

## 학령기 비만아동과 정상아동의 리보플라빈 영양상태 비교

김 난 희 · 윤 진 숙\*

숙명여자대학교 식품영양학과, 계명대학교 식생활과\*

### Riboflavin Status of Obese and Nonobese Children in Primary School

Nan Hee Kim · Jin Sook Yoon\*

*Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University*

*Department of Food & Nutrition, Keimyung University\**

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the riboflavin status of primary school children. Fiftyone subjects were selected as obese group and fiftyfive subjects were selected as control group according to Body Mass Index(BMI) of fifth-graders at a primary school in Taegu. For each subject, information on nutrient intake and daily activity pattern were obtained by questionnaire. The riboflavin status was evaluated by urinary riboflavin excretion.

The daily energy expenditure per kilogram of body weight was significantly lower in obese group(=47kcal/day) than in control group(=58kcal/day)( $p < 0.001$ ). However, the entire energy consumption was significantly greater in the obese children(=2005kcal/day) than their non-obese peers(=1837kcal/day)( $p < 0.001$ ). Riboflavin intake was 0.67mg/1000kcal in the control group and 0.61mg/1000kcal in the obese group. Thus intakes for both groups met the current RDA for riboflavin of 0.6mg/1000kcal or 1.2mg/day. The urinary riboflavin excretion of obese group and control group were 86.9 $\mu$ g/day and 98.7 $\mu$ g/day, respectively. There was no significant difference in riboflavin intake and riboflavin excretion between obese and control children. Assesment of clinical signs of riboflavin deficiency indicated that angular lesion was 4.7% and glossitis was 6.6% of all subjects. Thirty one percent of subjects excreted riboflavin below 70 $\mu$ g/g creatinine which is defined as deficient. Therefore, this group would be considered at high risk for developing riboflavin deficiency. From this study, current recommendation of 0.6mg/1000kcal of riboflavin intake may not be adequate during growth and associated stress.

**KEY WORDS** : urinary riboflavin · energy expenditure · riboflavin intake.

채택일 : 1992년 3월 4일

## 서 론

리보플라빈은 생체내 에너지대사과정에 널리 관여하는 수용성비타민으로서<sup>1)</sup> 임상적 결핍은 구각염, 설염 등을 초래하며 생화학적 결핍시에는 열량대사 및 기타 체내대사에 장애를 가져올 수 있다. 또한 동물실험 결과에서 단백질과 리보플라빈을 적절히 공급해 주었을 때 성장률이 증가했다는 보고<sup>2)</sup>가 있는데 성장기 아동에 있어서 이 영양소의 부족은 성장의 장애요인이 될 가능성이 있다<sup>3)</sup>고 한다.

리보플라빈 부족증은 개발도상국 아동의 경우 영양결핍 뿐만 아니라 환경적 요인으로 인한 질병감염에 의해서도 가중되어 생화학적 결핍은 물론 임상적 결핍인 구각염, 설염의 발생이 흔히 나타나는 것으로 보고<sup>4)</sup>되고 있다. 반면 선진국에서는 임상학적 증상이 나타날 만큼 심각한 부족 현상은 드물게 나타나나 생화학적 결핍증이 사회경제적 수준이 낮은 계층의 어린이나 청소년에 만연되고 있다고 한다<sup>5)</sup>6).

우리나라 아동의 리보플라빈 영양상태는 식생활의 향상으로 식이섭취조사에서 그 섭취량이 점차 늘고 있는 추세<sup>7)</sup>이지만 이정원등<sup>8)</sup>에 의한 사회경제적 수준이 낮은 지역의 아동에 관한 연구나 김선희와 김숙희<sup>9)</sup>, 박명윤등<sup>10)</sup>이 농촌 아동을 대상으로 한 식이섭취조사에서 여전히 권장량 수준에 부족되는 영양소로 보고되고 있다. 그러나 아동들의 리보플라빈 생화학적 영양상태에 관한 보고들은 별로 없었다.

현재 우리나라에서 사용하는 한국인 영양권장량<sup>11)</sup>은 리보플라빈에 대해 미국의 RDA<sup>12)</sup>와 동일하게 연령이나 성별의 구별없이 모두 1000kcal 열량섭취당 0.6mg의 리보플라빈 섭취를 권장하고 있으며 이는 1950년 Horwitt의 인체실험<sup>13)</sup>결과를 근거로 하고 있는데 최근 리보플라빈에 대한 RDA 책정이 적절하지 않다는 보고들이<sup>14-17)</sup> 있다. Belko 등<sup>15-17)</sup>은 운동에 따른 리보플라빈 필요량의 증가를 주장하고 있으며 Tucker등<sup>18)</sup>의 연구에 의하면 심한 육체적 노동이나 운동시 리보플라빈의 배설량이

감소하는데 그 이유로서 운동량의 증가에 의한 LBM(Lean Body Mass) 함량 변화와 에너지 소비량의 증가등을 들고 있으나 리보플라빈 섭취량에 어떻게 반영되어야 하는지에 관해서는 구체적 자료들이 제시되고 있지 않다.

근래 우리나라에서 생활수준의 향상으로 비만이 점차 심각한 영양문제중의 하나로 거론되고 있으며 아동기의 비만은 더욱 우려시되고 있다<sup>19-21)</sup>. 비만의 원인은 여러가지 있으나 주요인은 과식<sup>22)23)</sup>과 섭취량에 비해 에너지 소비가 부족하여 비만이 된다<sup>24)</sup>고 보는 것이 일반적 견해이며 비만이가 정상아보다 비활동적이라는 보고<sup>19)24)25)</sup>들은 이것을 뒷받침하고 있다. 한편 비만아들이 과잉열량을 섭취함에 있어서 영양섭취의 균형상 열량섭취의 증가와 병행하여 리보플라빈 섭취도 증가되고 있는지는 검토되지 않았다. 따라서 이 연구에서는 비만아와 정상아의 활동량의 차이여부와 리보플라빈 섭취량을 비교확인하고 이들이 궁극적으로는 리보플라빈의 생화학적 영양상태에 어떻게 반영되는가를 비교함으로써 아동들의 리보플라빈 필요량산출을 위한 기초작업에 보탬이 되고자 시도되었다.

## 실험방법

### 1. 조사대상 선정

대구시내 공립국민학교 1개교를 대상으로 하여 비만 발생율이 높다고 생각되는 5학년 남, 여 아동(남: 53명, 여: 53명)을 선정하였다. 조사 대상자의 신장과 체중으로 BMI(Body Mass Index: BMI=체중(kg)/신장(m)<sup>2</sup>)를 계산하여 滋喜代治<sup>26)</sup>의 기준에 따라 BMI 20 이상의 아동 51명을 비만군으로, 15~17사이의 아동 55명을 정상군으로 선정하였다.

### 2. 조사내용 및 방법

#### 1) 신체계측 및 임상검사

모든 대상자들의 삼두근피하지방두께(Triceps Skinfold Thickness)는 Caliper(Health & Education Services Chicago III PAT. No4. 233, 743)를 이용 측정하였으며 신장과 체중의 측정은 신체검사시 계측된 자료를 사용하였다. 한편, 리보플라빈의

학령기 아동의 리보플라빈 영양상태

임상적 결핍상태를 알기위하여 구각염과 설염의 보유여부를 조사였다.

2) 식이섭취 조사

연속 2일동안 아동들이 섭취한 식이를 식사기록법(Food record method)에 의하여 어머니들이 기록하도록 하였으며, 식사기록으로부터 목적량을 종량으로 환산한 후 식품분석표<sup>27)</sup>와 영양권장량<sup>11)</sup>에 의해 각 영양소의 섭취량을 계산하였다. 식사를 통한 리보플라빈의 평상시 섭취량을 파악하기 위해 식품섭취빈도법(Food frequency method)를 사용하였다. 아동들이 주로 먹는 식품과 리보플라빈 섭취에 크게 기여하는 식품을 중심으로 46개 정도를 선택하여 섭취빈도수를 매일, 주2~3회, 주1회, 월2~3회, 월1회, 전혀 먹지 않음의 6등급으로 나누고 1회 섭취량을 보통 기준량으로 정하여 해당되는 양을 설명해 주고 보통기준량 이하, 보통기준량, 보통기준량 이상의 3등급으로 나누어 설문지에 기입하도록 하였다. 보통기준량을 1회로 하고 보통기준량 이하는 보통기준량의 0.5배를 곱하고 보통기준량 이상은 1.5배를 곱하여 그 양을 환산하였다.

3) 에너지 소비량 조사

에너지 소비량은 하루 동안의 활동사항을 24시간 생활시간표를 이용하여 아동이 직접 기입하도록 하였다. 조사된 하루 일과를 활동별로 구분하여 소비된 시간을 계산하고 각 활동에 해당되는 평균 열량가(Energy cost)는 Passmore<sup>28)</sup>와 김동준<sup>29)</sup>의 연구를 참고로하여 하루 에너지 소비량을 구하였다.

4) 소변의 수거와 분석

소변은 24시간 동안의 시료를 수거하였으며, 영양제를 복용하거나 총 소변량이 300ml 이하인 경우는 결과 분석에서 제외시켰다. 소변채집이 완전하였는지의 여부는 creatinine을 Hawk法<sup>30)</sup>에 의하여 측정하여 판별하였으며 尿중의 리보플라빈 함량은 Slater와 Morell法<sup>31)</sup>에 의해 측정하였다.

5) 통계처리

비만군과 정상군의 평균치 차이는 Student's t-test로 유의성을 검정하였으며 각 변수들 사이의 상관관계는 Correlation Coefficient로 보았다. 리보플라빈 섭취량과 尿중 리보플라빈 함량 및 에너지 소비량과의 관계는 SAS통계 모델<sup>32)</sup>을 이용하여 t-

Table 1. Anthropometry and physical indices of subjects

Sex	Group	Height(cm)	Weight(kg)	Body Mass Index(kg/m <sup>2</sup> )	Triceps Skinfold Thickness(mm)
Female (N=53)	Control (N=29)	140.3± 5.72 <sup>1)</sup>	32.8± 3.5	16.6± 0.73	13.1± 4.45
	Obese (N=24)	143.3± 6.38	43.4± 6.27	20.9± 2.16	22.7± 9.65
	Significance	p<0.05	p<0.001	p<0.001	p<0.001
Male (N=53)	Control (N=26)	138.5± 4.83	32.1± 3.53	16.7± 1.4	16.1± 8.82
	Obese (N=27)	142.5± 6.43	42.5± 5.71	21.2± 1.54	22.9± 8.12
	Significance	p<0.05	p<0.001	p<0.001	p<0.001
Total (N=106)	Control (N=55)	139.4± 5.27	32.4± 3.51	16.6± 1.06	14.5± 6.63
	Obese (N=51)	144.4± 6.4	42.9± 5.99	21.0± 1.85	22.8± 8.88
	Significance	p<0.05	p<0.001	p<0.001	p<0.001

1) : Mean± Standard Deviation

test 및 ANOVA test를 하였다.

### 실험결과 및 고찰

#### 1. 조사대상 아동들의 신체적 특성

조사 대상자들의 신장, 체중 및 상완피부두께를 포함한 신체계측의 평균치는 Table 1과 같다. 대상자의 신장 및 체중의 평균치는 1986년에 실시한 전국 국민학교 5학년생을 대상으로 한 영양상태조사<sup>33)</sup>에서 보고된 평균치(신장=138.3cm, 체중=31.7kg)와 비교할 때 정상군은 비슷하였으나 비만군은 다소 높게 나타났다. 한편 조사대상아동들을 정상군과 비만군으로 분류하여 비교하면 신장의 평균치는 정상군 남아아동에 있어서 각각 138.5cm, 140.3cm이었고 비만군 남, 여아는 각각 142.5cm, 143.3cm로서 비만군이 정상군에 비해 유의하게 높은 수치를 나타내고 있다( $p < 0.005$ ). 체중은 정상군 남, 녀는 각각 32.1kg, 32.8kg이었으며 비만군 남, 녀는 각각 42.5kg, 43.4kg으로 비만군과 정상군간에 역시 유의한 차이가 있었다( $p < 0.001$ ).

일본에서는 10세 아동의 경우 BMI 수치 20정도 이상이면 비만으로 정의하고<sup>26)</sup>있고 1986년에 실시한 우리나라 5학년 아동의 영양실태조사<sup>33)</sup>에서 BMI 표준을 16.2로 제시하는데 본 조사에서 BMI 평균이 비만군이 21.0, 정상군이 16.6이므로 대상군의 선정이 타당한 것으로 나타났다.

삼두근피하지방두께 측정 결과도 비만군이 22.8mm로 정상군의 14.5mm에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 이 결과는 이주연, 이일하<sup>20)</sup> 등이 조사한 서울시내 10세 아동의 평균치인 11.7mm와 비교할 때 높은 편이며, 강영림, 백희영<sup>19)</sup> 등이 보고한 서울시내 사립국민학교아동의 평균치와 유사하였다.

#### 2. 영양소 섭취상태

조사대상자들의 일일 평균 영양소 섭취량은 Table 2와 같다. 하루 에너지 섭취량은 정상아동 남, 녀는 각각 2059kcal, 1995kcal이며 비만아동 남, 녀는 각각 2105kcal, 2025kcal로 한국인 영양권장량<sup>11)</sup>의 남아 10~12세 2100kcal, 여아 2000kcal와 비교시

Table 2. Average daily nutrient intakes

Sex	Group	Calorie (kcal)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)	Ash (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Vit.A (R.E.)	Thiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg)	Ascorbic Acid (mg)
Female (N=53)	Control (N=29)	1995±11)	67.5±	48.5±	335.3±	13.9±	561.7±	1026.5±	23.9±	829.4±	1.61±	1.28±	16.6±	44.9±
	Obese (N=24)	298.25	17.52	34.46	59.83	5.09	212.31	397.14	13.4	404.2	0.46	0.38	8.40	23.11
	Significance	N.S.	N.S.	$p < 0.01$	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	$p < 0.01$	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Male (N=53)	Control (N=26)	2059±	71.2±	51.3±	388.7±	15.0±	453.1±	948.9±	19.4±	738.7±	1.24±	1.24±	18.1±	19.4±
	Obese (N=27)	2105±	67.9±	56.2±	342.2±	17.2±	640.7±	903.7±	24.1±	708.4±	1.16±	1.24±	18.5±	24.1±
	Significance	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Total (N=106)	Control (N=55)	326.66	16.56	58.2	58.2	6.01	217.38	323.52	9.04	347.8	0.42	0.35	9.35	9.04
	Obese (N=51)	286.68	15.64	21.2	55.3	10.33	461.31	228.55	10.10	120.3	0.31	0.36	7.51	10.10
	Significance	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

1) : Mean±S.D. N.S. : not significant

### 학령기 아동의 리보플라빈 영양상태

거의 권장량 수준으로 섭취하였다. 총 에너지 섭취량에 대한 탄수화물 : 단백질 : 지방의 구성비율은 정상군이 67 : 14 : 22, 비만군은 65 : 13 : 24로 한국 FAO<sup>11)</sup>의 권장비(65 : 15 : 20)에 비해 비만군에 있어서 지방의 섭취비율이 다소 높았다. 이 결과는 도시 저소득층 지역의 섭취비율<sup>34)</sup> 69 : 12 : 19에 비하면 본 조사 아동들의 지방의 비율이 다소 높았으나, 서울서내 사립국민학교 아동<sup>19)</sup>에 비해서는 지방의 비율이 낮았다.

리보플라빈의 섭취실태는 비만군이 1.28mg, 정상군이 1.26mg으로 양 군이 모두 열량 1000kcal 섭취당 0.63mg이었으며 거의 RDA(0.6mg/1000kcal)의 수준으로 섭취하는 것으로 나타났다. 이정원등<sup>8)</sup>은 사회경제적 수준이 다른 지역의 아동의 식이 섭취조사에서 비교적 사회경제적 수준이 높은 지역의 아동은 1.9mg, 낮은 지역의 아동은 1.24mg으로 유의적 차이가 있음을 보고하였는데, 사회경제적 수준이 높은 지역의 아동에 비해 본 대상아동의 섭취량은 낮았다. 또한 이주연, 이일하<sup>20)</sup>등이 실시한 주거형태를 중심으로 한 10세 아동의 영양조사에 의하면 1.38~1.77mg 범위의 리보플라빈을 섭취한다고 하였는데 이에 비하면 본 결과는 낮게 섭취한 편이었으며, 1988년 서울서내 급식국민학교를 대상으로 한 이경신등<sup>35)</sup>의 평균섭취량 1.30mg과는 거의 비슷하였다. 그러나, 1990년에 조사된 서울서내 저소득층 아동<sup>34)</sup>이나 농촌아동<sup>9) 10)36)</sup>의 리보플라빈 섭취량과 비교하면 높은 편이었다. 리보플라빈의 섭취량이 사회경제적 차이나 지역에 따라 차이가 나는 이유중의 한가지 요인으로써 리보플라빈의 주급원 식품인 우유 및 유제품의 섭취빈도와 상관이 있기 때문이라고 할 수 있는데 박복희<sup>37)</sup>와 신동순<sup>38)</sup>의 조사에 의하면 리보플라빈의 주급원인 우유의 섭취량이 농촌 아동

보다 도시 아동이 높다고 하였다.

#### 3. 리보플라빈의 임상적 결핍실태

리보플라빈 부족으로 인한 임상증세의 발현율은 Table 3과 같다. 설염의 발현율은 정상군이 5.5%, 비만군이 7.8%였으며, 전체 조사아동의 설염 보유율은 6.6%였다. 구각염의 발현율은 정상군이 5.5%, 비만군이 3.9%였으며, 전체 조사아동의 구각염 발현율이 4.7%로 1987년 국민영양조사보고서<sup>39)</sup>에 의한 도시 아동 1.74%보다 다소 높았으나 농촌 아동 6.09%보다는 낮았다.

#### 4. 에너지 소비량과 리보플라빈의 영양상태

Table 4는 양 군의 에너지 소비량 및 리보플라빈 섭취량과 배설량, creatinine 배설량의 평균치를 나타내었다. 식품섭취빈도법에 의한 리보플라빈 섭취량은 비만군이 0.61±0.18mg/1000kcal, 정상군이 0.67±0.21mg/1000kcal로 양 군이 거의 권장량 수준으로 섭취하였으며 두 군간의 유의한 차이는 없었다. 일일 평균 리보플라빈 배설량은 비만군이 86.9±83.67µg, 정상군이 98.7±99.43µg으로 비만군이 약간 낮았으나 유의적 차이는 나타나지 않았다. 또한 creatinine 배설량은 정상군 0.47±0.16g, 비만군 0.52±0.22g으로 비만군의 배설량이 약간 높았으나 유의한 차이는 없었다. creatinine gram당 리보플라빈 배설량은 정상군이 211.8±215.18µg 비만군이 211.0±257.04µg으로 거의 유사하였다. Nigeria의 10~12세 아동<sup>14)</sup>에 대한 조사에서 리보플라빈 평균 섭취량이 0.65mg/1000kcal였을 때 배설량이 328±20µg/g creatinine이었던 것과 비교하면 평균 섭취량은 비슷하였으나 본 대상아동의 리보플라빈 배설량이 낮았다. Stearns등<sup>40)</sup>에 의해 보고된 아동의 리보플라빈 배설량은 829~3382µg/g creatinine로서 본 대상아동의 배설량보다 상당히

Table 3. The prevalence of angular lesion and glossitis

group	Control (n=55)	Obese (n=51)	Total (n=106)
Clinical signs			
Glossitis	3 <sup>1)</sup> (5.5) <sup>2)</sup>	4 (7.8)	7 (6.6)
Angular lesion	3 (5.5)	2 (3.9)	5 (4.7)
Total	6(11.0)	6(11.7)	12(11.3)

1) Frequency

2) Percentage

Table 4. Energy expenditure, riboflavin status and urinary creatinine of subjects

Sex	Group	E.E. <sup>1)</sup>	R.E. <sup>2)</sup>	Creatinine (g/day)	Riboflavin Intake (mg/1000kcal)
		(kcal/체중kg) (kcal/day)	( $\mu$ g/day) ( $\mu$ g/g creatinine)		
Female	Control	55 $\pm$ 7.92 <sup>3)</sup>	98.5 $\pm$ 130.30	0.47 $\pm$ 0.13	0.68 $\pm$ 0.24
		1810 $\pm$ 170.18	208.8 $\pm$ 196.57		
	Obese	46 $\pm$ 9.84	70.1 $\pm$ 105.45	0.49 $\pm$ 0.22	0.59 $\pm$ 0.16
	Significance	p<0.001	N.S. <sup>4)</sup>	N.S.	N.S.
		p<0.001	N.S.		
Male	Control	58 $\pm$ 6.08	98.8 $\pm$ 97.08	0.47 $\pm$ 0.19	0.67 $\pm$ 0.17
		1868 $\pm$ 135.5	215.6 $\pm$ 233.79		
	Obese	48 $\pm$ 7.75	97.3 $\pm$ 67.63	0.54 $\pm$ 0.22	0.63 $\pm$ 0.19
	Significance	p<0.001	N.S.	N.S.	N.S.
		p<0.001	N.S.		
Total	Control (n=43)	57 $\pm$ 7.02	98.7 $\pm$ 99.43	0.47 $\pm$ 0.16	0.67 $\pm$ 0.21
		1837 $\pm$ 156.5	211.8 $\pm$ 215.18		
	Obese (n=34)	47 $\pm$ 8.80	86.9 $\pm$ 83.67	0.52 $\pm$ 0.22	0.61 $\pm$ 0.18
	Significance	p<0.001	N.S.	N.S.	N.S.
		p<0.001	N.S.		

1) E.E. : Energy Expenditure

2) R.E. : Riboflavin Excretion

3) Mean $\pm$  S.D.

4) N.S. : Not Significant

높은 수준이었다.

에너지 소비량의 경우 비만아동이 정상아동에 비해 일반적으로 비활동적이므로 일일에너지 소비량에 있어서 비만군이 정상군에 비해 낮은 것이라고 예상하였으나 본 연구에서는 비만군의 일일에너지 소비량은 2005kcal, 정상군은 1873kcal로 비만군이 정상군에 비해 유의적으로 높았다(p<0.001). 이것은 Blair와 Buskirk<sup>41)</sup>가 비만 여성과 정상 체형을 가진 여성의 일일에너지 소비량 측정결과 비만군이 정상군보다 유의적으로 높은 수치를 보였던것과 일치하는 결과라 하겠다. 한편 Waxman과 Stunkard<sup>42)</sup>도 산소 소비량 측정에 의한 에너지 소비량 산출 결과 활동패턴별로 비교할 때는 비만 소년들이 정상소년들에 비해 비활동적이지만 총에너지소비량은 오히려 높다는 결과를 보고하였다. 즉 에너지 소비량을 분(minute)당으로 나타낼 때는 비만군이 1.94kcal/minute, 정상군이 1.50kcal/minute로써 비만군이 정상군에 비해 움직이는데 더 많은 energy를

필요로 한다고 하며, 휴식시에도 비만군의 에너지 소비량이 높다고 하였다. 본 연구에서도 체중 kg당 에너지 소비량은 비만군이 47kcal/day, 정상군이 57 kcal/day로서 정상군이 비만군에 비해 유의하게 높은 활동강도를(p<0.001) 보이고 있으나 비만군이 정상군보다 월등하게 체중이 높기 때문에 일일 총 에너지소비량으로 환산했을 때는 오히려 비만군의 일일에너지 소비량이 높아졌다고 볼 수 있다. 이것은 비만아와 정상아간의 일상적인 활동강도의 차이에 비해 체중의 차이가 현저하게 높아서 활동강도의 차이가 미치는 영향을 상쇄하고도 여전히 일일 총 소비에너지 산출에 영향을 미쳐 결과적으로 비만아의 총 에너지 소비량이 정상아보다 유의하게 높아진 것으로 풀이될 수 있다.

이상과 같이 비만군과 정상군 간에 리보플라빈 배설량의 차이가 나타나지 않았으므로 에너지 소비에 따른 리보플라빈 배설량의 변화 여부를 비교하기 위하여 에너지 소비량을 기준으로 하여 전체

학령기 아동의 리보플라빈 영양상태

대상아동을 임의로 4 group으로 나누어 각 group의 평균 리보플라빈 배설량과 섭취량을 Table 5에 나타냈다. 각 group간의 리보플라빈 배설량은 유의한 차이가 나타나지 않았으며 에너지 소비량과 일관성 있는 경향을 보이지 않았다. 리보플라빈 섭취량은 4 group간의 유의한 차이는 없었으나 에너지 소비가 높은 group일수록 섭취량이 증가되는 경향이 나타났다. 가장 에너지 소비가 높은 IV group(2000 kcal/day 이상)의 일일 리보플라빈 총 배설량이 80.3  $\mu$ g으로 4 group중 가장 배설량이 낮았는데 이것은 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

Table 6은 리보플라빈의 배설수준에 따른 각각의 평균 에너지 소비량과 섭취량을 나타냈다. 리보플라빈 배설량을 임의로 4 group으로 나누어 각각의 평균 일일 에너지 소비량을 조사한 결과 group간에 유의한 차이는 없었으나 비교적 배설량이 높은 IV group(200 $\mu$ g/g creatinine  $\leq$ )이 다른 group들에 비

해 에너지 소비량이 낮았다. 리보플라빈 섭취량도 또한 4 group사이에 유의한 차이는 나타나지 않았으나 IV group의 섭취량이 다른 group에 비해 높게 나타난 것으로 보아 리보플라빈 배설량이 섭취량에 영향을 받을 것이라는 추측을 할 수 있다.

에너지 소비량과 섭취량 및 리보플라빈 섭취량과 배설량이 상관관계는 Table 7과 같다. 에너지 섭취량과 소비량은 밀접한 상관관계를 보이고 있으나 ( $p < 0.001$ ), 리보플라빈 배설량과 에너지 소비량은 유의한 상관관계가 나타나지 않았으며, 리보플라빈 섭취량과 배설량도 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 일일에너지 소비량이나 체중 kg당 에너지 소비량은 모두 리보플라빈 섭취량과 유의한 정도의 상관관계를 보이고 있었다( $p < 0.01$ ).

Belko등<sup>16)17)</sup>은 비만 여성의 체중 감소를 위한 운동시와 비운동시의 비교실험에서 운동시 리보플라빈의 배설량이 비운동시에 비해 유의적으로 감

Table 5. Riboflavin intake and excretion accoring to energy expenditure

Variables E.E. <sup>1)</sup> (kcal/day)	Urinary Riboflavin		Riboflavin Intake	
	( $\mu$ g/day)	( $\mu$ g/g creatinine)	(mg/day)	(mg/1000kcal)
I <1700 (n=10)	87.9 $\pm$ 90.69 <sup>2)</sup>	161.7 $\pm$ 156.72	1.13 $\pm$ 0.36	0.55 $\pm$ 0.17
II 1700~1850 (n=27)	98.2 $\pm$ 104.35	214.4 $\pm$ 235.51	1.27 $\pm$ 0.36	0.62 $\pm$ 0.17
III 1851~2000 (n=17)	107.6 $\pm$ 103.46	234.4 $\pm$ 272.17	1.29 $\pm$ 0.33	0.63 $\pm$ 0.16
IV >2000 (n=23)	80.3 $\pm$ 71.34	213.5 $\pm$ 212.80	1.44 $\pm$ 0.37	0.70 $\pm$ 0.18

1) E.E. : Energy Expenditure

2) Mean $\pm$  S.D.

Table 6. Energy expenditure, riboflavin intake according to riboflavin excretion

Variables URF <sup>1)</sup> ( $\mu$ g/g creatinine)	Energy Expenditure (kcal/day)	Riboflavin Intake	
		(mg/day)	(mg/1000kcal)
I < 50 (n=20)	1925 $\pm$ 263.18 <sup>2)</sup>	1.25 $\pm$ 0.35	0.61 $\pm$ 0.17
II 51~100 (n=13)	1944 $\pm$ 266.09	1.39 $\pm$ 0.38	0.67 $\pm$ 0.18
III 101~199 (n=14)	1915 $\pm$ 228.16	1.21 $\pm$ 0.37	0.59 $\pm$ 0.18
IV $\geq$ 200 (n=30)	1897 $\pm$ 176.53	1.39 $\pm$ 0.37	0.68 $\pm$ 0.18

1) URF : Urinary Riboflavin

2) Mean $\pm$  S.D.

Table 7. Correlation matrix of the variables

	Energy Intake	Energy Expenditure	Energy EXP/kg	Riboflavin Excretion	URF/gCre	Riboflavin Frequency Intake	Daily RFI
Energy Intake	0.4012***						
Energy expenditure	0.2178*	0.2797*					
Energy EXP/kg	0.0936	-0.1188	-0.0361				
Riboflavin Excretion	0.1208	-0.0477	-0.0024	0.8841**			
URF/gCre	0.1184	0.2909**	0.2996**	0.0938	0.1254		
Riboflavin Frequency Intake	0.4028**	0.2270*	0.1775	0.1158	0.1769	0.2736*	
Daily RFI	-0.1293	-0.0150*	0.0466	0.0631	0.1210	0.2257*	0.8448***

\* p<0.05  
 \*\* p<0.01  
 \*\*\*p<0.001  
 RFI : Riboflavin Intake  
 EXP : Expenditure  
 URF : Urinary Riboflavin  
 Cre : Creatinine

소한다고 하였으며(p<0.05), Tucker등<sup>18)</sup>은 단기간의 강도가 높은 육체적 활동시 리보플라빈의 배설량감소를 보고하였으며 McGilvery<sup>43)</sup>는 운동시 리보플라빈 배설량 감소는 flavin-linked dehydrogenase의 활성이 증가하여 체내의 flavin의 요구량이 증가하기 때문이라고 추측하고 있다.

그러나 본 연구에서는 에너지 소비량에 따른 리보플라빈 영양상태의 변화를 볼 수 없었는데 그 이유를 분석해 보면 활동량과 관련된 리보플라빈의 요구량을 관찰하기위한 연구들의 경우 에너지 소비의 강도가 매우 높은 운동기간과 그렇지 않는 기간중의 비교 실험인 반면, 이 연구의 경우 일상적인 가벼운 활동이나 놀이 등의 중등활동을 하는 아동들을 대상으로 하였기 때문에 차이를 관찰 할 수 없었다고 추측할 수 있다.

또한 대부분의 선행 연구들은 리보플라빈 섭취량과 활동량을 통계한 대사실험에 반해 본 연구에서는 일상활동 및 식사량을 통계 하지 않은 상태에서 행해진 조사연구였기 때문에 일일 리보플라빈 배설량과 활동량 그리고 일상적인 식품섭취 빈도로부터 계산된 리보플라빈 섭취량만으로는 활동량이 리보플라빈 요구량에 미치는 영향을 설명하기에 어려움이 있었다고 판단된다. 한편 리보플라빈 배설량은 활동량 뿐만 아니라 Nitrogen balance<sup>44)45)</sup>, 에너지 평형 등에 의해 영향을 받으므로 앞으로 리보플라빈 생화학적 영양상태 지표로서 리보플라빈 배설량 뿐만아니라 EGRAC측정을 병행하면서 Nitrogen balance나 에너지 평형 LBM변화 등에 대해서도 함께 검토하는 것이 바람직하리라 본다.

5. 리보플라빈 배설량에 의한 영양상태 판정

미국의 Ten State Survey<sup>46)</sup>에서 10~16세 청소년을 대상으로 한 리보플라빈 영양상태 판정기준에 의하면 리보플라빈 배설량이 gram creatinine당 70 µg이하는 "Deficient", 70~199µg은 "Marginal", 200 µg이상 배설시에는 "Acceptable"한 상태라고 하였는데 이 수치에 따른 리보플라빈 배설량 분포를 Table 8에 나타냈다. 비만군과 정상군의 배설수준의 분포는 거의 유사하게 나타났으며, 조사대상 아동의



학령기 아동의 리보플라빈 영양상태

Table 8. Interpretive guidelines for the urinary excretion of riboflavin

Group URF <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g/g creatinine}$ )	Obese	Control	Total
< 70 Deficient(high risk)	11 <sup>2)</sup> (32.4) <sup>3)</sup>	13 (30.2)	24 (31.2)
70~119 Low(medium risk)	11 (32.4)	12 (27.9)	23 (29.9)
$\geq 200$ Acceptable(low risk)	12 (35.3)	18 (41.9)	30 (39.0)
Total	34 (100)	43 (100)	77 (100)

1) URF : Urinary Riboflavin

2) Frequency

3) Percentage

리보플라빈 영양상태를 리보플라빈의 배설량으로 판정할때 “Deficient(high risk)”한 상태가 31.2%, “Marginal(medium risk)”한 상태가 29.9%였으며 “Acceptable(low risk)”한 상태가 39.0%였다. 그러므로 리보플라빈의 배설량에 의한 영양상태 판정시 조사대상자의 61.1%가 리보플라빈 영양상태가 양호하지 못한 것으로 나타났다.

이들 집단에 대한 평균 일일 리보플라빈 섭취량은 Table 9와 같다. “Deficient” group에서는 비만군 1.33mg, 정상군 1.29mg이고 “Marginal” group은 비만군 1.25mg, 정상군 1.19mg으로 거의 권장량 수준을 섭취하였으며, “Acceptable” group에서는 비만군 1.31mg, 정상군 1.44mg으로 권장량 이상의 수준으로 섭취하였다. 제 3 세계에서 행해진 성장기 소년<sup>14)</sup>이나 임신부 및 수유부들에 대한 연구들<sup>47)</sup> <sup>48)</sup>과 우리나라 젊은 여성의 연구<sup>49)</sup>에서 현재의 RDA의 리보플라빈 권장량 0.6mg/1000kcal보다 더 많은 리보플라빈 권장량을 제시하였는데 본 대상 아동의 영양상태 판정결과에서도 현 RDA 권장량 수준으로 리보플라빈을 섭취하였음에도 불구하고 영양상태가 양호하지 못한 것으로 나타났다.

리보플라빈의 주요 급원식품인 우유는 1cup당 0.3mg/200cc milk의 리보플라빈을 함유하고 있는데 Hodges와 Krehl<sup>50)</sup>연구 및 Milnc<sup>51)</sup>의 연구에서 리보플라빈 섭취량과 우유 섭취량이 밀접한 관련이 있다는 보고가 있다. 또한 New Jersey의 청소년의 식품조사<sup>52)</sup>에 의하면 우유나 과일 채소 등의 식품 섭취가 낮은 반면 스낵류의 섭취가 높은 나쁜 식습관 때문에 리보플라빈의 부족증이 초래되기 쉬우며, 하루 3cup 이상의 우유를 섭취한 청소년의 리보플라빈 영양상태가 개선되었다는 보고<sup>5)</sup>가 있다.

본 연구 아동의 80%가 매일 학교에서 1cup에 해당하는 우유를 급식받고 있음을 고려할 때, 리보플라빈의 영양상태를 좀 더 적절한 상태로 개선하기 위하여 우유뿐만 아니라 난류, 발효식품 등의 섭취량 증가<sup>53)</sup>를 권장하는 것이 바람직하다고 본다. 그리고 지금까지 우리나라 성장기 아동의 리보플라빈 생화학적 영양상태에 관하여 연구된 바가 거의 없으므로 앞으로 이에 대한 더 많은 보완연구가 요망된다.

요약 및 결론

우리나라 학령기 아동의 리보플라빈 영양상태를 측정하기 위해 대구시내 공립국민학교 1개교의 5학년 아동을 대상으로 비만인 어린이 51명과 정상 체중아 55명을 선정하여 에너지 소비량, 리보플라빈 섭취량 및 배설량 등을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

Table 9. Mean daily riboflavin intake

URF <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g/g creatinine}$ )	Riboflavin Intake(mg/day)	
	Obese group	Control group
< 70	1.33 $\pm$ 0.34 <sup>2)</sup>	1.29 $\pm$ 0.41
70~199	1.25 $\pm$ 0.37	1.19 $\pm$ 0.39
$\geq 200$	1.31 $\pm$ 0.29	1.44 $\pm$ 0.37

1) URF : Urinary Riboflavin

2) Mean $\pm$  S.D.

리보플라빈 섭취량은 비만군  $0.61 \pm 0.18 \text{mg}/1000 \text{kcal}$ , 정상군  $0.67 \pm 0.21 \text{mg}/1000 \text{kcal}$ 로서 거의 권장량 수준으로 섭취하였다. 일일 평균 리보플라빈 배설량은 비만군  $86.9 \pm 83.67 \mu\text{g}$ , 정상군  $98.7 \pm 99.43 \mu\text{g}$ 으로 비만군이 약간 낮았으나 유의한 차이는 없었다.

에너지 소비량은 체중  $\text{kg}$ 당 비만군은  $47 \text{kcal}/\text{day}$ , 정상군은  $57 \text{kcal}/\text{day}$ 로 비만군이 낮았으나 총 일일 에너지 소비량은 비만군이  $2005 \text{kcal}$ , 정상군이  $1837 \text{kcal}$ 로 비만군이 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 그리고 에너지 소비량의 차이에 따른 리보플라빈 배설량은 유의한 차이가 없었다.

리보플라빈 배설량에 의한 영양지표로서 "Deficient"상태가 전체의 31.2%, "Marginal"상태가 29.9%로 조사 대상자의 61.1%가 리보플라빈의 영양상태가 양호하지 못한 것으로 나타났다.

리보플라빈 부족에 의한 임상증세로서 구각염의 발현율은 전체 조사 대상자의 4.7%, 설염은 6.6%였다.

이상의 결과로 볼때 비만군의 리보플라빈 영양상태는 정상군과 별다른 차이가 없었다. 그러나, 현재 리보플라빈 섭취를  $0.6 \text{mg}/1000 \text{kcal}$ 로 권장하는 것은 성장기 아동의 리보플라빈 영양상태를 양호하게 유지하기 위한 권장량으로 바람직하지 못하며 또한 활동량에 의한 리보플라빈 요구량의 바람직한 설정을 위하여 EGR-test를 병행한 대사 실험이 이루어져야 할 것으로 요망한다.

### Literature cited

- 1) Cooperman JM, Lopez R. Riboflavin : In : Machlin LJ eds. Handbook of Vitamins NY : Marcel Dekker Inc. 299-329, 1984
- 2) Turkki PR, Holtzaple PG. Growth and riboflavin status of rats fed different levels of protein and riboflavin. *J Nutr* 112 : 1940-1952, 1982
- 3) Mohsen Ali Faris Ei-Hazimi, Arjumand Sultan Warsy. Riboflavin status in a Saudi population - A study in Riyadh. *Ann Nutr Metab* 31 : 253-258, 1987
- 4) Bamji Ms, Rameshwar Sarma KV, Radhaiah G. Relationship between biochemical and clinical indices of B-vitamin deficiency : A study in rural school boys. *Br J Nutr* 41 : 431-441, 1979
- 5) Lopez R, Schwartz JV, Cooperman JM. Riboflavin deficiency in an adolescent population in New York City. *Am J Clin Nutr* 33 : 1283-1286, 1980
- 6) Lopez R, Cole HS, Montoya MF, Cooperman JM. Riboflavin deficiency in a pediatric population of low socio-economic status in New York City. *J Pediat* 87 : 420-422, 1975
- 7) 보사부. 국민영양조사보고서. 1985
- 8) 이정원, 정영진, 김미리. 대전시 학동의 성장발육 및 식이조사. *한국영양학회지* 15(1) : 70-81, 1982
- 9) 김선희, 김숙희. 학령기 아동의 영양실태와 신체 발달 및 행동에 관한 조사연구. *영양학회지* 16(4) : 253-262, 1983
- 10) 박명운, 이경자, 이보숙, 이은하, 모수미. 농촌 가정 보건사업지역의 어린이 영양 및 기생충 조사. *한국영양학회지* 14(4) : 190-199, 1981
- 11) 한국인구보건연구원. 제5차 개정 한국인 영양권장량. 고문사, 1989
- 12) Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowances. Washington, DC : National Research Council, National Academy of Sciences. 1980
- 13) Horwitt MK, Harvey CC, Hills OW, Liebert F. Correlation of urinary excretion of riboflavin with dietary intake and symptoms of ariboflavinosis. *J Nutr* 41 : 247-264, 1950
- 14) Ajayi OA, James OA. Effect of riboflavin supplementation on riboflavin nutriture of a secondary school population in Nigeria. *Am J Clin Nutr* 39 : 787-791, 1984
- 15) Belko AZ, Obarzanek E, Kalkwarf HJ, Rotter MA, Bogusz S, Miller D, Haas J, Roe DA. Effects of exercise on riboflavin requirements of young women. *Am J Clin Nutr* 37 : 509-517, 1983
- 16) Belko AZ, Meredith MP, Kaldwarf 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* 14 : 270-277, 1985
- 17) Beiko 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 wo-

- men. *Am J Clin Nutr* 40 : 553-561, 1984
- 18) Tucker RG, Mickelson O, Keys A. The influence of sleep, work, diuresis, heat, acute, starvation, thiamine intake and bed rest on human riboflavin excretion. *J Nurt* 72 : 251-261, 1960
  - 19) 강영림, 백희영. 서울시내 사립국민학교 아동의 비만요인에 관한 분석. *한국영양학회지* 21(5) : 283-294, 1988
  - 20) 이주연, 이일하. 서울지역 10세 아동의 비만이환 실태조사. *한국영양학회지* 19(6) : 409-419, 1986
  - 21) 최운정, 김갑영. 비만의 신체발육과 식습관에 관한 연구 *한국영양학회지* 13(1) : 1-7, 1980
  - 22) Grinker. Obesity and sweet taste. *Am J Clin Nutr* 31 : 1078-1087, 1987
  - 23) Stefanik PA, Heald FP, Mayer J. Caloric intake in relation to energy output of obese and non-obese adolescent boys. *J Clin Nutr* 7 : 55-62, 1959
  - 24) Gilbert HM. Obesity. *Am J Med* 33 : 111-125, 1955
  - 25) Johnson ML, Burke BS, Mayer J. Relative importance of inactivity and overeating in the energy balance of obese high school girls. *Am J Clin Nutr* 4 : 37-44, 1956
  - 26) 濱喜代治, 岩尾裕之. 營養指導事典. 第一出版株式會社. Japan 1983
  - 27) 농촌진흥청. 식품성분표(제3개정판) 1986
  - 28) Passmore R, Durnin JVGA. Human energy expenditure. *Physiol Review* 35 : 801-840, 1955
  - 29) 김동준. 한국인의 에너지 대사문제. 대한의학협회지 16(3) : 33-81, 1973
  - 30) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical Physiological Chemistry, 13th ed. 899. Blakiston Co., Inc., Toronto 1954
  - 31) Slater EC, Morell DB. A modification of the fluorometric method of determining riboflavin in biological materials. *Biochem J* 40 : 644-652, 1946
  - 32) Statical Analysis System. SAS Institute Inc. Carry, NC, 1973
  - 33) 한국식품공업협회 식품연구소. 에너지 과잉집단 확산방지 연구 : 전국 국민학교 5학년 영양상태조사. 1986
  - 34) 모수미, 정상진, 이수경, 백수경, 전미정. 서울시내 일부 저소득층 비급식 국민학교 아동의 영양실태조사 2. 영양섭취실태에 관한 조사 연구. *한국영양학회지* 23(7) : 521-530, 1990
  - 35) 이경신, 최경숙, 윤은영, 이심열, 김창민, 박영숙, 모수미, 이원묘. 도시국민학교 급식의 효과에 대한 연구. *한국영양학회지* 21(6) : 392-409, 1988
  - 36) 전승규. 농민의 식품실태와 영양상태연구조사-가을철 농촌의 아동 및 성인의 영양상태. 식품과 영양. 2 : 48-57, 1981
  - 37) 박복희. 농어촌과 시설 거주 아동의 영양상태에 관한 연구. *한국식량학회지* 14(2) : 99-107, 1985
  - 38) 신동순. 농촌 학령기 아동의 영양실태 및 신체발달조사. 경남대학교 논문집, 1983
  - 39) 보사부. 국민영양조사보고서, 1987
  - 40) Stearns G, Adamson L, Mckinley Jb, Linner T, Jeans PC. Excretion of thiamine and riboflavin by children. *AM J Dis Child* 95 : 185-201, 1958
  - 41) Blair D, Buskirk ER. Habitual daily energy expenditure and activity levels of lean adult-onset and child-onset obese women. *Am J Clin Nutr* 45 : 540-550, 1987
  - 42) Waxman M, Stunkard AJ. Caloric intake and expenditure of obese boys. *J Ped* 96(2) : 187-193, 1980
  - 43) Mcdilvery RW. Biochemistry. A Functional approach. Philadelphia : WB Saunders Co, 1979
  - 44) Bro-Rasmussen E. The Riboflavin requirement of animals and man and associated metabolic relations. II. Relation of requirement to the metabolism of protein and energy. *Nutr Abstr Rev* 28 : 369-386, 1958
  - 45) Oldham H, Lounds E, Porter T. Riboflavin excretion and test dose returns of young women during periods of positive and negative nitrogen balance. *J Nutr* 34 : 69-79, 1947
  - 46) Sauberlich HE, Dowdy RP, Skala JH. Interpretive guidelines for the urinary excretion of riboflavin. Laboratory Tests for Assessment of Nutritional Status. *CRC Press, Cleveland, Ohio*, 1974
  - 47) Anon, Riboflavin requirement of women and children in the third world. *Nutr Rev* 43 : 237-239, 1985
  - 48) Bates CJ, Prentice AM, Paul AA, Whitehead RG. Riboflavin status in Gambian pregnant and lactation women and its implication for Recommended Dietary Allowances. *Am J Clin Nutr* 34 : 928-935, 1981
  - 49) 윤진숙, 임화재, 김석영. 한국인의 리보플라빈 일일필요량 측정을 위한 인체대사연구. *한국영양학회지* 22(6) : 507-515, 1989

- 50) Hodges RE, Krehl WA. Nutritional status of teenagers in Iowa. *Am J Clin Nutr* 17 : 300, 1965
- 51) Milne H, Kerr C, Trenholme M, Beaton GH. Studies of teenage eating in Ontario. *Can J Public Health* 54 : 463, 1963
- 52) Lachance PA. The US school food service program. Successes, failure and prospects. In : Food and Nutrition in Health and Disease, edited by N.H. Moss and J. Mayer. New York : *Annals of New Yew York Academy of Science* 300 : 411, 1977
- 53) 이주희. 진주시역 국민학교 5학년 아동의 도시락에 의한 영양섭취에 관한 조사연구. *한국영양학회지* 23(5) : 317-328, 1990