

식이섭취와 작업활동량이 일부 농촌여성들의 리보플라빈 영양상태에 미치는 영향*

임 화 재** · 윤 진 숙***

동의대학교 식품영양학과, ** 계명대학교 식생활학과***

Effects of Dietary Intake and Work Activity on Seasonal Variation of Riboflavin Status in Rural Women

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

We examined the relationship among riboflavin intake, work activity, erythrocyte glutathione reductase activity coefficient(EGR AC) and urinary riboflavin excretion. We also attempted to determine factors affecting seasonal riboflavin status of rural women. All information about nutrient intake, work activity and riboflavin biochemical status was repeatedly collected in three seasons ; farming season(June), harvest season(October), nonfarming season(February). EGR AC was negatively correlated with riboflavin intake($P < 0.005$) and positively correlated with the duration(min) of farming activity($P < 0.005$) and the percentage of lean body mass(LBM) (%) representing long term physical activity($P < 0.05$) in harvestseason. Urinary riboflavin excretion was positively correlated with the ratio of riboflavin intake to 1,000kcal of energy expenditure ($P < 0.05$) in farming season and negatively correlated with the duration(min) of farming activity($P < 0.05$) and crude nitrogen balance($P < 0.005$) in harvest season. It appeared that EGR AC seems to increase and urinary riboflavin excretion seems to decrease as work activity increase. Therefore work activity would be expected to deteriorate riboflavin status. Multiple regression analysis of variables showed that in general EGR AC was affected by riboflavin and energy intakes, energy expenditure, energy balance, the duration(min) of farming activity, LBM (%). Urinary riboflavin excretion was affected by riboflavin and protein intakes, LBM(kg) and crude nitrogen balance. Crude nitrogen balance affected urinary riboflavin excretion in all seasons. The result indicated that work activity as well as nutrient intake seemed to affect riboflavin status, especially EGR AC was affected preferentially by work activity in all seasons. (*Korean J Nutrition* 29(9) : 1003~1012, 1996)

KEY WORDS : nutrient intake · work activity · EGR AC · urinary riboflavin excretion.

서 론

리보플라빈은 생체내에서 FAD 혹은 FMN의 조효소

채택일 : 1996년 9월 20일

*본 논문은 (주)미원 부설 한국음식문화연구원 연구비 (1991년)에 의해 연구 되었습니다.

형태로 생물학적 산화. 환원반응, TCA cycle 및 지방산 화과정 등 에너지대사에 널리 관여하는 수용성 비타민이다. 현재 미국과 한국의 리보플라빈 권장량은 리보플라빈 섭취량과 임상적, 생화학적 결핍에 관한 연구결과들을 근거로 0.6mg/1,000kcal으로 하루에 최소한 1.2~1.5mg정도 섭취하도록 정해져 있으며, 활동량 변화에

따른 리보플라빈 필요량 변화는 고려되지 않고 있다.

그런데 리보플라빈 필요량은 리보플라빈 섭취량 뿐만 아니라 에너지 섭취량 및 소비량¹⁾, 단백질 권장량 및 Flavoprotein의 형성 및 저장에 영향을 미치는 LBM의 총합량²³⁾, 질소 균형¹⁴⁾⁵⁾ 등과도 관련이 있다는 연구들이 있다. 그리고 리보플라빈 영양상태가 에너지 소비량에 대한 에너지 섭취량의 비율인 에너지 균형, LBM 합량, 질소 균형 등 활동량과 관련된 요인들에 의해 영향을 받는다는 연구들이 보고됨에 따라 운동을 하고 있거나 활동량이 많은 사람의 경우 리보플라빈 체내 필요량이 달라지는가에 대한 관심이 증가되고 있다. 선행연구들^{3) 6)7)8)9)}에 의하면 운동이나 활동량이 증가한 경우 EGR AC값이 증가하거나⁷⁾⁹⁾ 소변중 리보플라빈 배설량이 감소하는 등³⁾⁶⁾ 리보플라빈 영양상태가 나빠진다고 하였는데, 그 원인으로 운동이나 활동량증가로 인한 LBM 합량변화³⁾나 에너지 소비량 증가로 인한 음의 에너지 균형⁷⁾⁸⁾ 등을 들고 있다. Goranzan 등의 연구¹⁰⁾에서는 활동량증가로 생긴 음의 에너지 균형은 소변중 질소배설량을 증가시켜 음의 질소 균형을 초래한다고 하였다. 이러한 연구결과들을 종합해 볼 때 운동이나 활동량이 증가하면 리보플라빈 영양상태가 나빠져 리보플라빈 필요량이 증가하는 것으로 보이나, 각 연구들은 LBM 합량이나 에너지 소비량 등에 대한 구체적인 자료를 제시하지 못하고 있어 현재까지 보고된 자료만으로는 운동이나 활동량이 리보플라빈 영양상태에 어떻게 영향을 미쳤는가를 명확하게 파악하기는 어려운 실정이다. 다만 쥐를 대상으로 한 Hunter 등의 연구¹¹⁾에서는 운동에 의해 근육량이 유의하게 증가하였으며, 근육내 리보플라빈 총보유량도 유의하게 증가한 것으로 보고하고 있다.

한편 현재까지 행해진 연구들은 식이 섭취량을 조절된 상태에서 활동량이 리보플라빈 영양상태에 미치는 영향을 파악하고자 주력하였던 반면 식이 섭취량을 조절하지 않은 일상생활상태에서 활동량이 리보플라빈 영양상태에 어느정도 영향을 미치는 요인인가에 대해서는 분석하지 않았다. 따라서 일상생활에서 활동량이 리보플라빈 영양상태에 어떻게 영향을 미치는 가를 분석하기 위해서는 활동량이 많은 사람을 대상으로 일상생활상태에서 식이섭취량과 활동량과 관련하여 리보플라빈 영양상태에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인들에 대한 연구가 실시되어야 할 것이다.

리보플라빈 영양상태와 관련하여 우리나라에서 행해진 연구들은 주로 리보플라빈 섭취량 등 식이 섭취량과의 관계만을 다루었고, 활동량과 관련된 연구는 부족하다. 특히 우리나라 농촌여성들의 경우 공업화 및 도시화에 따른 이농현상으로 농업노동력이 부족하여 기존의 가

사노동에다 과중한 농업노동의 부담이 커가는 추세로 활동량이 많아지고 있으나 농촌여성을 대상으로 활동량과 리보플라빈 영양상태와의 관계를 연구한 논문은 없다.

이에 본 연구에서는 식이 섭취량 뿐만 아니라 활동량이 리보플라빈 영양상태에 미치는 영향을 분석하고자 농촌여성을 대상으로 농사계절중 작업 활동량이 많은 농번기(6월)와 추수기(10월) 그리고 작업 활동량이 비교적 적은 농한기(2월)의 3계절에 걸친 중단연구를 실시하였다. 각 계절별로 식이 섭취량과 활동량과 관련있는 에너지 소비량, 에너지 소비량에 대한 에너지 섭취량의 비율인 에너지 균형, LBM 합량, 질소 균형 등의 요인들을 측정하고 EGR AC값 및 소변중 리보플라빈 배설량을 이용하여 리보플라빈 영양상태를 평가하여 각 계절별로 리보플라빈 영양상태에 영향을 미치는 이들 요인들과 EGR AC값 및 소변중 리보플라빈 배설량과의 관계를 분석하여 영양소 섭취량 및 활동량이 리보플라빈 영양상태에 어떤 영향을 미치는가를 평가하고, EGR AC값 및 소변중 리보플라빈 배설량에 우선적으로 영향미치는 요인을 분석하여 농촌여성의 영양개선을 위한 정책수립의 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구내용 및 방법

1. 조사대상 및 방법

경북 의성군 비안면 동부동과 성주군 초전면 소성동의 두 농촌지역에서 가사와 농작업에만 종사하는 농촌여성을 대상으로 하였다. 이들중에서 사전조사를 통해서 연구의 목적을 이해하고 1년간 3회에 걸친 중단연구에 충분히 협조를 할 수 있고 질병을 보유하지 않는 사람으로 총 45명(동부동 25명, 소성동 20명)을 선정하여, 1990년 6월23일~7월10일(농번기), 10월22일~11월1일(추수기), 1991년 2월1일~2월9일(농한기)까지 모두 3차례 걸쳐 조사를 실시하였다.

2. 식이 섭취량 분석

조사대상자들의 식이 섭취량 조사에는 간이 측정법과 24시간 회상법을 병행하여 사용하였다. 평상시 리보플라빈 섭취량을 보다 정확하게 평가하고 리보플라빈 섭취에 기여도가 높은 급원식품들을 파악하기 위해 식품섭취빈도법을 사용하였는데, 조사방법은 선행연구¹²⁾에서 서술한 바와 같다. 그런데 본 연구의 경우 선행연구¹²⁾에서 이미 보고한 바와 같이 24시간 회상법의 CV값이 높아 개체간의 오차가 컸었고, 식이섭취조사법의 타당성을 조사한 김 등의 연구¹³⁾를 근거로 할 때 간이 측정법이 평상시의 섭취량을 반영하였던 관계로 본 연구목적에 더욱

Table 1. Mean values of variables affecting EGR AC & urinary riboflavin excretion in three seasons

Variables	June		October		February		P-Value
	Mean	±SD	Mean	±SD	Mean	±SD	
Energy(kcal)	1950.3	±368.5	1946.9	±375.1	1423.3	±226.1	***
Protein(g)	59.2	± 10.6	56.8	± 11.5	41.8	± 7.4	***
Riboflavin (mg/day)	(1)	0.956 ± 0.233	0.910 ± 0.185		0.607 ± 0.173		***
	(2)	0.925 ± 0.130	0.870 ± 0.190		0.704 ± 0.181		***
(mg/1,000kcal intake)	(1)	0.501 ± 0.142	0.478 ± 0.111		0.425 ± 0.096		**
	(2)	0.483 ± 0.073	0.451 ± 0.080		0.493 ± 0.101		NS
(mg/1,000kcal expenditure)	(1)	0.338 ± 0.095	0.376 ± 0.098		0.294 ± 0.089		***
	(2)	0.328 ± 0.065	0.365 ± 0.121		0.344 ± 0.106		NS
Farming activity hours(min)	496.7	±157.1	422.6	±170.1	118.8	±195.2	***
Energy expenditure(kcal)	2892.9	±525.5	2487.4	±510.8	2130.9	±514.0	***
Energy expenditure(kcal)/kg	54.2	± 6.1	47.8	± 6.4	39.4	± 5.7	***
Energy balance	0.693	± 0.170	0.816	± 0.241	0.699	± 0.173	***
L B M (%)	75.6	± 5.4	75.2	± 5.2	72.8	± 5.1	*
L B M (kg)	40.6	± 4.6	39.2	± 4.1	39.2	± 4.4	NS
Crude nitrogen balance	0.697	± 2.372	2.589	± 2.441	-0.886	± 2.540	***
Creatinine(g/day)	0.787	± 0.277	0.497	± 0.239	0.596	± 0.266	***
Urinary urea nitrogen(g/day)	5.766	± 2.184	3.578	± 2.250	4.599	± 2.191	***
EGR AC	1.226	± 0.173	1.218	± 0.133	1.320	± 0.124	***
Urinary riboflavin(ug/24hr)	308.9	±639.1	146.7	±114.1	102.8	± 75.4	*

*P < 0.05 **P < 0.01 ***P < 0.005 N S : Not significant
 (1)Food frequency method (2)Convenient method
 Cutoff value of EGR AC : 1.20 Cutoff value of urinary riboflavin : 120ug/24hr

적합하다고 판단되어 식이섭취량이 리보플라빈 영양상태에 미치는 영향에 관한 분석에는 간이 측정법과 식품섭취 빈도법에 의한 결과만을 사용하였다.

3. 체중, 체성분(Body Composition) 및 활동량 분석

체중과 체성분 LBM(%), LBM(kg) 및 농작업에 종사하는 시간, 에너지 소비량, 체중 kg당 에너지 소비량, 에너지 소비량에 대한 에너지 섭취량의 비율인 에너지 균형 등을 분석하였는데 체중, 체성분측정과 활동량 조사방법은 선행연구¹⁴⁾에서 서술하였다.

4. 혈액 및 소변 분석

혈액내 EGR AC와 소변중 Creatinine, Urea Nitrogen, Riboflavin 및 Urinary Urea Nitrogen으로 계산한 Crude Nitrogen Balance 등을 분석하였는데 분석방법과 계산방법은 선행연구¹²⁾에서 서술하였다.

5. 자료처리

조사대상자 45명중 부적절한 7명을 제외한 38명(동부동 20명, 소성동 18명)을 대상으로 3계절에 걸쳐 조사된 모든 자료에 대해 평균과 표준편차를 구했으며, Anova test로 계절간 차이를 분석하였다. 각 계절에 있어서 모든 변수들과 EGR AC 및 소변중 리보플라빈 배설량들

간의 관련성은 Pearson의 상관관계를 적용하였으며, EGR AC 및 소변중 리보플라빈 배설량에 영향을 미친 변수들의 선택은 중회귀분석중 Backward방법을 이용하였다.

결과 및 고찰

조사대상자들의 각 계절별 영양소 섭취량 및 활동량과 관련된 변수들과 EGR AC 및 소변중 리보플라빈 배설량 등의 일일 평균값과 계절간 차이는 Table 1과 같다. EGR AC 및 소변중 리보플라빈 배설량으로 계절별 리보플라빈 영양상태를 평가해 보면 EGR AC 및 소변중 리보플라빈 배설량은 계절간에 유의한 차이를 보였으며 (EGR AC P < 0.005, 소변중 리보플라빈 배설량 P < 0.05), 특히 농한기에 리보플라빈 영양상태가 가장 불량하였다. EGR AC값으로 평가할 때 농한기에 1.226, 추수기에 1.218, 농한기에 1.320으로 어느 계절이나 Sauberlich등¹⁵⁾이 제시한 기준치인 1.20보다 높아서 리보플라빈 영양상태가 평균적으로 불량하였다. 반면에 소변중 리보플라빈 배설량으로 평가할 때는 농한기에 308.9ug, 추수기에 146.7ug, 농한기에 102.8ug으로 EGR AC값에 의한 판정과는 달리 농한기에만 Sauberlich등¹⁶⁾이 제시한 기준치인 120ug보다 낮아서 리보플라빈 영양상

태가 불량한 것으로 나타났다.

그러면 각 계절별로 영양소 섭취량 및 활동량과 관련된 변수들(Table 1)과 EGR AC값 및 소변중 리보플라빈 배설량과의 관계를 분석하여 영양소 섭취량과 활동량이 리보플라빈 영양상태에 어떻게 영향을 미쳤으며, EGR AC값 및 소변중 리보플라빈 배설량에 이들 변수들(Table 1)중 어떤 변수들이 우선적으로 영향을 미쳤는가를 살펴보면 다음과 같다(Table 2-7).

Table 2. Correlation coefficients of EGR AC & urinary riboflavin excretion with variables in June

Variables	EGR AC	Urinary riboflavin excretion
Age	0.150	-0.095
Energy(kcal)	0.162	0.000
Protein(g)	0.179	0.076
Riboflavin(mg)(1)	-0.176	0.248
(2)	0.107	0.194
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal intake	-0.228	0.182
Riboflavin(mg)(2)/1,000kcal intake	-0.044	0.121
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal expenditure	-0.248	0.320*
Riboflavin(mg)(2)/1,000kcal expenditure	-0.024	0.272
Farming activity hours(min)	0.158	-0.122
Energy expenditure(kcal)	0.151	-0.148
Energy expenditure(kcal)/kg	0.145	-0.144
Energy balance	0.084	0.123
L B M(%)	-0.089	-0.021
L B M(kg)	0.047	-0.147
Crude nitrogen balance	0.202	-0.168
Creatinine(g/day)	-0.049	0.216
Urinary urea nitrogen(g/day)	-0.078	0.244
Urinary riboflavin excretion(ug/24hr)	-0.237	

*P < 0.05

(1) Food frequency method (2) Convenient method

1. 농번기의 리보플라빈 영양상태에 식이섭취와 활동량이 미친 영향

먼저 농번기의 경우 Table 2에서 보는 바와 같이 EGR AC값은 영양소 섭취량 및 활동량과 관련된 변수들과 유의적인 상관관계를 볼 수 없었으나, 소변중 리보플라빈 배설량은 1,000kcal 에너지 소비량에 대한 리보플라빈 섭취량의 비율(P < 0.05)이 높을수록 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

농번기의 EGR AC값과 소변중 리보플라빈 배설량에 우선적으로 영향을 미친 변수들은 Table 3과 같다. EGR AC값에 유의하게 영향을 미친 변수들은 에너지 소비량, 에너지 균형, 에너지 섭취량의 순이었는데 회귀분석의 결정계수(R²)는 0.1670이었으며, 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Y = 0.00047368 X_1 + 1.74737829 X_2 - 0.00056122 X_3 - 0.26044215$$

여기서 X₁, X₂, X₃은 각각 에너지 소비량, 에너지 균형, 에너지 섭취량이다. 따라서 Table 1에서 보는 바와 같이 농사계절중 활동량이 가장 많아 조사대상자들의 체중 kg당 에너지 소비량으로 볼 때 격심한 활동에 해당되었던 농번기에 있어서 EGR AC값은 활동량과 관련된 에너지 소비량과 에너지 소비량에 대한 에너지 섭취량의 비율인 에너지 균형에 우선적으로 영향을 받았음을 알 수 있는데, EGR AC값은 1.226로 리보플라빈 영양상태가 불량하였다. Bro-Rasmussen¹⁾은 리보플라빈 필요량이 에너지 섭취량 및 에너지 소비량과 관련이 있다고 하였다. 또 Belko 등은 1983, 1984년 연구^{7,8)}에서 운동을 하는동안 에너지 섭취량보다 에너지 소비량이 증가하여 에너지 균형이 음이 될때 EGR AC값이 증가하여 리보플라빈 필요량은 증가한다고 하였는데, 본 농번기 연구에서도 Table 1에서 보는 바와 같이 에너지 소비량에

Table 3. Variable selection affecting EGR AC & urinary riboflavin excretion by mutiple regression analysis in June

EGR AC				
Mutiple R=0.4087		R-square=0.1670		
Variables	Beta	SE	F	P-value
Total energy expenditure(kcal)	0.00047368	0.00019807	5.72	0.0225
Energy balance	1.74737829	0.77097896	5.14	0.0299
Total energy intake(kcal)	-0.00056122	0.00028628	3.84	0.0582
Intercept	-0.26044215	0.57998084	0.20	0.6562
Urinary riboflavin excretion				
Mutiple R=0.4387		R-square=0.1924		
Variables	Beta	SE	F	P-value
Riboflavin(mg) (1)	1114.87254667	461.25143014	5.84	0.0212
Crude nitrogen balance	-81.71773139	43.85807458	3.47	0.0711
L B M (kg)	-38.06827571	22.39454365	2.89	0.0983
Intercept	845.07554244	891.73880170	0.90	0.3500

(1) Food frequency method

비해 에너지 섭취량이 낮아 심한 에너지 불균형상태였다. 소변중 리보플라빈 배설량에 유의하게 영향을 미친 변수들은 식품섭취 빈도법으로 측정된 리보플라빈 섭취량, 질소 균형, LBM(kg)의 순이었는데 회귀방정식은 다음과 같으며, 회귀분석의 결정계수(R²)는 0.1924이었다.

$$Y = 1114.87254667 X_1 - 81.71773139 X_2 - 38.06827571 X_3 + 84507554244$$

여기서 X₁, X₂, X₃는 각각 식품섭취 빈도법으로 측정된 리보플라빈 섭취량, 질소 균형, LBM(kg)이다. 따라서 농번기의 소변중 리보플라빈 배설량은 식품섭취 빈도법으로 측정된 리보플라빈 섭취량 뿐만 아니라 질소 균형과 LBM(kg)의 영향을 받았음을 알 수 있다. Tucker 등의 연구³⁾에서도 소변중 리보플라빈 배설량은 리보플라빈 섭취량과의 질소 균형의 영향을 받는 것으로 보고하고 있다. 또 Pollak등⁴⁾이나 Oldham등⁵⁾도 단백질과 에너지의 섭취량이 부족하여 질소 균형이 음이 되었을 때 소변중 리보플라빈 배설량이 증가한다고 보고한 바 있다. 이러한 이유는 리보플라빈은 flavoprotein 형태로 LBM내에 저장되어 있는데 flavoprotein은 가장 분해되기 쉬운 단백질이므로 음의 질소 균형시 쉽게 가수분해되어 소변중으로 배설되기 때문이라 하겠다. 본 연구에서도 Table 1에서 보는 바와 같이 농번기의 단백질 섭취량은 양호하였으나 리보플라빈과 에너지 섭취량은 권장량에 미달하였는데, 에너지 소비량은 계절중 유의하게 가장 많았다. 즉 활동량 증가로 인해 심한 음의 에너지 균형이 되었으며 그 결과 질소 균형은 거의 0에 가깝게 낮아져 소변중 리보플라빈 배설량은 증가하여 308.9ug로 농사 계절중 유의하게 가장 많았던 것으로 보인다.

2. 추수기의 리보플라빈 영양상태에 식이섭취와 활동량이 미친 영향

추수기의 경우 Table 4에서 보는 바와 같이 EGR AC값은 식품 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량 (P<0.005)과 1,000kcal 에너지 섭취량에 대한 리보플라빈 섭취량의 비율(P<0.005)이 높을수록 유의하게 감소하여 리보플라빈 영양상태가 좋아지는 것으로 나타났다. 일반적으로 식품 빈도법은 식사와 관련된 질병의 원인을 규명하기 위한 역학조사에 많이 이용되며, 바람직한 결과를 얻을 수 있다고 보고되고 있다¹⁷⁾. 본 연구에서도 평상시의 리보플라빈 섭취량을 좀 더 정확하게 평가하기 위하여 식품 빈도법을 사용하였는데 식품 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량은 EGR AC값과 유의적인 상관관계를 보였다. 활동량과 관련된 변수들로서 농작업에 소비된 시간(P<0.005)이 많을수록, LBM(%) (P<0.05)이 많을수록 EGR AC값이 유의하게 증

Table 4. Correlation coefficients of EGR AC & urinary riboflavin excretion with variables in October

Variables	EGR AC	Urinary riboflavin excretion
Age	-0.053	-0.184
Energy(kcal)	0.033	-0.169
Protein(g)	-0.099	-0.056
Riboflavin(mg)(1)	-0.453**	0.038
(2)	0.020	0.080
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal intake	-0.443**	0.219
Riboflavin(mg)(2)/1,000kcal intake	-0.032	0.255
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal expenditure	-0.281	0.061
Riboflavin(mg)(2)/1,000kcal expenditure	0.087	0.043
Farming activity hours(min)	0.476**	-0.345*
Energy expenditure(kcal)	-0.120	0.023
Energy expenditure(kcal)/kg	0.047	0.120
Energy balance	0.086	-0.138
L B M(%)	0.328*	0.022
L B M(kg)	-0.105	-0.203
Crude nitrogen balance	0.130	-0.480***
Creatinine(g/day)	-0.170	0.481***
Urinary urea nitrogen(g/day)	-0.238	0.476***
Urinary riboflavin excretion(ug/24hr)	-0.174	

*P < 0.05 **P < 0.01 ***P < 0.005

(1) Food frequency method (2) Convenient meth

가하는 것으로 나타나 활동량이 많을수록 리보플라빈 영양상태가 나빠졌음을 알 수 있다. Belko 등의 연구⁸⁾에서는 4주간 운동을 하였을 때 유의하게 EGR AC값이 증가하고 소변중 리보플라빈 배설량이 감소하였지만 LBM 함량변화와는 어떠한 관련성을 찾아 볼 수 없었다. 그러나 본 추수기 연구에서는 농작업에 소비된 시간이 많을수록 EGR AC값이 증가하여 리보플라빈 영양상태가 나빠지는 것으로 나타났으며 LBM(%)와 유의적인 상관관계를 보였다. 활동량에 의한 체성분의 변화는 오랜 기간을 통해서만 일어나는 것으로 보고되고 있는데¹⁸⁾, 본 연구는 각 계절의 활동량에 의한 체성분의 변화가 충분히 일어날 수 있도록 6월, 10월, 2월의 4개월의 간격으로 농번기, 추수기, 농한기의 각 농사계절의 마지막 시기에 조사를 실시하였으므로, LBM(%)은 장기간의 활동량상태를 반영한다고 볼 수 있겠다. 소변중 리보플라빈 배설량의 경우 농작업에 소비된 시간이 많을수록 유의하게 감소하였으며(P<0.05), 질소 균형(P<0.05)이 낮을수록, 소변중 Creatinine 배설량이나 Urea Nitrogen 배설량(P<0.005)이 많을수록 유의하게 증가하였다. 여기서 추수기에 활동량이 리보플라빈 영양상태에 미친 영향을 보면 EGR AC값은 농작업에 소비된 시간과 LBM(%)이 많을수록 증가하고, 소변중 리보플

Table 5. Variable selection affecting EGR AC & urinary riboflavin excretion by multiple analysis in October

EGR AC				
Multiple R=0.6033	R-square=0.3639			
Variables	Beta	SE	F	P-value
Farming activity hours(min)	0.00031974	0.00011300	8.01	0.0078
Riboflavin(mg) (1)	-0.27191641	0.10037893	7.34	0.0105
Intercept	1.33044593	0.11386852	136.52	0.0001
Urinary riboflavin excretion				
Multiple R=0.7620	R-square=0.5806			
Variables	Beta	SE	F	P-value
Crude nitrogen balance	-27.44910573	6.80205550	16.28	0.0003
L B M (kg)	-13.67866522	3.70912825	13.60	0.0009
Protein(g)	10.13387157	3.17749979	10.17	0.0033
Riboflavin(mg) (1)/1,000kcal intake	1038.93673532	390.31430486	7.09	0.0124
Age	-32.78068987	13.57443288	5.83	0.0220
Riboflavin(mg) (1)	-518.21571619	242.13732301	4.58	0.0406
Intercept	228.11513000	204.67960840	1.24	0.2739

(1)Food frequency method

라빈 배설량은 농작업에 소비된 시간이 많을수록 감소하여 활동량이 많을수록 리보플라빈 영양상태가 나빠진 것으로 나타나, EGR AC값과 소변중 리보플라빈 배설량 모두가 활동량의 영향을 받았음을 알 수 있다. 그런데 지금까지 운동 및 활동량이 리보플라빈 영양상태에 미치는 영향을 조사한 연구중에서 Tucker등³⁾은 갑작스런 심한 운동과 작업에 종사하는 시간이 길 경우 모두 소변중 리보플라빈 배설량이 감소하였다고 보고한 바 있다. 그러나 작업을 오랫동안 지속한 경우에 있어서 EGR AC값의 변화에 관한 연구는 없었는데 본 연구에서는 오래 지속되는 작업활동량이 소변중 리보플라빈 배설량 뿐만 아니라 EGR AC값에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

추수기의 EGR AC값과 소변중 리보플라빈 배설량에 우선적으로 영향을 미친 변수들은 Table 5와 같다. EGR AC값에 유의하게 영향을 미친 변수들은 농작업에 소비된 시간, 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 순이었는데, 회귀분석의 결정계수(R²)는 0.3639으로 큰 편이었으며 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Y=0.00031974 X_1-0.27191641 X_2+1.33044593$$

여기서 X₁, X₂는 각각 농작업에 소비된 시간, 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량으로서 이들 변수들은 EGR AC과의 상관관계에서도 유의하게 높은 상관관계를 보였다. 따라서 추수기의 EGR AC값은 농작업에 소비된 시간과 리보플라빈 섭취량의 순으로 많은 영향을 받았음을 알 수 있다. Table 1에서 보는 바와 같이 활동량이 많아 심한 활동에 해당되었던 추수기의 경우 농작업에 소비된 시간이 많았고 리보플라빈 섭취량도 권장량에 미달되어 EGR AC값이 1.218로 리보플라빈 영양상태가 불량하였음을 알 수 있다. 소변중 리보플라

빈 배설량에 유의하게 영향을 미친 변수들은 질소 균형, LBM(kg), 단백질 섭취량, 1,000kcal 에너지 섭취량에 대한 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 비율, 나이, 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 순이었는데 회귀방정식은 다음과 같으며, 회귀분석의 결정계수(R²)는 0.5806이었다.

$$Y = -27.44910573 X_1 - 13.67866522 X_2 + 10.13387157 X_3 + 1038.93673532 X_4 - 32.78068987 X_5 - 518.21571619 X_6 + 228.11513000$$

여기서 X₁, X₂, X₃, X₄, X₅, X₆은 각각 질소 균형, LBM(kg), 단백질 섭취량, 1,000kcal 에너지 섭취량에 대한 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 비율, 나이, 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량인데, 질소 균형의 경우 소변중 리보플라빈 배설량과의 상관관계에서도 유의하게 높은 상관관계를 보였다. 따라서 추수기의 소변중 리보플라빈 배설량은 질소 균형, LBM(kg), 단백질 섭취량, 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량에 우선적으로 영향을 받았음을 알 수 있는데, 농번기에도 소변중 리보플라빈 배설량은 질소 균형과 LBM(kg), 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 영향을 받은 것으로 나타났다. Table 1에서 보는 바와 같이 추수기의 경우 질소 균형이 계절중 가장 높아 소변중 리보플라빈 배설량이 146.7ug로 농번기보다는 낮았던 것으로 보인다.

3. 농한기의 리보플라빈 영양상태에 식이섭취와 활동량이 미친 영향

농한기의 경우 Table 6에서 보는 바와 같이 EGR

AC값은 영양소 섭취량과 유의적인 상관관계를 볼 수 없었고, 활동량과 관련된 변수들과 유의적인 상관관계를 보여 에너지 소비량(P<0.05)이 많을수록, 에너지 균형(P<0.01)이 적을수록, LBM(kg)(P<0.05)이 많을수록 유의하게 감소하였으나, 반면에 장기적인 활동량의 상태를 나타내는 LBM(%)(P<0.05)이 많을수록 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 질소 균형(P<0.05), 소변중 Creatinine 배설량(P<0.05), Urea Nitro-

gen 배설량(P<0.01)과도 유의한 상관관계를 보였는데, 질소 균형이 낮을수록, 소변중 Creatinine 배설량과 Urea Nitrogen 배설량이 각각 많을수록 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 소변중 리보플라빈 배설량의 경우 나이(P<0.05)가 적을수록, 에너지 소비량(P<0.05)이 많을수록, 질소 균형(P<0.05)이 낮을수록, 소변중 Creatinine 배설량(P<0.01), Urea Nitrogen 배설량(P<0.05)이 많을수록 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 농한기의 경우 다른 계절과 달리 에너지 소비량이 많을수록, 질소 균형이 낮을수록, EGR AC값이 감소하고 소변중 리보플라빈 배설량이 증가하는 것으로 나타났는데, 이러한 경향을 보인 것은 아마 Table 1에서 보는 바와 같이 농한기의 단백질 섭취량이 권장량에 미달하였으며 에너지 균형도 1보다 낮아, 계절중 유일하게 음의 질소 균형이었기 때문인 것 같다. 음의 질소 균형일 때 Labile flavoprotein pool은 분해되는데, 분해된 리보플라빈은 적혈구에 일시적으로 흡수되어 적혈구내 리보플라빈 함량이 증가되며, 이로 인해 EGR activity 및 EGR AC값이 감소되며, 소변중 리보플라빈 배설량이 증가된다는 보고들이 있다¹⁹⁾²⁰⁾.

농한기에 있어서 EGR AC값에 유의하게 영향을 미친 변수들은 Table 7에서 보는 바와 같이 에너지 균형, 1,000kcal 에너지 소비량에 대한 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 비율, 1,000kcal 에너지 섭취량에 대한 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 비율, LBM(%), 순이었다. 회귀방정식은 다음과 같으며, 회귀분석의 결정계수(R²)는 0.3260이었다.

$$Y = 1.28427428 X_1 - 2.67884927 X_2 + 1.95546825 X_3 + 0.00769506 X_4 - 0.18362350$$

여기서 X₁, X₂, X₃, X₄은 각각 에너지 균형, 1,000kcal 에너지 소비량에 대한 식품섭취 빈도법에 의해

Table 6. Correlation coefficients of EGR AC & urinary riboflavin excretion with variables in February

Variables	EGR AC	Urinary riboflavin excretion
Age	0.017	-0.318*
Energy(kcal)	0.087	0.129
Protein(g)	-0.033	0.016
Riboflavin(mg)(1)	-0.087	0.145
(2)	-0.011	-0.051
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal intake	-0.149	0.095
Riboflavin(mg)(2)/1,000kcal intake	-0.058	-0.168
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal expenditure	0.175	-0.134
Riboflavin(mg)(2)/1,000kcal expenditure	0.250	-0.261
Farming activity hours(min)	-0.142	0.281
Energy expenditure(kcal)	-0.372*	0.394*
Energy expenditure(kcal)/kg	-0.150	0.296
Energy balance	0.421**	-0.206
L B M(%)	0.411*	-0.222
L B M(kg)	-0.410*	0.297
Crude nitrogen balance	0.329*	-0.353*
Creatinine(g/day)	-0.341*	0.436**
Urinary urea nitrogen(g/day)	-0.417**	0.399*
Urinary riboflavin excretion(ug/24hr)	-0.328*	

*P < 0.05 **P < 0.01

(1) Food frequency method (2) Convenient method

Table 7. Variable selection affecting EGR AC & urinary riboflavin excretion by mutiple regression analysis in February

EGR AC				
Mutiple R=0.5710		R-square=0.3260		
Variables	Beta	SE	F	P-value
Energy balance	1.28427428	0.51570005	6.20	0.0180
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal expenditure	-2.67884927	1.24227288	4.65	0.0384
Riboflavin(mg)(1)/1,000kcal intake	1.95546825	0.94103951	4.32	0.0456
L B M (%)	0.00769506	0.00407753	3.56	0.0680
Intercept	-0.18362350	0.51142692	0.13	0.7219
Urinary riboflavin excretion				
Mutiple R=0.4990		R-square=0.2490		
Variables	Beta	SE	F	P-value
Crude nitrogen balance	-11.02948420	4.3522354	6.42	0.0159
Age	-24.81069728	10.30852395	5.79	0.0215
Intercept	151.13869509	26.58308316	32.33	0.0001

(1)Food frequency method

측정된 리보플라빈 섭취량의 비율, 1,000kcal 에너지 섭취량에 대한 리보플라빈 섭취량의 비율, LBM(%)인데, 특히 에너지 균형과 LBM(%)의 경우 EGR AC와의 상관관계에서도 유의적인 상관관계를 보였다. 이러한 사실로 볼 때 농한기의 경우도 EGR AC값은 활동량과 관련된 에너지 균형의 영향을 받았음을 알 수 있다. Table 1에서 보는 바와 같이 농한기의 리보플라빈, 단백질, 에너지의 섭취량은 다른 계절에 비해 유의하게 가장 낮았고, 권장량에 크게 미달하였다. 활동량은 중등 활동에 해당되었으며, 활동량과 관련된 변수들인 농작업에 소비된 시간과 에너지 소비량도 유의하게 낮았다. 그런데 에너지 소비량 뿐만 아니라 에너지 섭취량도 유의적으로 낮았기 때문에 에너지 소비량에 대한 에너지 섭취량의 비율인 에너지 균형이 유의하게 낮아져 심한 에너지 불균형을 초래하여 농번기와 별 차이가 없었다. 다시말해 농한기의 활동량은 비록 중등 활동에 해당되었으나 에너지 균형은 심한 에너지 불균형상태였는데 음의 에너지 균형은 격심한 활동의 농번기와 마찬가지로 EGR AC값에 영향을 미친 것으로 분석되었으며 이러한 결과는 Belko 등의 연구결과⁷⁶⁾와도 일치한다. 따라서 농한기의 경우 활동량은 다른 농사 계절보다 낮았으나 중등 활동의 에너지 권장량에 크게 미달되는 낮은 에너지 섭취량으로 초래된 심한 음의 에너지 균형과 아울러 권장량에 크게 미달되고 계절중 가장 낮은 리보플라빈 섭취량으로 인해 EGR AC값은 계절중 가장 많이 증가하여 1.320로 리보플라빈 영양상태가 가장 불량하였음을 알 수 있다. 소변중 리보플라빈 배설량에 유의하게 영향을 미친 변수들은 질소 균형, 나이의 순이었는데 회귀방정식은 다음과 같으며, 회귀분석의 결정계수(R^2)는 0.2490으로 큰 편이었다.

$$Y = -11.02948420 X_1 - 24.81069728 X_2 + 151.13869509$$

여기서 X_1 , X_2 은 각각 질소 균형, 나이인데, 질소 균형의 경우 소변중 리보플라빈 배설량과의 상관관계에서도 유의한 상관관계를 보였다. Pollak등의 연구⁴⁾와 Oldham등의 연구⁵⁾에서 단백질과 에너지의 섭취량이 부족하여 질소 균형이 음이 되었을 때 소변중 리보플라빈 배설량이 증가한다고 보고하였는데, 본 농한기의 연구에서도 권장량에 크게 미달되는 단백질과 에너지 섭취량으로 계절중 가장 낮은 음의 질소 균형의 영향을 받아 소변중 리보플라빈 배설량은 증가하여 102.8ug로 추수기의 리보플라빈 배설량과 별 차이가 없었던 것으로 보인다.

지금까지 각 계절별로 식이 섭취와 작업 활동량이 EGR AC값과 소변중 리보플라빈 배설량으로 평가된 리보플라빈 영양상태에 미친 영향을 살펴본 결과를 종합해

보면 다음과 같다. 농번기의 경우 EGR AC값은 에너지 소비량, 에너지 균형, 에너지 섭취량의 순으로 영향을 받았으며, 소변중 리보플라빈 배설량은 리보플라빈 섭취량, 질소 균형, LBM(kg)의 순으로 영향을 받았음을 알 수 있다. 추수기의 경우 EGR AC값은 농작업에 소비된 시간, 리보플라빈 섭취량의 순으로 영향을 받았으며, 소변중 리보플라빈 배설량은 질소 균형, LBM(kg), 단백질 섭취량, 리보플라빈 섭취량의 순으로 영향을 받은 것으로 나타났다. 농한기의 경우 EGR AC값은 에너지 균형, 1,000kcal 에너지 소비량에 대한 리보플라빈 섭취량의 비율, 1,000kcal 에너지 섭취량에 대한 리보플라빈 섭취량의 비율, LBM(%)의 순으로 영향을 받았으며, 소변중 리보플라빈 배설량은 질소 균형과 나이의 영향을 받은 것으로 나타났다. 이상의 사실로 미루어 농번기, 추수기, 농한기에 있어서 EGR AC값은 영양소 섭취량과 관련하여 리보플라빈과 에너지 섭취량의 영향을 받았으며, 활동량과 관련하여 에너지 소비량, 에너지 균형, 농작업에 소비된 시간, LBM(%) 등의 영향을 받은 것으로 알 수 있다. 특히 EGR AC값은 모든 계절에 있어서 활동량에 관련된 변수들 즉 농번기의 경우 에너지 소비량과 에너지 균형, 추수기의 경우 농작업에 소비된 시간, 농한기의 경우 에너지 균형 등에 우선적으로 영향을 받은 것으로 나타났다. 소변중 리보플라빈 배설량은 리보플라빈과 단백질 섭취량, 질소 균형, LBM(kg)의 영향을 받았는데, 특히 모든 계절에 있어서 질소 균형의 영향을 받아 질소 균형이 소변중 리보플라빈 배설량에 영향을 미치는 중요한 요인으로 나타났다.

이러한 연구결과로 볼 때 일상적인 생활상태에 있어서 식이 섭취량 뿐만 아니라 작업활동량이 본 조사대상자의 리보플라빈 영양상태에 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 따라서 본 연구결과는 리보플라빈 영양상태가 활동량의 영향을 받는다는 연구보고들을 뒷받침하고 있으며, 활동량이 어떻게 영향을 미쳤는가에 대해서 에너지 소비량, 에너지 균형, 농작업에 소비된 시간, LBM(%), 질소 균형 등 관련변수들을 구체적으로 제시해 주고 있다.

한편 각 계절별로 EGR AC값과 소변중 리보플라빈 배설량에 의해 리보플라빈 영양상태를 평가한 결과를 비교해 보면 EGR AC값으로 평가할 때는 모든 계절에서 리보플라빈 영양상태가 불량하였으나 소변중 리보플라빈 배설량으로 평가할 때에는 농한기만 제외하고는 정상으로 판정되었다. 이러한 경향을 보인 것은 본 연구결과로 볼 때 소변중 리보플라빈 배설량은 모든 계절에서 질소 균형의 영향을 받았으며, 질소 균형이 낮을수록 소변중 리보플라빈 배설량이 증가하는 것으로 나타났기 때문으로 여겨진다. 따라서 소변중 리보플라빈 배설량으로

리보플라빈 영양상태를 평가할 때는 EGR AC값으로 평가할 때에는 달리 리보플라빈 영양상태가 불량하더라도 질소 균형이 낮아지면 소변중 리보플라빈 배설량이 많아질 수 있으므로 영양상태 평가시 이러한 점에 유의하여야 할 것으로 보인다.

결 론

농촌여성 38명을 대상으로 농번기(6월), 추수기(10월), 농한기(2월)의 3계절에 걸쳐 영양소 섭취량 및 작업 활동량이 리보플라빈 영양상태에 미치는 영향을 분석하고자 영양소 섭취량 및 활동량과 관련된 변수들과 EGR AC값 및 소변중 리보플라빈 배설량간의 상관관계와 EGR AC값 및 소변중 리보플라빈 배설량에 우선적으로 영향을 미치는 요인을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) EGR AC값에 영양소 섭취량이 미친 영향을 보면 추수기에서 식품 빈도법에 의하여 측정된 리보플라빈 섭취량($P < 0.005$)이 많을수록 EGR AC값이 유의하게 감소하여 리보플라빈 영양상태가 좋아지는 것으로 나타났다. 활동량과의 관계를 보면 역시 추수기에서 농작업에 소비된 시간($P < 0.005$)과 LBM($\%$)($P < 0.05$)이 각각 많을수록 EGR AC값이 유의하게 증가하여 리보플라빈 영양상태가 나빠지는 것으로 나타났다. 소변중 리보플라빈 배설량에 영양소 섭취량이 미친 영향을 보면 농번기에서 1,000kcal 에너지 소비량에 대한 식품섭취 빈도법에 의해 측정된 리보플라빈 섭취량의 비율($P < 0.05$)이 높을수록 소변중 리보플라빈 배설량은 유의하게 증가하였다. 활동량과의 관계를 보면 추수기에서 소변중 리보플라빈 배설량은 농작업에 소비된 시간($P < 0.05$)이 많을수록 유의하게 감소하였으며, 질소 균형($P < 0.005$)이 낮을수록 유의하게 증가하였다.

2) 농번기, 추수기, 농한기에 있어서 EGR AC값은 영양소 섭취량과 관련하여 리보플라빈과 에너지 섭취량의 영향을 받았으며, 활동량과 관련하여 에너지 소비량, 에너지 균형, 농작업에 소비된 시간, LBM($\%$) 등의 영향을 받은 것으로 나타났다. 소변중 리보플라빈 배설량은 영양소 섭취량과 관련하여 단백질과 리보플라빈 섭취량의 영향을 받았으며, 활동량과 관련하여 Flavoprotein의 함량을 나타내는 LBM(kg)과 질소 균형의 영향을 받았다. 특히 질소 균형은 모든 계절에 있어서 소변중 리보플라빈 배설량에 영향을 미친 중요한 요인임을 알 수 있었다.

이러한 연구결과로 볼 때 일상적인 생활상태에 있어서 식이 섭취량 뿐만 아니라 작업 활동량이 리보플라빈 영

양상태에 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 특히 EGR AC값은 모든 계절에 있어서 활동량에 관련된 변수들 즉 농번기의 경우 에너지 소비량과 에너지 균형, 추수기의 경우 농작업에 소비된 시간, 농한기의 경우 에너지 균형 등에 우선적으로 영향을 받은 것으로 나타났다. 따라서 활동량이 많았던 본 조사대상자 농촌여성의 리보플라빈 영양상태가 불량했던 점을 고려할 때 활동량이 많은 다른 계층의 경우에도 리보플라빈 영양상태가 우려되는 바이다. 그러므로 노동강도가 높은 다른 집단에서도 식이 섭취량 뿐만 아니라 활동량과 리보플라빈 영양상태에 관한 연구를 계속하여 리보플라빈 권장량 설정시 활동량의 영향을 고려하는데 필요한 기초 자료를 마련하도록 해야겠다. 아울러 본 조사대상자들의 리보플라빈 영양상태가 모든 계절에서 불량했는데 특히 농한기에 리보플라빈 영양상태가 가장 불량했던 점을 고려하여 작업활동량이 많은 농번기, 추수기 뿐만 아니라 작업활동량이 상대적으로 적은 농한기에도 중등 활동에 적절하게 영양소를 섭취하도록 영양지도를 해야 할 것이다. 또한 농사형태가 점차 상업화되는 추세로 미루어 볼 때 농한기 개념이 점차 없어질 것이므로 계절에 관계없이 활동량에 적절하게 리보플라빈 등 에너지 대사에 밀접하게 관련되는 영양소를 섭취하도록 영양지도를 할 필요가 있다고 본다.

Literature cited

- 1) Bro-Rasmussen F. The riboflavin requirement of animals and man & associated metabolic relations. II. Relation of requirement to the metabolism of protein and energy. *Nutr Abstr Rev* 28 : 369-386, 1958
- 2) Horwitt MK. Nutritional requirements of man with special reference to riboflavin. *Am J Clin Nutr* 18 : 458-466, 1966
- 3) 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 : 251-261, 1960
- 4) 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 : 561-573, 1951
- 5) 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
- 6) Mickelson O. Present knowledge of riboflavin. In : Present knowledge of nutrition. 3rd ed. New York : Nutrition Foundation, Inc 64, 1967
- 7) Belko AZ, Obarzanek E, Kalkwarf HJ, Rotter MA, Bo-

- gusz S, Miller D, Haas J, Roe DA. Effects of exercise on riboflavin requirements of young women. *Am J Clin Nutr* 37 : 509-517, 1983
- 8) Belko AZ, Obarzanek E, Weinberg S, Roach R, Rotter MA, Urban G, Roe DA. Effects of aerobic exercise and weight loss on riboflavin requirements of moderately obese, marginally deficient young women. *Am J Clin Nutr* 40 : 553-561, 1984
- 9) Belko AZ, Meredith MP, Kalkwarf HJ, Obarzanek E, Weinberg S, Roach R, Mokeon G, Roe DA. Effects of exercise on riboflavin requirements : biological validation in weight reducing women. *Am J Clin Nutr* 41 : 270-277, 1985
- 10) Goranzon H, Forsum E. Effect of reduced energy intake versus increased physical activity on the outcome of nitrogen balance experiments in man. *Am J Clin Nutr* 41 : 919-928, 1985
- 11) Hunter KEL, Turkki PR. Effect of exercise on riboflavin status of rats. *J Nutr* 117 : 298-304, 1987
- 12) 임화재 · 윤진숙. 식이섭취와 적혈구 Glutathione Reductase 활성도 및 소변배설에 근거한 일부 농촌여성들의 리보플라빈 영양상태에 관한 중단연구. *한국영양학회지* 29(5) : 507-516, 1996
- 13) 김혜경 · 윤진숙. 식사섭취조사방법의 비교연구. *한국영양학회지* 22(1) : 23-31, 1989
- 14) 임화재 · 윤진숙. 농촌여성들의 계절별 활동량과 체성분 차이에 관한 중단연구. *한국영양학회지* 28(9) : 893-903, 1995
- 15) Sauberlich HE, Judd JH Jr, 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 : 756-762, 1972
- 16) Sauberlich HE, Dowdy RP & Skala JH. Laboratory tests for the assessment of nutritional status. Boca Raton, Florida : CRC Press, Inc., 1974
- 17) Abramson JH, Slome C, Kosovsky C. Food frequency interview as an epidemiological tool. *Am J Public Health* 53 : 1093-1101, 1963
- 18) Layman DK, Boileau RA. Aerobic exercise and Body composition. American Chemical Society, Washington, DC 1986
- 19) Bamji MS, Bhaskaram P, Jacob CM. Urinary riboflavin excretion and erythrocyte glutathione reductase activity in preschool children suffering from upper respiratory infections and measles. *Ann Nutr Metab* 31 : 191-196, 1987
- 20) Windmuller HG, Anderson AA, Mickelson O. Elevated riboflavin levels in urine of fasting human subjects. *Am J Clin Nutr* 15 : 73-76, 1964