위하여 미국과 일본의 연구 결과를 바탕으로 1,500 µg/일을 최소독성용량으로 설정한 뒤, 우리나라 성인 남성 (19-29세)의 평균 체중으로 환산하였으며, 종 및 개체 간 변이를 고려하여 불확실계수 2를 적용하였다. 이렇게 도출된 성인 남성 기준 값을 토대로 연령대별 평균 체중에 맞게 환산한 후 이를 각 생애주기별 상한섭취량으로 외삽하였다. 몰리브덴 상한섭취량은 성인남자 (19-29세) 650 µg, 성인여자 (19-29세) 500 µg로 설정하였다.

몰리브덴 주요 급원식품은 두부, 된장, 두유, 돼지 간, 식빵 등이며, 1회 분량 섭취만으로도 권장섭취량을 충분히 충족할 수 있다. 예를 들어, 두유 200 ml (65.2 µg)를 한 번 섭취하면 성인의 권장섭취량 (남성 30 µg, 여성 25 µg)을 초과 충족하면서도 1일 상한섭취량 (650 µg) 이내에서 안전하게 섭취할 수 있다. 향후 연구 과제로는 (1) 우리나라 식품의 우유, 분유, 모유 등의 몰리브덴 함량 분석 및 데이터베이스 구축 강화, (2) 국민건강영양조사에 몰리브덴 섭취량 항목 반영을 통한 섭취 실태 평가, (3) 한국인 대상 몰리브덴 균형 연구 수행이 필요하다. 이를 통해 장기적으로 과학적이고 적합한 한국인 몰리브덴 섭취기준을 마련할 수 있을 것이다.

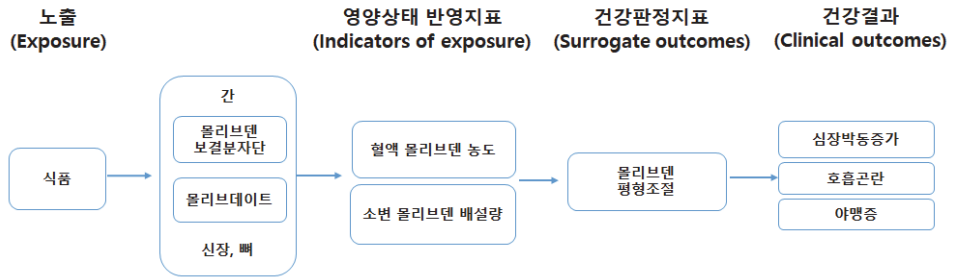


그림 1 몰리브덴 평균필요량 설정을 위한 분석틀

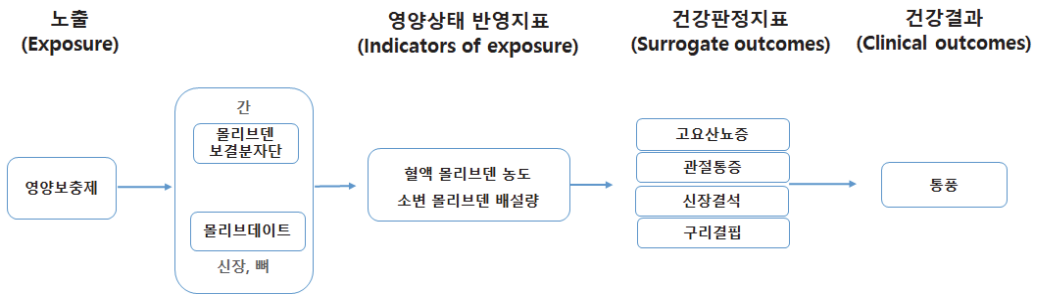


그림 2 몰리브덴 상한섭취량 설정을 위한 분석틀

참고문헌

- Abumrad NN, Schneider AJ, Steel D, Rogers LS. Amino acid intolerance during prolonged total parenteral nutrition reversed by molybdate therapy. *Am J Clin Nutr.* 1981;34:2551-9.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES), 2022. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
- Kovalsky VV, Yarovaya GA, Shmavonyan DM. The change in purine metabolism of humans and animals under the conditions of molybdenum biogeochemical provinces. *Zh Obshch Biol* 1961;22:179-91.
- Rajagopalan KV. Molybdenum-an essential trace element. *Nutr Rev.* 1987;45:321-8.
- Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Sciences. Korean standard food composition table 10.2. [Internet]. Wanju: Rural Development Administration; 2024 [cited 2025 Aug 12]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>
- Turnlund JR, Keyes WR, Peiffer GL, et al. Molybdenum absorption, excretion, and retention studied with stable isotopes in young men during depletion and repletion. *Am J Clin Nutr.* 1995;61:1102-9.

3-2-9

크롬



크롬은 주기율표 6족에 속하는 전이금속으로, 식품 속에서는 주로 3가 크롬 (Cr (III)) 형태로 존재한다. 장내 흡수율은 0.5-2% 이하로 매우 낮으며, 위산에 의해 대부분 환원되므로 인체 유해성이 큰 6가 크롬 (Cr (VI))은 일반적으로 체내에서 문제가 되지 않는다. 크롬은 아미노산이나 니코틴산과 결합하여 형성된 크로모듈린 (chromodulin) 복합체를 통해 인슐린 수용체 활성을 높이고 혈당 대사 개선에 기여할 수 있는 것으로 보고되었다. 그러나 명확한 결핍 지표는 없어, 완전정맥영양 (TPN) 환자 외에는 결핍증이 보고되지 않았다. 이에 따라 한국의 2025년 영양소 섭취기준에서는 충분섭취량만 설정되었다.

식을 통해 섭취된 크롬은 대부분 흡수되지 않고 변으로 배설된다. 일부 흡수된 크롬은 소장에서 트랜스페린에 의해 운반되며, 체내에서는 주로 뼈, 지라, 신장, 간에 분포한다. 비타민 C는 크롬 흡수를 촉진하는 반면, 아연은 경쟁적으로 작용한다. 또한 탄수화물 급원에 따라 크롬 보유량과 배설량이 달라진다는 연구결과도 있다. 체내 흡수된 크롬은 주로 소변을 통해 배설되며, 섭취량이 많거나 스트레스 상황에서는 배설량이 증가한다. 크롬은 혈당 조절 및 인슐린 감수성 유지에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 동물실험과 일부 임상연구에서 혈당 개선 효과가 보고되었으나, 인체에서 확실한 결핍 지표가 없어 일반 인구집단에서의 임상적 의미는 제한적이다.

2025 크롬의 섭취기준은 2013-2019년 국민건강영양조사 식품섭취량 자료를 기반으로 크롬 섭취량의 중앙값을 분석하여 남자는 30 $\mu\text{g}/\text{일}$, 여자는 20 $\mu\text{g}/\text{일}$ 을 19세 이상 성인의 충분섭취량으로 설정하였다. 크롬의 과잉섭취에 따른 명확한 유해영향 기준은 부족한데 일본에서는 1,000 $\mu\text{g}/\text{일}$ 을 최소 독성용량으로 제시하였으나 과학적 근거가 불충분하다. 이에 따라 2025 한국인 영양소 섭취기준에서는 크롬의 상한섭취량은 설정하지 않았다. 국민건강영양조사에서는 크롬 섭취량 자료가 제한적이며, 식품 성분 분석과 조사 방법의 어려움으로 정확한 섭취량 산출에 한계가 있다. 주요 급원식품으로는 곡류, 채소류, 육류, 어패류 등이 있으며, 가공·조리 과정에서 오염에 의해 섭취량이 달라질 수 있다.

현재 한국인의 크롬 섭취기준은 외국의 연구 자료에 의존하고 있으며, 한국인의 체격·식습관·식품조성 특성을 충분히 반영하지 못하고 있다. 향후에는 한국인을 대상으로 한 소규모 임상연구를 통해 크롬 흡수와 배설, 체내 평형을 평가할 필요가 있으며, 장기적으로는 생애주기별·성별 연구를 확대하여 한국인 맞춤형 섭취기준 개정이 필요하다.

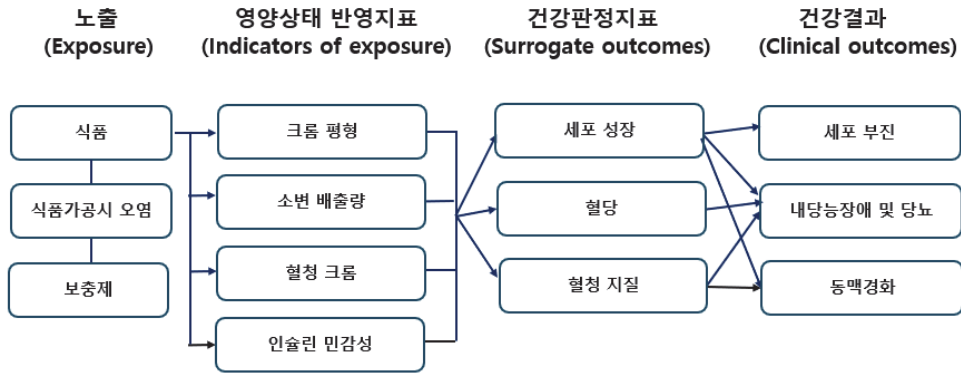


그림 11 크롬 충분섭취량 설정을 위한 분석들

참고문헌

- Davis CM, Vincent JB. Chromium oligopeptide activates insulin receptor tyrosine kinase activity. *Biochemistry* 1997;36:4382-5.
- Jeejeebhoy KN, Chu R, Marliss E, Greenberg GR, Bruce-Robertson A. Chromium deficiency, glucose intolerance, and neuropathy reversed by chromium supplementation, in a patient receiving long-term total parenteral nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1977;30:531-8.
- Mertz W. Chromium in human nutrition: a review. *The Journal of nutrition* 1993;123:626-33.
- NIH. (2022). Chromium Fact Sheet for Health Professionals. Link: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Chromium-HealthProfessional/#h19>(accessed July 29 2025)
- Stoecker BJ. Chromium absorption, safety, and toxicity. *The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine: The Official Publication of the International Society for Trace Element Research in Humans* 1999;12:163-9.
- The Korean Nutrition Society. *Dietary Reference Intakes for Koreans 2020*. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2020.

2020 한국인 영양소 섭취기준 요약표

(1차-4차 정오표 내용 적용)

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 300mg/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 에너지섭취량의 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 부가량

²⁾ DHA

보건복지부, 2020

성별	연령	단백질(g/일)				메티오닌+시스테인(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	
	6-11	12	15			0.3	0.4			0.6	0.8		
유아	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	1.4			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	+15			1.1	1.4			2.5	3.1			
수유부	+25	+30			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	
	6-11	0.3	0.4			0.3	0.5			0.6	0.8		
유아	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⁾ 단백질: 임신부-2, 3 분기별 부가량, 아미노산: 임신부, 수유부-부가량 아닌 절대 필요량임.

2025 한국인 영양소 섭취기준

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) 6-11	0.5	0.7	0.9		0.3	0.4	0.5		0.1	0.1	0.2	
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 ¹⁾		3.0	3.8			1.2	1.5			0.3	0.4		
수유부		3.7	4.7			1.3	1.7			0.4	0.5		

성별	연령	히스티딘(g/일)				수분(mL/일)					
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	음식	물	음료	충분섭취량		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		0.8	1.0							+200	
수유부		0.8	1.1						+500	+700	

¹⁾ 아미노산: 임신부, 수유부-부가량 아닌 절대 필요량임.

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($\text{mg } \alpha\text{-TE/일}$)				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)			40				0.2	
	6-11			55				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)			0.3				2	
	6-11			0.4				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(μg DFE/일) ¹⁾			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량 ²⁾
영아	0-5(개월)			0.1				65	
	6-11			0.3				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 (μg/일)				판토텐산(mg/일)				비오틴(μg/일)			
		평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량	평균 필요량	권장 섭취량	충분 섭취량	상한 섭취량
영아	0-5(개월)			0.3				1.7				5	
	6-11			0.5				1.9				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 μg/일의 엽산보충제 섭취를 권장함.

²⁾ 엽산의 상한섭취량은 보충제 또는 강화식품의 형태로 섭취한 μg/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	만성질환 위험감소섭취량
영아	0-5(개월)			250	1,000			100				110	
	6-11			300	1,500			300				370	
유아	1-2(세)	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
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)			170				400				25	
	6-11			560				700				55	
유아	1-2(세)			1,200				1,900		60	70		60
	3-5			1,600				2,400		90	110		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⁾ 식품외 급원의 마그네슘에만 해당

2020 한국인 영양소 섭취기준 - 미량무기질

보건복지부, 2020

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	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(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			0.4	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			

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	

〈2025 한국인 영양소 섭취기준〉은 보건복지부 〈2023~2025년 한국인 영양소 섭취기준 제·개정(수립) 사업〉의 연구비 지원에 의해 사단법인 한국영양학회에서 수행한 결과입니다.
인용시 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.



2025 한국인 영양소 섭취기준

2025 Dietary Reference Intakes
for Koreans 2025

발행일: 2025년 12월 30일

발행처: 보건복지부 T. 044)202-2835

인쇄처: 세일포커스(주) T 02)2275-6894

※ 보건복지부 누리집(<https://www.mohw.go.kr/>) > 정보 > 연구/조사/발간자료
한국영양학회 누리집(<https://www.kns.or.kr/>) > 자료실 > KDRIs



2025 한국인 영양소 섭취기준

요약본



보건복지부

Ministry of Health and Welfare



한국영양학회

THE KOREAN NUTRITION SOCIETY



비매품/무료

93590

9 791198 18245 6

ISBN 979-11-981824-5-6