

가공식품 중 육류 함량을 고려한 일상적인 육류 섭취량 분포 추정 연구: 국민건강영양조사 자료(2009년) 활용

신윤정¹⁾ · 김애정²⁾ · 김동우^{3)†}

¹⁾경기대학교 대체의학대학원 식품치료전공, 대학원생, ²⁾경기대학교 대체의학대학원 식품치료전공, 교수,
³⁾한국방송통신대학교 생활과학과 식품영양학전공, 교수

Estimation of Usual Meat Intake Distribution Considering Meat Content in Processed Foods: Based on the KNHANES 2009

Yun-Jung Shin¹⁾, Ae-Jung Kim²⁾, Dong Woo Kim^{3)†}

¹⁾Major of Nutrition Therapy, The Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul, Korea,
Graduate Student

²⁾Major of Nutrition Therapy, The Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul, Korea, Professor

³⁾Major of Food and Nutrition, Department of Human Ecology, Korea National Open University, Seoul, Korea, Professor

†Corresponding author

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

Tel: (02) 3668-4643
Fax: (02) 2088-4306
E-mail: kimdow@knou.ac.kr

Acknowledgments

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

Received: March 24, 2020
Revised: April 21, 2020
Accepted: April 27, 2020

ABSTRACT

Objectives: This study was conducted to estimate usual meat intake distribution, which may have been over/underestimated when estimations were made using only the third food codes of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES).

Methods: For this purpose, 24-hour recall data from the 2009 Korea National Health and Nutrition Examination Survey, which conducted a partial 2-day survey of food intake, were used. The Multiple Source Method (MSM) was used to estimate the distribution of the usual intake of red and processed meats.

Results: The results of this study show that the mean intake of red meat was 45.07 g while that of processed meat was 4.33 g. These results are slightly higher than the consumption calculated using only tertiary food code, and the difference was statistically significant. Furthermore, characteristics of the estimated usual intake distribution were a smaller standard deviation, increased lower percentiles, and decreased upper percentiles compared to the 2-day mean intake distribution for both red and processed meats. The proportion of individuals not consuming red meat decreased substantially from approximately 37% to 0.7%. The proportion of consumption that exceeded 90 g, which is the upper limit of red meat intake recommended by the National Health Service (NHS), was only approximately 10% in the distribution of usual intake.

Conclusions: As the consumption of processed foods is expected to continuously increase, caution is needed regarding the processes used to calculate food (group) intake to avoid over/underestimation. Moreover, use of KNHANES data to calculate the proportion of the population at risk of insufficiency or excess intake of certain nutrients or food (group), based on one day intake that does not address within-individual variation, may lead to biased estimates.

Korean J Community Nutr 25(2): 150~158, 2020

KEY WORDS red meat, processed meat, usual intake, KNHNAES, food code

서 론

식품(군)이나 영양소의 섭취량은 인간의 건강 및 질병의 발병과 유의미한 관련성을 가지며, 전 세계적으로 수많은 연구가 수행되어 왔다[1-3]. 특히 보건의 중요성이 대두되면서 여러 국가들은 자국민들의 건강상태를 모니터링하기 위해 국가 수준의 건강영양조사를 수행하고 있으며, 우리나라도 국민건강영양조사를 통해 국민의 건강 및 영양수준을 파악하고 있다. 우리나라의 국민건강영양조사는 검진조사, 건강설문조사, 영양조사의 세 조사 분야로 구성되어있으며, 이중 영양조사에서는 24시간 회상법을 통해 우리나라 국민의 식품 및 영양소 섭취량을 산출하고 있다[4].

24시간 회상법을 통해 산출되는 섭취량 자료는 음식코드와 식품코드의 형태로 표현되며, 일반적으로 하나의 음식코드는 레시피 database(DB)를 통해 해당 음식을 구성하는 여러 식품코드들과 연결된다[5]. 따라서 특정 식품(군)의 섭취량을 산출하기 위해서는 식품코드를 확인하여 해당 식품의 섭취량만을 선택적으로 합산하는 방법을 주로 사용한다. 하지만 일부 가공식품의 경우 해당 가공식품을 구성하는 식품재료들이 각각 하나의 식품코드를 부여받지 않고, 가공식품 그 자체가 하나의 식품코드로 존재하는 경우가 있다. 예를 들어 핫도그의 경우 여러 가지 식품재료들로 구성된 음식의 형태이나, 핫도그라고 하는 단일 식품코드의 형태로 표현된다. 이러한 경우 소시지라는 가공육이 핫도그에 포함되는 것이 사실이지만 식품코드만으로 소시지의 섭취량을 산출할 때 누락될 가능성이 있으므로 주의가 필요하다.

이러한 경향은 특히 2차 또는 3차 식품코드를 활용하여 식품군 수준의 섭취량을 산출할 때 더욱 문제가 될 가능성이 크다. 국민건강영양조사의 식품코드 체계를 살펴보면 1차 코드(N_FCODE)가 기본 분류이고, 유사한 식품을 같은 군으로 묶어 2차 코드(N_FCODE2) 또는 3차 코드(N_FCODE3)로 표기하게 된다[5]. 따라서 적색육 및 가공육이라고 하는 식품군의 섭취량을 파악하기 위해서 2차 코드 또는 3차 코드를 활용하여 돼지고기, 소고기 등의 섭취량을 합산한다면, 핫도그나 햄버거로 분류되는 식품들은 적색육 및 가공육을 포함하고 있음에도 섭취량 산출 시 누락되기 쉬우므로 실제 섭취량이 과소 또는 과대 추정되는 문제점이 존재한다.

또한 섭취량 추정 과정에서 식품 또는 식품군은 영양소의 섭취량 추정과 다른 관점에서 접근할 필요가 있다. 영양소의 경우 레티놀 등 일부 영양소를 제외하면 섭취량이 0이 될 가능성이 거의 없으나, 식품의 경우에는 조사일에 섭취하지 않아 섭취량이 0으로 보고될 가능성이 있기 때문이다. 따라서

실제 비섭취자가 아님에도 불구하고 비섭취자로 분류되는 경우 음식과 건강 사이의 관계를 탐색할 때 통계적인 검정력을 감소시킬 수 있으므로 특정일의 섭취량이 아닌 일상적인 섭취량을 추정할 필요성이 존재한다. 미국의 국민건강영양조사에서도 National Cancer Institute(NCI) 방법 등을 활용하여 미국인의 일상적인 섭취량을 추정하고 있으며[6], 유럽에서도 Multiple Source Method(MSM) 및 statistical program for age adjusted dietary assessment (SPADE) 등의 방법론을 활용하고 있는 추세이다[7]. 다만 이러한 통계적 추정방법을 활용하기 위해서는 반드시 일부 대상자에게서라도 2일 이상의 섭취량 자료가 필요하기 때문에[8], 1일 조사만 수행하고 있는 우리나라 국민건강영양조사 자료의 경우 원천적으로 활용이 불가능한 문제점이 있다. 하지만 2009년 국민건강영양조사에서는 전체 9,391명 중 2,029명에게서 2일 조사를 수행한 적이 있기 때문에, 위에 언급한 일상적인 섭취량 산출 방법의 적용이 가능하다.

따라서 본 연구에서는 2009년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 적색육 및 가공육의 일상섭취량을 산출하는 과정에서 3차 코드를 활용하였을 때 누락 및 혼입될 가능성이 있는 일부 가공식품들의 섭취량을 고려하여 실제 과소추정 및 과대 추정이 나타나는지를 확인하는 것을 주된 목적으로 하였다. 적색육과 가공육으로 분류할 수 있는 기준이 필요하므로, 본 연구에서는 적색육을 ‘쇠고기, 돼지고기, 염소고기 및 양고기 등 붉은 색을 띠는 비가공 고기’로 정의하였으며, 가공육은 ‘훈제, 염장 혹은 보존제 첨가 등의 처리가 된 육가공품으로 정의하였다[9].

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 연구목적에 맞는 데이터 산출을 위해 보건복지부 산하 질병관리본부의 국민건강영양조사 2009년 자료를 이용하였다. 2009년도 국민건강영양조사의 영양조사 참여자 수는 총 9,391명으로 2009년 1월부터 12월까지 실시되었다.

일반적으로 국민건강영양조사에서는 1일의 24시간 회상법이 활용되나, 2009년 국민건강영양조사에서는 대상자의 동의하에 전체 200개 조사구 중 50개 조사구에 대해 24시간 회상법을 1일 추가하여 실시한 바 있다. 이 과정을 통해 총 대상자 중 2,029명에게서 2일의 섭취량 자료가 생성되었으며, 자동적으로 나머지 7,362명에게는 1일의 섭취량 자료만 존재하게 된다. 둘째 날의 24시간 회상법 조사는 첫 조사 실시 일자를 고려하여 2일 이상 10일 이내의 간격을 두

었으며, 첫 조사를 담당한 동일한 조사원에 의해 같은 방법으로 실시되었다[10]. 본 연구는 한국방송통신대학교 생명윤리심의위원회에서 심의면제를 승인받았다(ABN01-202001-02-V1).

2. 연구내용 및 방법

1) 단일식품으로 조사된 가공식품 분류

2009년 국민건강영양조사 원시자료에 나타난 식품별 데이터 중 단일 식품코드를 가진 가공식품들을 조사하여 이를 ‘누락군’으로 분류하였다. 이를 통해 실제 적색육 및 가공육을 포함하지만 3차 코드상으로는 적색육 및 가공육으로 분류되지 않아 섭취량 산출 시 누락될 수 있는 문제를 해결하고자 하였다. 해당되는 식품의 3차 코드명은 샌드위치(01072), 빵(01084), 피자(01132), 핫도그(01134), 햄버거(01135), 백미(01173), 만두(17013) 등으로 이에 포함되는 일부 가공식품들을 ‘누락군’으로 분류하였다. 해당 식품들은 실제로는 가공육 또는 적색육을 포함할 것으로 예상되나 3차 코드상에 단일코드로 표현되어 육류로 분류되지 않은 식품들이라 할 수 있다. 따라서 적색육 및 가공육의 섭취량 산출 시 누락될 가능성이 높으나 원시자료만으로는 실제 섭취한 적색육 및 가공육의 함량을 알아내는 것이 불가능하므로, 해당 가공식품에 들어있는 육류의 함량을 추정하기 위해 다음의 방법을 사용하였다.

우선 해당 가공식품과 가장 유사한 음식명을 국민건강영양조사 섭취량 자료로부터 추출한 후 해당 음식코드의 총 섭취량 중 적색육 및 가공육이 차지하는 섭취량을 비율로 산출하였다. 이렇게 산출된 적색육 및 가공육의 구성 비율을 누락군에 포함되는 가공식품의 섭취량에 곱하여 최종적인 적색육 및 가공육의 누락된 섭취량을 산출하였다. 예를 들어, 핫도그에서 소시지가 차지하는 구성 비율의 평균이 32.71%이었으므로, 단일 가공식품으로 조사된 핫도그의 총 중량에 32.71%를 곱해 누락된 가공육의 섭취량을 산출하는 방식을 활용하였다.

반대로 3차 코드만 보면 적색육 및 가공육으로 분류될 수 있으나, 실제 1차 코드를 확인했을 때 적색육 및 가공육 외의 다른 식품들도 포함될 것으로 예상되는 식품들은 선별하여 이를 ‘혼합군’으로 분류하였다. 예를 들어 ‘돈까스, 냉동’이라는 1차 식품코드는 3차 코드상 돼지고기로 분류되므로 3차 코드만으로 섭취량을 산출하면 전체 중량이 모두 적색육으로 계산되어 과대 추정될 가능성이 존재한다. 따라서 돈까스 중 실제 돼지고기의 중량만 적색육 섭취량에 반영되도록 조정할 필요가 있다고 판단하였다. 이를 위해 누락군과 동일한 방식으로 음식코드를 이용하여 해당 식품 중 적색육 및

가공육 비율을 산출하여 혼합군에 적용하였다.

최종적인 적색육 및 가공육의 섭취량의 비교는 다음 두 가지 방법으로 각각 산출된 섭취량을 활용하였다. 먼저 3차 코드명이 개고기, 돼지고기, 멧돼지고기, 쇠고기, 염소고기/산양고기, 양고기, 송아지고기인 것을 적색육으로, 햄, 베이컨, 소시지, 순대, 육포, 고기산적인 것을 가공육으로 분류하여 3차 코드를 활용한 개인별 섭취량을 산출하였다. 이후 본 연구에서 선정한 ‘누락군’과 ‘혼합군’의 섭취량을 반영하여 개인별 섭취량을 추가로 산출한 후, 3차 코드를 활용한 개인별 섭취량과의 비교를 수행하였다.

2) 일상적인 섭취량 분포 추정

위의 과정을 통해 가공식품 중 육류 비율을 반영한 개인별 적색육 및 가공육 섭취량을 2009년 국민건강영양조사의 2일 자료에 적용하여 산출하였다. 이렇게 산출된 개인별 섭취량을 독일에서 개발된 MSM을 활용하여 일상적인 적색육 및 가공육 섭취량 분포를 추정하였다. MSM은 식품 또는 영양소의 일상섭취량 추정을 위해 개발된 비교적 최근의 통계적 방법으로 2일 이상의 24시간 회상법 자료에 적용할 수 있다. MSM은 인터프리터 프로그래밍 언어인 R 시스템을 기반으로 하였는데, 보안이 적용된 web-based 프로그램이므로 웹사이트에 직접 접속하여 일상섭취량 분포 추정을 할 수 있다[11]. MSM을 통해 추정된 적색육 및 가공육의 섭취량 분포는 평균 및 표준편차 그리고 7개의 백분위수(5, 10, 25, 50, 75, 90, 95th)로 제시하였다.

3) 기준지역의 비교분석

우리나라의 경우 적색육 및 가공육의 권장섭취량 또는 상한섭취량을 따로 정하고 있지 않기 때문에, 타국의 사례를 참고하여 기준치 이상 섭취하는 인구집단의 비율을 추정하였다. 영국 NHS에서는 대장암 발병의 위험을 낮추기 위한 적색육 섭취량의 기준을 90 g으로 정하고 있으며, 90 g 이상 섭취하는 경우에는 섭취량을 감소시킬 것을 권고하고 있다[12]. 따라서 본 연구에서는 적색육의 섭취량 분포로부터 일일 90 g 이상 섭취하는 인구집단의 비율을 산출하였다. 일상적인 섭취량의 분포와 단순 2일 평균 섭취량의 분포 간에는 차이가 있기 때문에, 두 분포 모두로부터 해당 인구집단의 비율을 산출하여 비교하였다.

4) 통계처리

누락군과 혼합군의 적색육 및 가공육 함량 산출, 그리고 적용과정은 모두 SAS 9.4(SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 활용하였으며, 단순 3차 코드를 활용한

적색육 및 가공육의 섭취량과 본 연구에서 새롭게 산출한 적색육 및 가공육의 섭취량을 대응표본 t-test (paired t-test)를 통해 유의확률 0.05 수준에서 통계적 유의성을 결정하였다. 일상적인 섭취량 분포는 MSM 웹사이트 (msm.dife.de)에 접속하여 연령, 성별 및 연령과 성별의 교호작용을 공변수로 활용하여 추정하였으며, 단순 2일 평균 섭취량과 추정된 일상적인 섭취량 분포는 히스토그램으로 비교하였다.

결 과

1. 단일식품으로 조사된 가공식품 분류 및 육류 구성 비율 추정

‘누락군’에 해당되는 식품의 3차 코드 분류는 샌드위치 (01072), 빵(01084), 피자(01132), 핫도그(01134), 햄버거 (01135), 백미(01173), 만두(17013)로 총 7종이었다. 해당 음식들은 레시피 데이터가 없어 음식을 구성하는 모든 식재료가 3차 코드로 표현되지 못하고 단일코드로 기록됨에 따라 일부 육류의 섭취량이 누락될 우려가 있다. 국민건강영양조사 자료 내에서 누락군에 해당하는 식품코드에 연결된 1차 식품코드명과 가장 유사한 레시피를 찾아 산출한 적색육 및 가공육 함량 비율은 샌드위치의 경우 가공육 13.69%, 호빵은 적색육 21.10%, 피자는 가공육 13.82%, 핫도그는 가공육 32.71%, 햄버거는 적색육 34.33%, 쇠고기죽은 적색육 21.21%, 고기만두는 적색육 21.10%, 군만두는 적색육 22.32%, 물만두는 적색육 13.45%로 나타났다. 누락군에 해당되는 식품을 3차 코드로 정리했을 때에는 7종에 불과하였으나 연결된 대분류 코드라고 할 수 있는 1차 코드명에는 만두 등의 음식이 종류에 따라 세분화되어 표기된 것을 확인하였고, 해당 9가지 음식에 대한 육류 함량 비율을 산출하였다. 식재료로 세분화되어야 할 3차 코드상에 오히려 가공식품명 등의 단순화된 코드로 입력되어 적색육 혹은 가공육 섭취량 산출시 섭취량이 누락될 우려가 있는 이

러한 식품들에는 위에서 산출한 구성 비율을 적용하여 적색육 및 가공육의 섭취량에 합산하였다.

‘혼합군’에 포함되는 음식의 종류는 돈까스, 장조림, 완자 (미트볼) 등으로 모두 적색육을 포함할 것으로 예상되지만, 하나의 적색육 형태로 입력되어 있기 때문에 3차 코드만으로 분류를 하게 되면 해당 중량 전체가 적색육으로 간주되는 문제가 존재하는 경우이다. 누락군과 동일한 방식으로 해당 식품의 음식코드를 이용하여 적색육의 구성 비율을 산출한 결과, 돈까스는 적색육이 61.14%, 장조림에는 56.25%, 완자는 36.31%이었고, 이를 각 식품섭취량에 반영하여 과잉 추정된 섭취량을 보정하였다.

2. 적색육과 가공육의 섭취량 추정

자료 그대로 3차 코드만 활용하여 산출한 섭취량과 본 연구에서 누락군과 혼합군의 섭취비율을 반영하여 산출한 적색육 및 가공육의 섭취량이 Table 1에 제시되어 있다. 적색육의 경우 단순히 3차 코드로만 섭취량을 산출한 그룹의 평균 섭취량은 44.80 g이었고, 가공식품의 육류 비율을 반영한 그룹의 평균섭취량은 45.07 g으로 약간 상승하였으며 쌍체 비교 t-test로 검정한 결과 유의한 차이가 나타났다. 가공육의 경우에도 3차 코드만 활용한 그룹의 평균섭취량은 4.06 g, 가공식품의 육류 비율을 반영한 그룹의 평균섭취량은 4.33 g으로 두 방법 간의 유의한 차이가 나타났다.

Table 2에는 본 연구에서 산출한 적색육과 가공육의 섭취량을 바탕으로 MSM을 활용하여 일상적인 섭취량 분포를 추정한 그룹과 3차 코드만 활용한 단순 2일 평균 그룹의 섭취량 분포가 함께 제시되어 있다. 적색육의 경우 단순 2일 평균 그룹의 평균섭취량은 45.07 g이었으며, 그 표준편차는 81.47로 나타났다. 일상적인 섭취량 분포 추정 결과에서 나타난 평균은 44.83 g으로 큰 차이가 없었으나, 표준편차는 34.84로 대폭 감소한 것을 확인할 수 있었다. 퍼센타일별로 비교했을 때도 단순 2일 평균의 섭취량의 경우 25번째 퍼센타일까지도 섭취량이 0인데 반해, 일상적인 섭취량 분포에

Table 1. Comparison of meat intake considering meat content of processed foods (n=9,391)

		Mean ± SD	Minimum	Q1 ¹⁾	Median	Q3 ²⁾	Max	P-value
Red meat intake	Primary ³⁾	45.07 ± 81.47	0	0	14.65	55.26	2,227.37	< 0.001
	Tertiary ⁴⁾	44.80 ± 81.51	0	0	13.70	55.09	2,227.37	
Processed meat intake	Primary ³⁾	4.33 ± 18.55	0	0	0.00	0.00	613.33	< 0.001
	Tertiary ⁴⁾	4.06 ± 18.19	0	0	0.00	0.00	613.33	

1) 25th percentile

2) 75th percentile

3) Recalculated in this study considering the content of processed food according to primary food code

4) Calculated based on tertiary food code

Table 2. Usual and 2-day mean intake distribution of red meat and processed meat (n=9,391)

		Mean ± SD	Skewness	Kurtosis	Percentile						
					5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
Red meat	2-day mean ¹⁾	45.07 ± 81.47	5.30	72.10	0.00	0.00	0.00	14.65	55.26	128.30	193.62
	Usual ²⁾	44.83 ± 34.84	1.84	5.80	6.69	10.74	21.21	35.70	58.28	89.89	113.47
Processed meat	2-day mean	4.33 ± 18.55	10.51	200.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.03	25.71
	Usual	4.59 ± 6.45	3.12	13.95	0.25	0.44	0.89	2.14	5.42	11.95	17.60

1) The mean intake from 2-day dietary recall data
 2) The usual intake estimated using Multiple Source Method (MSM)

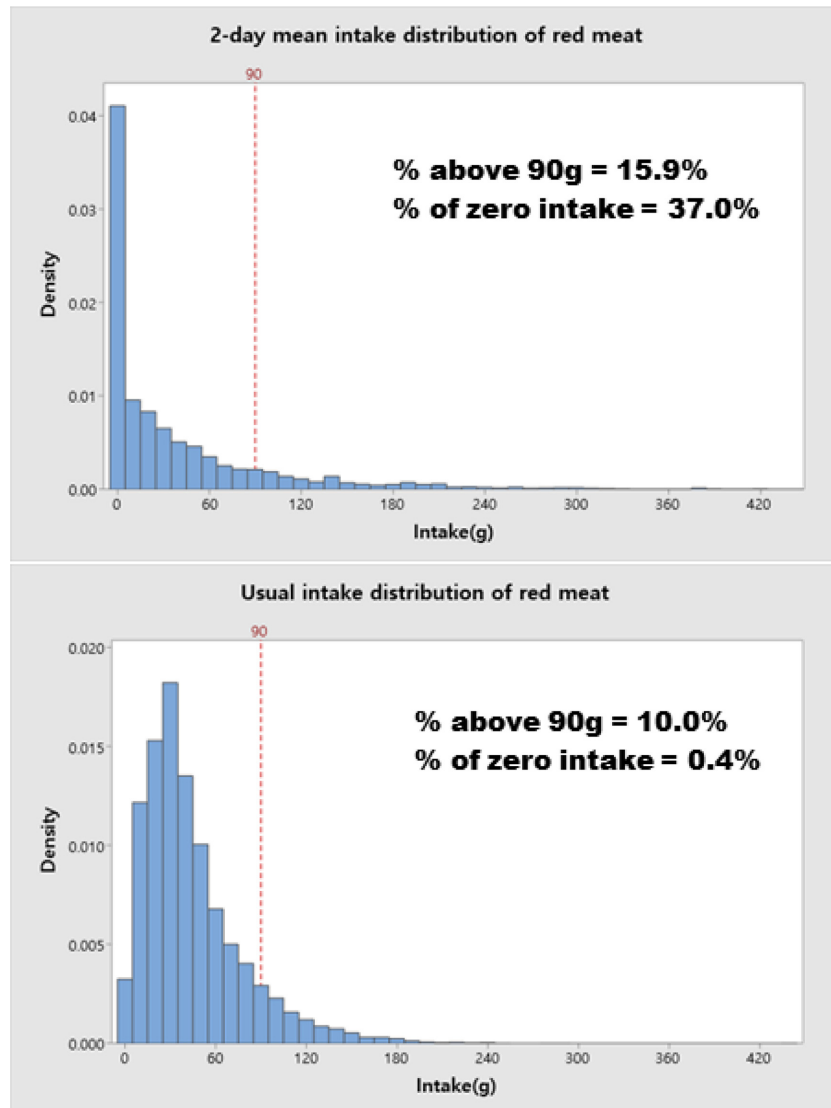


Fig. 1. Comparison between usual and 2-day mean intake distribution of red meat (n=9,391).

서는 25번째 퍼센타일이 21.2 g으로 나타났다. 상위 퍼센타일에서도 95번째 퍼센타일의 경우 단순 2일 평균섭취량 분포에서는 193.6 g이었는데, 추정된 일상섭취량 분포에서는 113.5 g으로 약 80 g 가까이 감소하였다.

가공육의 경우에도 평균섭취량의 차이는 크지 않았으며 (2일 평균 그룹의 평균섭취량: 4.33 g, 일상섭취량 그룹의 평균섭취량: 4.59 g), 적색육의 경우와 유사한 분포의 변화를 확인하였다.

3. 적색육 기준치이상 섭취하는 인구비율 산출

Fig. 1에는 적색육의 단순 2일 섭취량 분포(상)와 본 연구에서 추정한 일상적인 섭취량 분포(하)가 그림으로 제시되어 있다. 단순 2일 평균 그룹의 섭취량 분포에서는 약 37%의 대상자의 적색육 섭취량이 0 g이었으나, 추정된 일상섭취량 분포에서는 적색육을 섭취하지 않는 대상자의 비율이 0.7% 가량으로 대폭 감소한 것을 확인할 수 있었다. 또한 본 연구에서 기준치로 삼은 적색육 일일섭취량 90 g을 초과하는 대상자의 비율 역시 단순 2일 섭취량 분포에서는 약 15.9%로 나타났으나, 추정된 일상섭취량 분포에서는 10.0%로 약 5.9% 감소한 것을 확인할 수 있었다.

고 찰

본 연구에서는 일상섭취량 추정이 가능한 2009년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 과소 또는 과대 추정되었을 가능성이 있는 적색육 및 가공육 식품들을 선별하여 보다 정확한 개인별 육류 섭취량을 산출하고자 하였다. 이를 통해 산출된 적색육의 개인별 섭취량의 평균은 45.07 g이었고, 가공육의 섭취량 평균은 4.33 g으로 나타나 데이터를 보정하지 않고 3차 코드만으로 산출한 결과와 비교했을 때 유의미한 차이를 보였다. 또한 개인의 섭취량은 매일 달라지므로 개인 내 변이 및 개인 간 변이를 모두 고려한 일상적인 섭취량 분포를 MSM을 활용하여 새롭게 추정하였으며, 이를 통해 적색육의 일상섭취량이 90 g 이상인 대상자의 비율이 약 10%에 해당한다는 것을 확인하였다.

우리나라의 국민건강영양조사 자료를 활용하여 일일섭취량과 일상섭취량의 비교를 수행한 연구가 보고된 바 있다 [13]. 해당 논문에서도 일상섭취량을 추정하기 위해 2일 자료가 필요하기 때문에 2001년 국민건강영양조사와 2002년 계절별 영양조사를 통합하여 분석하였다. 총 9,960명의 대상자 중 3,976명의 대상자에게서 2일 섭취량 조사가 수행되었으며, Iowa State University (ISU) 방법을 활용하여 에너지와 여러 영양소들의 일상 섭취량 분포를 추정하였다. 평균필요량보다 적게 섭취하는 인구 비율은 일상섭취량 분포에서 리보플라빈과 철이 각각 41%, 24%였고, 일일 섭취량 분포에서는 51%, 39%였다. 이를 통해 저자들은 일일 섭취량 분포에는 개인내 변이가 과도하게 포함되어 있어 일상 섭취량분포에 비해 넓은 분포를 보인다는 것을 보고한 바 있다. 본 연구에서도 마찬가지로 일일섭취량은 추정된 일상 섭취량에 비해 2배 이상의 표준편차를 보여 선행연구와 유사한 결과를 보였다. 국외에서도 일일섭취량 자료의 한계점 및 일상섭취량 분포 추정의 필요성을 보고한 여러 연구들이

발표된 바 있다 [14-16].

국민건강영양조사에서는 정확한 결과를 얻기 위해 여러 가지 데이터베이스를 사용하며, 원시자료 데이터는 식품코드와 음식코드로 체계화하여 연도별로 제공된다. 이 중 식품코드 체계는 식품군 2자리와 식품번호 3자리를 조합한 5자리의 코드체계를 채택하고 있다. 1차 코드(N_FCODE)가 기본 분류이지만, 유사한 식품들을 같은 군으로 묶어 2차 코드(N_FCODE2) 또는 3차 코드(N_FCODE3)로 분류하기도 한다. 2차 식품코드는 서로 다른 식품이지만 상용 식품명이 동일하고 수분 함량 차이가 15% 범위 이내로 유사하여 섭취량 산출 시 합산이 가능한 식품을 분류하기 위한 값이며, 3차 식품코드는 식품의 원재료는 동일하지만 수분 함량의 차이가 커 다른 2차 식품코드가 부여된 식품을 묶어서 분류하기 위한 구분값이다 [5]. 따라서 특정 식품(군)의 섭취량을 산출할 때 3차 코드를 사용하는 것이 가장 손쉬운 방법이지만, 일부 가공식품들의 경우에는 단일 식품코드를 가지므로 해당 가공식품에 포함된 특정 식품의 섭취량을 산출할 때 과소 또는 과대평가가 될 가능성이 높다. 본 연구에서는 이처럼 단일 식품코드를 가지는 가공식품들을 선별한 후 그 중 적색육 및 가공육 함량비율을 고려하여 보다 정확한 육류 섭취량을 산출하고자 하였다. 새롭게 산출된 육류의 평균 섭취량은 3차 코드만을 활용한 육류의 평균 섭취량과 유의한 차이를 보였는데, 이는 단일 식품코드를 가지는 육류 가공식품들이 늘어난다면 특정 식품(군)의 실제 섭취량과 조사된 섭취량 간의 차이 또한 더 커질 가능성이 있음을 내포한다. 또한, 우리나라는 최근 들어 간편식의 수요 증가와 더불어 식품산업의 발달, 수입식품의 증가 등으로 인하여 새로운 가공식품이 빠르게 등장하고 있으며 가공식품의 섭취가 지속적으로 증가할 전망이므로 [17] 실제와 조사 간 차이가 점차 증가하지 않도록 주의할 필요가 있다. 2017년 Yoon 등 [18]은 가공식품DB를 구축한 후 국민건강영양조사 자료에 적용하여 가공식품 섭취량을 재산출하였는데, 2013년을 기준 가공식품 섭취량은 총 식품 섭취량의 약 8.2% 수준을 차지하는 것으로 보고한 바 있다.

2015년 WHO 산하 국립 암 연구소(IARC)의 발표에 따르면 가공육의 섭취량이 50 g 증가할 때마다 대장암 위험이 18% 증가하고, 적색육의 섭취량이 100 g 증가할 때마다 대장암 위험이 17% 증가하는 것으로 보고된 바 있다. 해당 보고서에서 가공육은 가장 높은 등급의 발암물질 (carcinogenic to humans)인 1그룹으로, 적색육은 발암유력 (probably) 물질인 2A그룹으로 분류되었다 [19]. 물론 적색육의 경우 단백질, 철 및 비타민 B12의 훌륭한 공급원이기 때문에 섭취를 금할 필요까지는 없지만 과도하게 섭취하는 경우 대장암

의 발병 위험을 높이기 때문에 적절한 섭취수준을 유지할 필요가 있는 대표적인 식품군으로 볼 수 있다. 이에 반해 가공육의 경우 가능하면 섭취를 하지 않는 것이 권장된다[20]. 우리나라에서는 국민건강영양조사 2012년부터 2016년까지의 1일치 24시간 회상법으로부터 조사한 적색육 및 가공육 섭취량 자료를 개인 내 변이를 반영하여 일상섭취량을 산출한 결과가 2018년에 보고된 바 있다. 이 보고서에서 우리나라 국민의 평균 적색육 및 가공육의 섭취수준은 하루 79.8 g으로 나타났으며(미국·프랑스·스웨덴 700 g/주, 영국 98 g/일, 캐나다 105 g/일, 호주 91 g/일), 이 중 가공육 섭취량은 10.3 g/일로 나타났다[21]. 해당 연구는 가장 최근 우리나라 국민의 적색육 및 가공육 섭취량을 보고한 연구로, 본 연구에 비해 적색육은 약 20 g, 가공육 역시 약 5 g 이상 높은 섭취수준을 보였다. 이는 최근 들어 육류 소비량 및 가공식품의 섭취량이 증가한 것을 대변하는 것으로 볼 수 있다. 또한, 2일간의 식이섭취 조사를 수행하는 도시기반코호트 2004년부터 2012년까지의 자료를 분석한 결과에서도 적색육의 평균섭취량은 남자는 42.1 g, 여자는 29.0 g이었으며, 적색육 섭취량 분포의 95%에 해당하는 대상자의 섭취량은 남자 112.1 g, 여자 88.3 g이었다. 가공육의 경우 남자는 1일 평균 1.0 g, 여자는 0.7 g이었고, 가공육 섭취량의 95%에 해당하는 대상자의 섭취량은 남자 4.3 g, 여자 3.3 g으로 나타나 본 연구와 유사하거나 약간 낮은 수준의 섭취량을 보였다[22]. 이와 같은 적색육과 가공육의 평균 및 분포에 대한 결과뿐만 아니라 본 연구에서는 영국 NHS에서 권장하는 섭취량 기준인 일일 90 g의 적색육 섭취량[12]을 기준으로 하여 기준치 이상 섭취하는 대상자의 비율을 산출하였다. 2009년 국민건강영양조사 자료의 2일 평균 적색육 섭취량으로부터 90 g 이상 섭취하는 인구비율은 약 15.9%였으며, 본 연구에서 추정한 일상적인 적색육 섭취량 분포로부터 90 g 이상 섭취하는 인구비율은 약 10.0%에 불과하였으므로 대부분의 대상자들이 적절한 수준의 적색육을 섭취하고 있는 것으로 파악할 수 있었다.

식품은 특정 조사일에 섭취할 확률이 모두 다르므로, 해당 조사일에 섭취하지 않았다고 해서 실제 비섭취자(true non-consumer)로 구분되는 경우가 적절한지에 대해서 고민해볼 필요가 있다. 즉 해당 조사일에 섭취하지 않은 모든 대상자가 실제 해당 식품을 정말 섭취하지 않는 사람이라고 보기에는 무리가 있다는 것이다. 이는 Harttig 등의 연구[11]에서도 지적하고 있는 부분인데, 해당 연구에서는 EPIC-Potsdam calibration study에 참가한 393명의 대상자로부터 2일의 24시간 회상법을 실시하여 38개 식품군의 섭취량을 2일 평균분포와 일상섭취량 분포로 각기 산출하여 비

교하였다. 2일 평균 섭취량분포를 활용하였을 경우, “red meat” 식품군은 대상자의 46%가 섭취하지 않은 것으로 나타났는데, 이는 일반적인 상식과는 차이가 있다. 즉 대상자의 46%가 일상적으로 “red meat”을 섭취하지 않는다고 간주하기 보다는 해당 조사일에 섭취하지 않아 비섭취자, 즉 0 intake 값을 가진다고 보는 것이 더 합리적이라는 것이다. 해당 연구에서 MSM 모형을 활용하여 38개 식품군의 일상적인 섭취량 분포를 추정하였을 경우에 실제 “red meat”을 전혀 섭취하지 않는 대상자는 거의 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 마찬가지로 단순 2일 섭취량의 평균값에서는 적색육의 섭취가 0인 대상자의 비율이 37%에 달하였으나, MSM 모형을 활용하여 일상적인 적색육의 섭취량 분포로 변환한 경우 실제 적색육 섭취량이 0인 대상자는 거의 없는 것으로 나타나 유사한 경향을 보였다.

본 연구의 경우 식이 섭취의 일간 변이(day-to-day variation)를 극복하기 위하여 2일 섭취자료가 존재하는 2009년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 결과를 산출하였으나 2일 조사에 참여한 인원은 전체 조사 대상자의 약 21.59%에 불과하므로 일부 한계점이 있을 것으로 사료된다. Verly 등의 2012년 연구[22]에 의하면 전체 대상자 중 일부에게서라도 2일 이상의 섭취량 자료가 존재하면 본 연구와 같이 통계적으로 일상적인 섭취량 분포를 추정하는 것이 기술적으로 가능하지만, 전체 대상자 중 2일 섭취 대상자의 비율이 증가할수록 결과의 정밀도(precision)가 증가하는 것으로 보고한 바 있다. 따라서 가능하면 모든 대상자에게서 2일 자료를 수집하여 일상적인 섭취량 분포를 추정하는 것이 가장 이상적이라고 할 수 있다. 또한 분석에 활용된 자료가 현재 시점으로부터 약 10년 가까이 지난 자료이기 때문에 현재의 육류 섭취량과는 일부 차이가 있을 수 있다는 점도 연구의 한계점으로 볼 수 있다. 다만, 가공식품의 섭취량이 지속적으로 증가할 것으로 예상되는 이 시점에서 특정 식품(군)의 섭취량을 산출할 때 고려해야 할 사항에 대해 고민한 첫 번째 연구라는 점과 식품(군)의 일상적 섭취량 분포 추정의 중요성에 대해 확인할 수 있었다는 측면에서 본 연구의 의의가 있다고 볼 수 있다.

요약 및 결론

본 연구는 국민건강영양조사에서 3차 코드만 활용하여 섭취량을 추정하였을 때 과대/과소 추정될 가능성이 있는 가공식품의 육류함량을 보정하여 실제 과대/과소추정이 나타나는지 확인하고, 보다 실제에 가까운 적색육 및 가공육의 일상섭취량 분포를 추정하기 위해 수행되었다. 이를 위해 일부

대상자에게서 2일 식이조사 자료가 수집된 2009년 국민건강영양조사의 24시간 회상법 자료로부터 MSM을 활용하여 일상적인 적색육 및 가공육의 섭취량 분포를 추정하였다. 본 연구에서 적색육의 평균 섭취량은 45.07 g, 가공육은 4.33 g으로 나타났는데, 이는 3차 코드만 활용하여 산출한 섭취량과 비교했을 때 소폭 상승하였으며 유의미한 차이가 나타났다. 또한, MSM을 활용하여 적색육의 일상섭취량 분포를 추정된 결과, 적색육과 가공육 모두 2일 평균섭취량분포에 비해 분포가 좁아진 것을 확인하였다. 특히 적색육 비섭취자의 비율은 약 37%에서 0.7%로 크게 감소하였다. NHS의 적색육 권고 섭취량 기준인 90 g을 초과하여 섭취하는 사람의 비율은 추정된 일상섭취량 분포 중 약 10%에 불과하여 대부분의 대상자들이 적색육을 적절한 수준으로 섭취하고 있는 것으로 파악할 수 있었다.

레시피가 없는 가공식품 코드는 해마다 늘어나는 추세에 있어 현재의 시점에서는 2009년 대비 식품코드로 인한 적색육 및 가공육 섭취량의 오차가 더 커져있을 가능성이 있다고 볼 수 있다. 또한, 후후 가공식품의 섭취가 지속적으로 증가할 것으로 예상되므로 특정 식품(군)의 섭취량이 과대/과소 추정되지 않도록 식품코드의 분류체계 및 산출과정에 보다 면밀한 주의가 필요하다.

ORCID

Yun-Jung Shin: <https://orcid.org/0000-0002-2524-113X>

Ae-Jung Kim: <https://orcid.org/0000-0002-9966-1065>

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

References

1. Willet W. Nutritional epidemiology. Oxford: Oxford University Press; 1998. p. 11-514.
2. Mondul AM, Moore SC, Weinstein SJ, Karoly ED, Sampson JN, Albanes D. Metabolomic analysis of prostate cancer risk in a prospective cohort: The alphasatocopherol, beta-carotene cancer prevention (ATBC) study. *Int J Cancer* 2015; 137(9): 2124-2132.
3. Lyngso J, Ramlau-Hansen CH, Bay B, Ingerslev HJ, Hulman A, Kesmodel, US. Association between coffee or caffeine consumption and fecundity and fertility: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Clin Epidemiol* 2017; 9: 699-719.
4. Statistics Korea. Statistical report of Korea national health and nutrition examination survey [Internet]. Statistics Korea; 2018 [updated 2016 Jan 21; cited 2019 Jun 11]. Available from: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_pi/8/6/2/index.board?bmode=read&aSeq=351216.
5. Kwon SH. Use of secondary and tertiary food code in Korea National Health and Nutrition Examination Survey microdata. *Public Health Weekly Report* 2012; 5(9): 158-164.
6. Freedman LS, Midthune D, Carroll RJ, Krebs-Smith S, Subar AF, Troiano RP et al. Adjustments to improve the estimation of usual dietary intake distributions in the population. *J Nutr* 2004; 134(7): 1836-1843.
7. Souverein OW, Dekkers AL, Geelen A, Haubrock J, de Vries JH, Ocké MC et al. Comparing four methods to estimate usual intake distributions. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65(1): S92-S101.
8. Institute of Medicine. Dietary reference intakes: Application in dietary assessment. Washington, DC: National Academy Press; 2000. p. 93-99.
9. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Red meat and processed meat [Internet]. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer; 2018 [cited 2019 Jun 13]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507971/>.
10. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea health statistics 2009: Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES IV-3) [Internet]. Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2012 [updated 2013 Dec 24; cited 2019 Jun 11]. Available from: https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub04/sub04_03.do?classType=7.
11. Harttig U, Haubrock J, Knuppel S, Boeing H. The MSM program: web-based statistics package for estimating usual dietary intake using the Multiple Source Method. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65(1): S87-S91.
12. Chan DS, Aune D, Norat T. Red meat intake and colorectal cancer risk: a summary of epidemiological studies. *Curr Nutr Rep* 2013; 2(1): 56-62.
13. Kim DW, Shim JE, Paik HY, Song WO, Joung H. Nutritional intake of Korean population before and after adjusting for within-individual variations: 2001 Korean National Health and Nutrition Survey Data. *Nutr Res Pract* 2011; 5(3): 266-274.
14. 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.
15. Freedman LS, Guenther PM, Dodd KW, Krebs-Smith SM, Midthune D. The population distribution of ratios of usual intakes of dietary components that are consumed every day can be estimated from repeated 24-hour recalls. *J Nutr* 2010; 140(1): 111-116.
16. Guenther PM, Kirkpatrick SI, Reedy J, Krebs-Smith SM, Buckman DW, Dodd KW et al. The Healthy Eating Index-2010 is a valid and reliable measure of diet quality according to the 2010 Dietary Guidelines for Americans. *J Nutr* 2014; 144(3): 399-407.
17. Yun S, Kim HJ, Oh K. Trends in energy intake among Korean adults, 1998-2015: results from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutr Res Pract* 2017; 11(2): 147-154.
18. Yoon MO, Lee HS, Kim K, Shim JE, Hwang JY. Development of processed food database using Korea National Health and Nutrition Examination Survey data. *J Nutr Health* 2017; 50(5): 504-518.
19. Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, Benbrahim-Tallaa L et al. Carcinogenicity of consumption of red

and processed meat. *Lancet Oncol* 2015; 16(16): 1599-1600.

20. Ministry of Food and Drug Safety. The 4th food and drug safety open forum [Internet]. MFDS; 2018 [updated 2018 Jun 27; cited 2019 Nov 12]. Available from: https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=42602.

21. Lee JK. Research on preparing a proper intake plan for red meat

and processed meat. Ministry of Food and Drug Safety; 2016 Jun. Report No. 33163014300.

22. Verly E Jr, Castro MA, Fisberg RM, Marchioni DM. Precision of usual food intake estimates according to the percentage of individuals with a second dietary measurement. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112(7): 1015-1020.