

## 충청 인근지역 어린이, 청소년의 엽산 섭취량과 급원식품 - 일부 식품의 엽산 분석으로 수정한 데이터베이스 활용\*

김지현 · 이은정 · 현태선<sup>†</sup>  
충북대학교 식품영양학과

### Dietary folate intake and food sources of children and adolescents in Chungcheong area - Using nutrient database revised by measured folate in selected foods\*

Kim, Ji Hyun · Lee, Eunjung · Hyun, Taisun<sup>†</sup>

Department of Food and Nutrition, Chungbuk National University, Cheongju 362-763, Korea

#### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study was to estimate dietary folate intake and food sources of children and adolescents using a nutrient database revised based on measured folate in selected foods. **Methods:** Folate content in 51 foods known as folate sources was measured by microbiological assay after trienzyme extraction. Folate intake was estimated from a part of the data of 'Dietary Intake Survey of Infants, Children and Adolescents in 2007~2008' conducted by the Korea Food and Drug Administration (KFDA) and the Korea Health Industry Development Institute (KHIDI). The study subjects were 567 children aged 1~19 years living in the Chungcheong area who completed two 24-hour recalls. **Results:** Folate values were revised by replacing the values in the current database with the analyzed values except when the value in the current database was between the analytical values or was not different from the mean analytical value by more than 10%. Among the revised values of 40 food items, folate values of 36 foods were lower than the current values. Mean folate intakes estimated with the revised database were approximately 70~80% lower than those estimated with the current database. Mean folate intakes of males aged 12~14 and females aged 12~19 were lower than the 2010 Recommended Nutrient Intakes (RNIs). Chicken's eggs, Kimchi, rice, mandarin, and laver were found to be main food sources of folate. **Conclusion:** In this study, mean dietary folate intakes were lower than those estimated with the current database. Further analyses for folate content especially in cooked foods commonly consumed in Korea are needed using a reliable assay in order to accurately assess folate intake of the Korean population. In addition, nutrition education should be provided for adolescent females in order to increase consumption of folate-rich foods.

**KEY WORDS:** folate content, dietary folate intake, food sources, children, adolescents

#### 서 론

엽산은 핵산 합성과 아미노산 대사에서 조효소 역할을 하는 비타민으로 세포분열에 필수적이므로 임신기와 영유아기, 성장기 등 매우 빠르게 세포가 생성되는 시기에 많이 필요하다. 엽산은 임신기 여성에게 나타나는 대적혈구성 빈혈을 예방할 뿐 아니라 신경관결손증을 예방하는 것으로 알려져 가임기 여성과 임신부에게 특히 중요한 영양

소이다.<sup>1</sup> 엽산이 부족하면 혈액 중의 호모시스테인이 상승하여 심혈관계 질환의 위험이 높아지며,<sup>2</sup> 일부 암의 발병도 높아진다고 알려져 있다.<sup>3</sup> 또한 엽산은 성장기 어린이들의 식욕과도 관련이 되어 어린이 또는 사춘기 소녀들에게 철과 함께 엽산을 보충해 주면 식욕이 증진되고 체중이 증가된다고 보고된 바 있다.<sup>4,6</sup> 이와 같이 엽산은 전 생애 주기에 걸쳐 매우 중요한 영양소로 여겨지고 있으나 한국인의 엽산 영양상태에 대한 연구는 부족한 실정이며, 특히

Received: January 12, 2015 / Revised: January 30 / Accepted: February 6, 2015

\*This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2012.

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-43-261-2790, e-mail: taisun@chungbuk.ac.kr

© 2015 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.

어린이 대상의 엽산 영양상태에 관한 연구는 2~6세 어린이 54명을 대상으로 혈장 엽산 농도를 측정하여 약 26%가 결핍 또는 경계결핍 수준이라는 연구가 있을 뿐이다.<sup>7</sup>

엽산 영양상태를 연구하는 데에 가장 어려운 점은 식품 중의 엽산 함량에 대한 신뢰할 만한 자료가 부족하다는 것이다. 국가에서 구축한 엽산의 데이터베이스가 없기 때문에 국민건강영양조사 결과에서 엽산의 섭취량은 보고되지 않고 있으며, 따라서 한국인의 대표 표본에 대한 엽산 섭취량 또는 엽산 섭취와 질병과의 관련성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 지금까지 엽산 섭취량을 보고한 대부분의 소규모 연구에서 사용한 영양소 환산 프로그램은 한국영양학회에서 개발한 Computer Aided Nutritional analysis program 3.0 for professional (CAN-Pro 3.0)으로 이 프로그램에서는 2000년 한국영양학회에서 구축한 데이터베이스를 사용하고 있다.<sup>8</sup> 그러나 이 데이터베이스는 대부분 다른 나라에서 분석한 값과 이로부터 대체한 값일 뿐 아니라 분석방법도 식품의 엽산을 효율적으로 추출해 낼 수 있는 최신의 방법이 아니므로 우리나라 사람의 실제 엽산 섭취량을 평가하기에는 매우 미흡하였다.<sup>9</sup> 2011년 개정된 CAN-Pro 4.0에 사용된 데이터베이스는 한국인 상용식품에 들어있는 엽산의 함량을 trienzyme으로 처리한 후 분석한 값과 미국, 일본의 자료로 대체하여 만든 것으로 식품영양소함량집에 보고된 것이다.<sup>10</sup>

CAN-Pro 3.0을 이용하여 2007년 국민건강영양조사 결과를 재분석한 연구<sup>11</sup>에 따르면, 엽산의 평균 섭취량은 남자 249 µg, 여자 195 µg으로 모든 연령층에서 권장섭취량에 비해 매우 부족한 결과이었으나, CAN-Pro 4.0으로 2008~2009년 국민건강영양조사 결과를 분석한 연구<sup>12</sup>에 따르면 자연식품으로부터의 엽산 평균섭취량이 남자 556 µg, 여자 450 µg으로 대부분의 연령층에서 권장섭취량을 넘게 섭취하는 것으로 나타났다. 이와 같이 데이터베이스에 따라 엽산 섭취량이 매우 다른 결과를 나타냈고, CAN-Pro 4.0을 활용하였을 때 섭취량이 매우 높아 데이터베이스에 대한 검토가 필요한 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 엽산 섭취량에 큰 영향을 주는 엽산 급원식품의 함량을 확인하기 위하여 선행연구<sup>13,14</sup>에서 엽산의 급원식품으로 보고된 식품 중에서 미국의 농무성 (U.S. Department of Agriculture, USDA)에서 제공하는 데이터베이스<sup>15</sup>와 차이가 많이 나타난 식품 51종을 선정하여 식품 중의 엽산을 분석하고, 값에 차이가 많이 있는 경우 엽산 데이터베이스를 수정하였으며, 수정한 데이터베이스로 어린이와 청소년의 엽산 섭취량을 추정하고자 하였다. 엽산은 푸른잎 채소, 두류, 해조류, 김치류 등에 많이 들어 있으나<sup>16</sup> 어린이들이 가장 싫어하는 식품군은 채소

류, 두류, 해조류의 순으로,<sup>17</sup> 어린이들의 엽산 섭취량과 급원식품을 파악하는 것은 향후 어린이들의 엽산 영양상태 연구와 개선방안을 마련하기 위한 기초자료가 될 것이다.

## 연구방법

### 식품 중의 엽산 함량 분석

#### 식품재료 및 시약

선행연구<sup>13,14</sup>에서 엽산의 급원식품으로 보고된 식품 중에서 USDA의 엽산 함량과 차이가 많이 나타난 식품 51종을 선정하였다. 선정된 식품은 품목별로 각각 다른 장소에서 두가지씩 구입하였으며, 일부 식품은 세가지 이상을 수집하였다. 실험에 사용된 folic acid, protease,  $\alpha$ -amylase는 Sigma-Aldrich Co (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며, Difco Folic acid casei medium은 Becton, Dickinson Co (Sparks, MD, USA)에서 구입하였다. *Latobacillus rhamnosus* (ATCC 7469)는 한국생명공학연구원의 미생물자원센터에서 분양받았다.

#### 식품 중의 엽산 분석

식품은 구입 후 24시간 이내에 가식부위 1 g의 무게를 정확히 취하고, 1% sodium ascorbate를 함유한 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 4.0)로 10배 희석하여 blender (type HR 1700, Philips)로 균질화하였다. 지방함량이 5%가 넘는 시료 (계란, 메추리알, 쇠고기, 돼지고기, 치즈, 고등어)는 균질화하기 전에 지방을 제거하였다. 탈지 처리는 시료 1 g에 헥산 20 mL를 첨가하여 vortex mixer로 5분간 강하게 섞어준 뒤 5,000 × g에서 5분간 원심 분리하고 피펫으로 헥산을 제거하였다. 이 과정을 2회 반복한 후 시료에 남아있는 헥산을 완전히 제거하기 위해 70°C dry oven에 1시간 건조하였다.<sup>18</sup>

선행연구<sup>16,19</sup>의 방법에 따라 세가지 효소를 제조하고 균질화한 식품시료에 세가지 효소를 처리하여 엽산을 추출하였다. 식품시료 일정량을 튜브에 넣고 37°C에서 2시간동안 protease 처리를 한 후, 100°C에서 10분간 끓여 protease 작용을 정지시켰다. 여기에  $\alpha$ -amylase와 folate conjugase를 넣어 37°C에서 2시간 동안 배양한 후 5,000 × g에서 10분간 원심 분리하고, 상층액을 -70°C에서 보관하였다. 효소처리 한 시료는 실온에서 해동한 후 *Latobacillus rhamnosus* (ATCC 7469)를 이용한 미생물학적 방법으로 엽산 함량을 분석하였다.<sup>20</sup>

#### 실험의 정확성 확인 및 질 관리

엽산 실험의 정확성은 인증표준물질 (BCR-487, pig liver)

로 확인하였으며, 국제정도관리 (Food Analysis Performance Assessment Scheme, FAPAS) 프로그램에 참여하여 분석값의 정확성을 검증받았다. 또한 내부품질관리 시료를 매 실험마다 사용하여 변이계수 10% 미만을 유지하였다.

## 어린이와 청소년의 엽산 섭취량 추정

### 영유아, 어린이 및 청소년의 식품섭취량 조사 연구

‘영유아, 어린이 및 청소년의 식품섭취량 조사 연구’는 국민건강영양조사에서 성인층에 비해 상대적으로 적은 규모로 조사되는 20세 미만의 식품섭취량을 비연속 2일간 조사하여 일상적인 섭취량을 파악하고자 식품의약품안전처와 한국보건산업진흥원에서 실시한 조사이다.<sup>21</sup> 표본추출 방법은 대표성있는 전국 규모의 표본을 추출하기 위해 인구구조를 기초로 5개의 권역으로 나누어 가구표본추출방법을 사용하였다. 먼저 전국에서 140조사구를 추출하고, 조사구당 25~30가구를 방문하여 가구원 중 20세 미만의 어린이와 청소년을 대상으로 선정하였다. 조사는 특정 계절의 영향을 배제하기 위해 계절별로 실시하였으며, 겨울 조사는 2007년 11월~2008년 1월, 여름조사는 2008년 6월~8월, 가을조사는 2008년 9월~11월, 봄조사는 2009년 3월~5월에 실시하였다. 대상자 선정 및 조사방법은 한국보건산업진흥원에서 발표한 보고서<sup>21,22</sup>에 자세히 기록되어 있다.

### 연구대상자와 조사 기간

본 연구에서는 ‘영유아, 어린이 및 청소년의 식품섭취량 조사 연구’ 중 연구자가 직접 면접 조사한 충청 인근 지역 대상자의 자료를 사용하였다. 대전광역시와 충청남·북도의 전 조사구와 전라북도의 익산, 전주 조사구에서 2007년과 2008년에 조사한 총 623명을 대상으로 하였으며, 이 중에서 식품섭취조사를 2일 완료하지 못한 대상자와 식품섭취조사가 미흡한 대상자, 1세 미만의 영아를 제외한 567명의 자료를 분석하였다.

### 식품섭취조사

식품섭취조사는 24시간 회상법을 이용하여 조사 전 날 하루 동안의 식품섭취 내용을 비연속으로 2일 조사하였다. 사전에 조사방법에 대해 훈련을 받은 연구자가 조사 1주일 전 사전예약을 통해 대상자의 집을 방문하여 1일차 조사를 면접으로 실시하였으며 1주 후 재방문하여 2일차 조사를 실시하였다. 학령 전 아동의 경우 어머니의 도움으로 조사하였고, 어린이와 청소년은 직접 조사하였다. 식품섭취조사의 정확성을 높이기 위하여 가정에서 조리된 음식의 경

우 실제 조리자를 통해 음식레시피를 조사하였다. 또한 대상자들이 섭취량을 잘 설명할 수 있도록 식품의약품안전처와 보건산업진흥원에서 제공한 3차원 조사보조도구와 2차원 모델 자료집 및 눈대중량 자료집을 사용하였다.<sup>21</sup>

### 영양소 섭취량 계산

24시간 회상법으로 조사된 식품섭취 내용은 DS24WIN program (서울대학교 인체영양연구실)을 이용하여 영양소로 환산하였다. 이 프로그램에서 사용된 기본 데이터베이스는 CAN-Pro 3.0과 같이 2000년 발간된 한국영양학회의 데이터베이스이다.<sup>8</sup> 엽산의 경우에는 2009년 식품영양소 함량집<sup>10</sup>에 수록된 엽산 함량자료 (CAN-Pro 4.0의 데이터베이스)와 본 실험에서 분석한 값으로 일부 수정한 데이터베이스 (CAN-Pro 4.0의 데이터베이스+일부 수정)로 각각 계산하였다. 수정한 데이터베이스는 본 실험에서 분석한 51종 식품의 엽산 값을 수정하여 만들었으며, 분석한 식품과 식품명은 같으나 품종이 다른 경우에도 분석값으로 수정하였다. ‘삶은 것’ 등의 조리한 식품의 경우 환산계수가 있는 경우 환산계수를 적용하여 ‘생 것’으로부터 계산하여 대체하였다.<sup>23</sup> 섭취한 식품 중 엽산이 강화된 식품은 조제분유와 시리얼이 있었으며, 이 경우 영양표시에 적혀 있는 강화된 엽산 (folic acid)의 함량을 이용하여 총 엽산 섭취량을 다음과 같이 식이엽산당량 (Dietary Folate Equivalent, DFE)으로 계산하였다.<sup>24</sup>

### 총 섭취량 (μgDFE)

$$= \text{식품 중 엽산 함량 (}\mu\text{g)} + 1.7 \times \text{강화된 엽산 함량 (}\mu\text{g)}$$

### 자료 분석

모든 자료는 Statistical Analysis System (SAS version 9.2, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 분석하였다. 일반사항은 빈도와 백분율을 구하였고, 2010년 한국인 영양섭취기준<sup>24</sup>에서 구분한 연령집단과 성별로 에너지 및 엽산 섭취량의 평균값을 구하였다. 기존의 데이터베이스와 수정한 데이터베이스로 추산한 엽산 섭취량에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 paired t-test를 실시하였다. 또한 엽산 섭취에 기여한 식품을 알아보기 위해서 Excel program을 이용하여 조사대상자들이 섭취한 식품별 엽산 섭취량과 기여순위를 구하였다.

## 결 과

### 식품 중의 엽산 함량

Table 1은 본 연구에서 분석한 51종의 식품 중의 엽산 함

**Table 1.** Folate content in selected foods

Food group	Food	Analyzed value ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		Current database ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		Analyzed value /value in KNS database (%)	Decision to revise <sup>3)</sup>
		Individual data	Mean	KNS <sup>1)</sup>	USDA <sup>2)</sup>		
Cereals and grain products	Rice, cooked (쌀밥)	1.4/1.8/2.0	1.7	9.1	1~3	18.7	Y
	Rice (쌀)	10.5/11.1/11.5	11.0	24.5	7~9	44.9	Y
	Ramyon, cooked (라면)	9.4/11.5/11.9	10.9	23.4 <sup>4)</sup>	-	46.6	Y
	Corn (옥수수)	95.8/170.1	133.0	205.1	42	64.8	Y
	Spaghetti, dried (스파게티, 마른것)	22.1/27.5	24.8	33.7	18	73.6	Y
	Wheat flour (밀가루)	14.5/21.1	17.8	16.0	26	111.3	N
	Loaf bread (식빵)	21.3/33.4	27.4	23.0	33	119.1	N
Potatoes and starches	Sweet potato (고구마)	30.1/49.9	40.0	83.7	11	47.8	Y
	Potato (감자)	22.4/24.1/33.8	26.8	27.3	18	98.2	N
Vegetables	Kimchi, youlmu (열무김치)	38.1/47.8	43.0	164.3	-	26.1	Y
	Tomato (토마토)	14.8/19.6	17.2	51.9	15	33.1	Y
	Radish (무)	12.3/18.2/23.5	18.0	40.1	28	44.9	Y
	Kimchi, Chinese cabbage (배추김치)	49.8/54.7	52.3	115.0	-	45.4	Y
	Cabbage (양배추)	42.6/63.5	53.1	98.0	43	54.1	Y
	Spinach (시금치)	209.8/213.0	211.4	293.6	194	72.0	Y
	Green pepper (풋고추)	23.3/35.6	29.5	40.9	23	72.0	Y
	Red pepper (홍고추)	81.3/139.6	110.5	152.7	23	72.3	Y
	Chinese cabbage (배추)	79.3/93.3	86.3	116.6	79	74.0	Y
	Perilla leaf (깻잎)	115.0/119.6	117.3	157.5	-	74.5	Y
	Crown daisy (쑥갓)	204.0/204.7	204.4	271.0	177	75.4	Y
	Welsh onion, large type (대파)	86.9/87.0	87.0	113.5	64	76.6	Y
	Onion (양파)	12.6/14.4	13.5	17.0	19	79.4	Y
	Lettuce, improved (상추, 개량종)	87.5/102.1	94.8	115.0	38~136	82.4	Y
	Pumpkin, immature (애호박)	37.9/58.7	48.3	55.6	24	86.9	N
	Garlic (마늘)	73.7/114.0	96.8	86.4	3	112.0	N
Mallow (아욱)	127.7/176.3	152.0	130.1	-	116.8	N	
Kimchi, KKaK Du Ki (깍두기)	5.6/31.5	18.6	6.0	-	309.2	N	
Kimchi, welsh onion (파김치)	49.2/54.2	51.7	16.1	-	321.1	Y	
Fruits	Orange juice (오렌지주스)	32.6/39.2	35.9	57.6	30	62.3	Y
	Grape (포도)	10.9/25.5	18.2	27.7	4	65.7	Y
	Muskmelon (참외)	50.7/76.8	63.8	64.2	-	99.4	N
	Kiwi (키위)	57.5/71.5	64.5	49.4	25	130.6	Y
	Mandarin (귤)	35.9/41.9	38.9	24.0	16	162.1	Y
Eggs	Chicken's eggs (계란) <sup>5)</sup>	86.9/88.9/106.7/114.5	99.3	124.5	47	79.8	Y
	Quail's eggs (매추리알) <sup>5)</sup>	201.3/212.6	207.0	231.3	66	89.5	Y
Meats and poultry	Pork, loin(돼지고기, 등심) <sup>5)</sup>	0.4/1.6	1.0	4.0	1~5	25.0	Y
	Dumpling, frozen (고기만두)	18.7/32.7	25.7	80.8	-	31.8	Y
	Chicken meat (닭고기)	14.2/15.8	15.0	16.7	4~8	89.8	Y
	Beef, rump (쇠고기, 우둔) <sup>5)</sup>	5.3/9.9	7.6	8.3	3~13	91.6	N
Milk and dairy products	Cheese, processed (가공치즈) <sup>5)</sup>	9.4/21.8	15.6	61.0	7~27	25.6	Y
	Yogurt, liquid type (액상요구르트)	9.9/9.9	9.9	32.1	-	30.8	Y
	Cow's milk (우유)	4.2/5.0	4.6	9.7	5	47.4	Y
	Yogurt, curd type (호상요구르트)	10.0/13.2	11.6	23.7	7~12	48.9	Y
Fishes and shell fishes	Mackerel (고등어) <sup>5)</sup>	12.7/21.6	17.2	45.0	1~8	38.2	Y
	Anchovy boiled-dried (멸치, 자건품)	63.5/94.6	79.1	107.5	-	73.5	Y
	Little neck clam (바지락)	38.3/71.5	54.9	17.0	5	322.9	Y
Seaweeds	Laver, dried (김)	769.2/905.0	837.0	1633.4	-	51.2	Y
Beverage	Beer (맥주)	7.7/8.8	8.3	19.9	6	41.5	Y
Seasonings	Soy sauce (간장)	7.0/39.6	23.3	45.4	13~18	51.3	Y
	Fermented soybeans (청국장)	206.2/456.7	331.5	386.7	-	85.7	N
	Soybean paste (된장)	58.0/96.8	77.4	89.4	-	86.6	N

1) The Korean Nutrition Society<sup>10</sup> 2) U. S. Department of Agriculture<sup>15</sup> 3) Y = Yes, N = No 4) Ramyon, instant, uncooked 5) Fat was removed before trienzyme extraction due to high fat content.

량과 한국영양학회, USDA의 데이터베이스를 비교한 표이며, 한국영양학회의 데이터베이스와 분석값과의 비율을 구하여 식품군별로 비율이 낮은 순으로 정리하였다. 분석값의 평균값은 기존 값에 비해 18.7%~322.9%를 나타냈으며, 그 중 분석값이 기존 값보다 높은 것이 11종이었고, 나머지는 더 낮은 값을 얻었다. 기존 값보다 분석값이 높아 분석값으로 수정한 식품은 파김치, 키위, 귤, 바지락의 4종으로 130.6%~322.9%의 차이를 보였다. 밀가루, 식빵, 마늘, 아욱, 각두기, 청국장, 된장 등 7종의 식품은 기존 값이 분석한 두 값 사이에 있었으며, 대부분 두 값의 변이가 커서 수정하지 않았다. 분석값의 평균값이 기존 값보다 낮았던 40종 중 감자, 애호박, 참외, 쇠고기는 기존 값이 분석값들의 사이에 있었고, 평균값 또한 기존 값과 차이가 적어 수정하지 않았으며, 나머지 36종의 값을 수정하였다. 따라서 본 연구의 분석값으로 수정한 것은 51종 중에서 40종이었다.

쌀은 섭취량이 많아 한국인에게 미량 영양소의 주요 급원식품이 되므로 쌀의 영양소 함량은 특히 중요한데, 본 연구에서는 각각 3가지 다른 곳에서 구입한 쌀을 3명의 분석자가 각각 밥을 만들고, 쌀과 밥을 분석하였으며, 그 결과 기존의 값보다 훨씬 낮은 값을 얻었고, 이는 USDA의 데이터베이스와 비슷한 값이었다. 100 g 당 엽산함량이 가장 높은 것은 김 (837 µg), 청국장 (332 µg), 시금치 (211 µg), 메추리알 (207 µg), 썩갓 (204 µg), 아욱 (152 µg), 옥수수 (133 µg)로 기존의 값에 비해 김은 51.2%, 옥수수는 64.8% 낮아졌으나 여전히 엽산함량이 높은 식품이었다. 파김치는 기존 값에 대한 비율이 321.1%로 매우 큰 차이를 나타냈는데, 기존 값은 대체값이었기 때문에 본 연구에서 실제 분석한 값이 더 정확할 것으로 보인다. 과일류에서 키위는 기존 값에 대한 비율이 130.6%로, 귤은 162.1%로 높아졌다. 계란과 메추리알은 모두 지방함량이 5% 이상이었으므로 탈지 전처리를 하였으며, 그 결과 기존 값보다 낮아졌다. 바지락의 경우 기존 값에 대한 비율이 322.9%로 매우 큰 차이를 나타냈다. 김과 맥주는 기존 값보다 낮았으며, 간장, 청국장, 된

장 등 전통발효식품은 두 시료의 변이가 매우 컸다.

본 연구에서 분석한 값은 기존의 값보다 대부분 USDA의 값에 더 근접한 것으로 나타났으나 마늘, 계란, 메추리알 등은 여전히 2배 이상의 차이를 나타냈다. 이는 품종의 차이 또는 사료의 차이 때문인 것으로 생각된다.

### 조사대상자의 일반적 특성

Table 2는 연구 대상자의 연령별 성비, 가구소득, 식이보충제 복용여부를 제시한 표이다. 전체는 567명으로 1~2세 57명 (10.0%), 3~5세 91명 (16.0%), 6~8세 95명 (16.8%), 9~11세 95명 (16.8%), 12~14세 110명 (19.4%), 15~19세 119명 (21.0%)이었다. 전체 대상자 중 남자는 49.9%, 여자는 50.1%로 비슷하였다. 가구소득은 모든 연령대에서 '월 200~300만원'이 가장 높은 비율로 나타났으며, 식이보충제를 복용하는 비율은 3~5세와 6~8세가 각각 35.2%와 33.7%로 가장 높았으며, 15~19세가 9.2%로 가장 낮았다.

### 엽산 섭취량

Table 3은 조사대상자의 평균 에너지 섭취량과 기존 데이터베이스 및 수정한 데이터베이스로 계산한 연령별 평균 엽산 섭취량을 제시한 표이다. 에너지 필요추정량에 대한 평균 에너지 섭취비율은 87%~121%이었다. 수정한 데이터베이스로 계산한 엽산 섭취량은 기존의 데이터베이스로 계산한 엽산 섭취량의 68.5%~79.0% 정도로 모든 연령집단에서 유의적으로 낮게 나타났다. 평균섭취량은 1~2세 214.0 µgDFE, 3~5세 234.3 µgDFE, 남자의 경우 6~8세 300.7 µgDFE, 9~11세 356.1 µgDFE, 12~14세 359.8 µgDFE, 15~19세 398.9 µgDFE, 여자의 경우 6~8세 285.3 µgDFE, 9~11세 301.9 µgDFE, 12~14세 296.1 µgDFE, 15~19세 318.9 µgDFE이었다. 강화된 엽산 섭취량은 조제분유를 섭취하고 있었던 1~2세에서 평균 15.1 µg로 가장 높았고, 다른 연령층에서는 5 µg 미만이었다. Fig. 1은 성별, 연령별 평균섭취량을 권장섭취량에 대한 비율을 나타

**Table 2.** General characteristics of the subjects

Age (years)	Gender		Household income (10,000 won/month)			Dietary supplement use		Total
	Male	Female	<200	200~300	>300	Yes	No	
1~2	24 (42.1) <sup>1)</sup>	33 (57.9)	12 (21.1)	28 (48.1)	17 (29.8)	16 (28.1)	41 (71.9)	57 (100.0)
3~5	48 (52.7)	43 (47.3)	18 (19.8)	46 (50.5)	27 (29.7)	32 (35.2)	59 (64.8)	91 (100.0)
6~8	38 (40.0)	57 (60.0)	17 (17.9)	50 (52.6)	28 (29.5)	32 (33.7)	63 (66.3)	95 (100.0)
9~11	44 (46.3)	51 (53.7)	23 (24.2)	43 (45.3)	29 (30.5)	20 (21.1)	75 (78.9)	95 (100.0)
12~14	61 (55.5)	49 (44.5)	26 (23.6)	57 (51.8)	27 (24.6)	22 (20.6)	88 (79.4)	110 (100.0)
15~19	63 (52.9)	56 (47.1)	34 (28.4)	57 (47.8)	28 (23.8)	11 (9.2)	108 (90.8)	119 (100.0)
Total	278 (49.9)	289 (50.1)	130 (22.9)	281 (49.6)	156 (27.5)	133 (23.5)	434 (76.5)	567 (100.0)

1) N (%)

**Table 3.** Mean dietary intake of energy and folate

	Age (years)	n	Energy (kcal)	KNS <sup>1)</sup> database		Revised database		t-value
				Folate (μg)	Folate (μg)	Folic acid (μg)	Total folate <sup>2)</sup> (μgDFE) <sup>3)</sup>	
Children	1~2	57	1,143 (114) <sup>4)</sup>	271.0 ± 108.4 <sup>5)</sup>	188.1 ± 97.2	15.1 ± 40.6	214.0 ± 91.9	7.34***
	3~5	91	1,441 (103)	318.8 ± 145.8	225.6 ± 108.6	4.6 ± 16.2	234.3 ± 114.8	13.36***
Male	6~8	38	1,929 (121)	433.3 ± 209.6	293.5 ± 135.4	3.3 ± 11.7	300.7 ± 140.5	9.02***
	9~11	44	2,000 (105)	507.9 ± 222.4	347.4 ± 144.2	4.8 ± 15.5	356.1 ± 144.6	9.85***
	12~14	61	2,145 (89)	503.0 ± 209.8	350.0 ± 155.5	4.7 ± 16.1	359.8 ± 164.1	15.17***
	15~19	63	2,446 (91)	573.1 ± 313.7	393.5 ± 231.9	2.2 ± 10.0	398.9 ± 235.2	13.89***
	6~8	57	1,563 (104)	382.7 ± 167.2	277.0 ± 146.1	4.5 ± 13.9	285.3 ± 145.1	12.90***
Female	9~11	51	1,797 (106)	412.8 ± 143.9	294.7 ± 111.2	3.7 ± 10.8	301.9 ± 113.1	12.71***
	12~14	49	1,736 (87)	432.4 ± 201.4	293.1 ± 150.9	1.1 ± 7.4	296.1 ± 151.1	12.59***
	15~19	56	1,788 (89)	447.9 ± 209.8	310.4 ± 146.4	4.2 ± 19.8	318.9 ± 147.4	11.63***

1) The Korean Nutrition Society<sup>10</sup> 2) Total folate = Folate + 1.7 × folic acid 3) DFE = Dietary Folate Equivalent 4) Percentage of Estimated Energy Requirement (%EER) 5) Mean ± SD

\*\*\*p < 0.001 : Significantly different between total folate intake estimated using KNS database and revised database by paired t-test.

낸 그림이다. 기존의 데이터베이스로 계산한 경우 모두 권장섭취량 이상이였으나 수정한 데이터베이스로 계산한 경우 12~14세 남자는 90.0%이였고, 12~14, 15~19세 여자는 각각 권장섭취량의 74.0%, 79.7%이였으며, 그 외 다른 연령집단에서는 평균섭취량이 권장섭취량과 거의 같거나 권장섭취량 이상이었다.

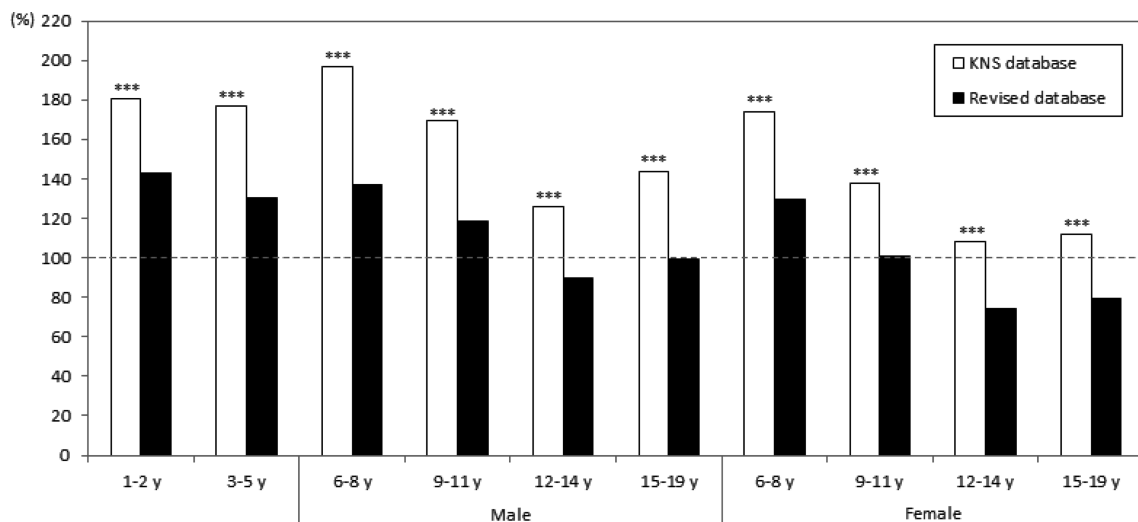
**엽산 급원식품**

Table 4는 엽산 섭취에 기여도가 높은 엽산 급원식품의 순위를 성별, 연령별로 비교한 결과이다. 모든 연령에서 계란, 배추김치, 쌀, 굴은 엽산 급원식품의 10위 내에 포함되

었다. 김도 좋은 급원식품으로 15~19세 남자를 제외하고는 모두 10위 내에 들었다. 1~2세에서는 두유, 조제분유가 총 엽산 섭취량의 약 24%를 차지하였고, 3세 이상에서는 시금치도 좋은 급원식품으로 나타났다. 계란은 모든 연령에서 10% 내외의 엽산 섭취량에 기여하는 것으로 나타났으며, 김치는 6세 이상에서 10% 내외의 엽산 섭취량에 기여하는 식품이었다.

**고 찰**

본 연구에서는 한국인의 엽산 섭취량을 좀 더 정확하게



**Fig. 1.** Percentage of dietary folate intake compared with 2010 Recommended Nutrient Intakes (RNIs).

\*\*\*p < 0.001 : Significantly different between the values estimated using KNS database and revised database by paired t-test.

**Table 4.** Food sources of folate

Rank	Food	% of total folate	Cumulative %	Rank	Food	% of total folate	Cumulative %
1~2 y (n = 57)				3~5 y (n = 91)			
1	Soybean milk	12.3	12.3	1	Chicken's eggs	10.7	10.7
2	Infant formula milk powder	11.7	24.1	2	Rice	5.9	16.6
3	Chicken's eggs	11.0	35.1	3	Laver, dried	5.9	22.5
4	Rice	5.0	40.1	4	Kimch, Chinese cabbage	5.7	28.2
5	Strawberries	4.8	44.9	5	Mandarin	4.9	33.1
6	Laver, dried	4.2	49.1	6	Spinach	4.0	37.1
7	Cow's milk	3.6	52.7	7	Cow's milk	2.9	40.0
8	Kimch, Chinese cabbage	3.5	56.2	8	Quail's eggs	2.8	42.9
9	Sweet potato	3.3	59.4	9	Orange juice	2.2	45.1
10	Mandarin	2.8	62.2	10	Kiwi	2.2	47.3
6~8 y Male (n = 38)				6~8 y Female (n = 57)			
1	Chicken's eggs	15.3	15.3	1	Chicken's eggs	9.4	9.4
2	Kimch, Chinese cabbage	10.3	25.5	2	Kimch, Chinese cabbage	8.3	17.7
3	Rice	5.4	31.0	3	Mandarin	6.4	24.1
4	Laver, dried	4.7	35.7	4	Spinach	5.6	29.7
5	Chinese cabbage	3.0	38.6	5	Rice	5.1	34.8
6	Spinach	2.9	41.6	6	Strawberries	4.9	39.7
7	Mandarin	2.6	44.2	7	Laver, dried	4.7	44.3
8	Welsh onion	2.2	46.4	8	Cereal	2.8	47.2
9	Black soybeans	2.2	48.6	9	Bean sprouts	2.7	49.9
10	Potato	2.2	50.8	10	Corn	2.2	52.1
9~11 y Male (n = 44)				9~11 y Female (n = 51)			
1	Kimch, Chinese cabbage	11.3	11.3	1	Chicken's eggs	10.6	10.6
2	Chicken's eggs	10.2	21.5	2	Kimch, Chinese cabbage	10.3	20.9
3	Rice	5.6	27.1	3	Mandarin	7.3	28.2
4	Spinach	5.0	32.1	4	Rice	5.3	33.5
5	Mandarin	4.1	36.1	5	Spinach	4.8	38.3
6	Laver, dried	3.8	40.0	6	Laver, dried	3.2	41.5
7	Muskmelon	3.5	43.5	7	Welsh onion	3.0	44.6
8	Potato	3.2	46.7	8	Bean sprouts	2.7	47.3
9	Bean sprouts	3.2	49.9	9	Kiwi	2.3	49.6
10	Cereal	2.4	52.3	10	Cereal	2.2	51.8
12~14 y Male (n = 61)				12~14 y Female (n = 49)			
1	Kimch, Chinese cabbage	12.0	12.0	1	Kimch, Chinese cabbage	15.1	15.1
2	Chicken's eggs	10.2	22.1	2	Chicken's eggs	8.7	23.7
3	Rice	5.4	27.5	3	Mandarin	5.8	29.6
4	Welsh onion	3.3	30.9	4	Rice	5.8	35.4
5	Mandarin	3.3	34.2	5	Laver, dried	3.9	39.3
6	Laver, dried	3.1	37.3	6	Sweet potato	3.3	42.6
7	Black soybeans	2.9	40.2	7	Welsh onion	2.8	45.4
8	Bean sprouts	2.5	42.7	8	Bean sprouts	2.5	47.9
9	Sweet potato	2.5	45.2	9	Potato	2.2	50.1
10	Cereal	2.4	47.5	10	Pumpkin, immature	2.0	52.1
15~19 y Male (n = 63)				15~19 y Female (n = 56)			
1	Kimch, Chinese cabbage	14.4	14.4	1	Kimch, Chinese cabbage	10.7	10.7
2	Chicken's eggs	11.8	26.3	2	Chicken's eggs	8.5	19.3
3	Rice	5.5	31.8	3	Rice	5.3	24.6
4	Welsh onion	4.1	35.9	4	Welsh onion	3.7	28.3
5	Mandarin	3.7	39.6	5	Spinach	3.5	31.8
6	Spinach	2.9	42.6	6	Strawberries	3.0	34.8
7	Strawberries	2.9	45.5	7	Mandarin	2.7	37.5
8	Black soybeans	2.7	48.1	8	Bean sprouts	2.5	40.1
9	Bean sprouts	2.4	50.5	9	Orange juice	2.4	42.4
10	Chicken meat	2.1	52.6	10	Laver, dried	2.4	44.8

추정해 보고자 엽산의 급원식품으로 알려진 식품 중 51종의 엽산을 분석하였다. 분석값을 현재 데이터베이스와 비교해보았을 때 18.7%~322.9%까지 차이가 나타났다. 특히 밥의 경우 100 g 당 9.1  $\mu\text{g}$ 에서 1.7  $\mu\text{g}$ 으로, 쌀은 24.5  $\mu\text{g}$ 에서 11.0  $\mu\text{g}$ 으로 매우 큰 차이가 나타났다. 그 외에 라면, 옥수수, 열무김치, 토마토, 배추김치, 돼지고기, 고기만두, 치즈 등의 유제품, 고등어 등에서 2배 이상 낮은 값으로 나타났다. 이와 같이 분석값에 큰 차이가 있는 이유 중 하나는 식품 중에 들어 있는 미량의 엽산함량을 측정하는 실험의 기술적인 어려움 때문인 것으로 보인다. 실험의 오차는 식품을 균질화하고 희석하는 첫 번째 단계에서부터 생길 수 있으며, 희석배수가 크기 때문에 작은 오차는 결국 매우 큰 차이를 나타낼 수 있다. 또한 식품 중의 엽산을 효율적으로 추출하기 위하여 세가지 효소를 사용하는 trienzyme 방법의 각 단계와 엽산을 측정하는 미생물학적 분석에서도 오차가 생길 수 있다.<sup>19</sup> 본 연구실에서는 엽산의 인증표준물질 실험과 국제정도관리 실험에 참여함으로써 정확한 엽산 함량을 측정하려고 노력하였으며, 현재 다른 두 실험실과 비교실험을 통해서 지속적으로 엽산 함량의 정확성을 확인하고 있다.

분석값이 낮아진 또 다른 이유는 지방이 많은 식품의 경우 탈지처리를 한 후 측정하였기 때문이다. oleic acid와 같은 지방산은 *Latobacillus rhamnosus*의 성장을 촉진한다고 보고된 바 있으며,<sup>25</sup> 실제 지방함량이 높은 시료의 경우 탈지 처리 후 엽산함량이 낮아졌다.<sup>18</sup> 본 연구에서는 지방함량이 전체 중량의 5% 이상인 계란, 메추리알, 돼지고기, 쇠고기, 가공치즈, 고등어의 경우 탈지처리 후 엽산 함량을 측정하였으며, 그 결과 기존 값의 25.6%~91.6% 값을 얻었다.

엽산 함량은 실험방법의 차이나 분석의 오차뿐 아니라 식품의 종, 재배지역, 저장기간 및 저장방법에 따라서도 큰 차이를 나타낼 수 있으며,<sup>26-28</sup> 김치나 장류의 경우 양념의 종류, 발효정도 등에 따라서도 큰 차이가 있다. 본 연구에서도 깍두기, 간장, 청국장, 된장의 엽산 값은 변이가 매우 크게 나타났다. 최근 외국에서 다양한 식품 중의 엽산 분석 결과가 보고되고 있으나 식품의 종류와 분석방법의 차이를 고려하여 신중하게 비교해야 할 것이다.

미국의 Goyer와 Sweek<sup>26</sup>는 trienzyme 처리 후 미생물학적 방법을 이용한 연구에서 감자의 엽산 함량은 종에 따라 1.5~41.6  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이었고 대부분 10~20  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 임을 보고하였다. 본 연구에서의 분석결과는 26.8  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 로 USDA 값인 18  $\mu\text{g}/100\text{g}$  보다는 높았으나 Goyer와 Sweek가 실험한 여러 값의 범위 안에 있음을 알 수 있었다. 또한 conjugase만 처리하여 HPLC로 분석한 Iniesta 등<sup>27</sup>은 6종

의 토마토 엽산 함량은 4.1~35.3  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이라고 하였으며, 본 연구에서의 토마토 값은 17.2  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이었다. 67종의 시금치를 conjugase만 처리하여 LC로 분석한 Shohag 등<sup>28</sup>은 시금치 100 g 당 54.1~173.2  $\mu\text{g}$ 으로, 품종에 따라 약 3.2배의 차이가 나타났다고 하였다. 본 연구에서는 211.4  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 로 더 높은 값을 얻었으나, trienzyme 처리가 conjugase만 처리한 것보다 더 효율적으로 엽산을 추출해 낼 수 있다는 점과 미생물학적 분석이 다른 방법보다 식품 중의 총 엽산 함량을 분석할 수 있는 방법이라는 점 때문인 것으로 생각된다. 미생물학적 방법으로 분석한 또 다른 연구<sup>29</sup>에서는 251  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이었고, USDA에서는 194  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 으로 보고하여 본 연구의 값과 비슷하였다.

풋고추와 홍고추의 경우 USDA 데이터베이스에서는 100 g 당 23  $\mu\text{g}$ 으로 같은 값이지만 Phillips 등의 연구<sup>30</sup>에서는 홍피망과 청피망이 각각 70.2  $\mu\text{g}$ 와 20.7  $\mu\text{g}$ 으로 홍피망이 3.5배 더 높은 것으로 나타나 본 연구에서 홍고추 (110.5  $\mu\text{g}$ )가 풋고추 (29.5  $\mu\text{g}$ )보다 약 3.7배 높은 값을 갖는 것과 비슷한 결과이었다. 이집트의 상용식품의 엽산 함량을 HPLC로 측정한 연구<sup>31</sup>에서는 각각 100 g 당 쌀 11  $\mu\text{g}$ , 시금치 129  $\mu\text{g}$ , 마늘 73  $\mu\text{g}$ , 풋고추 22  $\mu\text{g}$ , 감자 10  $\mu\text{g}$ , 토마토 11  $\mu\text{g}$ , 양파 12  $\mu\text{g}$ 으로 본 연구결과와 비슷한 결과이었으며, 네덜란드에서 미생물학적인 방법으로 측정한 결과<sup>32</sup>로는 양파 24  $\mu\text{g}$ , 토마토 16  $\mu\text{g}$ , 굴 23  $\mu\text{g}$ , 시금치 131  $\mu\text{g}$  등이 본 연구 결과와 비교할 만한 식품의 자료이었다. 계란의 경우 USDA 값보다 훨씬 높은 값을 얻었으나 본 실험실에서는 다양한 종류의 계란 실험을 10회 이상 반복하여 얻은 값이므로 믿을 만 한 것으로 생각된다. 라면의 경우는 조리 후 섭취하게 되는데, 조리한 라면의 식품코드가 없었기 때문에 조리 후 분석한 값으로 대체하였고, 이로 인해 현재의 데이터베이스와 차이가 많이 나타났다.

본 연구에서는 Table 1의 엽산 값을 반영하여 엽산의 데이터베이스를 만든 후 ‘영유아, 어린이 및 청소년의 식품섭취량 조사 연구’중에서 충청 인근 지역의 일부자료로부터 엽산의 섭취량을 추산한 결과 CAN-Pro 4.0으로 계산한 값의 68.5%~79.0%의 값을 얻었다 (Table 3). 연구대상자의 엽산 섭취량을 기존 CAN-Pro 4.0 데이터베이스로 계산했을 때에는 엽산의 평균섭취량은 모두 권장섭취량 이상이었으나, 수정한 데이터베이스로 계산했을 때에는 15~19세 여자가 권장섭취량의 약 80% 정도로 섭취하는 것으로 나타났다. 12~14세 남녀의 경우 모두 평균 섭취량이 권장섭취량보다 낮았는데, 9~11세와 12~14세의 경우 엽산 섭취량은 비슷한데 권장섭취량이 각각 300  $\mu\text{gDFE}$ 과 400  $\mu\text{gDFE}$ 으로 큰 차이가 있어 권장섭취량에 대한 검토가 필요하겠다.



미국의 2003~2006년 국민건강영양조사 (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)에 참여한 1~18세까지의 약 7,000명을 대상으로 2일간의 24시간 회상법 자료로 얻은 식품섭취조사 결과를 분석한 연구<sup>33</sup>에서 엽산의 총 섭취량은 1~3세 425 µgDFE, 4~8세 642 µgDFE, 9~13세 600 µgDFE, 14~18세 606 µgDFE로 매우 높은 수준이었다. 그러나 미국의 경우 1998년부터 밀가루에 엽산을 의무적으로 강화하고 있으며, 위 결과는 엽산이 강화된 식품을 포함한 섭취량이다. 강화식품을 제외한 자연식품으로부터의 엽산 섭취량은 1~3세 118 µg, 4~8세 138 µg, 9~13세 154 µg, 14~18세 164 µg으로 매우 낮았다. 반면 미국이 엽산 강화를 시작하기 전인 1988~1994년의 엽산 섭취량은 1~2세 189 µg, 3~5세 228 µg, 6~11세 259 µg, 12~15세 285 µg, 16~19세 275 µg으로 보고되어 있다.<sup>34</sup> 영국의 16~17세 청소년의 엽산 섭취량은 남자 314 µg, 여자 244 µg이었으며,<sup>35</sup> 2006~2007년 10개의 유럽 도시 청소년 대상으로 한 Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence (HELENA) 연구<sup>36</sup>에서는 10~19세의 엽산 섭취 중앙값이 연령에 따라 남자 202~221 µg, 여자 177~195 µg으로 보고되었다.

이와 같이 본 연구 결과는 미국이나 유럽에서 보고된 엽산 섭취량보다 더 높은 것으로 나타났다. 국가별 엽산 섭취량을 비교하는데 있어서 가장 큰 문제점은 국가별 식품 중의 엽산 데이터베이스가 다르다는 것이다. 분석방법이 다르고 식품 중의 엽산 값이 다른 데이터베이스로 계산된 섭취량을 서로 비교하는 것은 실제 섭취량의 차이를 나타내기 어렵기 때문에 유럽에서는 유럽 국가들의 섭취량 비교를 위하여 통합된 영양소 데이터베이스를 만들 것을 시도하고 있으며,<sup>37</sup> 이를 활용하여 비교한 연구에서 성인 남자의 경우 250~350 µg, 성인 여성의 경우 200~300 µg 정도로 보고하였다.<sup>38</sup> 일본의 경우에는 3~6세 어린이의 엽산 섭취량은 201 µg,<sup>39</sup> 성인 남자는 396.5 µg, 성인 여자는 378.5 µg으로 보고되어<sup>40</sup> 미국이나 유럽보다는 섭취량이 높았다. 이는 우리나라나 일본의 경우 미국이나 유럽의 나라들보다 채소와 두류를 더 많이 섭취하며, 특히 우리나라의 경우 김치와 장류 등도 더 많이 섭취하기 때문에 실제 엽산의 섭취량이 더 높을 것으로 여겨진다.

하지만 엽산함량은 주로 생식품의 값으로 측정되어 데이터베이스에서 활용되고 있고, 이러한 생식품의 엽산 값으로 섭취량을 계산하면 조리 손실을 고려하지 못하게 되어 과대평가될 수도 있다. 조리 중 엽산 손실률은 식품과 조리방법, 조리시간에 따라 다르지만 식품 32종의 조리 후 엽산 손실률은 29%라고 보고되어 있으며,<sup>13</sup> 생식품으로만 이루어진 데이터베이스와 생식품과 조리 후 엽산함량

이 함께 들어 있는 데이터베이스를 사용하였을 때 섭취량을 비교한 연구결과 82~84% 정도로 낮아진다고 하여,<sup>40,41</sup> 우리나라 사람들의 실제 엽산 섭취량은 본 연구에서 계산한 값보다는 낮을 것으로 예측된다.

엽산 주요 급원식품을 조사한 본 연구에서는 모든 연령에서 엽산 급원식품의 10위내에 해당한 식품으로는 계란, 배추김치, 쌀, 굴이 있었고, 김과 시금치도 대부분의 연령층에서 주요 급원식품이었다. 대학생의 엽산 급원식품을 조사한 Han 등<sup>13</sup>의 연구에 따르면 배추김치, 밥, 계란, 김 등이 주요 급원식품이었으며, 본 연구와 비슷하였다. 또한 급원식품 중 굴, 딸기, 참외, 키위 등의 과일이 연령별로 10위 안에 한 가지 이상 분포되어 있는데 이는 계절을 조사하면서 계절별 특징이 반영된 것으로 보인다. 일본의 30~66세 성인 여성을 대상으로 조사한 Imaeda 등<sup>41</sup>의 연구에 따르면 엽산의 주요 급원식품은 녹차, 시금치, 오이, 상추, 양배추, 계란, 빵, 브로콜리, 밥 등의 순이었다. 엽산 강화 이전인 1976~1980년 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES II) 결과에서 미국 성인 남녀의 엽산 급원식품은 오렌지주스, 빵, 콩, 푸른 잎 샐러드, 시리얼, 계란 등이었으며,<sup>42</sup> 1989~1991년의 식품섭취량 조사 (Continuing Surveys of Food Intakes by Individuals, CSFII) 결과에서 미국의 2~18세 어린이의 엽산 급원식품은 시리얼, 오렌지 주스, 빵, 콩, 옥수수, 밀가루, 계란의 순으로 보고되었다.<sup>43</sup> 그러나 엽산 강화 이후에는 점차 강화식품에서 섭취하는 엽산이 더 많아져,<sup>44</sup> 2003~2006년 NHANES 결과에서는 2~18세의 엽산의 급원식품 10위 안에 있는 자연식품은 우유, 과일주스, 과일 뿐이었으며, 나머지는 모두 강화식품이었다.<sup>45</sup>

본 연구는 20세 미만 어린이의 식품섭취량을 중점적으로 분석하기 위해 기획된 ‘영유아, 어린이 및 청소년의 식품섭취량 조사 연구’의 일부 대상자에 대하여 엽산 섭취량과 주요 급원식품을 알아본 것으로 국민건강영양조사에서 보고되지 않는 엽산 섭취량에 대해 비교적 대표성을 지닌 표본을 추출한 연구에서 같은 데이터베이스로 1세부터 19세까지의 섭취량을 비교했다는 점에서 의미가 있다. 본 연구의 제한점은 전국의 대표 표본 중 대전, 충청도, 전라도 일부 지역에 거주하는 대상자에 한해 섭취량을 추산하였으며, 엽산에 관한 식품 중의 함량 자료가 미흡한 채로 추산하였다는 것이다. 그럼에도 불구하고 19세까지의 연령층에서 12~14세 남자와 12~19세 여자의 평균섭취량이 권장섭취량에 가장 부족하다는 것을 알았다. 12~19세는 성장기로서 초경을 시작하고 임신 가능성이 있는 연령으로 엽산이 특히 중요한 시기임에도 부족한 결과를 나타내 이들 대상의 엽산 영양교육이 매우 필요할 것으로 보인다.

## 요 약

본 연구에서는 엽산의 급원식품으로 보고된 식품 51종의 엽산을 분석하고, 값에 차이가 많이 있는 경우 엽산 데이터베이스를 수정하여, 수정한 데이터베이스로 어린이와 청소년의 엽산 섭취량을 추산하고 급원식품을 알아보고자 하였다. 대상자는 대전, 충청도 및 전라도에 거주하는 만 20세 미만 567명으로 비연속 2일 동안의 24시간 회상법에 의해 식품섭취조사를 실시하였다.

51종의 식품을 새롭게 분석하여 현재의 데이터베이스와 비교한 결과 현재 값의 18.7%~322.9%의 결과를 얻었다. 기존의 값이 실험한 두 값 사이에 있거나, 기존값과의 차이가 10% 미만인 경우에는 수정하지 않았으며, 그 외에 차이가 있는 40종은 새로운 분석값으로 수정하였다. 수정한 데이터베이스로 대상자들의 엽산 평균섭취량을 성별, 연령별로 나누어 계산한 결과 모든 연령층에서 평균 엽산 섭취량이 권장섭취량보다 높았으나 12~14세 남자와 12~19세 여자의 평균 엽산 섭취량은 권장섭취량보다 낮은 것으로 나타났다. 계란, 배추김치, 쌀, 굴은 모든 연령층에서 엽산 급원식품의 10위 안에 포함되었다.

본 연구에서는 일부 급원식품 51종만을 분석하였으나 한국인들이 자주 먹는 식품의 조리 후 엽산 함량을 분석하여 보완해 나감으로써 더 정확한 엽산 섭취량을 추산할 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 12~19세 여자의 평균 엽산 섭취량이 다른 연령층에 비해 상대적으로 낮게 나타난 것을 볼 수 있었는데, 엽산은 성장기 및 가임여성에게 특히 중요한 비타민으로써 이들을 위한 엽산 영양교육이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## References

1. Tamura T, Picciano MF, McGuire MK. Chapter 5. Folate in pregnancy and lactation. In: Bailey LB, editor. Folate in Health and Disease, 2nd edition. Boca Raton (FL): CRC press; 2010. p.111-131.
2. Kalin SR, Rimm EB. Chapter 11. Folate and vascular disease: Epidemiological perspective. In: Bailey LB, editor. Folate in Health and Disease, 2nd edition. Boca Raton (FL): CRC press; 2010. p.263-290.
3. Chen J, Xu X, Liu A, Ulrich CM. Chapter 9. Folate and cancer: Epidemiological perspective. In: Bailey LB, editor. Folate in Health and Disease, 2nd edition. Boca Raton (FL): CRC press; 2010. p.205-233.
4. Kanani SJ, Poojara RH. Supplementation with iron and folic acid enhances growth in adolescent Indian girls. *J Nutr* 2000; 130(2S Suppl): 452S-455S.
5. Hatamizadeh N, Eftekhar H, Shafaghi B, Mohammad K. Effects of folic acid on preschool children's appetite: randomized triple-blind clinical trial. *Pediatr Int* 2007; 49(5): 558-563.
6. Namdari M, Abadi A, Taheri SM, Rezaei M, Kalantari N, Omidvar N. Effect of folic acid on appetite in children: ordinal logistic and fuzzy logistic regressions. *Nutrition* 2014; 30(3): 274-278.
7. Kim YN, Lee JY, Driskell JA. Marginal folate inadequacy observed in a group of young children in Kwangju, Korea. *Nutr Res Pract* 2007; 1(2): 120-125.
8. The Korean Nutrition Society. Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2000.
9. Hyun T, Han YH. Comparison of folate intake and food sources in college students using the 6th vs. 7th nutrient database. *Korean J Nutr* 2001; 34(7): 797-808.
10. The Korean Nutrition Society. Food values. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2009.
11. Shim YJ, Paik HY. Reanalysis of 2007 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2007 KNHANES) results by CAN-Pro 3.0 nutrient database. *Korean J Nutr* 2009; 42(6): 577-595.
12. Choi AR. Folate intake and food sources in the Korean population based on 2008-2009 Korea National Health and Nutrition Examination Survey [dissertation]. Chungju: Chungbuk National University; 2013.
13. Han YH, Yon M, Hyun TH. Folate intake estimated with an updated database and its association to blood folate and homocysteine in Korean college students. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59(2): 246-254.
14. Lee E. Folate intake and food sources of folate in infants, children, and adolescents [dissertation]. Chungju: Chungbuk National University; 2010.
15. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 26 [Internet]. Beltsville (MA): Agricultural Research Service; 2013 [cited 2014 Jun 2]. Available from: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
16. Yon M, Hyun TH. Folate content of foods commonly consumed in Korea measured after trienzyme extraction. *Nutr Res* 2003; 23(6): 735-746.
17. Lee SY, Ha SA, Seo JS, Sohn CM, Park HR, Kim KW. Eating habits and eating behaviors by family dinner frequency in the lower-grade elementary school students. *Nutr Res Pract* 2014; 8(6): 679-687.
18. Song J. Folate assay of high fat foods after removal of fat [dissertation]. Chungju: Chungbuk National University; 2011.
19. Hyun TH, Tamura T. Trienzyme extraction in combination with microbiologic assay in food folate analysis: an updated review. *Exp Biol Med (Maywood)* 2005; 230(7): 444-454.
20. Hyun T, Han YH, Lim EY. Blood folate level determined by a microplate reader and folate intake measured by a weighted food record. *Korean J Community Nutr* 1999; 4(4): 512-520.
21. Korea Food and Drug Administration, Korea Health Industry Development Institute. Dietary intake survey of infants, children and adolescents. Chungju: Korea Health Industry Development Institute; 2008.
22. Korea Food and Drug Administration, Korea Health Industry Development Institute. In-depth analysis on the dietary intake survey of infant, children and adolescents (II). Chungju: Korea Health

- Industry Development Institute; 2010.
23. Yon M, Hyun T. Additional data for the folate database for foods common in Korea. *Korean J Nutr* 2005; 38(7): 586-604.
  24. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
  25. Williams VR, Fieger EA. Oleic acid as a growth stimulant for *Lactobacillus casei*. *J Biol Chem* 1946; 166(1): 335-343.
  26. Goyer A, Sweek K. Genetic diversity of thiamin and folate in primitive cultivated and wild potato (*Solanum*) species. *J Agric Food Chem* 2011; 59(24): 13072-13080.
  27. Iniesta MD, Pérez-Conesa D, García-Alonso J, Ros G, Periago MJ. Folate content in tomato (*Lycopersicon esculentum*). influence of cultivar, ripeness, year of harvest, and pasteurization and storage temperatures. *J Agric Food Chem* 2009; 57(11): 4739-4745.
  28. Shohag MJ, Wei YY, Yu N, Zhang J, Wang K, Patring J, He ZL, Yang XE. Natural variation of folate content and composition in spinach (*Spinacia oleracea*) germplasm. *J Agric Food Chem* 2011; 59(23): 12520-12526.
  29. Bassett MN, Sammán NC. Folate content and retention in selected raw and processed foods. *Arch Latinoam Nutr* 2010; 60(3): 298-305.
  30. Phillips KM, Ruggio DM, Ashraf-Khorassani M, Haytowitz DB. Difference in folate content of green and red sweet peppers (*Capsicum annuum*) determined by liquid chromatography-mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 2006; 54(26): 9998-10002.
  31. Hefni M, Öhrvik V, Tabekha M, Witthöft C. Folate content in foods commonly consumed in Egypt. *Food Chem* 2010; 121(2): 540-545.
  32. Westenbrink S, Jansen-van der Vliet M, van Rossum C. Updated folate data in the Dutch Food Composition Database and implications for intake estimates. *Food Nutr Res* 2012; 56: 5449.
  33. Yeung LF, Cogswell ME, Carriquiry AL, Bailey LB, Pfeiffer CM, Berry RJ. Contributions of enriched cereal-grain products, ready-to-eat cereals, and supplements to folic acid and vitamin B-12 usual intake and folate and vitamin B-12 status in US children: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2003-2006. *Am J Clin Nutr* 2011; 93(1): 172-185.
  34. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics (US). Dietary intake of macronutrients, micronutrients, and other dietary constituents: United States, 1988-94 [internet]. Atlanta (GA): National Center for Health Statistics; 2002 [cited 2010 Feb 14]. Available from: [http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr\\_11/sr11\\_245.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_11/sr11_245.pdf).
  35. Serra-Majem L. Vitamin and mineral intakes in European children. Is food fortification needed? *Public Health Nutr* 2001; 4(1A): 101-107.
  36. Diethelm K, Huybrechts I, Moreno L, De Henauw S, Manios Y, Beghin L, González-Gross M, Le Donne C, Cuenca-García M, Castillo MJ, Widhalm K, Patterson E, Kersting M. Nutrient intake of European adolescents: results of the HELENA (Healthy Life-style in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *Public Health Nutr* 2014; 17(3): 486-497.
  37. Bouckaert KP, Slimani N, Nicolas G, Vignat J, Wright AJ, Roe M, Witthöft CM, Finglas PM. Critical evaluation of folate data in European and international databases: recommendations for standardization in international nutritional studies. *Mol Nutr Food Res* 2011; 55(1): 166-180.
  38. Park JY, Nicolas G, Freisling H, Biessy C, Scalbert A, Romieu I, Chajès V, Chuang SC, Ericson U, Wallström P, Ros MM, Peeters PH, Mattiello A, Palli D, María Huerta J, Amiano P, Halkjær J, Dahm CC, Trichopoulou A, Orfanos P, Teucher B, Feller S, Skeie G, Engeset D, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Crowe F, Khaw KT, Vineis P, Slimani N. Comparison of standardised dietary folate intake across ten countries participating in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Br J Nutr* 2012; 108(3): 552-569.
  39. Tamai Y, Wada K, Tsuji M, Nakamura K, Sahashi Y, Watanabe K, Yamamoto K, Ando K, Nagata C. Dietary intake of vitamin B12 and folic acid is associated with lower blood pressure in Japanese preschool children. *Am J Hypertens* 2011; 24(11): 1215-1221.
  40. Kobayashi M, Adachi HY, Ishihara J, Tsugane S; JPHC FFC Validation Study Group. Effect of cooking loss in the assessment of vitamin intake for epidemiological data in Japan. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65(4): 546-552.
  41. Imaeda N, Goto C, Tokudome Y, Ikeda M, Maki S, Tokudome S. Folate intake and food sources in Japanese female dietitians. *Environ Health Prev Med* 2002; 7(4): 156-161.
  42. Subar AF, Block G, James LD. Folate intake and food sources in the US population. *Am J Clin Nutr* 1989; 50(3): 508-516.
  43. Subar AF, Krebs-Smith SM, Cook A, Kahle LL. Dietary sources of nutrients among US children, 1989-1991. *Pediatrics* 1998; 102(4 Pt 1): 913-923.
  44. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient intakes from food and beverages: mean amounts consumed per individual, by gender and age, in the United States, 2011-2012. What we eat in America, NHANES 2011-2012, individuals 2 years and over (excluding breast-fed children), day 1 [Internet]. Washington, D.C.: Agricultural Research Service; 2014 [cited 2015 Jan 7]. Available from: [http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/80400530/pdf/1112/Table\\_1\\_NIN\\_GEN\\_11.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/80400530/pdf/1112/Table_1_NIN_GEN_11.pdf).
  45. Berner LA, Keast DR, Bailey RL, Dwyer JT. Fortified foods are major contributors to nutrient intakes in diets of US children and adolescents. *J Acad Nutr Diet* 2014; 114(7): 1009-1022.e8.