

가임기 여성의 엽산 섭취량 및 엽산영양상태*

임현숙[§] · 진현옥 · 이정아

전남대학교 가정대학 식품영양학과

Dietary Intakes and Status of Folate in Korean Women of Child-bearing Potential*

Lim, Hyeon-Sook[§] · Jin, Hyeon-Ok · Lee, Jeong-A

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

ABSTRACT

We examined the folate intakes and assessed folate nutritional status of Korean women with childbearing potential. A total of 91 healthy women aged between 15 and 49 participated. They were divided into three groups by their age: A(15 - 24 yrs), B(25 - 34 yrs) and C(35 - 49 yrs). Folate intakes were determined by direct analysis. The foods consumed for 24 hours were collected proportionally and assessed folate. Their blood drawn in fasting state were analyzed folate levels. Folate contents of food homogenate, plasma and erythrocyte were determined a microbiological method using *Lactobacillus. casei* (ATCC 7469). Prior to the micro-assay, the food homogenate were treated with alpha-amylase, protease and folate conjugase. Mean daily folate intake of the total subjects was 145.8µg/d and in each group of A, B, and C was 114.0µg/d, 141.6µg/d, and 164.6µg/d, respectively. That of group C was significantly higher than that of group A(p < 0.05). However, those of all the groups were lower than compared to the Korean Recommended Dietary Allowances(RDA) for folate. Especially the subjects in the group A consumed folate least that was below the half of the Korean RDA. The mean energy intake of all subjects was 1638 kcal/d and those in each group of A, B, and C did not meet the Korean RDA for energy. The energy intakes were significantly correlated with folate intakes(r = 0.5050, p < 0.001). Mean plasma and erythrocyte folate concentrations of total subjects were 6.9ng/mL and 266.3ng/mL, respectively. None were found to be deficient both in plasma(< 3ng/mL) and erythrocyte (< 140ng/mL) folate levels. There was only one subject who had red blood cell folate level below 157ng/mL. However, sixty-six percent of the subjects were in marginally deficient in plasma folate(3.0 ~ 5.9ng/mL) concentration. These results show that folate status of the Korean women of reproductive age is not much bad. But it should be better that letting them improve their folate status by increasing energy intake, choosing high folate foods. (*Korean J Nutrition* 33(3) : 296~303, 2000)

KEY WORDS: child-bearing women, folate, energy, food homogenate.

서 론

엽산은 아미노산과 핵산 합성에 필수적인 영양소로 적혈구 형성 및 세포 성장에 관여한다. 따라서 엽산은 모체의 조혈과 태아 성장 등 동화 작용이 활발한 임신기에 그 필요량이 증가한다. 엽산이 결핍된 임신부에서 거대적아구성 빈혈, 유산 또는 태반박리 등이 나타나고, 태아의 신경관 발달에 결함이 초래될 수 있다.¹⁾ 태아 신경관 손상을 예방하려면 신경관이 형성되는 임신 21일부터 28일 주변의 모체의 엽산영양상태가 중요하다.²⁾ 이 점은 수태하기 전 엽산 상태

채택일 : 2000년 4월 11일

*This research were supported by the grant No. KOSEF 981-0611-056-1 from the Korea Science and Engineering Foundation.

[§]To whom correspondence should be addressed.

가 중요하다라는 점을 시사해준다. 왜냐하면 신경관이 닫히는 임신 초기는 수태 여부를 모르는 경우가 많기 때문이다. 미국의 경우 임신의 50% 정도가 계획되지 않고 이루어진다는 보고가 있다.³⁾ 그러므로 미국에서는 신경관 손상 발생률을 낮추기 위해 가임기 여성에게 최소 400µg/일의 엽산을 섭취하도록 권장하고 있다.⁴⁾ 동 권장량은 일상적인 식사를 통해 섭취하기 어렵다는 보고들이 발표되자^{5,6)} 가임기 여성의 엽산 섭취량을 늘리기 위해 1998년부터 모든 곡류제품 100g당 140µg의 엽산을 강화할 수 있도록 하였다.^{6,9)}

한국인의 엽산 권장량은 1996년에 처음으로 설정되었으나 한국인의 엽산 대사 또는 엽산 섭취량에 관한 자료가 거의 없어, FAO/WHO 기준¹⁰⁾과 Sauberlich 등¹¹⁾의 연구 결과를 인용하여 성인 남녀 모두 250µg/일로 정했고, 임신부는 250µg/일을 추가토록 하였다. 엽산은 신선한 채소, 두류 및 견과류에 많이 함유되어 있고, 발효 식품에도 함유량이

많아 일반적으로 한국인들은 엽산을 충분히 섭취할 것이라 생각되었다. 그러나 한국인 가임기 여성의 40% 정도가 혈청 엽산 수준이 3ng/mL 미만인 결핍상태에 있었고,¹²⁾ 엽산 섭취량도 권장량에 비해 크게 부족하였다.¹³⁾¹⁴⁾ 지금까지 국내에서 수행된 엽산 섭취량에 관한 자료는 모두 식품빈도조사법¹³⁾¹⁴⁾이나 24시간 회상법¹³⁾ 또는 평량법¹⁵⁾과 같은 간접적 방법을 사용하여 얻어진 것이다. 더욱이 엽산 섭취량 계산에 사용된 엽산 영양가표는 한국인 영양권장량¹⁶⁾과 농촌진흥청에서 발간한 식품성분표¹⁷⁾에 실린 값으로, 이들은 미국의 USDA 식품성분표와 FAO(Food and Agriculture Organization)와 HEW(Dept. of Health, Education and Welfare, US)가 공동 발행한 식품성분표에서 발췌하여 수록한 자료이다. 한국인의 상용 식품에 대한 엽산 분석치는 1970년대에 수행된 3건의 연구에서 밝힌 258종밖에 없는 실정이다.¹⁸⁻²⁰⁾ 최근에 밝혀진 바에 따르면, 식품에 단백질이나 탄수화물 등과 복잡하게 얽혀있는 엽산을 최대한 유리시키기 위해서는 folate conjugase(FC) 외에 α -amylase와 protease를 처리하여야 한다고 하였다.²¹⁾ 이와 같은 세가지 효소의 처리로 모유를 비롯하여 여러 식품의 엽산 함량이 증가했다는 보고가 많았다.²¹⁻²³⁾

이에 본 연구에서는 가임기 여성의 엽산 섭취량과 동 영양상태를 정확하게 파악하기 위해 이들이 하루동안 섭취한 식품 시료를 수거하여 엽산 함량을 직접 분석하였고, 혈액을 취하여 혈장과 적혈구의 엽산 수준을 분석하였다.

연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 1998년 6월부터 11월까지 광주광역시 에 거주하였으며 비임신·비수유 상태에 있었던 15~49세 여성 91명이었다. 이들은 본 연구의 취지에 동의해 자발적으로 참여하였다. 이들 연구대상자를 A군(15~24세), B군(25~34세) 및 C군(35~49세)의 세 연령군으로 구분하였다. 이는 1998년 한국인 출산률 자료를 보면 25~29세 여성의 경우가 천명당 153.9명으로 가장 높았고, 30~34세 여성이 72.9명으로 두번째로 높았는 바²⁴⁾ 주요 출산 연령층인 B군을 중심으로 하여 구분하였다. A, B 및 C군의 대상자는 각각 17명, 37명 및 37명이었다.

2. 엽산과 에너지 섭취량 조사

엽산과 에너지 섭취량을 조사하기 위해 연구대상자로 하여금 하루동안의 식품 섭취량을 스스로 칭량하여 조사지에 기록하게 하였다. 주말과 특별한 날을 제외한 주 중의 하루

를 선택하도록 하여 평상시의 식품섭취상태를 반영하도록 하였다. 저울(SOEHNLE, Germany) 사용법과 기록법을 교육하였으며, 매 식사마다 섭취한 음식의 1/10씩을 칭량하여 용기에 담도록 하였다. 용기는 지퍼가 달린 비닐 팩과 뚜껑이 있는 PVC병이었고 시료의 수분 함유정도에 따라 구분하여 사용하도록 하였다. 식사 시료는 수거할 때까지 냉장 보관하도록 하였다. 수거한 식사 시료는 얼음을 채운 아이스 박스를 이용해 실험실로 옮겼으며, 결속한 상태가 되도록 적당량의 2차 증류수를 넣어 균질화한 후 이를 분주하여 분석 시까지 -20℃에 저장하였다. 에너지 섭취량은 식품섭취상태 자료에 의거하여 영양평가 프로그램(CAN-PRO, 한국 영양정보센터, 서울)을 이용해 산출하였다.

3. 식사 시료의 엽산 분석

식사 시료의 엽산 함량은 Tamura 등²¹⁾이 제시한 trienzyme treatment로 전처리한 후 미생물학적인 분석 방법²⁵⁾을 이용하였다. 식사 시료의 trienzyme 처리 과정은 Fig. 1과 같았다. 즉, 냉동 저장된 식사 시료를 냉장고에 옮겨 해동한 후 1g정도를 취하고, 이에 HEPES-Ches buffer 4mL를 넣어 잘 섞은 다음, 100℃에서 10분간 끓이고, 이를 10,

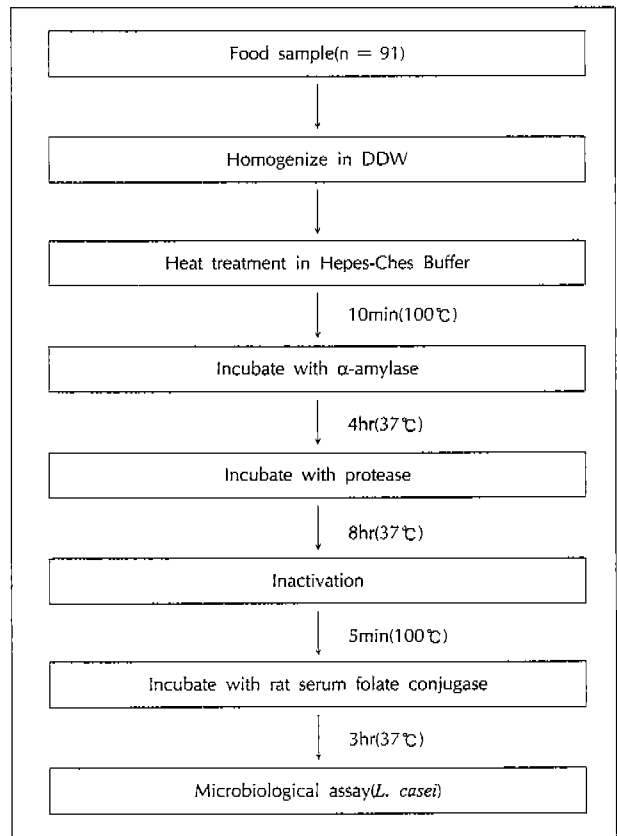


Fig. 1. Flow chart of the trienzyme treatment for food samples prior to micro-assay.

000rpm에서 25분간 원심분리한 후, 상등액을 수집하였다. 상등액 500μl에 0.1M potassium phosphate buffer(1% sodium ascorbate 함유, pH 6.3) 500μl를 가하여 5분간 끓였다. 이중 200μl를 취해, α-amylase 용액(0.05%) 200μl를 가하여 37℃에서 4시간동안 처리한 후, protease 용액(0.02%) 200μl를 첨가하고 37℃에서 8시간동안 처리하였고, 100℃에서 5분간 끓여 효소활성을 정지시켰다. 이를 3,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 수집하였다. 이 상등액 200μl에 rat serum conjugase 용액 20μl와 0.1M potassium phosphate buffer(1% sodium ascorbate 함유, pH 7.0) 380μl를 잘 섞어 37℃에서 3시간동안 처리했다. Trienzyme으로 전처리한 시료를 96-well microplate에 50μl씩 넣었고, 표준용액은 100μl를 넣었으며, 이후 0.1M potassium phosphate buffer로 단계적으로 희석하고, *Lactobacillus casei*(*L. casei*: ATCC 7469) 용액을 접종하여 37℃에서 18시간 배양하였다. 표준용액은 3ng/mL의 folinic acid(Calcium Salt: F7878, Sigma Chemical Co., USA)를 사용하였다. 배양이 끝난 후 96-well microplate의 혼탁도를 microplate reader(EL 800, Bio-Tek Instruments, Inc., USA)를 이용하여 490nm에서 흡광도를 측정했으며 표준용액의 흡광도와 비교하여 엽산 농도를 산출하였다.²¹⁾

4. 혈장과 적혈구의 엽산 수준 분석

1) 혈액 시료의 채취 및 저장

전원 정맥으로부터 12시간 이상 공복 상태에서 약 5mL의 혈액을 취하였다. 적혈구 엽산 함량을 분석하기 위해 전혈 200μl를 1.8mL의 0.1M potassium phosphate buffer(1% sodium ascorbate 함유, pH 6.3)와 혼합하여 -70℃에 저장하였고, 나머지 혈액은 원침시켜 혈장을 분리해 분석 시까지 -70℃에 저장하였다.

2) 혈장과 적혈구의 엽산 수준 분석

혈액의 엽산 수준은 Tamura 등²⁵⁾이 제시한 미생물학적

분석법을 이용하였다. 혈장 엽산 농도는 냉동 저장된 혈장 시료를 냉장고에서 해동하여 100μl를 취해 400μl의 0.1M potassium phosphate buffer(1% sodium ascorbate 함유, pH 6.3)를 이용해 5배 희석하여 사용하였다. 적혈구의 엽산 함량은 상등 buffer 용액과 혼합해 냉동 저장된 전혈 시료를 냉장고에서 해동시킨 후 100μl를 취하여 37℃에서 25분간 가열하여 사용하였다.

전처리한 전혈 및 혈장 시료를, 식사 시료의 분석에서 설명한 바와 같이, 96-well microplate에 각각 20μl와 50μl를 넣었고, 표준용액은 100μl를 넣었다. 이후 단계적 희석, *L. casei* 용액 접종, 배양, 흡광도 측정 및 표준용액 등은 모두 식사 시료 부분에서 서술한 바와 같았다.

적혈구의 엽산 농도는 전혈 농도로부터 다음과 같은 공식으로 산출하였다.

$$\text{Erythrocyte folate concentration(ng/mL)} = \frac{\text{Whole blood folate} - \text{Plasma folate} + \text{Plasma folate} \times \text{Hematocrit}(\%)/100}{\text{Hematocrit}(\%)/100}$$

5. 통계처리

모든 실험 결과는 평균과 표준편차로 표현했다. 세 연령군 사이의 평균의 차이는 일반선형모형(general liner model: GLM)로 통계처리하여 Duncan법으로 유의성을 검증하였다(p < 0.05). 에너지 섭취량과 엽산 섭취량과의 상관 및 혈장과 적혈구 엽산 수준간의 관계는 회귀방정식과 Pearson의 상관계수를 구하여 분석하였다. 모든 통계처리는 SAS(Statistic Analysis System) Program을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상자의 일반 특성

본 연구대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같았다. 전체 대상자의 평균 연령은 32.2 ± 8.7세였으며, A군, B군

Table 1. General characteristics of the subjects by age

	Age groups			Total (15 - 49 yrs) (n = 91)
	A (15 - 24 yrs) (n = 17)	B (25 - 34 yrs) (n = 37)	C (35 - 49 yrs) (n = 37)	
Age(y)	19.0 ± 0.9 ^a	29.6 ± 2.4 ^b	40.9 ± 3.9 ^a	32.2 ± 8.7
Parity(n)	0 ± 0 ^c	1.0 ± 0.8 ^b	2.1 ± 0.8 ^a	1.3 ± 1.1
Weight(kg)	55.1 ± 6.0	53.0 ± 5.9	56.3 ± 5.5	54.8 ± 5.9
Height(cm)	161.1 ± 4.2	159.1 ± 4.4	159.8 ± 3.6	159.8 ± 4.1
BMI(kg/m ²)	21.3 ± 2.1	20.9 ± 4.4	22.1 ± 2.3	21.4 ± 2.2

Values are mean ± standard deviations
Duncan's multiple range test

Vales with different alphabets within the row are significantly different at p < 0.05 by
BMI: body mass index

Table 2. Intakes of folate and energy of the subjects by age

	Age groups			
	A (15 - 24 yrs) (n = 17)	B (25 - 34 yrs) (n = 37)	C (35 - 49 yrs) (n = 37)	Total (15 - 49 yrs) (n = 91)
Folate($\mu\text{g}/\text{d}$)	114.0 \pm 48.1 ^b (49.0 - 221.8)	141.6 \pm 51.7 ^{ab} (51.5 - 285.7)	164.6 \pm 69.5 ^a (89.7 - 354.9)	145.8 \pm 61.3 (49.0 - 354.9)
% RDA	45.6 \pm 19.2 ^b (19.6 - 88.7)	56.6 \pm 20.7 ^{ab} (20.6 - 114.3)	65.8 \pm 27.8 ^a (35.9 - 142.0)	58.3 \pm 24.5 (19.6 - 142.0)
Energy(kcal/d) ^{ns}	1400 \pm 406 (804.0 - 2261.1)	1654 \pm 490 (953.8 - 2745.6)	1732 \pm 453 (851.6 - 2671.6)	1638 \pm 471 (804 - 2745.6)
% RDA	67.0 \pm 19.4 ^b (38.3 - 107.7)	82.7 \pm 24.5 ^a (47.7 - 137.3)	86.6 \pm 22.7 ^a (42.6 - 133.6)	81.4 \pm 23.7 (38.3 - 137.3)
Folate density ($\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$)	81.3 \pm 23.3 (45.0 - 140.2)	89.1 \pm 34.6 (35.4 - 219.3)	97.1 \pm 34.8 (51.2 - 176.2)	90.9 \pm 33.1 (35.4 - 219.3)

Values are mean \pm standard deviations(Ranges are in parentheses)

Vales with different alphabets within the row are significantly different at by Duncan's multiple range test $p < 0.05$

및 C군 각각 19.0 ± 0.9 세, 29.6 ± 2.4 세 및 40.9 ± 3.9 세였다. 전체 대상자의 평균 체중은 $54.8 \pm 5.9\text{kg}$ 이었고, 신장은 $159.8 \pm 4.1\text{cm}$ 이었으며, BMI는 $21.4 \pm 2.2\text{kg}/\text{m}^2$ 으로 한국인 성인 여성의 표준체위와 비슷하였다. 세 연령군별로 체중, 신장 및 BMI에 유의한 차이가 없었다.

2. 엽산 섭취량

본 연구대상자의 엽산 섭취량은 Table 2와 같았다. 전체 대상자 평균은 $145.8 \pm 61.3\mu\text{g}/\text{일}$ 이었으며, 가장 낮은 $49.0\mu\text{g}/\text{일}$ 에서 가장 높은 $354.9\mu\text{g}/\text{일}$ 의 범위를 보였다. 세 연령군별로는 각각 $114.0 \pm 48.1\mu\text{g}/\text{일}$, $141.6 \pm 51.7\mu\text{g}/\text{일}$ 및 $164.6 \pm 69.5\mu\text{g}/\text{일}$ 로, C군의 섭취량이 A군보다 유의하게 많았다($p < 0.05$). 권장량에 대비한 A군, B군 및 C군의 섭취량은 각각 45.6%, 56.6% 및 65.8%로, 세 연령군 모두 권장량에 미달하였다. A군의 섭취량은 가장 낮았으며, 권장량의 50%도 넘지 못하였다. 분석 방법이 달라 직접적인 비교는 어려우나, 본 연구대상자의 엽산 섭취량은 국내에서 보고된 가임기 여성의 엽산 섭취량¹⁹⁾과 비교할 때, 24시간 회상법으로 조사된 결과보다는 높았으나 식품섭취빈도법으로 조사된 결과와는 근사하였다. 본 연구대상자 중 C군의 엽산 섭취량이 유의하게 높았던 점도 상동 문헌에서 30~40대의 섭취량이 20대에 비해 유의성 있게 많았던 점과 일치한다. 또한 본 연구의 A군의 섭취량은 칭량법으로 식사섭취상태를 조사하여 엽산영양가표를 이용해 산출한 여대생의 엽산 섭취량²⁰⁾과 크게 다르지 않았다. 그리고 B군의 경우는 식품섭취빈도법으로 조사된 임신부와 수유부의 엽산 섭취량²¹⁾과 유사하였다. 이러한 결과를 종합할 때 식사를 통한 엽산 섭취량은 연령층에 따라 다르며, 연령이 높아지면서 섭취량이 증가하는 것은 채소류 또는 두류 등 엽

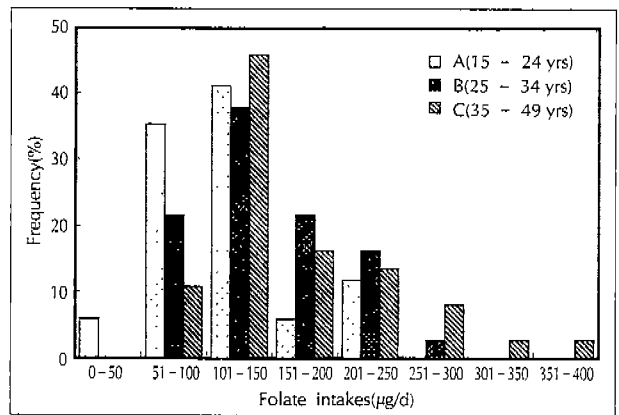


Fig. 2. Frequency distribution of folate intake by age.

산 함량이 높은 식품의 섭취량이 증가하기 때문이 아닌가 생각된다. 현대선 등¹⁵⁾은 국내에서 조사된 엽산 섭취량이 매우 낮은 이유로 엽산 영양가표의 미비와 함께 엽산 영양가표 상의 분석치가 부적절한 분석법으로 인해 낮게 측정된 자료일 가능성을 들었다. 그러나 본 연구결과는 개개 식품의 엽산 함량의 정확성을 논할 수는 없으나, 전체적으로 보아 현재 국내에서 유용한 엽산 영양가표를 이용해 산출된 값이 실제 섭취량에 가까운 추정치를 제공한다는 점을 증명해 준다. 본 연구에서 식사 시료의 엽산 분석에 사용한 방법은 총 엽산 함량 분석법으로는 가장 개선된 방법²¹⁾이다. FC를 처리했을 뿐만 아니라 FC 처리에 앞서 엽산 분자의 방출을 용이하게 하기 위해 α -amylase와 protease를 처리하였다.

본 연구대상자의 엽산 섭취량은 미국에서 실시된 가장 최근의 건강영양조사(NHANES III)의 결과⁷⁾인 성인 여성의 평균 섭취량 $236\mu\text{g}/\text{일}$ 이나 네델란드 여성의 섭취량인 $270\mu\text{g}/\text{일}$ 보다 낮았다.²⁶⁾ 영국에서 조사된 10대 여성의 엽산 섭

취량 중앙값은 235 μ g/일이었다.²⁹⁾ 이는 곡채식 문화권에 속한 한국인의 엽산섭취상태가 생각과는 달리 취약함을 드러내준다. 아마도 최근에 식품섭취 양상이 빠르게 서구화되고 있으나 미국을 비롯한 서구 국가들에 비해 엽산강화식품이 많지 않은 점이 한가지 이유일 것이라 추측된다. Brown 등²⁸⁾은 엽산강화 시리얼 등 강화식품의 섭취가 적혈구 엽산 농도를 예견하였다고 하였는 바, 이는 강화식품이 엽산 공급에 큰 비중을 갖는다는 점을 시사한다.

Fig. 2에 본 연구대상자의 세 연령군별 엽산 섭취량 분포를 나타내었다. 세 연령군 모두 101~150 μ g/일을 섭취하는 사례가 가장 많았다. 그러나 A군은 B군 및 C군에 비해 왼쪽으로 많이 치우쳐 있어 A군의 엽산섭취상태가 다른 두 군보다 취약함을 나타냈다. 권장량(250 μ g/일)에 대비한 섭취율은 Fig. 3과 같았다. 권장량의 75% 미만을 섭취한 사례는 전체 대상자의 경우 78.1%였고, 50% 미만도 48.4%이었으며, 25% 미만은 2.2%였다. 대상자의 6.6%만이 권장량을 상회하였고, 이중 1.1%는 125% 이상을 섭취하기도 했다. 권장량의 반도 섭취하지 못한 대상자는 A군의 경우 76.5%이었고 B군 및 C군에서도 각각 45.9%와 37.8%를 이었다. 이러한 결과는 앞서 언급한 바, 한국인 가임기 여성의 엽산 섭취량이 권장량에 크게 부족하며 특히 15~24세 연령층이 더욱 취약함을 보여준다.

3. 에너지 섭취량과 엽산 섭취량과의 관계

본 연구대상자의 에너지 섭취량은 Table 2과 같았다. 전체 대상자의 평균은 1638 \pm 471kcal/일이었다. A군, B군 및 C군별 섭취량은 각각 1400 \pm 406kcal/일, 1654 \pm 490 kcal/일 및 1732 \pm 453kcal/일로 세 연령군간에 유의한 차이는 없었으나 A군이 크게 낮은 경향이었다. 권장량 대비 에너지 섭취율은 유의성을 보였는 바, A군이 다른 두 군에 비해 유의하게 낮았다(p<0.05). 연령과 에너지 섭취량은 유의한 상관관계(r = 0.2520, p < 0.05)를 보여 연령이 높을수록 에너지 섭취량이 많음을 확인할 수 있었다. B군과

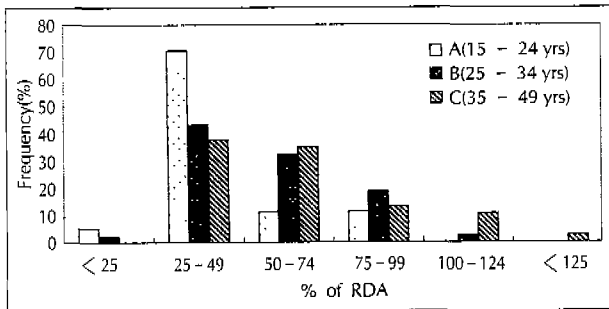


Fig. 3. Frequency distribution of percentage of folate intake to Korean RDA in the subjects by age.

C군의 에너지 섭취량은 김연수 등¹³⁾의 20대 여성 및 30~40대 여성의 자료와 각각 근사하였다. 그러나 A군의 에너지 섭취량이 지나치게 낮은 점은 본 연구에서 에너지 섭취량을 자가 칭량법으로 조사하였는 바, 칭량 또는 시료 수거 등의 불편함이 이들의 식사섭취상태에 영향을 끼쳤으리라 여겨진다. A군에 속한 대상자들의 BMI가 21.3 \pm 2.1kg/m²인 점을 생각할 때, 휴식 시 대사량과 활동계수를 측정하여 에너지 소비량에 관한 내용이 보완되어야 확실하게 평가할 수 있을 것이나, 섭취량이 낮게 평가되었을 가능성이 크다. 최근에 국내에서 보고된 여대생 집단의 에너지 섭취량을 보면 1529(885~2730)kcal/일²⁹⁾ 또는 1624kcal/일³⁰⁾ 등으로 저 에너지 섭취상태의 특성이 있음을 알 수 있다. 여대생을 비롯한 10대 후반과 20대 초반 여성의 영양상태와 에너지 대사 균형에 대한 연구가 요망된다.

본 연구대상자의 엽산 섭취량은 에너지 섭취량과 고도의 유의한 상관관계(r = 0.5050, p < 0.001)를 보였다(Fig. 4). 이 점은 김연수 등이 이미 밝힌 내용(r = 0.59, p < 0.001)과 일치한다.¹³⁾ 이로 미루어 식품 섭취량이 절대적으로 많아야 엽산 섭취량도 확보될 것으로 판단되며, 에너지 섭취량이 적은 경우는 엽산 밀도가 높은 식품을 선택해야 엽산 권장량을 충족할 수 있을 것이다. 본 연구대상자가 섭취한 식사의 엽산 밀도는 전체 대상자의 평균은 90.9 \pm 33.1 μ g/1000kcal이었고, A군, B군 및 C군 각각 81.3 \pm 23.3 μ g/1000kcal, 89.1 \pm 34.6 μ g/1000kcal 및 97.1 \pm 34.8 μ g/1000 kcal로, 연령이 높아지면서 엽산 밀도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 유의성은 없었다(Table 2). 이는 앞서 언급한 바, 연령군마다 식품섭취 양상이 다르며 연령의 증가는 엽산 함량이 높은 식품에 대한 선호도를 증가시키는 것으로 보인다. 총 식품 섭취량 즉, 에너지 섭취량이 적은 경우 엽산 밀도가 높은 식사를 섭취해야 엽산 섭취량이 증가할 것

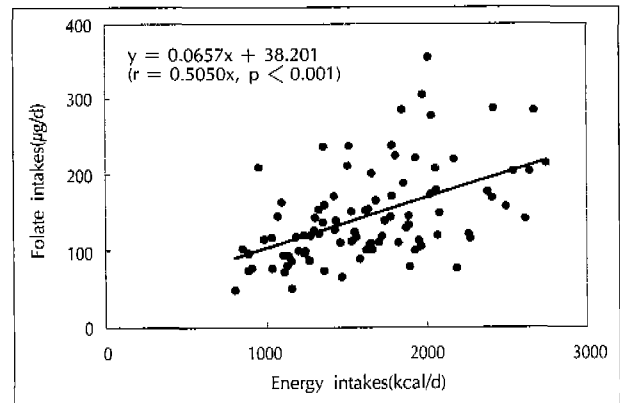


Fig. 4. Regression equations and correlation coefficients between energy intakes and folate intakes.

이나, A군 식사의 엽산 밀도가 가장 낮은 수준을 보인 것은 우려할만 하다. 앞으로 연령군별로 엽산 급원식품에 어떠한 차이가 있는지 규명해 볼 필요가 있겠다. 만일 본 연구대상자들이 동일한 식사로 에너지 권장량을 충족한다면 엽산 섭취량은 183.2 μ g/일에 달할 것이다. 또한 만일 에너지 섭취량을 그대로 유지하면서 엽산 권장량을 충족하려면 엽산 밀도가 152.6 μ g/1000kcal 정도로 높은 식사를 해야 할 것이다. 따라서 에너지 섭취량을 늘리면서 동시에 엽산 밀도가 높은 식사를 취해야 엽산 권장량을 충족할 수 있으리라 여겨진다.

4. 혈장 및 적혈구의 엽산 농도 및 기타 혈액학적 특성

본 연구대상자의 혈장과 적혈구의 엽산 농도는 Table 3과 같았다. 혈장 엽산 농도는 전체 대상자 평균은 6.0 \pm 0.7ng/mL였고, A군, B군 및 C군은 각각 6.0 \pm 0.9ng/mL, 5.9 \pm 0.6ng/mL 및 6.1 \pm 0.7ng/mL로 연령군별로 다르지 않았다. 적혈구의 엽산 함량은 전체 대상자 평균은 266.3 \pm 62.5ng/mL이었고, A군, B군 및 C군 각각 243.1 \pm 68.6ng/mL, 280.6 \pm 62.0ng/mL 및 260.1 \pm 59.1ng/mL로 역시

연령군별로 차이가 없었다. Table 4와 같이 혈장과 적혈구 엽산 농도가 각각 결핍 수준인 3ng/mL와 140ng/mL 미만인 대상자는 한명도 없었다. 적혈구 엽산 함량이 한계결핍(140~156ng/mL)을 보인 대상자는 한 명뿐이었다. 그러나 전체 대상자의 62.6%가 한계결핍역인 3~5.9ng/mL의 혈장 엽산 농도를 보였다. 세 연령군별로는 각각 70.6%, 67.6% 및 54.1%이었다. 혈장 엽산 농도가 6ng/mL 이상인 정상 수준에 있는 경우는 전체 대상자의 37.4%이었고, A군의 경우는 29.4%에 불과했다. 미국 저소득계층 청소년의 약 40%가 결핍 수준의 적혈구 함량을 나타냈고,³¹⁾ 미국의 사춘기 여학생 중 13%와 48%가 각각 혈장 및 적혈구 엽산 수준이 결핍상태였다.³²⁾ 이러한 결과와 비교할 때, 본 연구대상자의 엽산상태는, 엽산 섭취량이 권장량에 비해 상당히 부족함에도 불구하고, 불량한 정도가 덜하다고 판단된다. 그러나 대부분의 가임기 여성이 한계결핍 수준의 혈장 엽산 농도를 보인 점으로 미루어 이들의 엽산섭취수준이 최저 필요량을 충족하는 선이 아닌가 여겨진다. 김연수 등¹³⁾은 가임 여성(20~49세, 293명)의 엽산 섭취량인 124 μ g/일

Table 3. Plasma folate and erythrocyte folate concentrations in the subjects by age

	Age groups			
	A (15 - 24 yrs) (n = 17)	B (25 - 34 yrs) (n = 37)	C (35 - 49 yrs) (n = 37)	Total (15 - 49 yrs) (n = 91)
Folate concentrations(ng/mL)				
Plasma	6.0 \pm 0.9 (5.1 - 8.1)	5.9 \pm 0.6 (5.1 - 7.6)	6.1 \pm 0.7 (5.2 - 7.9)	6.0 \pm 0.7 (5.1 - 8.1)
Erythrocyte	243.1 \pm 68.6 (151.2 - 432.3)	280.6 \pm 62.0 (193.3 - 421.0)	260.1 \pm 59.1 (159.4 - 417.4)	266.3 \pm 62.5 (151.2 - 432.3)
Hb(mg/dL)	13.6 \pm 0.6	13.1 \pm 1.0	13.5 \pm 1.0	13.3 \pm 1.0
Hct(%)	41.3 \pm 3.0 ^a	38.5 \pm 3.1 ^b	40.2 \pm 2.9 ^a	39.7 \pm 3.2

Values are mean \pm standard deviations(Ranges are in parentheses)

Values with different alphabets within the row are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

Hb: Hemoglobin ; Hct: Hematocrit

Table 4. Distribution(%) of the subjects by folate levels of plasma and erythrocyte

Age groups	Plasma(ng/mL)			Erythrocyte(ng/mL)		
	Deficiency (< 3)	Marginal def. (3 - 5.9)	Adequate (\geq 6)	Deficiency (< 140)	Marginal def. (140 - 156)	Adequate (\geq 157)
A (15 - 24 yrs) (n = 17)	0	70.6	29.4	0	0	0
B (25 - 34 yrs) (n = 37)	0	67.6	33.4	0	0	0
C (35 - 49 yrs) (n = 37)	0	54.1	45.9	0	2.7	97.3
Total (15 - 49 yrs) (n = 91)	0	62.6	37.4	0	1.1	98.9

은 체내 엽산 수준을 정상으로 유지할 수 없는 불량한 수준이었다고 평가하였는 바, 본 연구결과는 이보다 40 μ g이 많은 146 μ g이었다. 미국의 건강한 성인 여성의 경우 200~250 μ g/일의 엽산이 체내 엽산 수준을 정상으로 유지하는데 필요한 양이라고 한 평형 연구가 밝혔다.¹¹⁾ 그러나 동 연구자들은 엽산 저장량을 확보하는데는 300 μ g/일이 요구된다고 하였다. 앞으로 한국인을 대상으로 한 평형연구가 수행되어야 보다 확실하게 엽산 필요량을 얻을 수 있을 것이다. 아울러 15~24세의 젊은 연령층이 가장 취약한 엽산상태를 보인 점에 대해서 관심을 가질 필요가 있다고 생각된다.

혈색소 농도(Hb)와 적혈구 용적비(Hct)는 Table 3과 같았다. 전체 대상자의 평균 Hb 농도는 13.3 \pm 1.0mg/dL였고, 세 연령군간 모두 이와 근사해 연령군별 차이를 보이지 않았다. 그러나 B군이 A군 및 C군에 비해 낮은 경향이었다. Hct치는 전체 대상자 평균은 39.7 \pm 3.2%였고, 38.5 \pm 3.1%를 보인 B군이 41.3 \pm 3.0%의 A군과 40.2 \pm 2.9%를 보인 C군에 비해 역시 유의하게 낮았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 B군이 현재 주요 출산 연령군인 점을 생각할 때, 임신과 수유에 따른 영향을 받고 있는 상태라서가 아닌가 추측된다.

요약 및 결론

본 연구의 91명 전체 대상자의 평균 엽산 섭취량은 145.8 \pm 61.3 μ g/일이었고, 17명 A군(15~24세), 37명 B군(25~34세) 및 37명 C군(35~49세)은 각각 114.0 \pm 48.1 μ g/일, 141.6 \pm 51.7 μ g/일 및 164.6 \pm 69.5 μ g/일이었다. C군의 섭취량이 A군보다 많았으나($p < 0.05$), 세 군 모두 권장량에 미달하였다. 특히 A군의 섭취량은 권장량의 50% 미만으로 섭취상태가 극히 불량함을 나타냈다. 에너지 섭취량은 전체 평균이 1638 \pm 471kcal/일이었으며 역시 권장량에 미달하였다. 권장량 대비 에너지 섭취율도 A군이 C군에 비해 낮아($p < 0.05$), A군은 엽산 섭취량과 더불어 에너지 섭취량도 취약했다. 에너지 섭취량은 엽산 섭취량과 고도의 유의한 상관관계($r = 0.5050$, $p < 0.001$)를 보였다. 혈장 엽산 농도는 전체 평균 6.0 \pm 0.7ng/mL였고, A군, B군 및 C군 각각 6.0 \pm 0.9ng/mL, 5.9 \pm 0.6ng/mL 및 6.1 \pm 0.7ng/mL로 세 연령군간에 차이를 보이지 않았다. 적혈구 엽산 함량은 전체 평균은 266.3 \pm 62.5ng/mL였고, A군, B군 및 C군은 각각 243.1 \pm 68.6ng/mL, 280 \pm 62.0ng/mL 및 260.1 \pm 59.0ng/mL로 혈장 엽산 농도와 마찬가지로 세 연령군간에 차이를 보이지 않았다. 혈장(< 3ng/mL) 및 적혈구(< 140ng/mL) 엽산 수준이 결핍상태에 속한 대

상자는 한명도 없었으나, 62.6%의 혈장 엽산 농도가 한계 결핍(3~5.9ng/mL) 수준에 있었다.

이러한 연구결과를 종합해 볼 때, 가임기 연령층의 한국인 여성들은 엽산 섭취량과 에너지 섭취량이 권장량에 크게 부족한 상태이며 특히 15세에서 24세까지의 연령층이 가장 취약하다는 점을 알 수 있었다. 그럼에도 불구하고 본 연구 대상자 중 아무도 혈장이나 적혈구의 엽산 수준이 결핍상태에 있지 않았던 점은 본 조사결과 나타난 엽산 섭취량이 최저 필요량을 충족하는 수준이 아닌가 생각해 볼 수 있겠다. 본 연구대상자의 2/3 정도가 한계결핍역의 혈장 엽산 농도를 보인 점은 이를 뒷받침한다. 따라서 엽산상태를 평가하는 여러 기능적 지표를 분석한다면 이들의 기능적 엽산상태가 좀 더 드러나리라고 예상된다. 따라서 가임기 여성의 엽산영양상태를 향상하기 위해서는 에너지 섭취량을 늘리거나, 고엽산 함유 식품의 섭취를 통해 식사의 엽산 밀도를 높여야 할 것이다. 또한 임신의 결과에 미치는 엽산영양상태의 중요성을 생각할 때, 가임기때부터 엽산 영양에 대한 영양교육이 행해진다면 바람직한 것으로 생각된다. 한편 본 연구결과는 엽산 영양가표를 통해 산출하는 엽산 섭취량 자료가 분석치와 크게 다르지 않아 간접적으로 구한 계산치에 신뢰성이 있음을 확인해 주었다.

Literature cited

- 1) Hibbard BM. Folate and fetal development. *Br J Obstet Gynaecol* 100: 307-309, 1993
- 2) Institute of Medicine. Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B₆, folate, vitamin B₁₂, pantothenic acid, biotin, and choline. National Academy Press, Washington DC, pp.157, 1999
- 3) Grimes DA. Unplanned pregnancies in the US. *Obstet Gynecol* 67: 438-442, 1986
- 4) Public Health Service. Recommendations for the use of folic acid to reduce number of cases of spina bifida and other neural tube defects. *MMWR* 41: 1-7, 1992
- 5) Subar AF, Block G, James LD. Folate intake and food sources in the US population. *Am J Clin Nutr* 50: 508-516, 1989
- 6) Nationwide Food Consumer Continuing Survey of Food Intakes by Individuals. Women 19-50 years and their children 1-5 years. US Dept of Agriculture, Washington DC, pp.98, 1987
- 7) Alimo K, McDowell MA, Briefel RR, Bischof AM, Caughman CR. Dietary intake of vitamins, minerals, and fiber of persons ages 2 months and over in the United States: Third National Health and Nutrition Examination Survey, Phase 1, 1988-1991, Advanced data from vital and health statistics, No 258 National center for health statistics, Hyattsville, 1994
- 8) Food and Drug Administration. Food Standards: amendment of standards identity for enriched grain products to require addition of folic acid. *Federal Register* 61: 8781-8797, 1996
- 9) Hine RJ. What partitioners need to know about folic acid. *J Am Diet Assoc* 96: 451-452, 1996
- 10) FAO. Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin B12. Re-

- port of Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Series No. 23. Food and Agriculture Organization, Rome, pp. 107, 1988
- 11) Sauberlich HE, Kretsch MJ, Skala JH, Johnson HL, Taylor PC. Folate requirement and metabolism in nonpregnant women. *Am J Clin Nutr* 46: 1016-1028, 1987
 - 12) Chang N, Kang M, Paik HY, Kim IH, Cho YW, Paik SC, Shin YW. Serum folate and iron levels of pregnant, lactating and non-pregnant, non-lactating women. *Korean J Nutrition* 26: 67-75, 1993
 - 13) Kim Y, Kim K, Chang N. Dietary folate intake of Korean women of childbearing age. *Korean J Nutrition* 32: 585-591, 1999
 - 14) Kang M, Chang N. Effect of dietary folate intakes on serum folate levels of pregnant and lactating women. *Korean J Nutrition* 26: 433-442, 1993
 - 15) Hyun TS, Han YH, Lim YH. Blood folate level determined by a microplate reader and folate intake measured by a weighed food record. *Korean J Community Nutrition* 4: 512-20, 1999
 - 16) Recommended Dietary Allowances for Koreans, 6th revision. The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
 - 17) Food Composition Table, 5th revision. National Rural Living Science Institute, Suwon, 1996
 - 18) Kim YM. The measurement of folacin content in Korean foods. Part 1. folate distribution in vegetables. *Korean J Nutrition* 10: 84-91, 1977
 - 19) Kim YM. The measurement of folacin content in Korean foods. Part 2. folate distribution in fruits. *Korean J Nutrition* 10: 92-96, 1977
 - 20) Kim YM. The measurement of folacin content in Korean foods. Part 3. folate distribution in various foods. *Korean J Nutrition* 12: 53-63, 1979
 - 21) Tamura T, Mizuno Y, Johnston KE, Jacob RA. Food folate assay with protease, α -amylase, and folate conjugase treatment. *J Agri Food Sci* 45: 135-139, 1997
 - 22) Pfeiffer CM, Rogers LM, Gregory JF. Determination of folate in cereal-grain food products using trienzyme extraction and combined affinity and reversed-phase liquid chromatography. *J Agri Food Chem* 45: 410-413, 1997
 - 23) Lim HS, Mackey AD, Tamura T, Wong SC, Picciano MF. Measurable human milk folate is increased by treatment with α -amylase and protease in addition to folate conjugase. *Food Chem* 63: 401-407, 1998
 - 24) National Health Survey. Korean Institute for Health and Social Affairs, Seoul, 1999
 - 25) Tamura T. Microbiological assay of folate. In: Folic Acid Metabolism in Health and Disease, eds MF Picciano, ELR Stokstad, JF Gregory III. pp.121-137, Wiley-Liss, New York, 1990
 - 26) Brussaard JH, Lowik MR, van den Berg H, Brants HA, Goldbohm RA. Folate intake and status among adults in the Netherlands. *Eur J Clin Nutr* Nov, 51(Suppl 3): 46-50, 1997
 - 27) Wild J, Schorah CJ, Mande K, Levene MI. Folate intake in young women and their knowledge of preconceptional folate supplementation to prevent neural tube defects. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 70: 185-189, 1977
 - 28) Brown JE, Jacobs DR, Hartman TJ, Barosso GM, Atang JS, Gross MD, Zeuke MA. Predictors of red blood cell folate level in women attempting pregnancy. *J Am Med Assoc* 277: 548-553, 1997
 - 29) Lee YK, Sung CJ, Choi MK. A study on sodium and potassium balance of college women in Seoul. *Korean J Community Nutrition* 4: 375-381, 1999
 - 30) Kim MK, Lee JY. A study on nutritional status and one serving size of commonly consumed dish in Korean college women. *J Korean Soc Dietary Culture* 9: 401-410, 1994
 - 31) Bailey LB, Wagner PA, Davis CG, Dinning JS. Food frequency related to folacin status in adolescents. *J Am Diet Assoc* 84: 801-804, 1984
 - 32) Clark AJ, Mossholder S, Gates R. Folacin status in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 46: 302-306, 1987