

식이섭취와 적혈구 Glutathione Reductase 활성도 및  
소변배설에 근거한 일부 농촌여성들의 리보플라빈  
영양상태에 관한 종단연구

임 화 재 · 윤 진 숙\*

동의대학교 식품영양학과, 계명대학교 식생활학과\*

A Longitudinal Study on Seasonal Variation of Riboflavin Status of Rural  
Women : Dietary Intake, Erythrocyte Glutathione Reductase Activity  
Coefficient, and Urinary Riboflavin Excretion

Lim, Wha-Jae · Yoon, Jin-Sook\*

*Department of Food and Nutrition, Dong-eui University, Pusan, Korea*  
*Department of Food and Nutrition,\* Keimyung University, Daegu, Korea*

ABSTRACT

This study was undertaken to estimate seasonal variation of riboflavin status and investigate the relationship between riboflavin intake and its biochemical status in rural women. Dietary intake was measured by determining both 24hr recall method and convenient method. The riboflavin intake was also estimated by food frequency method. Riboflavin biochemical status was assessed by erythrocyte glutathione reductase activity coefficient (EGR AC) and urinary riboflavin excretion. All information was repeatedly collected in three seasons : farming season (June), harvest season (October), nonfarming season (February). Mean daily riboflavin intake was below RDA for Koreans in all seasons. Cereal & pulse, vegetables were the primary sources of riboflavin intake and provided above 60% of the total dietary riboflavin intake in all seasons. Riboflavin biochemical status was significantly different among seasons (EGR AC  $P < 0.005$ , 24hr urinary riboflavin excretion  $P < 0.05$ ), and riboflavin biochemical deficiency was highest in February. The mean values of EGR AC revealed riboflavin deficiency in all seasons. However the mean values of urinary riboflavin excretion were within the normal range except 24hr urinary riboflavin excretion in February. On the basis of EGR AC criteria, 44.7% of subjects were at risk of deficiency in June, 44.7% in October, 81.6% in February. Result of individual riboflavin status assessed by EGR AC or 24hr urinary riboflavin excretion criteria was quite alike. Urinary riboflavin excretion per gram of creatinine underestimated riboflavin deficiency. Significant correlations were observed among biochemical indexes. It also appeared that riboflavin intake measured by food frequency method showed significant correlation with biochemical indexes, especially high correlation with EGR AC ( $P < 0.001$ ). The results indicated that the prevalence of riboflavin deficiency seems to be high among rural women in all seasons and the inadequacy of dietary riboflavin intake was reflected in the abnormalcy of riboflavin biochemical status assessed by EGR AC. Therefore EGR AC seems to be more sensitive measure of impaired

riboflavin status compared to urinary excretion. (*Korean J Nutrition* 29(5) : 507~516, 1996)

**KEY WORDS** : seasonal variation · riboflavin intake · erythrocyte glutathione reductase activity coefficient · urinary riboflavin excretion.

## 서 론

리보플라빈 결핍은 가장 흔한 비타민 결핍증 중의 하나로서<sup>1-3)</sup>, 우유 및 동물성 식품의 섭취부족과 관련이 있다고 알려져 있다. 국민영양조사에 의하면 우리나라사람들의 리보플라빈 섭취량은 70년대에 비해 80년대 이후에는 많이 향상되었으나 아직도 부족한 상태에 있다<sup>4)</sup>. 농촌주부를 대상으로한 김영옥 등의 연구<sup>5)</sup>에서 리보플라빈의 임상적 결핍증상인 구내염이 약 7%의 대상자에게서 관찰됨으로써 리보플라빈 영양상태가 불량함을 나타내었고, 농촌지역 여러 연령계층의 리보플라빈 섭취량이 권장량에 크게 미달됨이 보고된 바 있다<sup>6)7)8)9)</sup>. 한편 리보플라빈 섭취양상은 급원 식품종류별로 비교하면 채소류와 곡류가 주급원이고 그 다음이 어패류, 육류 순이며 우유로부터의 섭취는 3.5%에 불과한 수준이다<sup>4)</sup>.

한국인에 대한 리보플라빈 영양상태 평가자료는 주로 식이 섭취량 조사결과이며 생화학적 상태를 평가한 자료는 많지 않다. 생화학적 방법에 의한 리보플라빈 영양상태는 Erythrocyte Glutathione Reductase Activity Coefficient(EGR AC)나 소변중 리보플라빈 배설량으로 주로 평가되고 있다. EGR AC만을 판정지표로 이용한 연구들에 의하면 임산부<sup>10)</sup> 및 영세민촌 가임여성들<sup>11)</sup>의 리보플라빈 영양상태가 매우 불량한 것으로 나타났으나 식이 섭취량과의 관계는 파악되지 않았다. 리보플라빈 섭취량과 생화학적 상태를 병행하여 비교한 연구는 몇 편에 지나지 않는데, 천중희 등<sup>12)</sup>이 남녀노인을 대상으로 한 조사에 따르면 리보플라빈 섭취량이 권장량에 가까울 때 EGR AC값도 양호한 것으로 나타났다. 여대생을 대상으로 한 연구들 중 윤진숙 등<sup>13)</sup>의 대사실험에서는 섭취량을 권장량 수준으로 유지한 경우 EGR AC 평균치는 정상수준으로 나타난 반면 이일은 등<sup>14)</sup>이나 황금희 등<sup>15)</sup>의 연구에서는 리보플라빈 섭취량이 권장량 이상이였음에도 EGR AC값은 불량한 것으로 보고되었다. 리보플라빈 섭취량과 EGR AC 간의 상관관계에 대해서도 이일은 등<sup>14)</sup>은 유의적인 상관관계가 없었다고 보고한 반면 황금희 등<sup>15)</sup>은 유의적인 상관관계를 제시함으로써 상반된 견해를 보였다. 여자 노인을 대상으로 소변중 리보플라빈 배설량을 측정하여 리보플라빈 상태를 파악한

보고<sup>16)</sup>에 의하면 리보플라빈 섭취량의 평균치가 권장량 수준일 때 소변중 배설량으로 평가한 리보플라빈의 영양상태는 양호한 편이었으나 리보플라빈 섭취량과 소변중 리보플라빈 배설량 간에 유의적인 상관관계는 없었다. 따라서 현재까지 보고된 자료만으로는 리보플라빈 섭취량과 생화학적 영양상태 간의 상관관계를 명확하게 파악하기 어려운 실정이다.

한편 농촌주민을 대상으로 생화학적 방법에 의해 리보플라빈 영양상태를 파악한 연구는 거의 보고된 바가 없다. 농촌지역에서는 아직도 식품섭취를 현지에서 생산되는 식품에 주로 의존하는 형편이기 때문에 섭취하는 식품의 종류는 계절에 따라 많은 차이가 있고, 김영옥의 연구<sup>17)</sup>에서도 발표된 바와 같이 농촌주민들의 영양소 섭취량은 계절별로 큰 차이가 있다. 이에 본 연구에서는 농촌여성을 대상으로 농번기(6월), 추수기(10월), 농한기(2월)의 3계절에 걸친 종단연구를 실시하여 각 계절별로 식이 섭취량과 생화학적 방법으로 리보플라빈 영양상태를 평가하고자 하였다. 각 식이섭취조사방법들의 장단점을 보완하기 위하여 24시간 회상법과 간이 측정법을 병행하여 식이 섭취량을 조사하였으며 식품섭취 빈도법을 사용하여 평소의 리보플라빈 섭취량과 주된 리보플라빈 급원 식품을 파악하였고, 동시에 EGR AC와 소변중 리보플라빈 배설량을 측정하여 계절별 리보플라빈 영양상태를 평가하고 아울러 식이 섭취량과 생화학적 지표간의 상관관계를 파악하고자 하였다.

## 연구내용 및 방법

### 1. 조사대상 및 방법

경북 의성군 비안면 동부동과 성주군 초전면 소성동의 두 농촌지역에서 가사와 농작업에만 종사하는 농촌여성을 대상으로 먼저 체혈지원자의 아침식전 정맥혈을 5cc정도 채혈하여 간단한 면역검사(HBs Antigen, HBs Antibody)와 생화학적검사(Hemoglobin, Hematocrit, Total protein, Albumin, Total Bilirubin, G.O.T, G.P.T, Alkaline phosphatase)를 실시하여 이상이 없는 자를 선별한 후, 흡연, 약물복용, 알콜중독습관이 없으며, 연구의 목적을 이해하고 1년간 3회에 걸친 종단연구에 충분히 협조를 할 수 있는 자로서 총 45명(동부동 25명, 소성동 20명)

을 선정하였는데, 연령분포는 31~67세였으며 평균 연령은 48.4±10.5세였다. 조사시기는 1990년 6월 23일~7월 10일(농번기), 10월 22일~11월 1일(추수기), 1991년 2월 1일~2월 9일(농한기)까지 모두 3차례이며, 농촌여성의 영양상태를 정확히 조사하기 위하여 조사를 실시하기 전에 며칠간 머물면서 조사계절의 상용식품 및 하루 식이패턴을 자세히 관찰하였다. 조사 첫날에 24시간 소변을 수집하였으며, 조사 두번째날에 아침식전 공복시 혈액을 1cc정도 채혈하였으며, 조사요원 4명을 통하여 설문지로 개인별 면담을 실시하여 식이 섭취량을 조사하였다.

2. 식이 섭취량 및 리보플라빈 섭취량 조사

1) 조사대상자들의 식이 섭취량 조사에는 간이 측정법과 24시간 회상법을 병행하여 사용하였다. 24시간 회상법으로 조사 첫날에 섭취한 음식의 종류, 분량, 재료, 조리방법을 조사하였다. 식이섭취조사 결과는 각 음식을 조리하기전 식품의 실중량으로 환산한 후 식품성분표를 이용하여 열량, 단백질, 리보플라빈의 섭취량을 계산하였다. 간이 측정법<sup>18)</sup>으로 평상시의 식이 섭취량을 조사하였는데, 일상적인 식품섭취유형을 18항목의 질문을 통해 아침, 점심, 저녁, 간식으로 구분하여 파악한 후 식품별 영양소의 환산계수를 사용하여 영양소별 섭취량을 측정하였다. 식이 섭취량을 정확히 조사하기 위하여 면담시 식품연구소의 눈대중량표<sup>19)</sup>를 활용하였고 가정에서 사용하는 식사용기를 확인하였다.

2) 평상시 리보플라빈 섭취량을 보다 정확하게 평가하기 위해 식품섭취 빈도법을 사용하였다. 농촌여성들의 계절별 상용식품과 리보플라빈 섭취에 크게 기여하는 식품을 중심으로 35개 정도를 선택하여 섭취 빈도수를 매일, 주 2~3회, 주 1회, 월 2~3회, 월 1회, '전혀 먹지 않는다'의 6등급으로 나누었으며, 1회 먹는양을 보통 기준량으로 정하여 그 양을 면담시 설명해 주고 보통 기준량 이하, 보통 기준량, 보통 기준량 이상의 3등급으로 나누어 설문지에 답하게 하였다. 보통 기준량을 1로 하고 보통 기준량이하는 보통 기준량의 0.5배를 곱하고 보통 기준량이상은 1.5배를 곱하여 그 양을 환산하였다.

3. 혈액 및 소변분석

1) EGR AC 측정

식전 정맥혈을 Heparin처리하여 채취한 후 0.5ml씩 나누어 생리식염수로 3차례에 걸쳐 세척 및 원심분리를 한 후 적혈구만을 냉동 보관하여 Sauberlich방법<sup>20)</sup>에 의해 분석하였다. In Vitro상태에서 GR의 활성도는 FAD 첨가시 GR의 Stimulation정도 즉 Activity Coefficient (AC)로 계산된다.

$$EGR AC = \frac{\text{Enzyme activity (with added FAD)}}{\text{Basal enzyme activity (without added FAD)}}$$

2) 소변중 Creatinine, Urea Nitrogen, Riboflavin 측정

소변중 리보플라빈함량은 Slater와 Morell의 방법<sup>21)</sup>에 의해 분석하였다. 소변중 Creatinine은 Hawk방법<sup>22)</sup>에 의해, Urinary Urea Nitrogen(UUN)은 Marsh방법<sup>23)</sup>에 의해 측정하였으며 Crude Nitrogen Balance은 Weinsier와 Butterworth의 방법<sup>24)</sup>에 의해 계산하였다.

$$\text{Crude Nitrogen Balance} = \frac{\text{Protein(g)}}{6.25} - (\text{UUN} + 3)$$

4. 자료처리 및 분석

조사대상자 45명중 부적절한 7명을 제외한 38명(동부동 20명, 소성동 18명)을 대상으로 3계절에 걸쳐 조사된 모든 자료에 대해서 평균과 표준편차 또는 변이계수 (CV : Coefficient of Variance)값을 구하였다. 모든 변수들의 계절간 차이는 Anova test 및 Duncan test로 분석하였으며, 식이 섭취량과 EGR AC, 소변중 리보플라빈 배설량들간의 관련성은 Pearson의 상관관계를 적용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사대상자들의 계절별 영양소 섭취량

24시간 회상법과 간이 측정법으로 측정된 조사대상자들의 계절별 일일 평균 영양소 섭취량 및 한국인 영양권장량에 대한 백분율은 Table 1, 2와 같다. 일일 평균 에너지, 단백질, 리보플라빈 섭취량은 계절별로 상당히 높은 유의한 차이를 보였는데(p < 0.005), 전반적으로 농한기에 섭취량이 낮은 것으로 나타났다. 일일 평균 에너지 및 단백질 섭취량은 농한기에 권장량에 크게 미달되었으며, 리보플라빈 섭취량과 에너지 1,000kcal당 리보플라빈 섭취량은 계절을 막론하고 권장량에 크게 미달되었다. 식품 빈도법으로 측정된 리보플라빈 섭취량도 농번기에 0.956mg, 추수기에 0.910mg, 농한기에 0.607mg으로 각각 권장량의 79.7%, 75.8%, 50.6%에 불과하였다. 일일 리보플라빈 총 섭취량과 에너지 1,000kcal당 리보플라빈 섭취량을 영양권장량에 대한 백분율로 각각 비교해 볼 때 에너지 1,000kcal당 리보플라빈 섭취량이 리보플라빈 총 섭취량보다 높았다. 농촌여성을 대상으로 실시된 다른 조사들<sup>6)25)26)</sup>에서도 리보플라빈 섭취량이 권장량에 미달되었다고 보고한 바 있다.

**Table 1.** Mean daily intakes of energy, protein and riboflavin

Nutrients	June Mean±SD	October Mean±SD	February Mean±SD	Total Mean±SD	RDA <sup>#</sup>	P-Value
Energy(kcal)	(1) 1950.3±368.5(19)	1946.9±375.1(19)	1423.3±226.1(16)	1773.3±226.1(16)	2,000	***
	(2) 1740.7±595.2(34)	1951.4±679.7(35)	1322.4±298.5(23)	1672.0±604.4(36)		***
Protein(g)	(1) 59.2± 10.6(18)	56.8± 11.5(20)	41.8± 7.4(18)	52.6± 12.6(24)	60	***
	(2) 61.9± 27.9(45)	64.9±2 8.4(44)	46.9± 17.7(38)	57.9± 26.2(45)		***
Riboflavin (mg/day)	(1) 0.925±0.130(14)	0.870±0.190(22)	0.704±0.181(26)	0.833±0.192(23)	1.2	***
	(2) 0.981±0.475(48)	1.020±0.535(53)	0.643±0.262(41)	0.881±0.468(53)		***
	(3) 0.956±0.233(24)	0.910±0.185(20)	0.607±0.173(29)	0.824±0.251(30)		***
(mg/1,000kcal)	(1) 0.483±0.073(15)	0.451±0.080(18)	0.493±0.101(21)	0.476±0.087(18)	0.6	NS
	(2) 0.575±0.252(44)	0.531±0.183(34)	0.490±0.191(39)	0.532±0.212(40)		NS
	(3) <sup>x</sup> 0.501±0.142(28)	0.478±0.111(23)	0.425±0.096(21)	0.468±0.121(26)		**
	(4) <sup>y</sup> 0.610±0.258(42)	0.512±0.186(36)	0.470±0.130(28)	0.530±0.205(39)		**

\*P &lt; 0.05 \*\*P &lt; 0.01 \*\*\*P &lt; 0.005 NS : Not significant

( ) : Coefficient Variance(C V)

<sup>#</sup> Recommended Dietary Allowances for Koreans, 6th Revision

(1) Convenient method (2) 24hr recall method (3) Food frequency method

(3)<sup>x</sup> Riboflavin(mg) by food frequency method/1,000kcal by Convenient method(4)<sup>y</sup> Riboflavin(mg) by food frequency method/1,000kcal by 24hr recall method**Table 2.** Percentage of nutrient intake to RDA in three seasons

Nutrients	June	October	February	Total
Energy(kcal)	(1) 97.5	97.3	71.2	88.7
	(2) 87.0	97.6	66.1	83.6
Protein(g)	(1) 98.7	94.7	69.7	87.7
	(2) 103.2	108.2	78.5	96.5
Riboflavin (mg/day)	(1) 77.1	72.5	58.7	69.4
	(2) 81.8	85.0	53.6	73.4
	(3) 79.7	75.8	50.6	68.7
(mg/1,000kcal)	(1) 80.5	75.2	82.2	79.3
	(2) 95.8	88.5	81.7	88.6
	(3) <sup>x</sup> 83.5	79.7	70.8	78.0
	(4) <sup>y</sup> 101.7	85.3	78.3	88.3

(1) Convenient method (2) 24hr recall method (3) Food frequency method

(3)<sup>x</sup> Riboflavin(mg) by food frequency method/1,000kcal by Convenient method(4)<sup>y</sup> Riboflavin(mg) by food frequency method/1,000kcal by 24hr recall method**Table 3.** Sources of riboflavin intake determined by food frequency method

Food sources	June Mean±SD <sup>1)</sup>	%	October Mean±SD <sup>1)</sup>	%	February Mean±SD <sup>1)</sup>	%	P-Value
Cereal & Pulse	0.276±0.085	28.9	0.321±0.120	35.3	0.254±0.067	42.0	**
Vegetables	0.343±0.126	35.9	0.334±0.113	36.7	0.130±0.045	21.4	***
Fruits	0.084±0.112	8.8	0.023±0.030	2.5	0.023±0.020	3.7	***
Seaweeds	0.024±0.028	2.5	0.023±0.024	2.5	0.036±0.033	5.9	NS
Egg & Meat	0.094±0.074	9.8	0.069±0.058	7.5	0.065±0.054	10.7	*
Fishes	0.075±0.044	7.8	0.071±0.049	7.8	0.048±0.038	7.9	**
Milk & Milk products	0.060±0.071	6.3	0.069±0.097	7.6	0.051±0.073	8.4	NS
Total RF intake	0.956±0.233		0.910±0.185		0.607±0.173		***
% of RDA	79.7		75.8		50.6		

\*P &lt; 0.05 \*\*P &lt; 0.01 \*\*\*P &lt; 0.005 NS : Not significant

1) Results are expressed as mg

Table 3은 계절별로 조사대상자들의 리보플라빈 섭취에 각 식품군이 기여한 비율 비교한 것이다. 조사대상자들의 리보플라빈 섭취에 기여도가 높은 급원식품들은 모든 계절에서 곡류 및 두류(28.9~42.0%)와 녹색 채소류(21.4~36.7%)로 나타났으며, 합쳐서 전체의 63.4~72.

0%를 차지하였다. 리보플라빈 함량이 상대적으로 높은 것으로 알려진 동물성 식품들인 난류 및 육류, 생선, 우유 등의 섭취는 각각 7.5~10.7%, 7.9%, 6.3~8.4%로서 이들을 모두 합쳐도 전체의 23.9~27%에 불과하였는데 이것은 국민영양조사와 비슷한 결과이다<sup>4)</sup>. 또 이들 식품들

의 섭취는 모든 계절에서 C V값이 매우 커서 개인간의 섭취량 차이가 매우 큰 식품들을 알 수 있다. 이와는 대조적으로 여대생을 대상으로 한 황금희 등의 연구<sup>15)</sup>에서는 총 리보플라빈 섭취에서 우유가 차지하는 비율이 27.7%나 되었는데 이것은 본 연구에서 우유가 차지하는 비율의 3배가 되는 수준이었다. 이상과 같이 살펴 본 바에 의하면 모든 계절에서 조사대상자들의 리보플라빈 섭취량은 권장량에 크게 미달되었으며, 리보플라빈 섭취급원도 곡류 및 두류, 녹색채소류에 의존하고 있어 리보플라빈의 영양상태가 크게 우려됨을 알 수 있다.

한편 Table 1에서 제시된 바와 같이 영양소 섭취량의 조사방법들을 비교했을 때 24시간 회상법에 의한 측정값들이 간이측정법과 섭취 빈도법에 의한 측정값들 보다 C V값이 높아 개체간의 오차가 컸음을 알 수 있다.

## 2. 생화학적 방법에 의한 조사대상자들의 계절별 리보플라빈 영양상태

조사대상자들의 24시간 소변중 Creatinine과 Urea Nitrogen 평균 배설량, 질소 평형은 계절별로 매우 유의한 차이를 보였다( $p < 0.005$ ) (Table 4). 일일 Creatinine 배설량은 농반기 0.787g, 추수기 0.497g, 농반기 0.596g으로 전반적으로 낮은 편인데 한국인 50대 농촌주부<sup>27)</sup>, 여자노인<sup>16)</sup> 그리고 여대생<sup>28)</sup>의 배설량과 비슷하나 서구의 20~40세 여성<sup>29)</sup>의 배설량, 1.22g보다는 낮았다. Creatinine 배설량은 lean body mass(LBM) 함량과 관련이 있으며, 힘든 운동시 증가한다고 하는데<sup>30)31)32)</sup> 본 연구에서도 특히 농반기의 경우 다른 계절에 비해 유의하게 많이 배설되었다( $P < 0.005$ ). 조사대상자들의 활동량과 체성분을 측정된 선행 연구<sup>33)</sup>에 의하면 농반기의 경우 LBM(%), 농사활동에 소비된 시간, 에너지 소비량 등이 다른 계절보다 높았는데 이러한 사실로 인해 Creatinine은 다른 계절에 비해 유의하게 많이 배설되었다고 생각된다. Urea Nitrogen 배설량은 농반기 5.766g, 추수기 3.578g, 농반기 4.599g으로 농촌주부<sup>27)</sup>의 배설량 7.3g보다 낮았다. 질소 평형은 농반기 0.697, 추수기 2.589, 농반기 -0.886였는데, 계절을 막론하고 C V값(94 - 340)이 매우 커서 개인간의 차이가 심하였음을 알 수 있다.

Table 4에서 생화학적 방법에 의한 조사대상자들의 계절별 리보플라빈 영양상태를 살펴보면 EGR AC값과 24시간 소변중 리보플라빈 배설량은 계절간에 유의한 차이를 보였으며, 특히 농반기에 리보플라빈 영양상태가 유의적으로 가장 불량하였다(EGR AC  $P < 0.005$ , 24시간 소변중 리보플라빈 배설량  $P < 0.05$ ). 이러한 결과는 앞서 살펴 본 영양소 섭취량 결과와 일치하는데 영양

소 섭취량도 계절간에 유의한 차이를 보였으며, 전반적으로 농반기에 섭취량이 낮았다. EGR AC의 평균값은 농반기에 1.226, 추수기에 1.218, 농반기에 1.320으로 어느 계절이나 Sauberlich 등<sup>34)</sup>이 제시한 기준치인 1.20보다 높아서 리보플라빈 영양상태가 평균적으로 불량함을 보여 주었다. 24시간 소변중 리보플라빈 평균 배설량은 농반기에 308.9ug, 추수기에 146.7ug, 농반기에 102.8ug으로 EGR AC값에 의한 판정과는 달리 농반기에만 Sauberlich 등<sup>35)</sup>이 제시한 기준치인 120ug보다 낮아서 리보플라빈 영양상태가 불량한 것으로 나타났다. 소변중 리보플라빈 배설은 리보플라빈 섭취량뿐만 아니라 질소 평형의 영향을 받는데 음의 질소 평형시 리보플라빈 배설량은 증가한다고 한다.<sup>36)37)38)</sup> 농반기의 경우 음의 질소 평형을 초래하여 리보플라빈 배설량이 증가하여 추수기의 리보플라빈 배설량과 별 차이가 없었다. 한편 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량은 계절별로 Sauberlich 등<sup>35)</sup>이 제시한 기준치인 80ug보다 높아 모든 계절에 있어서 리보플라빈 영양상태가 정상인 것으로 판정되었다. 따라서 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량만으로 리보플라빈 영양상태를 평가하면 24시간 소변중 리보플라빈 배설량을 이용할 때에 비해서 리보플라빈 영양상태가 양호하게 평가되는 것으로 나타났다.

이러한 연구 결과를 종합하면 본 연구대상자들은 EGR AC값으로 평가할 때는 모든 계절에서 리보플라빈 영양상태가 평균적으로 불량한 것으로 판단되나 소변중 리보플라빈 배설량으로 평가할 때는 농반기의 24시간 소변중 리보플라빈 배설량이 기준치 이하인 것을 제외하고는 평균적으로 정상인 것으로 판정되었다. 적혈구내 효소활성은 미타민의 섭취량이 필요량 이하로 감소할 때 가장 먼저 영향을 받으며<sup>34)39)</sup>, Glutathione Reductase는 리보플라빈고갈에 민감하게 반응하므로<sup>40)</sup>, EGR AC측정법은 리보플라빈 결핍을 평가하는데 좀더 신뢰성있고 민감한 방법으로 여겨지고 있으며, 여러 연구<sup>34)40)41)42)</sup>에서 리보플라빈 영양상태를 정확하게 반영한다고 보고하고 있다.

여기서 EGR AC값과 소변중 리보플라빈 배설량을 영양 판정 기준치<sup>34)35)</sup>로 분류하여 조사대상자 개인별 리보플라빈 영양상태를 분석한 결과는 Table 5, 6과 같다. 먼저 EGR AC값의 분포를 살펴 보면 농반기에 44.7%, 추수기에 44.7%, 농반기에 81.6%, 년 평균 57%의 대상자가 리보플라빈 영양불량상태를 보였다. Table 6은 EGR AC값의 불량 판정기준치 1.20이상의 분포를 좀더 상세히 제시한 것이다. 농반기에는 1.30~1.40범위가 28.9%로 가장 많았고, 추수기에는 1.20~1.30범위가 18.4%로 가장 많았고 1.30~1.40범위도 15.8%나 되었

**Table 4.** Mean values of EGR AC & urinary riboflavin excretion in three seasons

Indicators	June	October	February	Total	P-Value	Duncan test		
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		6	10	2
Urine volume(ml/day)	1182.1 ± 460.6 (39.0)	1340.8 ± 355.4 (26.5)	1241.2 ± 461.3 (37.2)	1254.0 ± 430.4 (34.3)	NS			
Creatinine(g/day)	0.787 ± 0.277 (35.1)	0.497 ± 0.239 (48.1)	0.596 ± 0.266 (37.9)	0.628 ± 0.274 (43.6)	***	<—>		<—>
UUN(g/day)	5.766 ± 2.184 (37.9)	3.578 ± 2.250 (62.9)	4.599 ± 2.191 (47.6)	4.658 ± 2.364 (50.8)	***	<—>	<—>	<—>
N-balance (1)	0.697 ± 2.372 (340.3)	2.589 ± 2.441 (94.3)	-0.886 ± 2.540 (-286.7)	0.784 ± 2.816 (359.2)	***	<—>		<—>
(2)	0.945 ± 5.277 (558.4)	4.040 ± 4.174 (103.3)	-0.067 ± 3.164 (4722.4)	1.618 ± 4.600 (284.3)	***	<—>	<—>	<—>
EGR AC	1.226 ± 0.173 (14.2)	1.218 ± 0.133 (10.9)	1.320 ± 0.124 (9.4)	1.255 ± 0.151 (12.0)	***	<—>		<—>
Urinary riboflavin (1)ug/24hr	308.9 ± 639.1 (206.9)	146.7 ± 114.1 (77.7)	102.8 ± 75.4 (73.3)	186.5 ± 386.0 (207.0)	*	<—>		<—>
(2)ug/g creatinine	365.8 ± 710.6 (194.3)	319.7 ± 224.5 (70.2)	176.4 ± 114.7 (65.0)	287.0 ± 440.4 (153.4)	NS			

\*P < 0.05    \*\*P < 0.01    \*\*\*P < 0.005    NS : Not significant  
 UUN : Urinary urea nitrogen    (1) Convenient method    (2) 24hr recall method  
 Cutoff value of EGR AC : 1.20    Cutoff value of urinary riboflavin : 120ug/24hr, 80ug/g creatinine  
 ( ) : Coefficient Variance(CV)    <—> indicates seasonal difference

**Table 5.** Assessment of riboflavin status by EGR AC & urinary riboflavin excretion levels

	June	October	February	Total
<b>EGR AC</b>				
Deficient (>1.4)	4( 10.5%)	4( 10.5%)	6( 15.8%)	14( 12.3%)
Low (1.2 - 1.4)	13( 34.2%)	13( 34.2%)	25( 65.8%)	51( 44.7%)
Acceptable (< 1.2)	21( 55.3%)	21( 55.3%)	7( 18.4%)	49( 43.0%)
Total	38(100 %)	38(100 %)	38(100 %)	114(100 %)
<b>Urinary riboflavin</b>				
(1) ug/24hr				
Deficient (< 40)	12( 31.6%)	2( 5.4%)	6( 15.8%)	20( 17.7%)
Low (40 - 119)	11( 28.9%)	14( 37.8%)	21( 55.3%)	46( 40.7%)
Acceptable (≥ 120)	15( 39.5%)	21( 56.8%)	11( 28.9%)	47( 41.6%)
Total	38(100 %)	37(100 %)	38(100 %)	113(100 %)
(2) ug/g creatinine				
Deficient (< 27)	9( 23.7%)	1( 2.7%)	0( 0 %)	10( 8.8%)
Low (27 - 79)	6( 15.8%)	2( 5.4%)	8( 21.1%)	16( 14.2%)
Acceptable (≥ 80)	23( 60.5%)	34( 91.9%)	30( 78.9%)	87( 77.0%)
Total	38(100 %)	37(100 %)	38(100 %)	113(100 %)

다. 특히 농한기에는 1.20이상의 영양불량자가 계절중 가장 많았는데, 1.30~1.40범위도 39.5%나 되었으며 1.50이상인 경우도 10.6%로서 다른 계절에 비해 4배이상

많아 리보플라빈 결핍정도가 매우 심했다.

24시간 소변중 리보플라빈 배설량의 경우 각 계절의 평균 배설량은 정상범위에 속했으나 불량 판정기준치

120ug이하를 기준으로 리보플라빈 영양상태를 파악했을 때 농번기에는 대상자의 60.5%, 추수기에는 43.2%, 농한기에는 71.1%, 년 평균 58.4%가 리보플라빈 영양불량상태인 것으로 나타났으며 농한기에 영양불량자가 가장 많았다. 반면에 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량으로 리보플라빈 영양상태를 판정하면 불량 판정기준치 80ug이하인 경우가 농번기에는 대상자의 39.5%, 추수기에는 8.1%, 농한기에는 21.1%, 년 평균 23.0%가 리보플라빈 영양상태가 불량인 것으로 나타나 24시간 소변중 리보플라빈 배설량을 이용했을 때보다 리보플라빈 결핍을 과소평가하는 것으로 나타났다. 그 이유로는 본 대상자들의 일일 평균 creatinine 배설량이 적기 때문인 것으로 생각되며, 이러한 경향은 소변배설을 통해 thiamin의 영양상태를 보고한 조미영 등<sup>28)</sup>의 연구에서도 보였다. 따라서 소변배설을 통해 리보플라빈 영양상태를 평가하기 위해서는 소변수집의 어려움이 있다라도 24시간 소변을 채집하는 것이 정확한 영양상태 평가에 기여하리라 생각된다.

조사대상자 개인별 리보플라빈 영양상태를 EGR AC값과 24시간 소변중 리보플라빈 배설량으로 판정한 결과는 추수기, 농한기, 년 평균의 경우는 대체로 거의 비슷하였으며, 농번기의 경우에만 EGR AC값과 24시간 소변중 리보플라빈 배설량에 의한 판정결과간에 차이가 있었다. 그런데 Table 4에서 보면 24시간 소변중 리보플라빈 배설량의 C V값이 모든 계절에서 큰 편으로 추수기와 농한기에 각각 77.7%, 73.3%로 조미영 등<sup>28)</sup>의 C V값과 비슷하였으며, 특히 농번기의 경우는 206.9%로 다른 계절에 비해 매우 높아 개체간에 오차가 아주 컸음을 알 수 있다. 소변 배설량을 이용하여 리보플라빈 영양상태를 연구하였던 대표적인 예로써 Brewer의 연구<sup>43)</sup>와 Horwitt의 연구<sup>44)</sup>에서도 소변중 리보플라빈 배설량은 개인간이나 개인내에서 매우 큰 편차를 보였다. 그렇지만 소변중 리보플라빈 배설량 측정법은 실험방법이 용이하기 때문에 많은 편차가 있음에도 불구하고 집단연구시 널리 사용되고 있다. 반면 EGR AC측정

방법은 소변중 리보플라빈 배설량에 비해 개인간에 혹은 개인내 편차가 적으며, 리보플라빈 식이 섭취량의 일일 변동에 의해 영향을 적게 받으므로<sup>43)46)</sup>, 만성적이고 오래된 리보플라빈 결핍상태조사시 채택되고 있는데 본 연구에서도 리보플라빈 배설량에 비해 C V가 매우 낮았다.

3계절에 걸쳐 종단적으로 조사된 지표들인 EGR AC값, 24시간 소변중 리보플라빈 배설량 그리고 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량 서로들간의 상관관계를 살펴 보면 EGR AC는 24시간 소변중 리보플라빈 배설량 및 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량과 각각 유의적인 상관관계를 보였으며(P < 0.05), 24시간 소변중 리보플라빈 배설량과 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량 간에도 서로 매우 높은 상관관계를 보였다(P < 0.001)(Table 7).

또 EGR AC값, 24시간 소변중 리보플라빈 배설량 그리고 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량과 영양소 섭취량간의 상관관계를 종합적으로 살펴 보면 Table 8와 같다. 24시간 회상법이나 간이 측정법으로 조사한 리보플라빈 섭취량은 EGR AC값, 24시간 소변중 리보플라빈 배설량 그리고 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량과 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. 그러나 식품 빈도법을 이용해 조사한 리보플라빈 일일 총 섭취량과 이것을 다시 간이측정법으로 조사한 에너지 섭취량 1,000kcal에 대한 비율(리보플라빈 섭취량 mg/1,000kcal 에너지 섭취량)로 나타낸 값은 생화학적 지표와 유의한 상관관계를 보였는데 이들 값이 각각 클수록 EGR AC값은 유의적으로 감소하고 소변중 리보플라빈 배설량은 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 일반적으로 식품 빈도법은 식사와 관련된 질병의 원인을 규명하기 위한 역학조사에 많이 이용되며, 바람직한 결과를 얻을 수 있다고 보고되고 있다<sup>47)</sup>. 본 연구에서도 평상시의 리보플라빈 섭취량을 좀 더 정확하게 평가하기 위하여 식품 빈도법을 사용하였다. 이러한 사실로 볼 때 지금까지 알려진 대로 리보플라빈 섭취량이 많을수록 리보플라빈 영양상태가 좋아졌음을 알 수 있으며, 식이섭취조사방법중 식품 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량이 리보플라빈 생화학적 지표 특히 EGR AC값과 아주 높은 유의적인 상관관계가 있었음을 알 수 있다(P < 0.001).

**Table 6.** Frequency distribution of EGR AC in three seasons

EGR AC	June	October	February	Total
1.2 <	21( 55.3%)	21( 55.3%)	7( 18.4%)	49( 43.0%)
1.2 -	2( 5.3%)	7( 18.4%)	10( 26.3%)	19( 16.7%)
1.3 -	11( 28.9%)	6( 15.8%)	15( 39.5%)	32( 28.1%)
1.4 -	2( 5.3%)	3( 7.9%)	2( 5.3%)	7( 6.1%)
1.5 -	1( 2.6%)	1( 2.6%)	2( 5.3%)	4( 3.5%)
1.6 -			2( 5.3%)	2( 1.8%)
1.7 -	1( 2.6%)			1( 0.9%)
Total	38(100 %)	38(100 %)	38(100 %)	114(100 %)

Cutoff value of EGR AC : 1.20

**Table 7.** Correlation matrix of EGR AC & urinary riboflavin excretion during three seasons

	EGR AC		Urinary riboflavin	
	(1) ug/24hr	(2) ug/g creatinine	(1) ug/24hr	(2) ug/g creatinine
EGR AC	1			
Urinary riboflavin			1	
(1) ug/24hr	-0.225*		1	
(2) ug/g creatinine	-0.204*	0.925****		1

\*P < 0.05 \*\*P < 0.01 \*\*\*P < 0.005 \*\*\*\*P < 0.001

**Table 8.** Correlation coefficients of EGR AC & urinary riboflavin excretion with nutrient intake during three seasons

	EGR AC	Urinary riboflavin excretion	
		ug/24hr	ug/g creatinine
Energy(kcal)	(1)	-0.110	0.084
	(2)	-0.123	0.020
Protein(g)	(1)	-0.161	0.138
	(2)	-0.095	0.033
Riboflavin (mg/day)	(1)	-0.114	0.169
	(2)	-0.195*	0.102
(mg/1,000kcal)	(3)	-0.361****	0.242**
	(1)	0.006	0.070
	(2)	-0.154	0.134
	(3) <sup>x</sup>	-0.324****	0.194*
	(4) <sup>y</sup>	-0.152	0.141

\*P &lt; 0.05 \*\*P &lt; 0.01 \*\*\*P &lt; 0.005 \*\*\*\*P &lt; 0.001

(1) Convenient method (2) 24hr recall method

(3) Food frequency method

(3)<sup>x</sup> Riboflavin(mg) by Food frequency method/1,000kcal by Convenient method(4)<sup>y</sup> Riboflavin(mg) by Food frequency method/1,000kcal by 24hr recall method

## 요약 및 결론

계절에 따라 식품섭취의 변동이 심한 농촌여성을 대상으로 농번기(6월), 추수기(10월), 농한기(2월)의 3계절에 걸쳐 리보플라빈 영양상태에 대한 종단연구를 실시하였다. 24시간 회상법과 간이 측정법을 병행하여 식이 섭취량을 조사하였으며 식품섭취 빈도법을 사용하여 평소의 리보플라빈 섭취량과 섭취급원 식품을 파악하고, EGR AC와 소변으로의 리보플라빈 배설량을 측정하여 각 계절별 리보플라빈 영양상태를 평가하고 식이 섭취량과 생화학적 지표간의 관계를 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 리보플라빈 섭취량은 모든 계절에 있어서 권장량에 크게 미달되었으며, 리보플라빈 섭취급원도 곡류 및 두류, 녹색채소류에 주로 의존하고 있었다.

2) 조사대상자들의 리보플라빈 영양상태는 EGR AC값으로 평가할 때 농번기 1.226, 추수기 1.213, 농한기 1.320으로 계절을 막론하고 불량하였으나 24시간 소변중 리보플라빈 배설량과 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량으로 평가할 때는 농한기의 24시간 소변중 리보플라빈 배설량만 제외하고 모든 계절에서 정상으로 나타나, EGR AC지표가 리보플라빈 영양부족상태를 민감하게 평가하는 것으로 사료된다. EGR AC값과 24시간 소변중 리보플라빈 배설량은 계절적으로 유의한 차이를 보여, 특히 농한기에 리보플라빈 영양상태가 유의하게 가장 불량하였는데(EGR AC P < 0.005, 24시간 소변중 리보플라빈 배설량 P < 0.05), 이러한 결과는 계절별 영

양소 섭취량 결과와 일치하였다.

3) 조사대상자 개인별 리보플라빈 영양상태를 EGR AC값으로 평가했을 때 리보플라빈 영양불량인 사람의 비율이 농번기에 44.7%, 추수기에 44.7%, 농한기에 81.6%, 년 평균 57%였으며, 24시간 소변중 리보플라빈 배설량으로 평가했을 때는 농번기에 60.5%, 추수기에 43.2%, 농한기에 71.1%, 년 평균 58.4%인 것으로 나타났다. EGR AC값과 24시간 소변중 리보플라빈 배설량에 의한 판정결과는 대체로 유사하였다. 반면에 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량은 EGR AC값과 24시간 소변중 리보플라빈 배설량으로 평가했을 때보다 리보플라빈 결핍을 과소평가하는 것으로 나타났다.

4) 3계절에 걸쳐 종합적으로 살펴 보면 EGR AC는 24시간 소변중 리보플라빈 배설량과 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량에 각각 유의적인 상관관계를 보였으며 (P < 0.05), 24시간 소변중 리보플라빈 배설량과 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량도 서로 매우 높은 상관관계를 보였다(P < 0.001).

여러 식이섭취조사방법중에서 식품 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량만이 EGR AC값과 24시간 소변중 리보플라빈 배설량, 그리고 크레아티닌 g당 리보플라빈 배설량과 유의한 상관관계를 보였는데 특히 EGR AC값과 아주 높은 유의적인 상관관계를 보였다(P < 0.001).

이러한 연구결과들에서 리보플라빈의 섭취량이나 EGR AC값으로 볼 때 본 연구대상자들의 리보플라빈 영양상태가 모든 계절에서 불량했으며 영양결핍의 빈도가 아주 높았던 점에 비추어 볼 때 다른 지역 주민들의 경우에도 리보플라빈 영양상태가 불량하리라고 우려된다. 아울러 리보플라빈 영양상태를 정확히 평가하기 위해서는 연구목적에 맞는 식이섭취조사방법과 생화학적 지표를 함께 사용할 필요가 있으므로 식이섭취조사방법과 영양상태 평가지표에 대한 연구도 계속하여야 할 것으로 생각된다.

## Literature cited

- 1) Thurnham DI, Stephen JML. Nutrition surveys of the elderly. *Xth Int Congt Nutr Kyoto* 303, 1975
- 2) Lopez R, Fisher LV, Cooperman JM. Riboflavin deficiency in an aged population. *Fed Proc* 38 : 451, 1979
- 3) Ramsay VP, Neumann CG, Swendseid ME. Enzyme saturation tests for thiamin, riboflavin, and vitamin B<sub>6</sub> in placental tissues of Kenyan women. *Fed Proc* 38 : 867 (abstract), 1979
- 4) 박미아 · 김울상 · 이규한 · 문현경 · 송인정 · 채법석. 한국

- 인의 식품 및 영양섭취상태 추이 (1969-1989) - 제 3 보, 국민영양조사보고서에 의한 영양섭취상태를 중심으로 - *한국영양식품학회지* 21 (6) : 655-661, 1992
- 5) 김영옥 · 정혜경 · 방 숙. 농촌 부인의 영양상태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *식품과 영양* 7 (2) : 11-18, 1986
  - 6) 임현숙 · 황금희. 일부 농촌지역 부인들의 영양상태 및 혈액성상에 관한 연구. *한국영양학회지* 15 (3) : 171-180, 1982
  - 7) 이정수 · 이보경 · 모수미. 경기도 용인군 취학전 어린이의 계절 및 조사기간별 식품·영양섭취 실태조사. *한국영양학회지* 16 (1) : 41-55, 1983
  - 8) 서정숙 · 이은화 · 모수미. 일부 농촌지역 노인들의 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 11 (1) : 7-14, 1982
  - 9) 박양자 · 전병규. 농촌 식품섭취실태 및 영양조사. *한국영양학회지* 9 (2) : 87-97, 1976
  - 10) Kim CI. Assessment of thiamin, riboflavin and vitamin B<sub>6</sub> status of pregnant women in Korea, MS thesis, Seoul National Univ, 1980
  - 11) 채법석 · 이진용 · 김필은 · 김용익 · 한정호. 서울시내 영세민층 가임 여성의 비타민 B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> 영양상태에 관한 생화학적 연구. *서울의대 잡지* 20 (2) : 132, 1979
  - 12) 천종희 · 신명화. 도시지역 노인의 일부 비타민 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 21 (4) : 253-259, 1988
  - 13) 윤진숙 · 임화재 · 김석영. 한국인의 리보플라빈 일일 필요량측정을 위한 인체대사연구. *한국영양학회지* 22 (6) : 507-515, 1989
  - 14) 이일은 · 백희영. 생화학적 측정방법에 의한 우리나라여대생들의 리보플라빈 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 18 (4) : 272-282, 1985
  - 15) 황금희 · 오승호 · 임현숙 · 장유경. 한국인 젊은 여성의 리보플라빈 섭취상태와 EGRAC에 관한 연구. *한국영양학회지* 20 (2) : 103-110, 1991
  - 16) 임화재 · 윤진숙. 대구 시내 및 근교 농촌지역 노년기 여성의 리보플라빈 배설량 연구. *한국영양식품학회지* 21 (4) : 334-340, 1992
  - 17) 김영옥. 한국 농민의 식품섭취 및 영양실태조사. *식품과 영양* 4 (4) : 12-18, 1983
  - 18) 문수재 · 이기열 · 김숙영. 간식 영양조사법을 적용한 중년부인의 영양실태. I. 간식 영양조사법 검토. *연세논문* 99 : 203-218, 1981
  - 19) 한국식품공업협회 식품연구소. 식품섭취 실태조사를 위한 식품 및 음식의 눈대중량, 1988
  - 20) Sauberlich HE, Canham JE, Baker EM, Raica N, Herman YF. Biochemical assessment of the nutritional status of vitamin in the human. *Am J Clin Nutr* 25 : 629-642, 1972
  - 21) Slater EC, Morell DB. A modification of the fluorometric method of determining riboflavin in biological materials. *Biochem J* 40 : 644-652, 1946
  - 22) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical physiology chemistry. 13th ed. 899. Blakiston co Inc Toronto, 1954
  - 23) Marsh WH, Fingerhurt B, Miller H. Automated and manual direct methods for the determination of blood urea. *Clin Chem* 11 : 624-627, 1965
  - 24) Weinsier R, Butterworth CE. Handbook of Clinical Nutrition. Morsby CO. St. Louis. Mo, 1981
  - 25) 박명윤 · 이보숙 · 이정자 · 모수미. 농촌 가정보건 사업지역의 가임여성의 영양 및 기생충조사. *한국영양학회지* 14 (4) : 200-208, 1981
  - 26) 윤근애. 농촌주부의 활동량과 식이섭취량에 관한 연구. 이화여자대학교 대학원 가정학 석사 학위논문, 1982
  - 27) 이승교 · 김화남. 작업대 사용에 따른 농작업 에너지 소비량과 피로도 비교. *한국농촌생활과학회지* 2 : 43-49, 1991
  - 28) 조미영 · 백희영. 일부 한국인 여대생의 식이섭취와 소변 배설을 통해 평가한 thiamin의 영양 상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 28 (1) : 46-52, 1995
  - 29) Hoeyweghen RJV, IEEUW ihd, Vandewoude MFJ. Creatinine arm index as alternative for creatine height index. *Am J Clin Nutr* 56 : 611-61 5, 1992
  - 30) Forbes GB, Bruining GJ. Urinary creatinine excretion and lean body mass. *Am J Clin Nutr* 29 : 1359-66, 1976
  - 31) Boileau RB, Horstman DH, Buskirk ER, Mendez J. The usefulness of urinary creatinine excretion in estimating body composition. *Med Sci Sports* 4 : 85-90, 1972
  - 32) Escandon JC, Cunningham JJ, Synder P, Jacob R, Hazar G, Loke J, Felig P. Influence of exercise on urea, creatinine and 3-methyl histidine excretion in normal human subjects. *Am J Physiol* 246 : E334-E338, 1984
  - 33) 임화재 · 윤진숙. 농촌여성들의 계절별 활동량과 체성분 차이에 관한 중단연구. *한국영양학회지* 28 (9) : 893-903, 1995
  - 34) Sauberlich HE, Judd JHjr, Nichoalds GE, Broquist HP, Darby WJ. Application of the erythrocyte glutathione reductase assay in evaluating riboflavin nutritional status in a high school student population. *Am J Clin Nutr* 25 : 756-62, 1972
  - 35) Sauberlich HE, Dowdy RP & Skala JH. Laboratory tests for the assessment of nutritional status. Boca Raton, Florida : CRC Press, Inc., 1974
  - 36) Tucker G, Mickelsen O, Keys A. The influence of sleep, work, diuresis, heat, acute starvation, thiamime intake and bed rest on human riboflavin excretion. *J Nutr* 72 : 251-61, 1960
  - 37) Pollock H, Bookman JJ. Riboflavin excretion as a function of protein metabolism in the normal, catabolic, and diabetic human being. *J Lab Clin Med* 38 : 561-73, 1951
  - 38) Oldham H, Lounds E, Porter T. Riboflavin excretions and test dose returns of young women during periods of positive and negative nitrogen balance. *J Nutr* 34 : 69-79, 1947

- 39) Thurham DI. Red cell enzyme tests of vitamin status : do marginal deficiencies have any physiological significance & Proc Nutr Soc 40 : 155-62, 1981
- 40) Tillotson JA, Baker EM. An enzymatic measurement of the riboflavin status in man. *Am J Clin Nutr* 25 : 425-31, 1972
- 41) Lopez R, Schwartz JV, Cooperman JM : Riboflavin deficiency in an adolescent population in New York City. *Am J Clin Nutr* 33 : 1283-1286, 1980
- 42) Prentice AM, Bates CJ. Biochemical evaluation of the erythrocyte glutathione reductase test for riboflavin deficiency. *Proc Nutr Soc* 37 (2) : 49A, 1978
- 43) Brewer WT, Porter T, Ingalls R, Ohlson MA. The urinary excretion of riboflavin by college women. *J Nutr* 32 : 583-96, 1946
- 44) Horwitt MK, Harvey CC, Hills OW, Liebert E. Correlation of urinary excretion of riboflavin with dietary intake and symptoms of ariboflavinosis. *J Nutr* 41 : 247-64, 1950
- 45) Glatz D, Korner WF, Christeller S, Wiss O. Method for the detection of a biochemical riboflavin deficiency stimulation of NADPH<sub>2</sub>-dependent glutathione reductase from human erythrocytes by FAD in vitro. Investigations on the vitamin B<sub>2</sub> status in healthy people and geriatric patients. *Int J Vitam Res* 40 : 166-83, 1970
- 46) Beutler E. Effect of flavin compounds on glutathione reductase activity : in vivo and in vitro studies. *J Clin Invest* 48 : 1957-66, 1969
- 47) Abramson JH, Slome C, Kosovsky C. Food frequency interview as an epidemiological tool. *Am J Public Health* 53 : 1093-1101, 1963