



우리 국민의 총 지방 및 지방산 일상 섭취량 추정 및 평가: 2019 - 2021년 국민건강영양조사 자료를 활용한 단면조사연구

이 경 윤^{1),2)} · 김 동 우^{3)†}

¹⁾서울대학교 보건대학원, 박사과정, ²⁾질병관리청 국립보건연구원 만성질환융복합연구부 내분비·신장질환연구과, 선임연구원, ³⁾한국방송통신대학교 자연과학대학 생활과학부, 교수

Estimating and evaluating usual total fat and fatty acid intake in the Korean population using data from the 2019–2021 Korea National Health and Nutrition Examination Surveys: a cross-sectional study

Gyeong-yoon Lee^{1),2)}, Dong Woo Kim^{3)†}

¹⁾Graduate student, Department of Public health, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Korea

²⁾Researcher, Division of Endocrine and Kidney Disease Research, Department of Chronic Disease Convergence Research, National Institute of Health, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

³⁾Professor, Division of Human Ecology, College of Natural Sciences, Korea National Open University, Seoul, Korea

†Corresponding author

Dong Woo Kim
Department of Human Ecology,
Korea National Open University,
86, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul,
03087, Korea

Tel: +82-2-3668-4643
Fax: +82-2-2088-4306
Email: kimdow@knou.ac.kr

Received: September 26, 2023
Revised: October 16, 2023
Accepted: October 26, 2023

ABSTRACT

Objectives: This study evaluated usual dietary intakes of total fat and fatty acids among the Korean population based on the revised Dietary Reference Intakes for Koreans 2020 (2020 KDRIs).

Methods: This study utilized data from the eighth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES 2019–2021). We included 18,895 individuals aged 1 year and above whose 1-day 24-hour dietary recall data were available. To calculate the external variability using the National Cancer Institute 1-day method, data from the U.S. NHANES 2017-March 2020 Pre-pandemic dataset were employed. The total fat and fatty acid intake were evaluated based on the Acceptable Macronutrient Distribution Ranges (AMDRs) and Adequate intake (AI) of 2020 KDRIs for each sex and age groups.

Results: Approximately 86% of the Korean population obtained an adequate amount of energy from total fat consumption (within the AMDRs), indicating an appropriate level of intake. However, the percentage of individuals consuming saturated fatty acids below the AMDR was low, with only 12% among those under 19 years of age and 52% aged 19 years and older. On a positive note, approximately 70% of the population showed adequate consumption of essential fatty acids, exceeding the AI. Nevertheless, monitoring the intake ratio of omega 3 (n-3) to omega 6 (n-6) fatty acids is essential to ensure an optimum balance.

Conclusions: This study explored the possibility of estimating the distribution of nutrient intake in a population by applying the external variability ratio. Therefore, if future KNHANES conduct multiple 24-hour recalls every few years-similar to the U.S. NHANES-even for a subset of participants, this may aid in the accurate assessment of the nutritional status of the population.

KEYWORDS dietary fatty acid, KNHANES, usual intake distribution, within-individual variation

Introduction

다양한 만성퇴행성 질환들이 전 세계적으로 증가하고 있으며, 이에 따른 수많은 사회경제적 문제들이 수반되는 상황에서 적절한 식품 및 영양소 섭취의 중요성이 대두되고 있다[1]. 특히, 다량영양소 중 지방의 경우 총 지방 및 포화지방산의 과다 섭취가 혈장 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤을 상승시켜 심혈관계 질환의 위험을 증가시키는 것으로 알려져 왔으나[2], 포화지방산의 섭취와 심혈관계 질환 간의 관련성이 충분하지 않음을 보고한 메타분석 결과도 존재한다[3]. 최근 들어서는 불포화지방산의 섭취가 강조되는 지중해식 식단이 제2형 당뇨와 심혈관계 질환을 예방할 수 있다는 연구 결과도 발표되고 있는 실정이며[4], 증가하는 초가공식품의 섭취로 인해 n-3 계열 대비 n-6 계열의 섭취비율이 큰 폭으로 증가하고 있는 추세인데, 이를 만성 염증을 유발할 수 있는 위험 인자로 바라보는 시각도 존재한다[5].

1980년대 이후 ‘저지방의 시대’를 지나며 탄수화물 섭취량이 점진적으로 증가한 미국이나 서구권 국가들과 달리, 우리나라의 경우 지방의 섭취량이 증가하고 있는 추세이다[6]. 2007년부터 2015년까지 국민건강영양조사 결과로부터 도출된 우리나라 국민의 지방 섭취량 추이를 살펴보면, 포화지방산과 단일불포화지방산의 섭취량이 유의적으로 증가하였으며, 동 기간 고콜레스테롤혈증 유병률 역시 10.7%에서 17.9%로 증가한 바 있다. 이후 우리나라에서는 국민영양관리법에 의해 2020년 한국인 영양소 섭취기준을 개정하면서, 지방산 3종(리놀레산, 알파-리놀렌산, DHA+EPA)에 대한 충분섭취량을 새롭게 제정하였다[7]. 따라서 점차 증가하는 우리나라 국민의 지방산 섭취량을 정확히 추정할 후, 이를 새롭게 제정된 충분섭취량과 비교하여 국가 수준의 지방산 섭취실태를 평가해 볼 필요성이 존재한다.

우리나라 국민건강영양조사 및 미국의 국민건강영양조사 등에 도입된 24시간 회상법은 개인의 일별 섭취량을 가장 정확히 측정할 수 있는 도구로 평가받고 있지만[8], 자율생활을 하는 인간의 식생활 특성상 섭취일에 따른 일간 변이(개인내 변이)가 존재하므로 이를 통제하기 위한 다양한 노력들이 지난 30여년간 지속되어 왔다[9]. 개인내 변이를 통제하기 위한 가장 권장되는 방법은 수차례 반복 조사한 후 그 평균값을 활용하는 것이지만, 국민건강영양조사와 같은 대규모 조사에서는 매우 큰 부담으로 작용하게 된다. 미국의 국민건강영양조사에서는 전체 대상자 중 일부를 대상으로 유선 24시간 회상법을 1회 더 수행하고 있기 때문에, 최근 개발된 여러 통계적 모형을 활용하여 집단의 일상 섭취량 분포를 추정할 수 있다[10]. 하지만 우리나라 국민건강영양조사의 경우에는 개인별 1회 24시간 회상조사를 실시하기 때문에, 대상자 중 일부에 게서라도 2회 이상의 조사가 필요한 기존의 통계적 모형을 활용하기 어려운 실정이다. 하지만 최근 1회의 24시간 회상법 결과에 적용가능한 새로운 통계적 방법이 개발되었는데[11], National Cancer Institute (NCI) 1-d 방법으로 명명된 해당 모형에서는 외부 자료로부터 개인내 변이와 개인간 변이의 비율을 확보할 수 있는 경우 산출된 변이 비율을 이용하여 1회의 24시간 회상법 자료로부터 일상 섭취량 분포를 추정할 수 있다. 즉 1회의 24시간 회상법 자료로부터는 총 변이만 추정할 수 있을 뿐 개인내 변이 또는 개인간 변이를 산출할 수 없는데, 외부의 변이 비율을 활용할 수 있다면 이를 통해 개인내 변이와 개인간 변이를 추정해낼 수 있다. 예를 들어 특정 영양소의 총 변이가 20이라고 가정하고, 외부 변이 비율이 2라고 가정하면, 개인간 변이는 $20 \div (1+2) = 6.67$ 로 계산되며, 개인내 변이는 $(20 \times 2) \div (1+2) = 13.3$ 로 산출할 수 있다.

이에 본 연구에서는 2019년부터 2021년까지의 국민건강영양조사 자료로부터 총 지방, 포화지방산, 불포화지방산의 일상적인 섭취량 분포를 NCI 1-d 방법을 통해 추정하고, 추정된 일상 섭취량 분포와 2020 한국인 영양소 섭취기준의 에너지 적정비율 및 지방산 별 충분섭취량과 비교하여 우리 국민의 지방산 영양상태를 평가하는 것을 그 목적으로 하였다.

Methods

Ethics statement

The data for the 8th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VIII) was collected with the approval of the Institutional Review Board of the Korea Disease Control and Prevention Agency (Approval No: 2018-01-03-5C-A), while the NHANES dataset was approved by the Ethics Review Board of the National Center for Health Statistics (ERB) (Protocol No: #2018-01).

1. 연구 자료 및 대상

본 연구는 국민건강영양조사 제8기에 해당하는 2019년, 2020년, 2021년 자료를 활용하였다. 영양조사 자료를 가지고

있는 1세 이상 전체 대상자를 대상으로 하였으며, 이에 따라 총 18,895명이 분석대상에 포함되었다. NCI 1-d 방법의 외부 변이 비율의 산출을 위해서는 미국 NHANES 2017-March 2020 Pre-Pandemic 자료를 활용하였는데, 해당 자료도 마찬가지로 영양조사 자료가 있는 1세 이상 전체 대상자를 대상으로 하였다. 미국 NHANES에서는 총 12,392명의 대상자가 1회차 24시간 회상법을 수행하였으며, 이 중 10,627명의 대상자에게는 2회차 24시간 회상법 자료도 존재하였다 (85.5%).

2. 분석 변수

본 연구에서는 우리나라 국민의 지방산 영양상태를 평가하기 위하여, 개인별 총 지방(g), 포화지방산(g), 단일불포화지방산(g), 다중불포화지방산(g), 리놀레산(mg), 알파-리놀렌산(mg), EPA (mg), DHA (mg), 콜레스테롤(mg) 및 에너지(kcal)의 일일 섭취량 변수를 활용하였다. 이 중 총 지방 및 포화지방산이 전체 에너지 중 차지하는 비율을 산출하여 한국인 영양소 섭취기준의 에너지 적정비율과 비교하였으며 (총 지방: 1-2세 20-35%, 3세 이상 15-30%, 포화지방산: 3-18세 8% 미만, 19세 이상 7% 미만), 리놀레산, 알파-리놀렌산, 그리고 EPA와 DHA의 합산 섭취량은 대상자의 성별과 연령변수를 활용하여 해당 충분섭취량과 비교하여 평가하였다. 콜레스테롤은 한국인 영양소 섭취기준에서 일일 300 mg 미만(19세 이상)으로 권고하고 있으므로 해당 수치와 비교를 수행하였다. 외부 변이 비율 산출을 위한 미국 NHANES의 24시간 회상법 자료에도 본 연구의 분석 대상 영양소가 동일하게 존재하므로, 해당 영양소의 섭취량을 활용하였다.

3. 일상 섭취량 분포의 추정

NCI 1-d 방법은 기존의 NCI 방법을 개선하여 개발된 것으로, NCI 방법에서 활용되는 SAS 매크로에 TRAN1 매크로를 함께 적용하여 활용하며, 자세한 방법론은 기존에 발표된 논문에서 제시되어 있다[11]. 먼저 개인별 2일 이상의 섭취량 자료가 확보된 미국 NHANES 자료로부터 영양소별 개인내 변이와 개인간 변이를 산출한 후, 개인내 변이를 개인간 변이로 나누어 변이 비율을 산출하였다. 본 연구에서 산출된 외부 변이 비율은 에너지에서 1.21로 가장 낮았으며, 총지방(1.54), 포화지방산(1.65), 단일불포화지방산(1.63) 가량으로 중간 정도의 변이 비율을 보였으며, 나머지 지방산들의 경우 대부분 2 이상의 변이 비율을 나타냈다. 산출된 변이 비율과 개인별 1일 섭취량 자료만 존재하는 우리나라 국민건강영양조사의 영양소별 섭취량을 함께 TRAN1 매크로에 입력한 후 일상 섭취량 추정에 필요한 여러 변수들을 추정하였다. 이후 추정과정은 기존 NCI 방법과 유사한데 [12], NCI DISTRIB 매크로와 INDIVINT 매크로를 활용하여 우리나라 인구집단의 영양소별 일상 섭취량 분포 및 개인별 일상 섭취량을 각각 추정하였다.

4. 통계 분석

NCI 1-d 방법을 통해 추정된 개인별 일상 섭취량 값은 다시 SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 추후 분석을 수행하였고, 섭취분포를 표현하는 히스토그램은 R-4.3.1 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)의 ggplot2 패키지를 이용하여 제시하였다. 국민건강영양조사 자료는 복합표본으로 설계되었으므로, 층화변수, 집락변수 및 가중치를 반영하여 분석하였으며, 영양소의 평균 섭취량은 평균과 표준오차로 표시하고, 분포를 나타내기 위한 각 퍼센타일 (5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 백분위수)의 경우에도 표준오차를 함께 제시하였다. 모든 결과는 1일 24시간 회상법에서의 섭취량(1-d 24HR)과 추정된 일상 섭취량(NCI 1-d)으로 구분하여 제시하였으며, 이를 통해 두 분포 간의 차이점을 비교하고자 하였다.

Results

1. 지방산 섭취량 분포 비교

국민건강영양조사 제8기 3개년도에 해당하는 1일 24시간 회상법 자료로부터 산출된 영양소들의 평균 섭취량, 표준오차 그리고 7개 백분위수가 Table 1에 제시되어 있다. 모든 영양소에서 1일 섭취량과 추정된 일상 섭취량 간의 평균 차이는 존재하지 않았으며, 표준오차는 추정된 일상 섭취량 분포에서 절반 가량 감소하였다. 총 지방의 경우 95백분위수가 5백분위수보다 1일 섭취량 분포에서 11배 가량 높았지만, 추정된 일상 섭취량 분포에서는 3배 가량의 차이로 분포의 폭이 약

Table 1. Mean and selected percentiles of usual intake among Korean population as estimated by 1-day 24-hour recall and the NCI 1-d method with KNHANES 2019-2021 data¹⁾

	Mean	SE	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
Energy (kcal)	1874.5	9.76	804.4 (9.3)	972.0 (7.9)	1293.3 (7.9)	1729.6 (9.7)	2275.2 (12.2)	2940.8 (24.2)	3443.2 (34.4)
Fat (g)	1885.1	4.78	1240.1 (5.8)	1350.6 (4.2)	1556.3 (4.9)	1838.3 (6.4)	2164.7 (7.4)	2479.4 (10.4)	2688.3 (10.4)
Saturated fat (g)	48.6	0.43	10.3 (0.3)	15.0 (0.2)	24.9 (0.3)	40.0 (0.4)	61.5 (0.7)	91.2 (1.0)	114.9 (1.6)
Monounsaturated fat (g)	48.3	0.21	24.3 (0.3)	28.7 (0.2)	36.7 (0.2)	46.8 (0.2)	57.9 (0.3)	69.9 (0.3)	77.6 (0.5)
Polysaturated fat (g)	15.8	0.15	2.7 (0.1)	4.1 (0.1)	7.4 (0.1)	12.6 (0.1)	20.2 (0.2)	30.6 (0.4)	39.4 (0.6)
Linoleic acid (mg)	15.8	0.08	7.3 (0.1)	8.7 (0.1)	11.5 (0.1)	15.2 (0.1)	19.3 (0.1)	23.5 (0.1)	26.2 (0.2)
alpha-Linolenic acid (mg)	16.0	0.17	2.6 (0.1)	4.0 (0.1)	7.4 (0.1)	12.5 (0.1)	20.2 (0.2)	31.2 (0.4)	40.4 (0.7)
Eicosapentaenoic acid (mg)	15.9	0.08	7.2 (0.1)	8.8 (0.1)	11.6 (0.1)	15.3 (0.1)	19.3 (0.1)	23.5 (0.1)	26.5 (0.2)
Docosahexaenoic acid (mg)	12.0	0.10	2.5 (0.1)	3.6 (0.1)	5.9 (0.1)	9.8 (0.1)	15.4 (0.1)	22.8 (0.3)	29.1 (0.4)
Cholesterol (mg)	11.9	0.04	7.0 (0.1)	7.9 (0.0)	9.5 (0.0)	11.5 (0.0)	13.8 (0.0)	16.3 (0.1)	17.8 (0.1)
Saturated fat (%kcal)	10,001.0	88.31	1,999.1 (41.3)	2,859.1 (44.3)	4,823.0 (50.9)	8,003.0 (79.0)	12,816.0 (141.6)	19,318.0 (237.7)	24,917.0 (343.4)
Monounsaturated fat (%kcal)	9,880.4	36.94	5,603.0 (40.4)	6,375.9 (39.4)	7,808.0 (38.6)	9,569.2 (40.8)	11,628.0 (51.2)	13,748.0 (66.0)	15,181.0 (87.0)
Polysaturated fat (%kcal)	1,386.0	14.95	201.9 (4.2)	299.5 (6.0)	547.1 (7.0)	994.5 (11.6)	1724.5 (21.8)	2792.6 (36.2)	3,859.3 (64.3)
Linoleic acid (%kcal)	1,399.4	4.13	851.2 (4.8)	948.9 (4.4)	1,132.0 (4.6)	1,356.8 (4.4)	1,623.0 (5.5)	1,896.3 (7.9)	2,090.7 (12.8)
alpha-Linolenic acid (%kcal)	103.3	2.38	0.0 (0.0)	0.9 (0.1)	7.2 (0.3)	30.3 (0.8)	102.1 (2.3)	266.5 (7.4)	440.8 (9.9)
Eicosapentaenoic acid (%kcal)	99.4	0.55	39.1 (0.6)	50.2 (0.5)	66.1 (0.4)	88.3 (0.6)	120.8 (0.9)	162.7 (1.4)	193.6 (2.3)
Docosahexaenoic acid (%kcal)	224.7	4.94	0.1 (0.0)	2.7 (0.3)	23.8 (0.9)	79.8 (1.8)	210.9 (4.3)	554.8 (14.6)	954.3 (22.8)
Cholesterol (%kcal)	217.0	1.09	83.7 (1.0)	110.0 (1.4)	152.2 (1.0)	196.9 (1.0)	256.6 (1.8)	346.3 (3.1)	414.1 (3.8)
Saturated fat (%kcal)	261.6	2.43	20.3 (0.8)	43.2 (1.3)	103.1 (1.5)	212 (2.4)	360.5 (4.0)	530.2 (4.9)	673.9 (9.9)
Monounsaturated fat (%kcal)	264.8	1.09	128.0 (1.3)	155.6 (1.6)	205.5 (1.2)	259.9 (1.2)	317.8 (1.5)	376 (1.9)	416.1 (2.2)
Polysaturated fat (%kcal)	22.3	0.11	8.1 (0.2)	10.7 (0.1)	15.5 (0.1)	21.4 (0.1)	28.0 (0.2)	34.9 (0.2)	39.3 (0.3)
Linoleic acid (%kcal)	23.0	0.07	14.7 (0.1)	16.4 (0.1)	19.3 (0.1)	22.9 (0.1)	26.5 (0.1)	29.6 (0.1)	31.3 (0.1)
Eicosapentaenoic acid (%kcal)	7.3	0.04	2.0 (0.0)	2.8 (0.0)	4.4 (0.0)	6.7 (0.0)	9.4 (0.1)	12.4 (0.1)	14.6 (0.1)
Docosahexaenoic acid (%kcal)	7.5	0.03	4.4 (0.0)	4.9 (0.0)	6.0 (0.0)	7.3 (0.0)	8.9 (0.0)	10.4 (0.0)	11.2 (0.0)

1) Values in parentheses are standard errors.

2) Given day estimates are from Day 1 dietary recall

3) Usual intake distributions are estimated using the National Cancer Institute 1-d (NCI 1-d) Method.

3.5배 가량 감소하였으며, 이러한 경향은 포화지방산, 단일불포화지방산, 다중불포화지방산과 리놀레산에서 유사한 수준으로 나타났다. 알파-리놀렌산과 콜레스테롤의 경우에는 5백분위수와 95백분위수의 차이가 더 큰 폭으로 감소하였으며 (각 7.8배, 10.2배), 반대로 총 지방의 에너지 섭취비율과 포화지방산의 에너지 섭취비율의 경우에는 2.3-2.9배 가량 감소하였다. EPA와 DHA의 1일 섭취량 분포에서 5백분위수까지 섭취량이 0에 근접하였으나, 95백분위수는 EPA 440.8 mg, DHA 954.3 mg에 달해 개인별 섭취량의 차이가 비교적 극명하게 드러나는 영양소로 판단된다. 하지만 추정된 일상 섭취량 분포에서는 EPA의 5백분위수는 39.1 mg, DHA의 5백분위수는 83.7 mg까지 증가하였으며, 반대로 95백분위수는 EPA에서 193.6 mg, DHA에서 414.1 mg까지 감소하였다.

2. 충분섭취량과의 비교

Table 2에는 2020 한국인 영양소 섭취기준에서 새롭게 제정된 리놀레산, 알파-리놀렌산, EPA+DHA의 성별, 연령별 충분섭취량과 본 연구에서 추정된 섭취량 분포에서 해당 충분섭취량을 상회하는 섭취량을 가진 인구 비율을 함께 제시하였다. 리놀레산의 경우 1일 섭취량 분포에서 충분섭취량 이상을 섭취하는 인구비율은 15-18세 여성에서 35%로 가장 낮았으며, 75세 이상 여성에서 62%로 가장 높았다. 반면, 추정된 일상 섭취량 분포에서는 15-18세 남성에서 31%로 가장 낮았으며, 1-2세와 75세 이상 여성의 경우 전원이 충분섭취량 이상을 섭취하는 것으로 나타났다. 알파-리놀렌산의 경우에도 1일 섭취량 분포에서는 최저 31% (3-5세)에서 최고 67% (75세 이상 여성)가 충분섭취량 이상을 섭취하였으나, 추정

Table 2. Percentage of Korean population with fatty acid intake above the Adequate Intake (AI), by age and sex: Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2019–2021

Age in years	N	Linoleic acid (mg)			alpha-Linolenic acid (mg)			EPA + DHA (mg)		
		AI	> AI %		AI	> AI %		AI	> AI %	
			1-d 24HR ¹⁾	NCI 1-d ²⁾		1-d 24HR ¹⁾	NCI 1-d ²⁾		1-d 24HR ¹⁾	NCI 1-d ²⁾
Males and females:										
1-2	290	4,500	44%	100%	600	37%	100%	-	-	-
3-5	568	7,000	36%	97%	900	31%	91%	-	-	-
Males:										
6-8	328	9,000	41%	91%	1,100	37%	90%	200	25%	86%
9-11	351	9,500	48%	90%	1,300	36%	69%	220	27%	76%
12-14	310	12,000	45%	60%	1,500	37%	54%	230	31%	75%
15-18	307	14,000	37%	31%	1,700	35%	37%	230	23%	65%
19-29	894	13,000	43%	41%	1,600	36%	43%	210	29%	78%
30-49	2,026	11,500	47%	50%	1,400	44%	70%	400	26%	30%
50-64	1,845	9,000	50%	72%	1,400	41%	65%	500	25%	21%
65-74	1,128	7,000	47%	86%	1,200	40%	77%	310	30%	64%
75 and over	826	5,000	55%	98%	900	46%	93%	280	30%	70%
Females:										
6-8	343	7,000	52%	97%	800	47%	96%	200	27%	80%
9-11	297	9,000	40%	70%	1,100	37%	71%	150	34%	97%
12-14	249	9,000	45%	69%	1,200	35%	55%	210	24%	71%
15-18	303	10,000	35%	43%	1,100	35%	61%	100	45%	98%
19-29	983	10,000	39%	42%	1,200	37%	57%	150	31%	90%
30-49	2,664	8,500	43%	53%	1,200	37%	55%	260	27%	52%
50-64	2,545	7,000	48%	67%	1,200	40%	56%	240	33%	65%
65-74	1,512	4,500	55%	93%	1,000	41%	71%	150	39%	89%
75 and over	1,126	3,000	62%	100%	400	67%	100%	140	30%	84%
Males and females:										
1 and over	18,895	-	47%	69%	-	41%	68%	-	29%	63%

1) Given day estimates are from Day 1 dietary recall

2) usual intake distributions are estimated using the National Cancer Institute 1-d (NCI 1-d) Method.

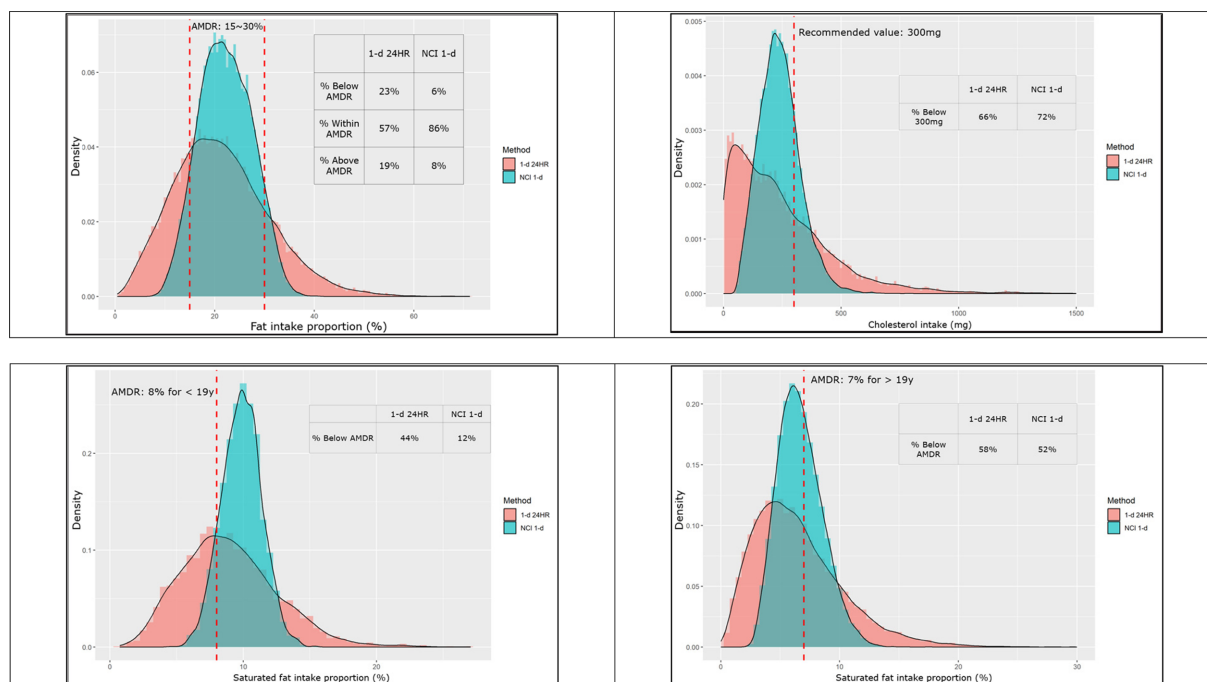


Fig. 1. Estimated usual intake distribution of selected nutrients for Korean population: Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2019–2021. AMDR, Acceptable Macronutrient Distribution Range

된 일상 섭취량 분포에서는 최저 37% (15-18세 남성)에서 최고 100% (1-2세, 75세 이상 여성)가 충분섭취량 이상을 섭취하였다. EPA와 DHA를 합산한 섭취량의 경우 1일 섭취량 분포에서는 대부분 연령에서 20-30%가 충분섭취량 이상을 섭취하는 것으로 나타났지만, 추정된 일상 섭취량 분포에서는 대부분 성별 및 연령그룹에서 50%를 상회하는 인구비율을 보였다 (30-64세 남성 제외). 전반적으로 1일 섭취량 분포에서는 충분섭취량 이상을 섭취하는 인구비율이 리놀렌산 47%, 알파-리놀렌산 41%, EPA+DHA 29%였으나, 추정된 일상 섭취량 분포에서는 해당 비율이 각각 69%, 68%, 63%로 일관되게 증가하는 경향이 나타났다.

3. 에너지 적정비율과의 비교

Figure 1에는 2020 한국인 영양소 섭취기준에서 에너지 적정비율이 제시된 영양소들의 1일 섭취량 분포와 추정된 일상 섭취량 분포를 히스토그램의 형태로 함께 제시한 후 에너지 적정비율 미만 및 초과 인구 비율을 수치로 표현하였다. 좌측 상단부터 시계방향으로 총 지방 (3세 이상), 콜레스테롤 (19세 이상), 포화지방산 (19세 이상), 포화지방산 (3-18세)에 해당한다. 총 지방의 경우 제정된 에너지 적정비율은 3세 이상에서 15-30%이며, 1일 섭취량 분포에서 에너지 적정비율 범위 이내로 섭취한 인구비율은 57%였으나 추정된 일상 섭취량분포에서는 86%로 약 29%p 증가하였다. 마찬가지로 콜레스테롤의 경우에도 권고수치인 300 mg보다 적게 섭취한 인구비율은 1일 섭취량 분포에서 66%, 추정된 일상 섭취량 분포에서는 72%로 약 6%p 증가한 모습을 보였다. 반대로 포화지방산은 3-18세의 경우 추정된 일상섭취량 분포에서 약 32%p, 19세 이상의 경우에는 6%p 감소하여 포화지방산의 섭취가 적정 수준인 인구비율이 추정된 일상 섭취량 분포에서 더 낮은 것을 확인할 수 있었으나, 포화지방산을 적정 비율로 섭취하는 인구 비율이 19세 미만에서 12%, 19세 이상에서 52%에 그친 점은 문제점으로 지적할 수 있다.

Discussion

본 연구에서는 2020 한국인 영양소 섭취기준에서 충분섭취량이 새롭게 제정된 지방산인 리놀렌산, 알파-리놀렌산,

EPA+DHA와 기존에 에너지 적정비율이 제정되어 있던 총 지방, 포화지방산을 일상적으로 적정수준 섭취하고 있는 인구 비율을 산출하기 위해 최근에 새롭게 개발된 NCI 1-d 방법을 활용하였다. 이를 위해 가장 최근의 국민건강영양조사인 제 8기 자료와 미국의 NHANES 자료를 활용하였으며 해당 조사에서 제시된 여러 지방산들의 일상 섭취량 분포를 1일 섭취량 분포와 비교하여 제시하였다.

본 연구에서 나타난 우리나라 국민의 총 지방 섭취량은 48.3 g이며, 포화지방산이 15.8 g, 단일불포화지방산이 15.9 g, 다중불포화지방산이 11.9 g으로 나타났는데, 이는 우리나라 성인의 지방 섭취량 추이를 분석한 선행 연구 [6]와 비교했을 때 지속적인 섭취량의 상승을 의미한다. 해당 연구에서는 총 지방의 섭취량은 국민건강영양조사 제4기(2007-2009)에서 33.7 g, 제5기(2010-2012)에서 39.6 g, 제6기(2013-2015)에서 42.2 g으로 나타났는데, 본 연구가 성인이 아닌 전체 인구를 대상으로 하고 있다는 것을 감안하더라도 우리나라 국민의 지방 섭취량이 상승 추이에 있다는 것을 부인하긴 어려운 수준이다. 이는 지방산 수준에서도 마찬가지로 국민건강영양조사 제6기와 비교하면 포화지방산은 3.8%, 단일불포화지방산은 2.6 g, 다중불포화지방산은 1.2 g이 증가한 것으로 포화지방산의 증가 수준이 비교적 높은 것으로 판단된다.

40여개국의 국가수준의 섭취량 자료를 바탕으로 총 지방 및 포화지방산과 다중불포화지방산의 에너지 섭취비율을 비교 분석한 연구 [13]에 따르면 총 지방의 에너지 섭취비율은 11.1%에서 46.2%까지, 포화지방산은 2.9%에서 20.9%까지, 그리고 불포화지방산은 2.8%에서 11.3%까지의 범위를 가지는 것으로 나타났다. 본 연구에서 나타난 총 지방의 에너지 섭취비율은 23.0%, 포화지방산은 7.5%, 다중불포화지방산은 5.7%로 나타났는데, 40여개국의 섭취비율과 비교했을 때 방글라데시와 중국에 이어 3번째로 낮은 수준의 포화지방산 및 다중불포화지방산 섭취비율을 보였다. 포화지방산의 경우 육류나 유제품 등의 형태로 광범위하게 소비되므로 불포화지방산보다 총 지방 섭취량에 의존적인 측면이 강한데, 아시아 국가들의 총 지방 섭취가 서구권 국가들에 비해 낮기 때문에 포화지방산의 섭취가 낮은 수준으로 나타난 것으로 보인다 [14]. 다만, 불포화지방산의 경우에는 총 지방 섭취량에 덜 의존적인데 이는 국가별 조리양식 및 문화에 따라 활용되는 식물성 유지의 종류 등이 특징적으로 다르기 때문으로 판단된다. 예를 들어, 중국 국가 영양조사(China Health and Nutrition Survey)를 분석한 논문에 따르면 중국인의 다중불포화지방산 섭취량은 남녀 모두에서 일 20 g을 상회하고 있는데 [15], 이는 우리나라 대비 2배 가량인 것으로 식문화적 특성상 식물성 조리유의 활용이 많은 것이 원인으로 지목된다.

리놀레산은 체내 합성이 불가능한 대표적인 n-6 계열의 다중불포화지방산으로, 대부분 상업적으로 종실유의 형태로 생산되며 가공식품의 섭취량이 증가함에 따라 그 섭취량 역시 눈에 띄게 증가하고 있는 지방산이다 [16]. 미국 NHANES 자료로부터 미국인들의 리놀레산 섭취량 추이를 비교 분석한 연구에 따르면 미국인의 리놀레산 섭취량은 1999-2000년에 14.9 g이었으며, 이후 점진적인 상승을 보이며 2013-2014년에 17.2 g에 이르렀다 [17]. 본 연구에서 우리나라 국민의 리놀레산 섭취량은 9.9 g 가량으로 미국에 비해 약 57% 수준으로 나타났지만, 우리나라에서도 다양한 형태의 초가공식품의 섭취량이 증가하고 있는 상황을 고려하였을 때 향후 섭취량이 상승할 것으로 예측할 수 있다. 리놀레산은 필수지방산으로 분류되긴 하지만 과량 섭취할 경우 OXLAMs (oxidized linoleic acid metabolites)을 형성하여 미토콘드리아 기능 장애를 유발하고 이는 암, 심혈관계 질환, 알츠하이머 질환 등 다양한 만성질환의 위험요인으로 작용할 수 있다 [18]. 따라서 n-3 계열의 지방산과 n-6 계열의 섭취비율을 적절히 유지해야 할 필요성은 지속적으로 제기되어 오고 있지만 [19], 일상적인 서구식 식단에서는 n-3 계열 섭취량 대비 n-6 계열의 섭취량이 20을 초과하는 것으로 나타나고 있어 과량의 n-6 계열 지방산 섭취를 줄일 필요가 있는 것으로 보인다. 본 연구에서 리놀레산, 알파-리놀렌산 및 EPA+DHA의 섭취량으로 개략적으로 산출한 n-3 대비 n-6의 비율은 10을 초과하지 않는 수준으로 보이나 공중 보건의 관점에서 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

2016-2017년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 우리나라 성인의 총 지방 및 지방산 섭취를 평가한 연구에 따르면 18%의 성인이 지방의 적정비율을 초과하여 섭취한 것으로 보고된 바 있으며 [20], 본 연구에서도 1일 섭취량 자료에서는 19%의 초과비율을 보여 유사한 수준으로 나타났다. 하지만 본 연구에서 추정된 일상 섭취량 분포에서는 에너지 적정비율을 초과한 인구 비율은 8%로 감소하였고, 에너지 적정비율 미만을 섭취한 인구비율도 23%에서 6%로 감소하였다. 따라서 지방을 적정 에너지 비율로 섭취하는 인구의 비율은 약 86%로 나타나 적절한 수준으로 판단할 수 있었다. 또한, 충분섭취량과 비교한 경우에서도 1일 섭취량 분포에서 충분 섭취량 이상 섭취한 인구비율이 50%가 되지 않았지만(리놀레산, 알파-리놀렌산, EPA+DHA 모두에 해당), 추정된 일상 섭취량 분포에서는 모두 70% 가량으로 상승하였다. 본 연구에서 일상 섭취량 분포 추정에 변이 비율을 활용하였으므로, 개인내 변이 및 개인간 변이의 정도에 따라 분포가 중앙을 향해 수축

하는 정도가 달라지므로 특정 기준치 이상/미만 비율의 과소추정과 과대추정은 한 방향으로 일어나지는 않으나, 리놀레산, 알파-리놀렌산, EPA+DHA의 경우에 한해서는 개인내 변이가 보정되지 않는 경우 해당 비율이 과소 추정될 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 미국 NHANES의 동일한 영양소의 변이 비율을 활용하고 그 연도도 가능한 유사한 연도를 선택하여 분석에 활용하였지만, 우리나라 국민에게서 추정된 변이 비율을 활용하지 못하였고, 외국의 변이 비율을 차용한 것을 한계점으로 지적할 수 있다. 그럼에도 불구하고 1일 24시간 회상법을 활용한 대부분의 연구에서 한계점으로 지적되는 개인내 변이가 분포내에 과대 포함될 수 있는 문제점을 해결하기 위해, 외부로부터 변이 비율을 차용하여 일상 섭취량 분포를 새롭게 추정하는 연구로, 2020 한국인 영양소 섭취기준에 새롭게 제정된 지방산들의 영양상태를 평가하였다는 데에 그 의의가 있다. 2019년 NCI 1-d 방법을 소개한 연구에서는 2011-2014 NHANES 자료(1회차 24HR: 4938명, 2회차 24HR: 4,293명)를 활용하여, 비타민 A, 마그네슘, 엽산과 비타민 E의 일상 섭취량을 기존 NCI 방법 및 NCI 1-d 방법으로 추정한 후 이를 비교하여 NCI 1-d 방법의 활용 가능성을 제안한 바 있다[11]. 또한, 본 연구와 유사한 형태의 연구 디자인이 보고된 바 있는데[21], 해당 연구에서는 미국 어린이들의 일상 섭취량 분포를 추정하는 과정에서 동 나이대의 러시아 어린이들의 변이 비율을 외부 입력의 형태로 적용하였다. 해당 연구에서 저자들은 1일 섭취량을 활용하는 것보다 변이를 차용하더라도 일상 섭취량을 추정한 결과가 더 신뢰성 있다는 결론을 내린 바 있는데, 이와 같이 향후 우리나라 국민의 향후 일상적인 영양소 섭취량 분포를 추정하고자 할 때 본 연구는 그 근거자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Conclusion

우리나라 국민의 총 지방 에너지 적정 섭취비율 인구는 약 86%에 달해 적절한 수준으로 판단되지만, 포화지방산을 적정 비율로 섭취하는 인구비율은 19세 미만에서 12%, 19세 이상에서도 52% 수준으로 나타나 포화지방산으로부터의 에너지 섭취비율을 줄일 필요가 있는 것으로 판단된다. 필수지방산을 충분섭취량 이상 섭취하는 인구비율은 70%에 달해 긍정적으로 평가할 수 있지만, n-3 계열 대비 n-6 계열 지방산의 섭취 비율은 지속적인 관심을 가지고 모니터링 할 필요가 있다. 본 연구를 통해 외부 변이 비율을 1일 24시간 회상법 자료에 적용하여 집단의 일상 섭취량 분포를 추정하는 방안이 검토 되었으므로, 향후 우리나라 국민건강영양조사에서도 미국 NHANES와 마찬가지로 대상자 일부에게서라도 2회 이상의 조사를 수년마다 실행한다면, 보다 정확한 국민의 영양상태 평가가 가능해질 것으로 판단된다.

ORCID

Gyeong-yoon Lee: <https://orcid.org/0009-0002-6219-9978>

Dong Woo Kim: <https://orcid.org/0000-0003-1892-8985>

Conflict of interest

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

Funding

This research was supported by Korea National Open University Research Fund.

Data availability

The data that support the findings of this study are openly available in KNHANES at <https://knhanes.kdca.go.kr/>

References

1. Meier T, Grafe K, Senn F, Sur P, Stangl GI, Dawczynski C et al. Cardiovascular mortality attributable to dietary risk factors in 51 countries in the WHO European Region from 1990 to 2016: A systematic analysis of the Global Burden of Disease Study. *Eur J Epidemiol* 2019; 34(1): 37-55.
2. Hu FB, Willett WC. Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *JAMA* 2002; 288(20): 2569-2578.
3. Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2010; 91(3): 535-546.
4. Estruch R, Ros E, Salas-Salvado J, Covas MI, Corella D, Aros F et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *N Engl J Med* 2018; 378(25): e34.
5. DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH. Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing inflammation. *Open Heart* 2018; 5(2): e000946.
6. Song S, Shim JE, Song WO. Trends in total fat and fatty acid intakes and chronic health conditions in Korean adults over 2007-2015. *Public Health Nutr* 2019; 22(8): 1341-1350.
7. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Sejong: Ministry of Health and Welfare. 2020.
8. Arab L, Tseng CH, Ang A, Jardack P. Validity of a multipass, web-based, 24-hour self-administered recall for assessment of total energy intake in blacks and whites. *Am J Epidemiol* 2011; 174(11): 1256-1265.
9. Dodd KW, Guenther PM, Freedman LS, Subar AF, Kipnis V, Midthune D et al. Statistical methods for estimating usual intake of nutrients and foods: A review of the theory. *J Am Diet Assoc* 2006; 106(10): 1640-1650.
10. Qin Y, Cowan AE, Bailey RL, Jun S, Eicher-Miller HA. Usual nutrient intakes and diet quality among United States older adults participating in the Supplemental Nutrition Assistance Program compared with income-eligible nonparticipants. *Am J Clin Nutr* 2023; 118(1): 85-95.
11. Luo H, Dodd KW, Arnold CD, Engle-Stone R. A new statistical method for estimating usual intakes of nearly-daily consumed foods and nutrients through use of only one 24-hour dietary recall. *J Nutr* 2019; 149(9): 1667-1673.
12. Toozé JA, Midthune D, Dodd KW, Freedman LS, Krebs-Smith SM, Subar AF et al. A new statistical method for estimating the usual intake of episodically consumed foods with application to their distribution. *J Am Diet Assoc* 2006; 106(10): 1575-1587.
13. Harika RK, Eilander A, Alsema M, Osendarp SJ, Zock PL. Intake of fatty acids in general populations worldwide does not meet dietary recommendations to prevent coronary heart disease: A systematic review of data from 40 countries. *Ann Nutr Metab* 2013; 63(3): 229-238.
14. Linseisen J, Bergstrom E, Gafa L, Gonzalez CA, Thiebaut A, Trichopoulos A et al. Consumption of added fats and oils in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) centres across 10 European countries as assessed by 24-hour dietary recalls. *Public Health Nutr* 2002; 5(6B): 1227-1242.
15. Shen X, Fang A, He J, Liu Z, Guo M, Gao R et al. Trends in dietary fat and fatty acid intakes and related food sources among Chinese adults: A longitudinal study from the China Health and Nutrition Survey (1997-2011). *Public Health Nutr* 2017; 20(16): 2927-2936.
16. Kris-Etherton PM, Taylor DS, Yu-Poth S, Huth P, Moriarty K, Fishell V et al. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(1 S): 179S-188S.
17. Raatz SK, Conrad Z, Jahns L. Trends in linoleic acid intake in the United States adult population: NHANES 1999-2014. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2018; 133: 23-28.
18. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V et al. Oxidative stress: Harms and benefits for human health. *Oxid Med Cell Longev* 2017; 2017: 8416763.
19. DiNicolantonio JJ, O'Keefe J. The importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing the risk of autoimmune diseases, asthma, and allergies. *Mo Med* 2021; 118(5): 453-459.
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(6): 495-507.
21. Jahns L, Arab L, Carriquiry A, Popkin BM. The use of external within-person variance estimates to adjust nutrient intake distributions over time and across populations. *Public Health Nutr* 2005; 8(1): 69-76.