

일부 한국인 여대생의식이섭취와 소변배설을 통해 평가한 thiamin의 영양상태에 관한 연구

조 미 영 · 백 희 영*
숙명여자대학교 가정대학 식품영양학과
서울대학교 가정대학 식품영양학과*

Thiamin Nutritional Status of Korean Female College Students Assessed by Dietary Intake and Urinary Excretion Levels

Cho, Mi Young · Paik, Hee Young*
Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women University, Seoul, Korea
Department of Food and Nutrition,* Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to assess thiamin nutritional status in Korean female college students on normal diet. Weighed food records and 24-hour urine samples were collected from subjects for three days. Mean daily intake of thiamin was calculated from food records. Pooled urine samples were analyzed for thiamin and creatinine. Mean daily intake of thiamin was 0.72 ± 0.22 mg, 72% of Korean RDA for the group. Thiamin intake per 1000kcal was 0.4997 ± 0.09 mg, which is close to the RDA. Mean daily urinary excretion of thiamin were 130.11 ± 71.06 μg/24 hr and 180.59 ± 129.79 μg/g creatinine. Mean daily thiamin intake(mg/day), but not thiamin intake per 1000kcal was showed by positive correlated with urinary excretion of thiamin($p < 0.01$). Thiamin nutritional status of the subjects based on 24-hour urinary excretion of thiamin was deficient in one subject(19%), low in nineteen subjects(36.5%), and acceptable in thirty two subjects(61.5%). Only six subjects were in low thiamin status based on thiamin excretion per gram creatinine. Therefore, total urinary excretion of thiamin seems to be more sensitive to marginal thiamin deficiency compared to urinary excretion per gram creatinine. From the results of the study, the prevalence of marginal thiamin deficiency seems to be high among young Korean adult women.

KEY WORDS : thiamin intake · urinary thiamin excretion · thiamin deficiency.

서 론

Thiamin은 필수영양소로 육류, 콩류, 곡류가 주요
채택일 : 1994년 12월 26일

급원식품이며 체내에서 thiamin pyrophosphate(TPP) 형태로 효소들의 보조인자로 작용한다¹⁾. TPP가 조 효소로 작용하는 반응은 α-ketoacid의 산화적 탈탄산 반응(oxidative decarboxylation)과 pentose phosphate

pathway에서 transketolase 반응과 glyoxalate와 α -keto-glutarate가 2-hydroxy-3-keto adipate로 축합하는 반응 등으로 에너지 대사에서 중요한 역할을 한다²⁾³⁾.

식품으로 섭취된 thiamin은 소장에서 흡수되며 체 내에 머무르는 시간이 짧아 빠른 속도로 소변으로 배설되고⁴⁾ 그 형태는 thiamin 그자체로 배설되거나, 분해되어 thiamin acetic acid 또는 pyrimidine, thioxolic moieties의 대사체(metabolite)로 배설된다⁵⁾. Pearson 등은 동물실험에서 소변중 thiamin의 배설량이 100 μ g에서 8 μ g까지 감소될 때 thiamin 자체 배설량이 17%에서 1.2%로 감소되며 thiamin 대사체 배설량은 56%에서 54%로 적게 감소함을 보여 소변중 thiamin 배설량이 감소될 때 thiamin 대사체보다 thiamin 자체의 배설량이 감소됨을 밝혔다⁶⁾.

소변중 thiamin의 배설량은 매일의 변이(daily variation)가 크지만 최근의 섭취량과 임상적인 결핍상태를 기초로 thiamin 결핍을 진단하는데 적절한 방법으로 보고되고 있다⁷⁻⁹⁾. 소변중 thiamin 배설량은 24시간뇨를 수거하여 측정하는 것이 이상적이거나 수시뇨를 사용하기도 한다. Oldham 등¹⁰⁾, Plough와 Bridgforth¹¹⁾는 thiamin의 24시간 소변의 배설량과 식이 섭취량과의 유의적인 상관관계가 있음을 밝혔으며, Plough와 Consoloazio 등은 수시뇨로 분석했을 때 creatinine 1g당 thiamin 배설량도 섭취량과 유의적인 상관관계가 있음을 보였다¹²⁾. 따라서 24시간뇨는 총 배설량(μ g/day)으로 수시뇨는 배설되는 creatinine의 양을 기준으로 creatinine 1g당 배설량(μ g/g creatinine)으로 제안되고 있으나¹²⁾ 24시간뇨가 수시뇨보다 더욱 신뢰할만한 정보를 제공해준다고 한다¹⁾.

현재 우리나라의 thiamin 권장량은 열량 1000kcal당 0.5mg 정도로 환산하여 성인남성의 경우 1.25mg, 성인여성의 경우 1.0mg을 권장하고 있다¹³⁾. 우리나라 사람들의 thiamin 섭취수준은 1991년 보건사회부의 국민영양조사보고서에서 국민 한사람의 1일 평균 섭취량은 1.15mg으로 영양소요량에 대하여 109.9%로 나타났으며¹⁴⁾ 여대생을 대상으로 실시된 식이섭취 조사에서는 이해성 등¹⁵⁾은 1.2 \pm 0.3mg, 이기열 등¹⁶⁾은 1.0 \pm 0.2mg, 최미영 등¹⁷⁾은 1.36 \pm 0.36mg으로 1일 평균 섭취량이 대상자들의 영양권장량보다 높게 나타났다. 그러나 역시 여대생을 대상으로 조사한 계

승희¹⁸⁾와 이해영¹⁹⁾은 1일 평균 thiamin 섭취량이 각기 0.87 \pm 0.4mg, 0.85 \pm 0.18mg 수준으로 권장량¹³⁾에 비교했을 때 87%, 85%의 비율을 나타내어 대상자에 따라 섭취수준의 차이가 크게 나타났다.

우리나라 사람들의 thiamin 영양상태를 생화학적 방법을 이용하여 연구한 논문으로 채범석²⁰⁾은 21~30세의 남·여성인 25명을 대상으로 적혈구의 효소활성(Erythrocyte Transketolase Activity: ETKA)을 이용하여 thiamin의 영양상태를 평가하였을 때 이들의 평균 효소 활성계수(activity coefficient)는 1.18이었으며 남·여간의 차이는 없었다. Brin¹⁾이 제시한 기준에 따라 한계적(marginal: 1.14~1.24)인 대상자는 25명중 12명이었고 결핍(deficient: \geq 1.25)인 대상자는 6명이었다. 그러나 동연구는 대상자들의 thiamin 섭취량을 조사하지않아 thiamin의 섭취상태와 생화학적 영양상태의 관계를 분석할 수 없다. 그 이외의 우리나라의 thiamin 영양상태 평가자료는 주로 식이 섭취조사 결과이며 생화학적 상태평가와 병행하여 비교한 연구는 없다¹⁵⁻²⁰⁾.

그러므로 본 연구는 외견상 건강한 여대생 52명을 대상으로 평상시와 같은 식사와 활동을 하게 하면서 3일간 food record법에 의해 thiamin의 섭취량을 조사하고 3일간의 소변을 수집하여 thiamin 배설량을 측정하여 thiamin의 영양상태를 평가하고자 시행되었다.

연구내용 및 방법

1. 조사대상 및 방법

본 연구는 서울시내에 거주하는 외견상 건강한 여대생 52명을 대상으로 1992년 5월부터 6월까지 조사하였다. 대상자들은 실험기간중 어떠한 약제도 복용하지 않도록 했고 평소의 식습관을 유지하도록 했다. 실험방법은 3일간 식이섭취조사(Weighed Food Record)를 하게 하였고, 식이섭취조사를 하는 동안에 24시간 단위로 3일간 뇨를 전량 수집하였다.

2. 식이섭취조사

식이섭취조사는 조사기간중 각 여대생들이 자유롭게 연속 사흘을 선택하여 식이섭취중량기록법(Wei-

ghed Food Record)으로 섭취하는 모든 음식의 종류, 분량, 재료명을 기록하였다. 정확한 기록을 위해 1 kg까지 측정할 수 있는 저울을 나누어주어 항상 휴대하게 하였다. 식이섭취조사 결과는 각 음식을 조리하기전 식품의 실중량으로 환산한 후 식품성분표²¹⁾를 이용하여 매일의 열량과 thiamin의 섭취량을 계산한 후 1일 평균 섭취량을 계산하였다.

3. 소변의 수거와 분석

본 실험에 사용된 소변의 시료는 식이섭취조사를 시작한 다음날부터 연속 3일간 24시간뇨를 수거하였다. 24시간뇨는 첫날 아침 첫 소변을 버린후 두번째 소변부터 다음날 아침 첫 소변까지 수거한 것으로 하였다. 뇨는 toluene이 약 1ml가 들어있는 용량 2L의 플라스틱 불투명 채뇨용기를 사용하여 수집하였다. 채뇨용기는 뇨수집시 외에는 항상 냉장고에 보관하도록 했다. 수집한 뇨는 mess cylinder로 총량을 측정된 다음 잘 섞어서 일부를 취하여 진한 HCl로 pH 2-3으로 맞춘뒤 -20°C에서 냉동보관하였다.

소변의 thiamin은 Leveille²²⁾의 modified thiochrome방법으로 분석하였다. 이 방법은 소변을 알카리화하여 산화제를 넣어 thiamin을 thiochrome으로 변화시킨 다음 isobutanol로 thiochrome을 추출하는 것으로 excitation 파장 365nm, emission 파장 435nm에서 spectrofluorometer(RF-450)를 사용하여 형광도를 측정하였다. 분석할 때마다 맹검(blank), 시료, 시료에 표준물질을 첨가한 것을 한꺼번에 실시하여 제시된 식에 따라 시료의 thiamin 함량을 환산하였다²²⁾. 소변중 creatinine은 24시간뇨를 사용하여 Jaffe method(영동시약, creatinine kit)로 측정하였다²³⁾. 실험시 각시료마다 3회이상 측정하여 평균값을 사용하였다.

4. 자료통계분석

모든 실험결과는 Quattro pro와 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 1일과 3일의 평균과 표준편차 또는 CV(Coefficient of Variation)값을 계산하였다. 또한 신뢰수준 95%수준으로 correlation coefficient(r), regression analysis를 구하고, χ^2 -test, t-test로 유의성을 검정하였다.

실험결과 및 고찰

3일간의 Food Record에 의한 1일 평균 열량 섭취량은 1463±415.4kcal였고 thiamin의 1일 평균 섭취량은 0.72±0.22mg이며 에너지 1000kcal당 thiamin 섭취량은 0.50±0.09mg이었고, 탄수화물 100g당 thiamin 섭취량은 0.32±0.06으로 나타났다(Table 1).

대상자들의 1일 평균 thiamin 섭취량은 영양권장량¹³⁾의 72%정도였으며 1mg이하를 섭취하는 대상자는 45명(86.54%)이었고 권장량의 75%이하 수준을 섭취하는 대상자가 34명(65.4%)이었다. 반면 에너지 1000kcal당 평균 섭취량은 권장량(0.5mg) 수준이었으며 0.5mg이하로 섭취하는 대상은 28명(53.85%)이었다. 그러므로 대상자들이 섭취하는 식이의 thiamin 함량은 부족하지 않으나 식이의 총섭취량이 부족하기 때문에 thiamin 섭취량은 부족한 것으로 생각되므로 식품의 섭취량을 증가시켜 열량과 thiamin 섭취량을 증가시켜야 할 것으로 사료된다. 영양소 섭취량의 변이계수(coefficient of variation)를 비교하면 열량과 thiamin 총섭취량에 비하여 1000kcal당 섭취량의 경우 변이계수가 작았다. 이는 대상자들의 식이에서 열량이나 thiamin 함량에 비하여 thiamin의 밀도는 비교적 차이가 적음을 나타낸다. 대상자들의

Table 1. Mean daily nutrient intakes of the subjects by 3-day food record(n=52)

Nutrients	Mean	SD ¹⁾	C.V. ²⁾	Median	RDA ³⁾
Energy(kcal)	1,463	415.4	28.40	1,446.85	2,000
Thiamin intake					
*(mg/day)	0.72	0.22	30.92	0.68	1.0
*(mg/1,000kcal)	0.50	0.09	18.41	0.50	0.5

1) Standard Deviation

2) Coefficient of Variation

3) Recommended Dietary Allowance for Koreans, 5th edition³⁵⁾

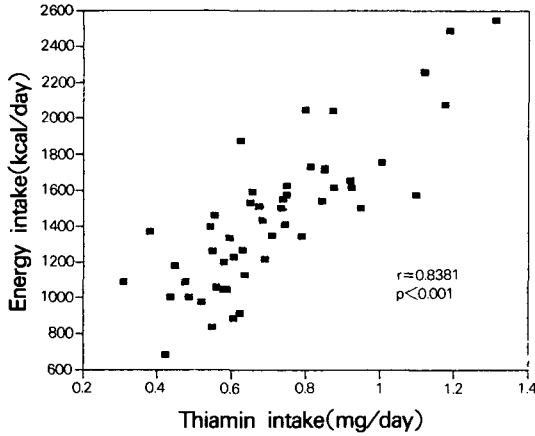


Fig. 1. Scattered plot of thiamin and energy intake.

Table 2. Urinary excretion of thiamin and creatinine (n=52)

	Mean	C.V. ¹⁾	Median
Thiamin (μg/24hr)	131.11	69.66	113.49
Thiamin (μg/g creatinine)	180.59	72.05	141.20
Creatinine excretion (g/day)	0.80	23.17	0.79

1) Coefficient of Variation of mean

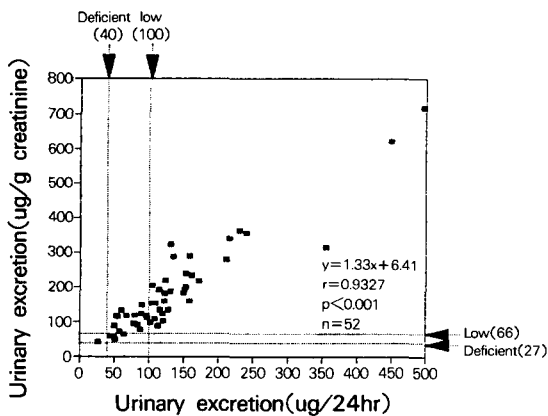


Fig. 2. Scattered plot of urinary thiamin excretion.

thiamin 섭취량과 열량 섭취량은 높은 양의 상관관계를 보였다(Fig. 1)($r=0.8381$).

실험대상자들의 3일간 소변으로 배설되는 thiamin의 배설량으로부터 계산한 1일 평균 thiamin의

배설량은 $131.11 \pm 71.06 \mu\text{g}$ 이며 creatinine 1g당 thiamin 배설량은 $180.59 \pm 129.79 \mu\text{g}$ 수준으로 나타났다(Table 2). 24시간 소변중의 thiamin 배설량과 creatinine 1g당 배설량은 모두 변이계수가 70% 정도로 대상자간에 큰 차이가 있는 것으로 나타났으나 둘 사이에는 상관계수 0.93의 높은 양의 상관관계가 있었다(Fig. 2).

본 연구 대상자들의 소변중 thiamin 배설량은 24시간 소변중 배설량과 creatinine 1g당 배설량 모두 thiamin의 1일 섭취량이 증가할 때 배설량도 증가하였다(Fig. 3). Oldham등¹⁰⁾은 1일 thiamin 섭취량을 0.29, 0.42, 0.74, 0.94mg으로 에너지 1000kcal당 thiamin으로는 0.14, 0.2, 0.36, 0.51mg으로 점차적으로 증가시켰을 때 1일 소변중 배설량은 22, 33, 47, 107 μg으로 역시 증가한 것으로 보고하였고, Dick등²⁴⁾은 1일 0.64, 1.03mg의 thiamin을 섭취했을 때 47, 102 μg의 thiamin을 배설한 것으로 보고하였다. Sauberlich등의 연구에서는 1일 2800kcal의 열량을 섭취하고 thiamin을 0.39, 0.56, 0.84, 2mg(각기 0.14, 0.2, 0.3, 0.6mg/1000kcal)을 섭취했을 때 1일 thiamin 배설량은 25, 62, 74, 88μg(각기 15, 32, 46, 146μg/g creatinine)으로 나타났다²⁵⁾. 또한 Plough등¹¹⁾, Stearns등²⁶⁾, Pearson등²⁷⁾, Ziporin등²⁸⁾, Melnick와 Field²⁹⁾, Bamji등³⁰⁾, Singh등³¹⁾, Anderson등³²⁾, Beek등³³⁾도 thiamin 배설량과 1일 평균 섭취량과 유의적인 양의 상관관계가 있는 것으로 보고하여 본 연구와 동일한 결과를 보였다. 그러나 본 연구 결과는 다른 문헌과 비교하였을 때 creatinine 1g당 thiamin 배설량이 높게 나왔으며, 에너지 1000kcal당 thiamin 섭취량의 경우에는 배설량과 유의적인 상관관계가 없었다. 이는 연구결과에서 타연구에 비해 thiamin 섭취량, 에너지 섭취량 및 creatinine 배설량이 상대적으로 낮게 나온데 기인하는 것으로 사료된다.

1일 평균 소변중 thiamin 배설량으로 Sauberlich등¹⁾이 제시한 기준을 사용하여 대상자의 thiamin 영양 상태를 판정한 결과는 Table 3에 나타나있다. 총배설량(μg/24hr)을 사용한 경우에는 deficient group이 1명, low group이 19명, acceptable group이 32명으로 나타났으나 creatinine 1g당 thiamin 배설량(μg/g creatinine)을 사용한 경우에는 deficient group은 없으며

한국 여대생의 Thiamin 영양상태

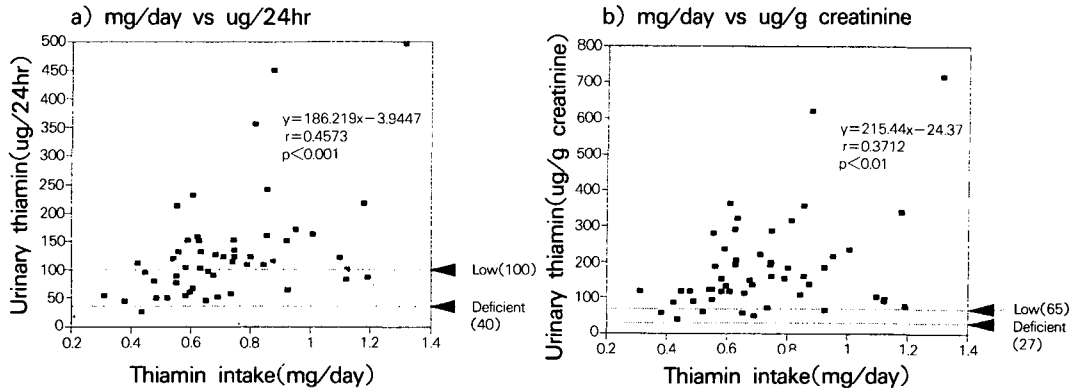


Fig. 3. Scattered plot of intake and urinary excretion of thiamin.

Table 3. Assessment of thiamin nutritional status by urinary thiamin excretion levels

		Thiamin($\mu\text{g}/24\text{hr}$)			Total
		Deficient <40	Low 40-99	Acceptable ≥ 100	
Thiamin ($\mu\text{g/g creatinine}$)	Deficient (<27)	—	—	—	0(0 %)
	Low (27-65)	1	5	—	6(11.5 %)
	Acceptable (≥ 66)	—	14	32	46(88.5 %)
Total		1(1.9 %)	19(36.5 %)	32(61.5 %)	52(100 %)

$\chi^2 = 15.905(p < 0.005)$

low group이 6명, acceptable group은 46명으로 나타나 두 방법에 의한 분류가 유의적으로 달랐다(Table 3)($\chi^2 = 15.905, p < 0.005$). 그러므로 소변중 thiamin 배설량의 두가지 지표는 상관관계가 높게 나타났으나(Fig. 2)($r = 0.9023$), 영양상태를 판정한 결과는 같지 않은데, 그 이유는 본 대상자들의 creatinine 1일 평균 배설량이 $0.80 \pm 0.19\text{g}$ 인 반면, 서구 지역에서는 20~40세 여성의 배설량이 $1.22 \pm 0.18\text{g/day}$ 로 높기 때문으로 생각된다³⁴). 총배설량을 사용했을 때에는 결핍인 사람이 20명인 반면 creatinine 1g당 배설량은 결핍으로 판정된 사람이 6명으로 총배설량을 사용했을 때 결핍으로 판정된 대상자의 30%(6/20)만이 creatinine 1g당 배설량에서 부적합하다고 판정되었으므로 총배설량의 경우가 thiamin의 약한 한계적(marginal) 영양부족상태를 민감하게 평가하는 것으로 사료된다. 대상자들을 24시간 소변중 thiamin 배설량 $100\mu\text{g}$ 을

기준으로 두 그룹으로 나누어 1일 thiamin 섭취량을 비교했을 때, 24시간 소변중 thiamin 배설량이 $100\mu\text{g}$ 미만인 대상자들은 0.63mg 으로 배설량이 $100\mu\text{g}$ 이상인 대상자들의 0.78mg 에 비하여 유의적으로 낮았으나($p < 0.05$), 열량 1000kcal 당 thiamin 함량에는 차이가 없었다. 반면 대상자들을 1일 평균 thiamin 섭취량으로 thiamin 권장량의 75% 미만과 이상인 두 그룹으로 나누어 소변중 thiamin 배설량을 비교했을 때에도 thiamin 섭취량이 권장량의 75% 미만인 그룹은 평균 $99.3\mu\text{g}$ 으로 섭취량이 권장량의 75% 이상인 그룹의 $181.8\mu\text{g}$ 보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).

Thiamin의 24시간 소변중 배설량과 creatinine 1g당 배설량간에는 높은 상관관계($r = 0.9023, p < 0.0001$)가 있으며 그 회귀방정식은 [creatinine g당 배설량 = $6.41 + 1.33x$ (24시간 소변중 배설량)]이다. 24시간 소변중 총배설량에서 정상으로 판정되는 $100\mu\text{g}$ 을 위의

식에 대입하여 creatinine 1g당 배설량을 계산하면 139.41 μ g으로 이는 현재 thiamin 영양상태 정상 기준점(cut-off point)인 66 μ g/g creatinine에 비해 2배 이상 높다. 이를 참고하여 creatinine 1g당 배설량 140을 기준으로 대상자를 나누었을 때 140이하인 대상자는 50%(26명)로 총배설량의 정상기준점인 100 μ g 이하인 대상자가 20명으로 나타난 결과에 비해 thiamin 부족상태로 판정된 수가 더 많았다. 따라서 서구의 보고에 비하여 creatinine 배설량이 낮은 우리나라는 creatinine 1g당 배설량을 사용하여 영양상태를 평가하는 기준을 설정하는 연구가 필요하다고 사료된다.

이러한 연구 결과들에서 본 대상자들은 thiamin 섭취량으로 평가하거나 소변중 배설량을 기준으로 평가할 때 모두 한계적(marginal) 결핍의 빈도가 높은 것으로 판단된다. 그러나 식이의 thiamin 밀도는 적절하므로 식품 섭취를 전체적으로 늘려 열량과 thiamin 섭취를 모두 증가시켜야 할 것이다. 또한 creatinine 1g당의 배설량으로 thiamin 영양상태를 평가하는 것은 24시간 소변중 배설량을 사용하는 것에 비하여 thiamin 결핍을 과소평가하는 것으로 나타났으므로 정확한 thiamin 영양상태 평가를 위해서는 소변 수집의 어려움이 있더라도 24시간 소변을 사용해야 할 것으로 사료된다. 그러나 24시간 소변을 수거하는 것은 많은 사람을 대상으로 시행하는 영양조사에서 큰 제약이 되므로 creatinine 1g당 배설량을 사용하는 방법에 대한 연구가 필요하다. Thiamin의 소변중 배설량에 대한 두가지 지표의 이러한 차이는 부분적으로 대상자들의 creatinine 배설량이 낮기 때문으로 생각되므로, 우리나라가 사람들의 creatinine 배설에 대한 자료가 체계적으로 분석되고 creatinine 배설량을 사용하여 영양상태를 평가하는 지표의 개발이 중요한 과제인 것으로 생각된다.

요약 및 결론

우리나라 성인여성의 thiamin의 영양상태를 평가하기 위하여 여대생 52명을 대상으로 3일간의 식이 섭취기록으로 1일 평균 thiamin 섭취량을 계산하고, 3일간 24시간뇨를 수집하여 소변중의 thiamin을 분

석하여 thiamin의 영양상태를 평가한 결과는 다음과 같다.

1) 대상자들의 1일 평균 열량 섭취량은 1463 \pm 415.4 kcal, thiamin의 섭취량은 0.72 \pm 0.22mg, 에너지 1000 kcal당 thiamin 섭취량은 0.50 \pm 0.09mg으로 나타났다.

2) 조사대상자들의 소변중 1일 평균 thiamin 배설량은 131.11 \pm 71.0 μ g이며 creatinine 1g당 thiamin 배설량은 180.59 \pm 129.8 μ g이었다. 24시간 소변중 thiamin 총배설량과 creatinine 1g당 배설량은 모두 thiamin의 1일 섭취량과 유의적인 상관관계를 보였으나 에너지 1000kcal당 thiamin 섭취량과는 유의적인 상관관계가 없었다.

3) 소변중 1일 평균 thiamin 배설량을 사용하여 영양상태를 평가했을 때 총배설량을 사용한 경우에는 20명(38.5%)의 대상자가 부족한 것으로 나타났으나, creatinine 1g당 thiamin 배설량으로 평가했을 때에는 6명(11.54%)이 부족한 것으로 나타나 1일 총배설량을 사용한 것이 결핍 비율이 더 높게 평가되었다.

이상의 결과에서 본 조사대상자들의 thiamin 섭취량은 낮은 편이며 24시간 소변중 thiamin 배설량으로 영양상태를 판정했을 때에도 marginal deficiency의 비율이 높게 나타났다. 소변중 thiamin의 배설량은 1일 총배설량이 creatinine 1g당 thiamin 배설량보다 thiamin의 영양상태를 민감하게 반영하는 것으로 생각된다. 본 연구에서 thiamin의 영양상태가 marginal deficiency의 비율이 높은 것에 비추어 앞으로 한국인을 대상으로한 체계적인 연구를 통해 thiamin 영양상태를 파악하고 결핍을 막을 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford University Press, New York, 1990
- 2) Sauberlich HE. Implication of Nutritional status on Human Biochemistry, Physiology and Health. *Clinical Biochemistry* 17 : 132-142, 1984
- 3) Goodhart RS, Shiles ME. Modern nutrition in health and disease. 7th ed. Lea & Febiger, 1988
- 4) Sauberlich HE. Bioavailability of vitamins. *Progress in Food and Nutrition Science* 9 : 1-33, 1985

한국 여대생의 Thiamin 영양상태

- 5) Machlin LJ. Handbook of vitamins. 2th ed. Marcel Dekker, inc., New York and Barel, 1991
- 6) Pearson WN. Blood and urinary vitamin levels as potential indices of body stores. *Am J Clin Nutr* 20 : 514-525, 1967
- 7) Sauberlich HE, Skala JH, Dowdy RP. Laboratory Tests for the Assessment of Nutritional Status. 7th ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1984
- 8) Sauberlich HE. Newer laboratory methods for assessing nutriture of selected B-complex vitamins. *Ann Rev Nutr* 4 : 377-407, 1984
- 9) Fidanza F. Nutritional status assessment-a manual for population studies, Champson & Hall, 1991
- 10) Oldham HG, Davis MV, Roberts LJ. Thiamine excretions and blood levels of young women on diets containing varying levels of the B vitamins, with some observations on niacin and pantothenic acid. *J Nutr* 32 : 163-180, 1946
- 11) Plough IC, Bridgforth EB. Relations of clinical and dietary findings in nutrition surveys. *Public Health Reports* 15 : 699-706, 1960
- 12) Plough IC, Consoloazio CF. The use of casual urine specimens in the evaluation of the excretion rates of thiamine, riboflavin and N¹-Methylnicotinamide. *J Nutr* 69 : 365-370, 1959
- 13) 한국인구보건연구원. 한국인영양권장량. 제 5 차 개정, 1989
- 14) 보건사회부. 국민영양조사보고서, 1990
- 15) 이혜성 · 이연경 · Chen SC. 대학생의식이섭취 섭취에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(6) : 534-546, 1991
- 16) 이기열 · 이양자 · 김숙영 · 박계숙. 대학생의 영양실태조사. *한국영양학회지* 13(2) : 73-81, 1980
- 17) 최미영 · 여정숙 · 강명춘 · 승정자. 정상식과 채식을 하는 여대생의 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 18(3) : 217-224, 1985
- 18) 계승희. 한국 여대생의 철분과 비타민 C 영양상태 평가 및 이에 영향을 미치는 요인분석. 숙명여대 박사학위논문, 1992
- 19) 이혜영. 회상법, 기록법 및 식품섭취빈도 조사법을 이용한 우리나라 여대생들의 영양섭취패턴에 관한 연구. 숙명여대 석사학위논문, 1992
- 20) 채범석. 적혈구의 효소활성화에 의한 비타민 B₁ B₂ 및 B₆ 영양상태의 생화학적 평가. *한국영양학회지* 10(4) : 24-32, 1977
- 21) 농촌진흥청, 식품분석표. 제 4 개정판, 1991
- 22) Leveille GA. Modified thiochrome procedure for the determination of urinary thiamin. *Am J Clin Nutr* 25 : 273-274, 1972
- 23) Bonsnes RW, Taussky HH. On the colorimetric determination of creatinine by the Jaffe reaction. *J Biol Chem* 158 : 581-589, 1945
- 24) Dick EC, Chen SD, Bert M, Smith JM. Thiamine requirement of eight adolescent boys, as estimated from urinary thiamine excretion. *J Nutr* 173-188, 1957
- 25) Sauberlich HE, Herman YF, Stevens CO, Herman SH. Thiamin requirement of the adult human. *Am J Clin Nutr* 32 : 2237-2248, 1979
- 26) Stearns G, Adamson L, Mckinley JB, Linner TL, Jeans PC. Excretion of thiamine and riboflavin by children. *A M A J Dis Child* 95 : 185-201, 1958
- 27) Pearson WN. Biochemical appraisal of nutritional status in man. *Am J Clin Nutr* 1 : 462-474, 1962
- 28) Ziporin ZZ, Nunes WT, Powell RC, Waring PP, Sauberlich HE. Thiamine requirement in the adult human as measured by urinary excretion of thiamine metabolites. *J Nutr* 85 : 297-304, 1965
- 29) Melnick D, Field H. Thiamine clearance as an index of nutritional status. *J Nutr* 131-138, 1942
- 30) Bamji MS. Transketolase activity and urinary excretion of thiamin in the assessment of thiamin-nutrition status of indians. *Am J Clin Nutr* 23 : 52-58, 1970
- 31) Singh A, Moses FM, Deuster PA. Vitamin and mineral status in physically active men : effects of a high-potency supplement. *Am J Clin Nutr* 55 : 1-7, 1992
- 32) Anderson SH, Vickery CA, Nicol AD. Adult thiamine requirements and the continuing need to fortify processed cereals. *Lancet* 12 : 85-89, 1986
- 33) Beek EJ, Dokkum W, Schrijver J, Wedel M, Gaillard AWK, Wesstra A, Weerd H, Hermus RJJ. Thiamin, riboflavin and vitamins B-6 and C : impact of combined restricted intake on functional performance in man. *Am J Clin Nutr* 48 : 1451-1462, 1988
- 34) Hoeyweghen RJV, Leeuw IHD, Vandewoude MFJ. Creatinine arm index as alternative for creatinine height index. *Am J Clin Nutr* 56 : 611-615, 1992
- 35) Recommended Dietary Allowances 10th. National Academy Press. Washington, D.C., 1989