

Review
KDRI Special Series



2020 한국인 에너지필요추정량 설정 및 앞으로의 과제

김은경 ¹, 김오연 ², 박종훈 ³, 김은미 ⁴, 김주현 ⁵

¹강릉원주대학교 식품영양학과
²동아대학교 식품영양학과
³고려대학교 체육교육학과
⁴한국식품연구원 식품표준연구센터
⁵동서울대학교 호텔조리외식과

OPEN ACCESS

Received: Nov 18, 2021
Revised: Dec 2, 2021
Accepted: Dec 6, 2021

Correspondence to

Eun-Kyung Kim

Department of Food and Nutrition,
Gangneung-Wonju National University, 2
Jukheon-gil, Gangneung 25457, Korea.
Tel: +82-33-640-2336
E-mail: ekkim@gwnu.ac.kr

© 2021 The Korean Nutrition Society
This is an Open Access article distributed
under the terms of the Creative Commons
Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>)
which permits unrestricted non-commercial
use, distribution, and reproduction in any
medium, provided the original work is properly
cited.

ORCID iDs

Eun-Kyung Kim
<https://orcid.org/0000-0003-1292-7586>
Oh Yoen Kim
<https://orcid.org/0000-0001-9262-3309>
Jonghoon Park
<https://orcid.org/0000-0002-5994-399X>
EunMi Kim
<https://orcid.org/0000-0003-3430-6561>
Juhyeon Kim
<https://orcid.org/0000-0002-5775-5426>

Conflict of Interest

There are no financial or other issues that
might lead to conflict of interest.

<https://e-jnh.org>

Establishment and future tasks of estimated energy requirement in 2020 dietary reference intakes for Koreans

Eun-Kyung Kim ¹, Oh Yoen Kim ², Jonghoon Park ³, EunMi Kim ⁴, and
Juhyeon Kim ⁵

¹Department of Food and Nutrition, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea
²Department of Food Science and Nutrition, Dong-A University, Busan 49315, Korea
³Department of Physical Education, Korea University, Seoul 02841, Korea
⁴Food Standard Research Center, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea
⁵Department of Hotel, Foodservice and Culinary Art, Dong Seoul University, Seongnam 13117, Korea

ABSTRACT

Energy requirement is defined as energy expenditure in an energy equilibrium state. The doubly labeled water (DLW) method is considered the gold standard for measuring total energy expenditure (TEE). In 2002, the Institute of Medicine (IOM) of the National Academies established dietary reference intakes (DRIs) for Americans and Canadians, and the equations for estimated energy requirement (EER) were developed by using pooled data from studies that had applied the DLW method. Since 2005, these equations have been used for establishing EER in the DRI for Koreans. These equations based on age group include the physical activity (PA) coefficient determined by the PA level (PAL; sedentary, low active, active and very active) as well as body weight and height. The PAL values of Koreans calculated using the DLW method and PA diaries were determined to fall in the low active category (1.40~1.59). Therefore, the PA coefficient corresponding to 'low active' was applied to the EER equations. In recent years, with increasing number of people regularly engaging in various physical activities in Korea, EER is now separately presented for people with 'active' and 'very active' PALs. In the future, like the United States and Japan, Korea needs to expand the DLW research for developing EER predictive equations for Koreans. In addition, standardized guidelines should be prepared to accurately evaluate the PAL using the physical activity diary and the new PA classification table for Koreans.

Keywords: energy expenditure, dietary reference intakes, Institute of Medicine, doubly labeled water, physical activity

서론

우리 신체의 다양한 기능은 식품섭취를 통하여 제공되는 에너지를 이용하여 수행되므로 에너지는 인간의 생명과 생존 유지를 위해서 반드시 필요하다. 그러나 특별한 상황을 제외하고 기본적으로 에너지 섭취는 에너지 소비와 평형을 이루어야 한다. 따라서 에너지 부족 또는 에너지 과잉이 되지 않도록 적절한 에너지 필요량이 설정되어 제시되어야 한다.

2005년에 한국인 영양소 섭취기준 (Dietary Reference Intakes for Koreans, KDRI)이 도입되기 이전까지는 한국인을 위한 에너지 권장량, 즉 에너지 평균필요량은 세계보건기구 (World Health Organization, WHO)에서 채택한 방식인 휴식대사량 (resting energy expenditure, REE)에 하루 평균 신체활동수준 (기존의 신체활동계수, physical activity level, PAL)을 곱하는 방법으로 산출하였다 [1]. 이때 휴식 대사량은 산출 공식에 연령, 신장 및 체중을 대입하여 구하였고, 신체활동 수준은 (성인을 제외하고) 한국인을 대상으로 측정된 자료가 충분하지 않아서 세계보건기구 [1]에서 제시 한 값을 기준으로 추정하여 적용하거나 신체활동일기를 이용하여 산출한 값을 활용하였다. 그러나 위의 공식으로 계산된 휴식대사량과 신체활동수준 역시 오차가 발생할 여지가 있어 문제점으로 지적되어왔다.

그 후 2005년부터 한국인 영양소 섭취기준에서 에너지필요추정량의 개념이 도입되어 2010년, 2015년, 2020년에 이르기까지 적용되고 있다. 이에 2020 한국인 영양소 섭취기준에서 에너지필요추정량은 어떠한 학문적 근거하에 시대적 흐름을 반영하였는지를 살펴보고, 앞으로 한국인에게 가장 적절한 에너지필요추정량을 설정하기 위하여 해결해야 할 과제에 대하여 살펴보고자 한다.

에너지필요추정량 설정 배경

에너지는 영양소 섭취기준 (DRI)에서 제시되는 4가지 개념인 평균필요량, 권장섭취량, 충분섭취량 및 상한섭취량 중에서 평균필요량에 해당하는 에너지필요추정량 (estimated energy requirements, EER)으로 제시되며 [2,3], 다른 영양소와 달리 권장섭취량이나 상한섭취량의 개념이 적용되지 않는다. 권장섭취량은 건강한 대다수 국민들의 필요량을 충족시키는 양으로 평균필요량에 여유분을 추가하여 결정된다. 따라서 에너지에 권장섭취량 개념을 적용하게 되면, 상당수의 사람들이 필요량을 초과하여 섭취하게 되고, 소비하고 남은 여분의 에너지는 체지방으로 전환·축적되어 비만을 초래할 수 있다. 이는 각종 질병의 직·간접적인 원인이 될 수 있으므로 에너지에는 권장섭취량의 개념을 적용하지 않는다.

성인의 경우, 에너지필요추정량은 에너지 평형상태의 에너지소비량으로 규정한다. 따라서 에너지필요추정량을 설정하기 위해서는 에너지소비량의 평가가 먼저 필요하다. 인체의 에너지소비량을 평가하는 방법은 크게 직접열량측정법 (direct calorimetry)과 간접열량측정법 (indirect calorimetry)이 있다. 직접열량측정법은 특수한 대사측정실 (metabolic chamber) 내에서 대상자의 신체에서 발생하는 열 (heat)을 직접 측정하는 방법이다. 간접열량측정법은 음식물의 대사와 관련된 산소의 소비와 이산화탄소의 생성을 측정하여 에너지소비량을 간접적으로 측정하는 방법이다. 간접열량측정법은 크게 이중표식수를 이용하는 방법 (doubly

labeled water method, DLW)과 호흡가스를 분석하는 방법 (respiratory gas analysis)이 있는데 이중표식수법 (DLW)이 에너지소비량을 측정하는 gold standard로 알려져 있다 [4]. 이중표식수법 (DLW)은 안정동위원소인 수소 (²H)와 산소 (¹⁸O)를 사용하여 제조한 이중표식수 (²H₂¹⁸O)를 섭취 후, 약 1-2주간 배출된 소변을 분석하여 산출된 이산화탄소 배출률 (rate of CO₂ production, rCO₂)을 이용하여 일일 총에너지소비량 (total energy expenditure, TEE)을 분석하는 방법이다 [4]. 그러나 이중표식수법 (DLW)은 이중표식수 제조에 필요한 18번 산소 및 수집한 소변의 분석 비용이 매우 높고, 측정 절차와 방법이 까다로우며 보편적으로 사용하기에는 현실적으로 어려움이 많다 [5]. 따라서 실제 현장에서는 에너지소비량을 직접 측정하기보다는 쉽게 수집할 수 있는 변수 (체중, 신장, 성별 및 연령 등)들을 포함하는 추정 공식을 이용하여 에너지소비량을 계산하고 있다.

2002년 미국 National Academies의 Institute of Medicine (IOM)은 dietary reference intakes (DRI)를 설정하였고 [6], 그동안 미국인과 캐나다인을 대상으로 수행된 이중표식수법 (DLW) 연구에서 보고된 에너지소비량 결과를 모아서 에너지필요추정량 (EER) 산출식을 개발하였다. 우리나라는 한국인 영양소 섭취기준이 새롭게 제시된 2005년부터 미국 IOM에서 제안한 [6] 에너지필요추정량 산출식을 사용해왔다.

2020년 에너지필요추정량 설정의 주요이슈

에너지필요추정량 산출식의 결정

에너지필요추정량 (2020 EER) 설정 방법의 근거를 마련하기 위하여 지난 5년간의 국내외 관련 문헌들을 수집하여 분석하였다. 특히 한국인을 대상으로 한 연구들 [7-10] 중 성인에서 이중표식수법 (DLW)으로 측정된 일일 총에너지소비량 (TEE)을 기준으로 에너지필요추정량을 산출하는 IOM 공식의 타당도를 평가한 결과, 정확예측비율이 남녀 각각 77.1%와 62.9%로 나타난 결과 [9] 등을 토대로 2020년 에너지필요추정량은 2005년 한국인 영양섭취기준이 처음으로 도입되면서 적용하였던 IOM 에너지필요추정량 산출식을 그대로 적용하기로 하였다. 에너지필요추정량의 산출 공식은 다음과 같으며, 이 공식에 적용되는 상수 및 계수는 Table 1과 같다.

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

PA = 신체활동단계별 (비활동적, 저활동적, 활동적, 매우 활동적) 계수

Table 1. Constant and coefficient applied to predictive equation for estimated energy requirement

	Children and adolescents (3-18 yrs)		Adults (≥ 19 yrs)	
	Male	Female	Male	Female
α Constant	88.5	135.3	662.0	354.0
β Age (coefficient)	-61.9	-30.8	-9.53	-6.91
γ Body weight (coefficient)	26.7	10.0	15.91	9.36
δ Height (coefficient)	903.0	934.0	539.6	726.0

Adopted from the Institute of Medicine of the National Academies [6].

에너지필요추정량 산출식에 적용되는 변수들

2020 에너지필요추정량 산출식에 적용되는 변수로는 체위 (신장과 체중)와 신체활동단계별 계수가 있다.

신장과 체중

에너지필요추정량 산출식에는 2020 한국인 영양소 섭취기준 체위분과에서 제시한 체위기준치 (신장과 체중)를 적용하였다 [11]. 체위 분과의 보고에 따르면 [11], 18세 이하 소아와 청소년은 2017년 대한소아과학회에서 발표한 소아·청소년 신체발육표준치 [12]를 사용하였고, 표준치가 없는 19세 이상 성인에 대해서는 최근 5년 (2013–2017년)간의 국민건강영양조사 자료를 근거로 19–49세의 건강한 성인 중에서 체질량지수 (body mass index, BMI) 18.5–24.9 kg/m²에 해당하는 대상자의 체질량지수의 중위수 (남성 BMI 22.6, 여성 BMI 21.4)를 산출하여 제시함으로써 건강체중의 개념을 포함한 체위기준을 적용하였다.

신체활동단계별 계수

에너지필요추정량 (EER) 산출값에 영향을 미치는 중요한 변수로 체중과 신장 및 연령 이외에 신체활동단계별계수 (PA)가 있다. 이는 4단계 (비활동적, 저활동적, 활동적 및 매우 활동적) 신체활동수준 (physical activity level, PAL)에 따른 계수로 성별과 연령대 (소아청소년 및 성인)에 따라 구분되어 제시되어 있다 (Table 2).

1. 이중표식수 (DLW)법을 이용하여 산출된 한국인의 신체활동수준

신체활동수준 (PAL)은 일일 평균 신체활동의 강도를 휴식대사량 (resting energy expenditure, REE)의 배수로 나타낸 값이다. 따라서 가장 정확한 신체활동수준은 이중표식수법 (DLW)으로 측정된 총에너지소비량 (TEE)을 간접열량계로 측정한 휴식대사량 (REE)으로 나눈 값 (PAL = TEE/REE)이다. 한국인을 대상으로 이중표식수 (DLW)법을 이용하여 신체활동수준 (PAL)을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 아동 [7]의 경우는 초등학생을 대상으로 하였고, 성인의 경우 [9]는 일상 생활을 하는 직장인과 주부 등을, 노인의 경우 [10]는 규칙적인 운동을 하는 노인 (평균 연령 71.1 ± 3.8세)을 대상으로 하였다. 그 결과를 살펴보면 프로축구선수 [13], 대학 테니스선수 [8] 및 규칙적 운동을 하는 노인 [10]을 제외하고, 대부분의 신체활동수준이 1.40–1.60 사이의 ‘저활동적’에 해당되었다.

Table 2. PA coefficient applied to predictive equations for estimated energy requirement

PAL category	PAL values	PA coefficient			
		Children and adolescents		Adults	
		Male	Female	Male	Female
Sedentary	1.00–1.39	1.00	1.00	1.00	1.00
Low active	1.40–1.59	1.13	1.16	1.11	1.12
Active	1.60–1.89	1.26	1.31	1.25	1.27
Very active	1.90–2.50	1.42	1.56	1.48	1.45

Adopted from the Institute of Medicine of the National Academies [6].
PA, physical activity; PAL, physical activity level.

Table 3. Physical activity level of Korean measured by doubly labeled water method

Categories	Age (yrs)	Male	Female	Total
Children [7]	9–11	1.58 ± 0.20	1.55 ± 0.13	-
Adults [9]	20–49	1.55 ± 0.19	1.46 ± 0.16*	-
Older adults [10]	65–	1.83 ± 0.28	1.65 ± 0.19	1.74 ± 0.26
Athletes [8]	19–24	-	1.97 ± 0.17	-
Non-athletes [8]	19–24	-	1.60 ± 0.15**	-
Professional soccer players [13]	24–36	2.22 ± 0.28	-	-

*p < 0.05, **p < 0.005.

2. 신체활동일기를 이용하여 산출된 한국인의 신체활동수준

신체활동수준 (PAL)을 가장 정확하게 측정평가하는 방법은 위에서와 같이 이중표식수법 (DLW)과 간접열량계를 이용하는 것이나, 이 방법을 실제로 현장에서 사용하기는 어렵다. 따라서 그동안 국내에서 신체활동수준을 평가한 연구들 [14-30]의 대부분은 신체활동일기를 이용하여 하루 동안 수행한 모든 신체활동을 조사한 후 기존의 신체활동분류표 [22]를 이용하여 활동강도에 따라 18단계로 분류한 후, 각 활동의 소요시간과 활동강도에 따른 에너지 강도를 적용하여 신체활동수준을 산출하였다. 이때 신체활동일기의 타당도를 높이기 위하여, 24시간 회상법과 마찬가지로 가능하면 주 3일 (주중 2일, 주말 1일)에 걸쳐 연구자와의 상담 바로 전날 하루 동안의 신체활동 내용 (유형과 강도)을 상세하게 기록한 후, 다음날 연구자와의 면대면 인터뷰를 통하여 수정 보완하도록 하는 것이 바람직하다.

한국인을 대상으로 신체활동일기를 이용하여 신체활동수준을 조사한 연구결과 [14-30]를 살펴보면 (Table 4), 농촌 초등학생 [16] 남아 (주중), 남자 고등학생 [20], 일부 대학생 및 성인 여성 [22] 및 규칙적 운동을 하는 노인 [30]을 제외하고 대부분 ‘저활동적’에 속하는 1.40-1.59를 보였다. 그러나 초등학교 축구 선수 [18], 고등학교 운동선수 [21], 교대근무 경찰 [27], 농번기 농업인 [28]에서 높은 신체활동수준을 보였다. 한편 대략 2010년 이전 국내에서 보고된 이와 관련된 논문들에서는 신체활동수준을 신체활동계수 (physical activity coefficient) 또는 활동계수 (activity factor)로 기술한 바 있다.

Table 4. Physical activity level of Korean using physical activity diary

Category	Author (year) [ref#]		Male	Female
Preschool children (4-6 yrs)	Kim & Kim (2009) [14]	Weekday	1.35	1.32
		Weekend	1.36	1.31
Elementary school children	Kim et al. (2006) [15]		1.41	1.35
	Lee & Kim (2007) [16]	Weekday	1.60	1.54
		Weekend	1.52	1.55
	Kim & Kim (2012) [17]		1.42	1.47
	An et al. (2017) [18] - Soccer players	Weekday	1.98	1.89
		Weekend	1.62	1.61
Middle & High school children	Kim & Na (2003) [19]	Middle school	1.48	1.47
		High school	1.51	1.49
	Shin et al. (2016) [20]	Weekday	1.63	-
		Weekend	1.37	-
	Kim et al. (2009) [21]	Athletic	2.23	2.16
		Non-athletic	1.48	1.46
University students	Yoon et al. (2002) [22]		1.48	1.46
	Choi et al. (2005) [23]		-	1.74
	Lee et al. (2006) [24]		-	1.46
	Kim (2013) [25]		1.55	1.47
Adults	Yoon et al. (2002) [22]	20-29 yrs	1.56	1.58
		30-49 yrs	1.59	1.71
		50-64 yrs	1.57	1.79
	Lee et al. (2006) [26] - Dietitian	Weekday	-	1.56
		Weekend	-	1.52
	Lee et al. (2007) [27] - Work shift police	Day	1.52	-
		Night	1.75	-
		Holiday	1.31	-
	Kim et al. (2011) [28] - Farmers	Farmer (busy farming)	2.63	2.19
	Lee et al. (2012) [29] - Farmers	Farmer (the off-season)	1.37	1.42
Older adults	Go et al. (2019) [30]		1.63	1.67

그러나 신체활동일기를 이용하는 방법은 신체활동의 유형과 각각의 신체활동에 소요된 시간을 기억하는데 24시간 회상법에 의한 식사조사처럼 오류가 생길 수 있을 뿐만 아니라, 신체활동분류표를 이용하여 각각의 신체활동을 적절한 강도로 분류하는 과정 역시 오차의 원인이 될 수 있다.

Table 4에서 보고된 신체활동수준은 기존의 18단계 신체활동분류표를 이용하여 신체활동일기의 내용을 정량화한 것이다. 이때 사용된 신체활동분류표는 Yoon 등 [22]이 통계청 (1999)의 행동분류표의 소분류 활동 (125개)을 5차 일본인 영양소요량 (일본 후생노동성, 1985년) 등의 자료를 이용하여 재분류한 자료를 18단계로 요약·분류한 것이다. 그동안 국내에서 신체활동일기를 사용하여 신체활동수준을 평가한 연구들 [14-30]은 대부분 이를 이용해왔다. 그러나 이때 사용한 신체활동분류표에는 활동의 범주가 포함되어 있지 않아, 활동 내용이 구체적이지 않을 뿐만 아니라, 매우 가벼운 (또는 가벼운) 활동에는 상세한 세부 활동들이 포함되어 있으나 중·고강도 활동의 세부 활동이 매우 부족하고 운동 및 스포츠 활동은 거의 포함되어 있지 않아, 다양한 스포츠 및 헬스 프로그램에 대한 관심이 증가하고 있는 최근 우리나라의 현실을 반영하기에는 부족함이 있다.

이에 최근 Kim 등 [31]은 ‘한국인을 위한 신체활동분류표’를 개발·보고하였는데, 이는 Ainsworth 등 [32-34]에 의해서 개발된 미국의 신체활동 목록 (Compendium of physical activity)을 토대로 한국인을 대상으로 측정된 신체활동 에너지소비량 [35-37]을 추가한 에너지소비량 데이터베이스 (DB)를 기반으로 하였다.

이상에서 살펴본 바, 이중표식수법 및 신체활동일기를 이용하여 산출한 한국인의 신체활동수준은 ‘저활동적’에 해당하므로 이에 따른 신체활동단계별 계수를 에너지필요추정량 산출식에 적용하였다. 미국의 IOM에서 연령대별로 제안한 에너지필요추정량 산출식에 “저활동적”에 해당하는 신체활동단계별계수 (PA) (**Table 2**)를 적용한 생애주기에 따른 에너지필요추정량 산출식은 **Table 5**와 같고, 특별히 성인기 이전에는 생애주기의 특성에 따라 성장을 위한 추가필요량을 더해주고 있다.

Table 5. Formulas of estimated energy requirement according to age group

Categories	Age	Formulas for total energy expenditure	Additional energy (kcal/d)
Infants	0-5 mon	$89 \times \text{body weight (kg)} - 100$	+115.5
	6-11 mon		+22
Toddlers	1-2 yrs	Male: $88.5 - 61.9 \times \text{age (yrs)} + \text{PA} \times [26.7 \times \text{body weight (kg)} + 903 \times \text{height (m)}]$ PA = 1.0 (sedentary), 1.13 (low active), 1.26 (active), 1.42 (very active)	+20
	3-5 yrs		+20
Children	6-8 yrs	Female: $135.3 - 30.8 \times \text{age (yrs)} + \text{PA} \times [10.0 \times \text{body weight (kg)} + 934 \times \text{height (m)}]$ PA = 1.0 (sedentary), 1.16 (low active), 1.31 (active), 1.56 (very active)	+25
	9-11 yrs		
Adolescents	12-14 yrs	Male: $662 - 9.53 \times \text{age (yrs)} + \text{PA} \times [15.91 \times \text{body weight (kg)} + 539.6 \times \text{height (m)}]$ PA = 1.0 (sedentary), 1.11 (low active), 1.25 (active), 1.48 (very active)	-
	15-19 yrs		
Adults	≥ 20 yrs	Female: $354 - 6.91 \times \text{age (yrs)} + \text{PA} \times [9.3691 \times \text{body weight (kg)} + 726 \times \text{height (m)}]$ PA = 1.0 (sedentary), 1.12 (low active), 1.27 (active), 1.45 (very active)	Early: +0
	Pregnant women		Middle: +340
	Lactating women		Late: +450
			+340

Physical activity coefficient for ‘low active’ was applied in the calculation of estimated energy requirement, because physical activity level in most Koreans belongs to ‘low activity’.

한국인의 비만 유병율을 고려한 조정

2019년 국민건강영양조사 보고서에 따르면 [38] 한국인의 에너지섭취량과 비만유병률은 서서히 증가하는 경향을 보여 성인 남자 5명 중 3명 이상이, 성인 여자 4명 중 1명 이상이 비만으로 보고되었다. 따라서 2020년 체위를 적용하여 산출된 에너지필요추정량 (EER)의 원값에 대해 반올림 또는 올림 등의 계산방법을 적용하여 상향 조정하게 된다면, 우리 국민의 비만 및 이로 인한 만성퇴행성질환 유병률을 높이는 결과를 초래할 수 있다. 이에 KDRI 위원회에서 논의의 거쳐, 에너지필요추정량 산출값을 100 kcal 단위로 절삭하며, 감소분에 대해서도 100 kcal 단위로 절삭하기로 하였다.

신체활동단계에 따른 에너지필요추정량

2015년 에너지필요추정량 (EER)을 제시할 때, 2020년에는 우리나라도 일본처럼 신체활동단계 (I, II, III)에 따른 에너지필요추정량을 세분화하여 제시할 것을 제안한 바 있다. 최근 들어 우리나라에서도 건강 및 운동의 중요성이 부각되면서 [30], 저활동부터 고강도까지의 다양한 신체활동을 규칙적으로 하는 인구가 증가하고 있다. 따라서 2020 한국인의 에너지필요추정량을 산출함에 있어, 신체활동단계는 ‘저활동적’을 그대로 적용하되, ‘활동적’ 및 ‘매우 활동적’ 신체활동수준에 해당하는 에너지필요추정량을 함께 제시하였다 (Table 6).

Table 6. 2020 EER according to physical activity level (low active, active, and very active)

Category	Age	Physical activity level		
		Low active	Active	Very active
		1.40-1.59	1.60-1.89	1.90-2.50
Infants	0-5 mon	500	500	500
	6-11 mon	600	600	600
Toddlers	1-2 yrs	900	900	900
	3-5 yrs	1,400	1,600	1,800
Male	6-8 yrs	1,700	1,900	2,200
	9-11 yrs	2,000	2,300	2,700
	12-14 yrs	2,500	2,900	3,300
	15-18 yrs	2,700	3,200	3,700
	19-29 yrs	2,600	2,900	3,400
	30-49 yrs	2,500	2,800	3,200
	50-64 yrs	2,200	2,500	2,900
	65-74 yrs	2,000	2,300	2,700
Female	≥ 75 yrs	1,900	2,200	2,600
	6-8 yrs	1,500	1,700	2,100
	9-11 yrs	1,800	2,000	2,400
	12-14 yrs	2,000	2,300	2,800
	15-18 yrs	2,000	2,300	2,800
	19-29 yrs	2,000	2,300	2,600
	30-49 yrs	1,900	2,200	2,500
	50-64 yrs	1,700	2,000	2,300
	65-74 yrs	1,600	1,800	2,100
	≥ 75 yrs	1,500	1,700	2,000

EER, estimated energy requirement.

향후 한국인 에너지필요추정량에 대한 제언

한국인을 대상으로 한 이중표식수법 (DLW) 연구 활성화

2005년부터 2020년 현재까지 한국인 영양소 섭취기준에서 사용한 에너지필요추정량 (EER) 산출 공식은 이중표식수법 (DLW)을 이용하여 미국과 캐나다인을 대상으로 개발된 것으로 한국인에게 적용 시 타당도 검증의 필요성이 거론된 바 있다. 미국뿐만 아니라, 우리나라와 가까운 일본도 자국민을 대상으로 이중표식수법 (DLW)으로 측정된 에너지소비량 데이터 베이스를 이용하여 일본인에게 최적의 에너지필요량을 설정하기 위한 일련의 연구들이 계속되고 있다. 이중표식수법 (DLW)을 이용한 연구는 막대한 예산이 필요하므로 연구비 지원이 없이는 수행하기 어렵다. 최근 국내에서도 일부 한국인을 대상으로 이중표식수법 (DLW)을 이용하여 에너지소비량을 측정 한 연구 [7-10]가 수행되었으나, 한국인을 위한 에너지필요추정량 (EER) 산출공식이 개발되기 위해서는 영유아, 중고생 및 80세 이상의 고령층을 포함하여 각 연령 계층별로 훨씬 더 많은 인원을 대상으로 이중표식수법을 이용한 연구결과가 필요하다.

한국인의 신체활동수준에 대한 연구

2020 한국인을 위한 에너지필요추정량 설정시에는 ‘저활동적’ 신체활동단계별계수 (PA)를 적용하고, 이와는 별도로 ‘활동적’ 또는 ‘매우 활동적’ 신체활동수준에 해당하는 에너지필요추정량을 함께 제시하였다. 그러나 이와 같은 신체활동단계에 따른 차별화된 에너지필요추정량이 현장에서 실질적으로 적용되려면, 산출식에서 적용된 신체활동단계의 판단 기준이 되는 신체활동수준 (Table 2)에 대한 사전 평가가 필요하다. 따라서 이중표식수법을 이용하여 다양한 연령층과 계층의 신체활동수준이 연구되어야 한다. 또한 현재 신체활동수준을 평가할 수 있는 방법으로 신체활동일기를 이용하는 방법이 주로 사용되고 있는데, 최근에 개발된 한국인을 위한 신체활동분류표 [31]를 보다 효율적으로 사용하기 위하여 스마트폰이나 어플리케이션을 이용한 실질적인 활용연구가 필요하다.

에너지필요추정량 설정을 위한 연령대별 구분

우리나라가 채택한 에너지필요추정량 (EER) 산출식은 성별과 연령대를 구분하여 해당 공식에 체위 및 신체활동단계별 계수를 반영하여 산출하고 있는데, 3세부터 성별에 따라 다른 식을 제시하고 있다. 그러나 우리나라의 경우, 다른 영양소와 마찬가지로 에너지의 경우도 3-5세에서는 남녀 구분을 하지 않고 있기에, 남아와 여아에게 각각의 에너지필요추정량 (EER) 공식을 이용하여 산출한 서로 다른 두 값의 평균값을 남아와 여아 모두에게 동일하게 제시하였다. 2025년도에는 체위기준치 및 산출 공식이 서로 다른 3-5세 남아와 여아의 에너지필요추정량을 구별하여 제시하는 방법에 대하여 검토해 볼 필요가 있다.

또한 현재의 연령 구분에서는 노년기를 65-74세와 75세 이상으로 구분하고 있으나, 성인기의 에너지필요추정량 (EER) 산출식을 동일하게 그대로 노년기에 적용하고 있다. 노년기는 신체 기능과 대사가 성인기와 다르고, 특히 기대수명의 증가로 80세, 나아가 90세 이상의 고령자 인구 수도 증가하고 있다. 따라서, 2025년 한국인 영양소 섭취기준 설정 시에는 노년기를 세분화하고, 각 해당시기에 적절한 에너지필요추정량 산출식이 개발되어 적용되어야 한다.

산출식에 적용하는 체위 기준

미국의 DRI에서 에너지필요추정량 (EER)을 설정한 배경 [6]을 살펴보면 “에너지필요추정량은 건강한 성인에 있어서 건강을 유지하기에 적절한 체중, 신장 등에 따른 에너지 균형을 유지하도록 추정된 에너지 섭취량”으로 정의하고 있다 [6]. 일본은 에너지필요추정량 (EER) 산출시 우리나라에서 사용중인 미국/캐나다의 산출 공식을 따르지 않고, 일본 자체의 참조 체중과 신체활동수준을 적용한 공식인 ‘기초대사기준치 (kcal/kg체중/일) × 참조체중 (kg, reference weight) × 신체활동수준 (PAL)’을 사용하고 있다 [39]. 따라서, 우리나라도 건강 체질량지수 (Healthy BMI)에 대한 개념을 정리하고, 해당 범위에 대한 연구가 필요하다. 아울러 향후 일본 DRI에서 사용하고 있는 에너지필요추정량 (EER) 산출 방법을 우리나라에 적용하여 그 타당도를 비교해 볼 필요가 있다.

요약

일반적으로 에너지 필요량은 에너지 평형 상태에서의 에너지소비량으로 정의된다. 이중표식수법 (doubly labeled water, DLW)은 총에너지소비량 (total energy expenditure, TEE)을 측정하는 가장 정확한 방법으로 알려져 있다. 2002년, 미국 Institute of Medicine (IOM)은 미국인과 캐나다인을 위한 영양소 섭취기준 (dietary reference intakes, DRIs)을 제안하고, 이중표식수법 (DLW)을 이용한 연구결과들을 모아서 에너지필요추정량 (estimated energy requirement, EER) 산출식을 개발하였다. 2005년부터 한국인 영양소 섭취기준에서도 이 산출식을 이용하여 에너지필요추정량을 설정해왔다. 연령대를 기준으로 한 이 산출식에서는 체중과 신장뿐만 아니라 신체활동수준 (physical activity level, PAL)에 따른 (sedentary, low active, active, and very active) 신체활동계수 (physical activity, PA)가 적용되었다. 이중표식수법과 신체활동일기를 이용하여 산출한 한국인의 신체활동수준은 ‘저활동적’ (1.40-1.59)에 해당되었으므로, ‘저활동적’에 해당하는 신체활동단계별 계수 (PA)가 에너지필요추정량 (EER) 산출식에 적용되었다. 최근 한국에서도 규칙적으로 다양한 신체활동을 하는 사람들이 증가하고 있어 ‘활동적 (active)’인 사람들과 ‘매우 활동적 (very active)’인 사람들을 위한 에너지필요추정량을 별도로 제시하였다. 앞으로 미국과 일본처럼, 한국에서도 이중표식수법 (DLW) 연구를 확대하여 한국인을 위한 에너지필요추정량 산출식이 개발되어야 한다. 또한 신체활동 일기와 새로운 (한국인을 위한) 신체활동 분류표를 이용하여 신체활동수준 (PAL)을 정확하게 평가할 수 있는 표준화된 가이드라인을 마련해야 한다.

REFERENCES

1. Food and Agriculture Organization (FAO); World Health Organization (WHO); United Nations University (UNU). Energy and protein requirements: report of a Joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO Technical report series No. 724. Geneva: WHO; 1985
2. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M; Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. J Am Diet Assoc 2002; 102(11): 1621-1630.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
3. Kwon O, Kim H, Kim J, Hwang JY, Lee J, Yoon MO. The development of the 2020 dietary reference intakes for Korean population: lessons and challenges. J Nutr Health 2021; 54(5): 425-434.
[CROSSREF](#)

4. Park J, Kazuko IT, Kim E, Kim J, Yoon J. Estimating free-living human energy expenditure: practical aspects of the doubly labeled water method and its applications. *Nutr Res Pract* 2014; 8(3): 241-248.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
5. Stewart CL, Goody CM, Branson R. Comparison of two systems of measuring energy expenditure. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2005; 29(3): 212-217.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
6. 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. p.107-264.
7. Kim EK, Ndahimana D, Ishikawa-Takata K, Lee S, Kim H, Lim K, et al. Validation of dietary reference intakes for predicting energy requirements in elementary school-age children. *Nutr Res Pract* 2018; 12(4): 336-341.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
8. Ndahimana D, Lee SH, Kim YJ, Son HR, Ishikawa-Takata K, Park J, et al. Accuracy of dietary reference intake predictive equation for estimated energy requirements in female tennis athletes and non-athlete college students: comparison with the doubly labeled water method. *Nutr Res Pract* 2017; 11(1): 51-56.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
9. Kim EK, Kim JH, Kim MH, Ndahimana D, Yean SE, Yoon JS, et al. Validation of dietary reference intake equations for estimating energy requirements in Korean adults by using the doubly labeled water method. *Nutr Res Pract* 2017; 11(4): 300-306.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
10. Ndahimana D, Go NY, Ishikawa-Takata K, Park J, Kim EK. Validity of the dietary reference intakes for determining energy requirements in older adults. *Nutr Res Pract* 2019; 13(3): 256-262.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
11. Ministry of Health and Welfare; The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2020.
12. Kim JH, Yun S, Hwang SS, Shim JO, Chae HW, Lee YJ, et al. The 2017 Korean National Growth Charts for children and adolescents: development, improvement, and prospects. *Korean J Pediatr* 2018; 61(5): 135-149.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
13. Lee SJ, Kim HR. Total energy expenditure of professional soccer players measured by the doubly labeled water method. *Korean J Exerc Nutr* 2003; 7(3): 241-246.
14. Kim JH, Kim EK. Assessment of physical activity, activity coefficient of preschool children and actual condition of daycare center outdoor play. *Korean J Community Nutr* 2009; 14(6): 777-788.
15. Kim EK, Kim EK, Song JM, Choi HJ, Lee GH. Assessment of activity coefficient, resting energy expenditure and dialy energy expenditure in elementary school children. *J Korean Diet Assoc* 2006; 12(1): 44-54.
16. Lee HM, Kim EK. Assessment of daily steps, physical activity and activity coefficient of the elementary school children in the rural Area. *Korean J Community Nutr* 2007; 12(3): 361-371.
17. Kim MH, Kim EK. Physical activity level, total daily energy expenditure, and estimated energy expenditure in normal weight and overweight or obese children and adolescents. *Korean J Nutr* 2012; 45(6): 511-521.
[CROSSREF](#)
18. An HS, Choi SJ, Lee MR, Lee JS, Kim EK. Comparison of physical activity level, physical activity pattern and energy expenditure in male and female elementary school soccer players using accelerometer and physical activity diary. *Korean J Community Nutr* 2017; 22(6): 529-542.
[CROSSREF](#)
19. Kim Y, Na HJ. The estimation of the daily energy expenditure of Korean adolescents. *Korean J Community Nutr* 2003; 8(3): 270-279.
20. Shin HM, Jeon JH, Kim EK. Assessment of pedometer counts, physical activity level, energy expenditure, and energy balance of weekdays and weekend in male high school students. *J Korean Diet Assoc* 2016; 22(2): 131-142.
[CROSSREF](#)
21. Kim EK, Kim GS, Park JS. Comparison of activity factor, predicted resting metabolic rate, and intakes of energy and nutrients between athletic and non-athletic high school students. *J Korean Diet Assoc* 2009; 15(1): 52-68.
22. Yoon JS, Kim GJ, Kim JH, Park YS, Gu JO. A study to determine the recommended dietary allowance of energy and to develop practical dietary education program for Korean adults. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2002.
23. Choi HJ, Song JM, Kim EK. Assessment of daily steps, activity coefficient, body composition, resting energy expenditure and daily energy expenditure in female university students. *J Korean Diet Assoc* 2005; 11(2): 159-169.

24. Lee GH, Kim MH, Kim EK. Accuracy of predictive equations for resting metabolic rate in Korean college students. *Korean J Community Nutr* 2009; 14(4): 462-473.
25. Kim SH. A survey on daily physical activity level, energy expenditure and dietary energy intake by university students in Chungnam province in Korea. *J Nutr Health* 2013; 46(4): 346-356.
CROSSREF
26. Lee JS, Lee GH, Kim EK. Assessment of daily steps, activity coefficient and daily energy expenditures of dieticians in Youngdong-area. *J Korean Diet Assoc* 2006; 12(3): 277-288.
27. Lee SH, Park JS, Kim EK. Assessment of daily steps, physical activities and activity coefficient of policemen who do shift-work. *Korean J Nutr* 2007; 40(6): 576-583.
28. Kim EK, Lee SH, Ko SY, Yeon SE, Choe JS. Assessment of physical activity level of Korean farmers to establish estimated energy requirements during busy farming season. *Korean J Community Nutr* 2011; 16(6): 751-761.
CROSSREF
29. Lee SH, Yeon SE, Son HR, Choi JS, Kim EK. Assessment of energy intake and physical activity level for Korean farmers to establish estimated energy requirements during the off-season for farmers. *Korean J Community Nutr* 2012; 17(5): 652-663.
CROSSREF
30. Go NY, Ndahimana D, Kim EK. Amounts of physical activity and sedentary behavior patterns in older adults: using an accelerometer and a physical activity diary. *J Nutr Health* 2019; 52(1): 36-46.
CROSSREF
31. Kim EK, Jun HY, Gwak JY, Fenyi JO. Development of physical activity classification table for Koreans: using the Compendium of physical activities in the United States. *J Nutr Health* 2021; 54(2): 129-138.
CROSSREF
32. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr, Montoye HJ, Sallis JE, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25(1): 71-80.
PUBMED | CROSSREF
33. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9 Suppl): S498-S504.
PUBMED | CROSSREF
34. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(8): 1575-1581.
PUBMED | CROSSREF
35. Park SJ, Lee MH. Validation of physical activity measured by accelerometers worn on waist and wrist. *Korean J Phys Educ* 2017; 56(4): 563-573.
CROSSREF
36. Choi YJ, Ju MJ, Park JH, Park JH, Kim EK. Energy expenditure of physical activity in Korean adults and assessment of accelerometer accuracy by gender. *J Nutr Health* 2017; 50(6): 552-564.
CROSSREF
37. Cho KH, Song W, Kim J, Jung EJ, Jang J, Im SH, et al. Energy expenditures for activities of daily living in Korean young adults: a preliminary study. *Ann Rehabil Med* 2016; 40(4): 725-733.
PUBMED | CROSSREF
38. Ministry of Health and Welfare, Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea Health Statistics 2019: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VIII-1). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2020.
39. Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan. Research group report of the dietary reference intakes for Japanese. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan; 2019. Japanese.