

## 성장기 인슐린 의존성 당뇨병 환자의 리보플라빈 영양상태

이 정 희\* · 윤 진 숙

대구적십자병원 영양실\*

계명대학교 가정대학 식생활학과

### The Riboflavin Status in Insulin-Dependent Diabetes Mellitus During Growing Period

Lee, Jung Hee\* · Yoon, Jin Sook

Red Cross Hospital, Dietician, MS, Daegu, Korea\*

Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Daegu, Korea

#### ABSTRACT

Riboflavin status of 17 insulin-dependent diabetic mellitus(IDDM) patients in growing period was evaluated as a function of energy intake and expenditure, biochemical nutritional status and diabetic control indicators.

Compared with recommended dietary allowances for Koreans(RDA, 1989), only 35.3% of subjects was at good level of all nutrients intakes and 52.9% of subjects was below normal level of height and weight. Nutrients consumed below RDA levels were energy(=88.5% of subjects), niacin(64.7%), iron(52.9%) and protein(23.5%) respectively.

The riboflavin status was within normal range by urinary riboflavin excretion but 17.6% of subjects was evaluated as showed riboflavin deficiency by erythrocyte glutathione reductase activity coefficient(EGRAC).

Correlation between riboflavin intake, urinary riboflavin excretion, EGRAC level and diabetic duration were not statistically significant.

Correlation analyses indicated that EGRAC level was inversely correlated with thiamin, niacin and carbohydrate intake.

No significant correlations were found between the EGRAC and glycosylated hemoglobin A<sub>1</sub>(HbA<sub>1</sub>)( $r = -0.464$ ,  $p = 0.129$ ).

From this study, it is suggested that IDDM subjects need to maintain balanced diet containing nutrients above RDA for individual activity during growing period. It needs more study whether the current recommended riboflavin allowance is adequate for diabetic patients.

**KEY WORDS** : insulin dependent diabetic mellitus(IDDM) · erythrocyte glutathione reductase

activity coefficient(EGRAC) · riboflavin status · glycosylated hemoglobin A<sub>1</sub> (HbA<sub>1</sub>).

## 서 론

리보플라빈은 glutathione reductase를 비롯하여 당, 지질대사의 산화 환원반응과 관련된 많은 효소 반응에 조효소로 관여하는 수용성 비타민으로서 특히 성장기 아동에 있어서 리보플라빈 부족은 성장의 장애요인이 될 가능성이 있다<sup>1)</sup>.

생체내 리보플라빈 상태에 영향을 주는 요인은 여러가지가 있는데, 식이로부터 섭취하는 리보플라빈 섭취량 뿐만 아니라 감기나 호흡질환, 홍역 등에 의해 소변으로 다량의 리보플라빈이 배설되어 결핍이 일어날 가능성이 있다고 보고된 바 있다<sup>2)</sup>. 따라서 단순한 영양결핍 뿐만 아니라 환경적인 요인으로 인한 질병감염에 의해서도 리보플라빈의 결핍이 우려되고 있다.

생화학적 대사를 정상적으로 수행하기에 적정 수준의 리보플라빈 섭취량을 모색하거나 리보플라빈 영양상태를 파악하기 위하여 여러 연구들이 성장기 아동을 포함한 일반인을 대상으로 행하여져 왔다<sup>3-5)</sup>.

반면에 리보플라빈의 결핍증이 당뇨병을 포함한 만성 대사성 질환에서 우려된다는 일부 보고가 있었지만<sup>6-7)</sup> 인체를 대상으로 영양상태 판정지표들이나 질병의 진행정도들과 관련지어 연구된 바는 별로 없었다.

최근 우리나라에서도 생활수준의 향상과 더불어 당뇨병의 이환율이 증가됨에 따라 이들 환자에 대한 영양관리의 필요성이 점차 강조되는 추세이지만, 환자들의 일반적인 영양섭취실태나 대사이상과 관련된 특정영양소들의 생화학적 영양상태들에 관해서는 아직 활발히 연구되지 않고 있는 실정이다.

특히 성장기 인슐린 의존성 당뇨병 환자(Insulin-Dependent Diabetes Mellitus : IDDM)들은 흔히 성장발육이 지연되고 초기에 여러가지 질병감염으로 인한 합병증을 동반할 수 있는 특징이 있는데<sup>8)</sup> 영양관리 측면에서의 연구가 소홀한 편이다. 따라

서 이 연구에서는 이들을 대상으로 정상시의 에너지 섭취량 및 영양섭취 실태조사를 하여 전반적인 영양관리 상태를 파악하고, 특히 리보플라빈 섭취량 및 배설량, Erythrocyte Glutathione Reductase Activity Coefficient : EGRAC)를 분석하여 리보플라빈 영양상태를 분석하였다. 그리고 당뇨병 질환에 따른 대사 이상이 리보플라빈 영양상태에 영향을 미치는지의 여부를 파악하기 위하여 리보플라빈 영양상태 지표들 간의 상호관계를 검토하고 이들과 당뇨병의 조절지표, 당뇨병 이환기간, 그리고 신체계측치와의 관련성을 분석함으로써 당뇨병 환자들의 효율적인 영양관리를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

대구시내에 거주하며 시내 3개 병원에 정기적으로 통원치료를 받는 성장기의 인슐린 의존성 당뇨병 환자 중에서 신체계측, 혈액채취 및 제반 설문조사 등에 협조적인 사람 17명(남 9명, 여 8명)을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 이환기간 및 식습관 조사

설문지조사와 환자의 의무기록지에 의하여 이환기간 및 합병증, 영양제 복용 유무, 유당 불내응성, 식사의 정규성을 조사하였다.

#### 2) 신체 계측

본 연구 대상자는 성장기에 있으므로 연령에 따른 체격발달 및 비만도와 당뇨병 관리의 필수적인 영양관리 상태와의 상관성을 보기 위해 다음과 같은 내용으로 신체계측을 하였다.

#### (1) 신장 및 체중 측정

성장 발육의 지표가 되는 신장 및 체중을 각각 0.1cm, 0.1kg까지 측정하고, body mass index

{BMI : 체중(kg)/키<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)}를 구하여 비만도를 비교하였다.

### (2) 체지방 분포의 측정

A mode 식 초음파 피하지방측정기(초음파피지후측정기 SH-302)로 삼두근(triceps)과 복부(suprailiac)의 피하지방두께를 0.1mm까지 계측하였다.

### (3) 신체둘레 측정

직립자세에서 팔둘레와 허리, 엉덩이, 허벅지 둘레를 줄자로 0.1cm까지 측정하였다.

### 3) 생화학적 검사

당뇨병에서 혈당조절의 지표가 되는 당화혈색소(glycosylated hemoglobin A<sub>1c</sub>, HbA<sub>1c</sub>)은<sup>9)</sup> quantitative colorimetric method의 원리를 이용한 Glycohemoglobin test kit(STANBIO laboratory사, 미국)로, 공복혈당(fasting blood sugar, FBS)은 포도당산화효소법의 원리를 이용한 ONE-TOUCH II 기기(Life Scan사, 미국)로 측정하였다. 영양상태를 반영하는 혈색소(hemoglobin, Hb)농도는 cyanmethemoglobin method 원리를 이용한 Technicon H 1 system (Technicon사, 미국)으로, 혈청 총 단백질(total protein, TP)은 Biuret법, 알부민(Alb)은 dye-binding-Bromocresol green법, 총 콜레스테롤(TC)은 enzymatic colorimetry법, 그리고 중성지방(TG)은 lipase, GK, PK, LDH-NADH consumption법의 원리를 이용한 CHEM 1 system(Technicon사, 미국)으로 자동분석하였으며, 고비중지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)은 polyethyleneglycol법을 이용하여 측정하였다. 그리고 리보플라빈 결핍 상태를 조사하기 위하여는 erythrocyte glutathione reductase activity coefficient(EGRAC)를 Sauberlich 방법<sup>10)</sup>으로 측정하였다.

### 4) 식이 섭취량 조사

평소의 일일 식품섭취량을 조사하여 한국인 영양권장량(RDA)과 비교해 현재 영양상태를 파악하였다. 조사방법으로는 현장조사가 용이하며 타당성 검증에서 신뢰도가 인정된 간이 측정법<sup>11)</sup>을 이용하였다. 또한 연구대상자가 대개 연령이 낮고 음식에 대한 지식이 부족하므로 동반한 부모와 본인

모두에게 훈련된 조사원이 실물이나 식품교환표를 이용한 문답형식으로 확인 기록하였다.

### 5) 일일 에너지 소비량조사

평소 하루 일과를 24시간 회상법에 의해 생활기록표로 작성하게 하였다. 일일 에너지 소비량은 각 활동에서의 energy cost×각 활동에서 보낸 시간(분)으로 산출하였으며, energy cost는 국내의 문헌에서 참고하였다<sup>12-17)</sup>. 국내의 자료는 그대로 적용하고 국내의 자료가 없는 활동에 대해 조금씩 다른 외국의 energy cost에 대하여는 비교적 적은 체표면적 및 체위를 가진 한국인의 특성을 고려하여 보다 낮은 수치를 적용하였다.

### 6) 소변중 리보플라빈 배설량 측정

소변중 리보플라빈 배설량은 Slater와 Morell의 방법<sup>18)</sup>에 의해 측정하였으며, 노중 creatinine 측정은 Hawk 방법으로<sup>19)</sup> 하였다.

### 3. 자료의 통계 처리

수집된 자료는 SAS package를 이용하여 통계처리 하였다.

이환기간과 식습관, 신체적 특성, 평소 하루의 영양섭취 상태, 생화학적 영양상태, 그리고 리보플라빈 영양상태 분석치에 대한 백분율 및 평균, 표준편차를 구하고, 각각의 상관관계는 Pearson 상관계수를 산출하여 검정하였다.

## 결 과

1. 조사대상자들의 이환기간 및 식습관의 특성  
조사대상자들은 7세~20세 범위의 연령으로 평균연령은 13.4세이었으며, 당뇨병 이환기간은 1년~10년까지로 평균 3.3년이었다. 이환기간이 10년이 상된 가장 나이가 많은 1명이 백내장 합병증으로 수술한 기록이 있으며, 82.4%(14명)가 규칙적인 식사를 하고 있었다. 결식율은 17.6%(3명)이었으며 5.9%(1명)가 주로 조식에서 11.8%(2명)가 중식에서 결식을 하고 있었다. 유당 불내용성을 보인 환아는 5.9%(1명)이었으며, 영양제 중 리보플라빈이 함유된 비타민제를 복용하고 있는 환아는 29.4%(5

성장기 당뇨병 환자의 리보플라빈 영양상태

명)이었다.

2. 신체적 특성

조사대상자들의 신체계측치 및 각 체격지수의 평균치는 Table 1과 같다.

이들 중 비만의 범위에 있는 환자는 없었으며, 한국인의 연령별 체위 기준치(기간내 평균치)와 비교하면<sup>20)</sup> 신장과 체중이 미달되는 경우 모두가 52.9% (9명)이었다.

**Table 1.** Clinical characteristics of 17 subjects with insulin-dependent diabetes mellitus

Subject No.	Sex	Age (yr)	Diabetic duration (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI <sup>1)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	Subcutaneous triceps (mm)	fat thickness supraillac (mm)	Arm circumference (cm)
1	F	7	1	129.0 (-1)	32.0 (+6)	19.2	10.4	14.6	20.0
2	M	8	2	136.7 (+6.7)	29.0 (+3)	15.5	8.8	13.8	17.5
3	F	8	1	129.0 (-1)	24.0 (-2)	14.4	12.8	10.0	16.5
4	M	11	3	133.5 (-10.5)	27.0 (-9)	15.1	10.2	4.6	17.0
5	F	12	5	137.4 (-7.6)	30.0 (-7)	15.9	12.4	8.2	19.5
6	F	13	5	165.0 (+10)	42.0 (-6)	15.4	7.2	6.8	19.0
7	M	14	1	156.0 (-5)	45.0 (-6)	18.5	7.2	16.0	22.0
8	M	14	8	162.0 (+1)	51.0	19.4	16.2	8.6	44.0
9	M	14	2	166.0 (+5)	57.0 (+6)	20.7	10.2	8.4	25.0
10	M	14	1	168.2 (+7.2)	61.0 (+10)	21.6	13.2	13.2	25.0
11	F	15	4	156.7 (+1.7)	55.0 (+7)	22.4	19.8	14.0	24.5
12	F	14	1	158.5 (+3.5)	51.0 (+3)	20.3	17.2	13.8	24.5
13	M	15	3	165.0 (+4)	51.0	18.7	9.4	6.8	23.0
14	M	16	4	152.0 (-17)	41.0 (-18)	17.7	11.4	16.2	23.0
15	F	16	4	172.5 (+14.5)	64.5 (+12.5)	21.7	15.0	14.4	26.0
16	F	16	1	151.5 (-3.5)	49.0 (+1)	21.3	11.0	16.0	26.0
17	M	20	10	154.5 (-14.5)	40.0 (-19)	16.8	10.4	12.6	23.0

( ): numbers indicate the difference between normal level of height or weight and individual data

1) BMI: body mass index

### 3. 영양섭취상태 및 일일 열량 소모량

한국인 영양권장량(RDA, 1989)<sup>20)</sup>을 기준으로 조사대상자들의 개인별 평소의 에너지 및 각 영양소 섭취율을 검토한 결과 Table 2와 같다. 권장량 이하로 섭취하는 환자의 비율이 가장 높은 것은 에너지섭취율이었으며(조사대상자의 88.2%), 나이아신(64.7%), 철분(52.9%), 단백질(23.5%) 등의 순서이었다. 그리고 조사대상자의 35.3%(6명)만이 모든 영양소를 권장량 이상으로 섭취하고 있었다.

에너지섭취량과 평소 활동량에 따른 에너지소비량에 대한 균형도는 100kcal 이상 음의 차이를 나타내는 인원이 29.4%(5명)이었다.

### 4. 생화학적 영양상태

개인별 당뇨병 대사조절 정도 및 영양상태를 반영해주는 생화학적 검사결과는 Table 3과 같다. 혈당조절의 지표가 되는 HbA<sub>1c</sub>이 정상범위 이상으로 높은 경우가 52.9%(9명)였으며, Hb 수준은 정상범위보다 낮은 경우가 29.4%(5명)이고 TP와 Alb 수준이 함께 높은 경우는 35.3%(6명)이었다. 또한 지질대사의 지표가 되는 TC 및 TG, HDL-C는 조사대상자 거의가 정상범위에 있었으며 TG, HDL-C가 낮은 인원이 5~10% 정도였다.

### 5. 리보플라빈 영양상태

조사대상자 개인별 평상시 리보플라빈의 하루 섭취량과 비타민 복용 여부 및 EGRAC 측정 결과를

비교해보면 Table 4와 같다. 리보플라빈 섭취량은 1000kcal 당 0.6mg 이상 섭취할것을 기준으로 했을때 조사대상자 6명이, 또한 하루 총 섭취열량이 2000kcal 이하일때도 1.2mg 이하로 감소시키지 않을 것을 권장하는 기준으로 했을때 조사대상자 14번(유당불내용자)이 각각 권장량에 미달하는 상태였다. 그리고 리보플라빈 섭취량과 EGRAC간의 상관관계에 있어서는 전자는  $r = -0.2565$ , 후자는  $r = 0.3385$ 의 상관계수를 나타냈으며 유의성이 없었다. 그런데 Sauberlich등이<sup>10)</sup> 10~16세 청소년을 대상으로 설정한 리보플라빈 노배설량 판정기준에 의하면 조사 대상자 모두 양호한 상태(200ug/g Creatinine 이상)이나, EGRAC를 영양상태 판정지표로 하다면 이들 중에서 4번과 7번, 8번의 조사대상자가(17.6%) 평소 음식으로 섭취하는 리보플라빈이 권장량 이상임에도 불구하고 결핍현상을 보였다.

한편 리보플라빈 섭취량과 EGRAC, 그리고 뇨중 리보플라빈 배설량 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5에 제시된 바와 같다. 전체 조사대상자 중에서 종합 비타민 복용자는 29.4%(5명)이었는데 비타민제 종류에 따라 리보플라빈 함량에 상당한 차이가 있는 관계로 상관관계 분석시에는 비타민 복용자를 제외시켰다. 리보플라빈 섭취량을 열량 1000kcal에 대한 섭취량으로 나타냈을때 소변으로의 일일 리보플라빈 총배설량이나 Creatinine g 당 리보플라빈 배설량과 각각  $r = 0.3113$ ,  $r = 0.2800$ 의 상관계수를 나타냄으로써 양의 상관관계를 보여주

Table 2. Daily nutrient intake levels as compared to recommended dietary allowances for Koreans (n=17)

	Mean ± SD (%)	Range (%)	Percentage (%) of subjects below RDA
Protein	123.4 ± 42.9	50.0 - 213.0	23.5
Fe	129.6 ± 53.7	63.9 - 246.0	52.9
Ca	125.7 ± 26.9	69.4 - 175.4	5.9
Vit. A	131.7 ± 40.9	67.3 - 231.4	11.8
Thiamin	131.6 ± 11.1	115.6 - 160.5	0.0
Riboflavin	123.6 ± 20.7	81.7 - 173.3	11.8
Niacin	97.9 ± 11.7	84.6 - 119.3	64.7
Vit. C	157.1 ± 34.2	76.0 - 216.0	5.9
Energy	84.7 ± 14.5	55.9 - 107.2	88.2

RDA: recommended dietary allowances for Koreans, 1989

성장기 당뇨병 환자의 리보플라빈 영양상태

**Table 3.** Individual hematological data for HbA<sub>1c</sub>, fasting blood sugar, lipid and protein status (n=17)

Subject No.	Sex	FBS (mg/dl)	HbA <sub>1c</sub> (%)	Hb (g/dl)	TP (g/dl)	Alb (g/dl)	TC (mg/dl)	TG (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)
1.	F	140	8.9	13.2	7.9	4.6	164	66	55.8
2.	M	70	7.3	12.5	7.8	4.9	150	40	83.0
3.	F	114	7.9	12.2	8.1	5.0	156	66	61.4
4.	M	201	8.6	13.7	7.2	4.3	164	40	70.1
5.	F	350	11.5	14.9	8.6	5.1	188	101	91.0
6.	F	218	13.4	15.6	7.1	4.4	191	117	50.0
7.	M	117	6.2	14.6	7.5	4.9	131	63	46.9
8.	M	144	8.6	13.4	7.7	4.5	117	51	48.4
9.	M	99	7.6	15.3	7.9	5.0	136	58	48.4
10.	M	218	9.2	14.8	8.6	5.1	181	49	47.0
11.	F	188	11.7	13.1	8.4	4.2	188	63	42.5
12.	F	285	15.1	12.3	7.7	4.5	198	143	46.3
13.	M	122	8.8	16.0	8.2	5.0	110	56	50.2
14.	M	207	10.0	15.5	8.2	4.7	140	64	56.8
15.	F	291	9.7	13.7	8.1	4.8	206	74	56.5
16.	F	147	9.4	13.5	7.9	4.9	170	88	52.7
17.	M	76	9.4	14.4	8.0	4.5	135	52	61.4
Normal range		<140	5-9	13.4 ± 2.0	6.0- 8.0	3.2- 4.5	120- 200	<220	M 35-50 F 45-65

FBS : fast blood sugar

HbA<sub>1c</sub> : glycosylated hemoglobin A<sub>1c</sub>

Hb : hemoglobin

TP : total protein

Alb : albumin

TC : total cholesterol

TG : triglyceride

HDL-C : high density lipoprotein cholesterol

**Table 4.** Daily riboflavin intake, urinary riboflavin excretion and EGRAC (n=17)

Subject No.	Diabetic duration (yr)	Multi-vitamin intake	Riboflavin mg/day	Intake mg/1000kcal	URF <sup>1)</sup> mg/day	Excretion RF(ug/g Creatinine)	EGRAC <sup>2)</sup>
1.	1		2.08	1.09	296.3	593.8	1.138
2.	2		1.48	0.83	578.2	864.5	1.110
3.	1		1.87	1.08	329.2	662.6	1.035
4.	3		1.45	0.71	371.3	677.8	1.202
5.	5		1.57	0.90	333.6	898.2	1.073
6.	5		1.23	0.57	176.9	689.4	1.038
7.	1		1.89	0.68	183.5	261.4	1.680
8.	8		1.46	0.86	893.9	742.7	1.205
9.	2	0	1.52	0.72	356.4	1247.5	1.063
10.	1		1.42	0.69	236.4	602.3	1.117
11.	4	0	1.49	0.98	592.0	1764.5	1.020
12.	1		1.54	0.88	782.6	745.8	1.127
13.	3	0	1.71	0.79	254.2	308.4	1.108
14.	4		0.98	0.70	156.0	410.9	1.127
15.	4	0	1.31	0.72	1837.3	1196.2	1.051
16.	1	0	1.65	0.84	404.6	1392.8	1.072
17.	10		1.46	0.79	42.2	200.4	1.007

1) URF : urinary riboflavin

2) EGRAC : erythrocyte glutathione reductase activity coefficient

**Table 5.** Correlation among riboflavin intake, EGRAC level and urinary riboflavin excretion (n=12)

	Riboflavin intake		EGRAC
	mg/day	mg/1,000kcal	
Urinary riboflavin			
ug/day	-0.0561	0.3113	-0.0025
ug/g Creatinine	-0.0224	0.2800	-0.3789
EGRAC	0.3385	-0.2565	

EGRAC : erythrocytic glutathione reductase activity coefficient

All of the correlation coefficient are not significant at  $\alpha=0.05$

였으나 유의성은 없었다. 리보플라빈 섭취량과 EGRAC간의 상관관계는 리보플라빈 일일 총섭취량과  $r=0.3385$ , 섭취열량 1000kcal에 대한 리보플라빈 섭취량과  $r=-0.2565$  였으나 역시 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 리보플라빈 배설량과 EGRAC간의 상관관계도 일일 총섭취량과  $r=-0.0025$ , Creatinine g 당 배설량과  $r=-0.3789$ 로서 유의한 관계를 나타내지 못하였다.

#### 6. 당뇨병이환기간 및 신체계측치, 영양상태와의 상호관계

신체계측치들은 이환기간과의 상관관계를 측정했을때 유의한 상관관계를 보이지는 않았으며(Table 6), 여러항목 중에서 팔둘레가 그중 높은 상관계수를 보여 주었다( $r=0.4026$ ,  $p=0.109$ ).

**Table 6.** Correlation of anthropometric indicators with diabetic duration

(n=17)

	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Subcutaneous fat thickness triceps (mm)	suprailiac (mm)	Arm circumference (cm)
Diabetic duration	0.2140	0.0175	-0.1856	0.1167	-0.2670	0.4026

All of the correlation coefficient are not significant at  $\alpha=0.05$

**Table 7.** Correlation of riboflavin intake, urinary riboflavin excretion, and EGRAC level with diabetic duration (n=12)

	Riboflavin intake		Urinary riboflavin		EGRAC
	mg/day	mg/1,000kcal	ug/day	ug/g Creatinine	
Diabetic duration	-0.4233	-0.2056	-0.0558	-0.2151	-0.3079

EGRAC : erythrocyte glutathione reductase activity coefficient

All of the correlation coefficient are not significant at  $\alpha=0.05$

비만상태 연구시 비교항목이 되는 체질량지수(BMI)와 장골상부 피하지방두께(suprailiac thickness)는 당뇨병 이환기간과 음의 상관관계이었으므로 이환기간이 길수록 성장기의 IDDM 비만도는 낮은것으로 추정된다.

이환기간과 에너지 섭취량, 각 영양소들의 섭취량간의 상관관계에 있어서도 유의성이 없었다. 이환기간에 대한 리보플라빈 섭취량 및 노중 배설량, EGRAC 간의 상관관계를 보았을때도(Table 7) 비타민 복용자를 제외했으나 유의적이지 못했다.

EGRAC를 포함한 생화학적 영양상태 지표들도 모두 이환기간과 유의한 상관관계는 없었지만 이환기간이 길수록 TC와 TG는 낮은 수치를 보이는 경향이였다.

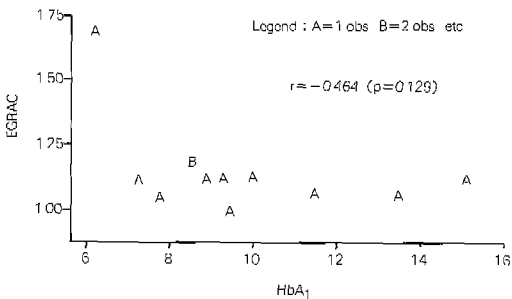
#### 7. EGRAC와 에너지섭취량 및 각 영양소와의 상관관계

EGRAC와 에너지 섭취량간에는 유의한 상관관계를( $r=0.678$ ,  $p=0.0028$ ) 보였으나 에너지 소비량과의 상관관계는 유의한 수준이 아니었다( $r=-0.206$ ,  $p=0.428$ ). 그리고 EGRAC는 3대 열량소 중에 단백질, 지방을 제외한 탄수화물 섭취량과 매우 높은 상관계수를 나타내고( $r=0.751$ ,  $p=0.0005$ ), 비타민 섭취량 중에는 thiamin( $r=0.752$ ,  $p=0.0005$ ), 나이아신( $r=0.634$ ,  $p=0.0063$ )의 순서로 매우 높은 상관관계를 나타내었다(Table 8).

**Table 8.** Correlation of energy intake, energy expenditure, and nutrients intakes with EGRAC (n=17)

	EGRAC	
	Correlation coefficient(r)	P-value
Energy intake	0.678	0.0028
Energy expenditure	-0.206	0.4280
Carbohydrate	0.751	0.0005
Protein	0.384	0.1280
Fat	0.148	0.5700
Thiamin	0.752	0.0005
Niacin	0.634	0.0063

EGRAC : erythrocyte glutathione reductase activity coefficient



**Fig. 1.** Relationship between EGRAC and HbA<sub>1c</sub> in subjects with insulin-dependent diabetes mellitus.

**8. EGRAC와 HbA<sub>1c</sub> 과의 상관관계**

리보플라빈 영양상태 지표인 EGRAC와 당뇨병의 혈당조절 지표인 HbA<sub>1c</sub>과의 상관관계는 종합비타민제 복용자를 제외했을 때  $r = -0.464 (p = 0.129)$ 였으며, Fig. 1과 같다.

**고 찰**

본 조사대상자들의 평소 에너지 및 각 영양소 섭취량 조사에서 섭취량의 최소치 및 최대치간에 2~3배 차이를 보이는 것은 성장기의 연령차이가 10년 이상이므로 남 녀 개인별 연령별 평소의 활동량에 따른 요구량에 큰 차이가 있기 때문일 것으로 추정된다. 그리고 각 영양소를 권장량 이하로 섭취하는 인원의 비율이 높은 것은 이 조사대상

자들의 성장기 인슐린 의존성 당뇨병(제1형 : IDDM)에 대한 올바른 지식이 부족한데 기인하는 듯하다. 저자들이 조사대상자들과 면담한 결과에 의하면 이들이 주로 실천하고 있는 식사요법은 비교적 홍보가 많이 된 인슐린 비의존형 당뇨병(제2형 : NIDDM)의 비만자 식사요법이였다. 그러므로 영양관리 전문인의 지도가 병행되지 않는 상태에서의 식사요법은 성장기의 영양필요량을 적절히 반영하기 어려울 것으로 보인다.

리보플라빈 영양상태에 관한 연구에서는 각 영양소 섭취량과 EGRAC간의 상관관계에서 EGRAC가 에너지 섭취량과 유의한 정상관계를 보이며, 전체에너지 섭취량의 절반 이상의 에너지원인 탄수화물과 매우 높은 정상관계수를 나타내고 있으므로 에너지 섭취량이 많은 환자일수록 탄수화물 섭취량이 많아지고 EGRAC 상태는 불량해지는 경향으로 볼 수 있으며, thiamin, 나이아신 섭취량이 높음에 따라서도 EGRAC 상태는 불량해지는 경향을 보인다고 하겠다.

리보플라빈 섭취량과 EGRAC간의 상관관계는 리보플라빈 섭취량을 하루 총 섭취량으로 기준해 볼때, Campbell등<sup>21)</sup>이나 황금희 등<sup>22)</sup>이 유의적인 음의 상관관계를 보고한데 대해 본 조사대상자는 이 등<sup>23)</sup>의 연구결과와 같이 유의적인 상관관이 없었으며, 리보플라빈 섭취량을 에너지 섭취량 1,000kcal 단위로 나타낼때 음의 상관계수를 보였으나 유의성은 없었다.

본 연구에 참여한 대상자들의 리보플라빈 생화학적 영양상태는 타 문헌에서<sup>24-26)</sup> 보고된 일반 정상인과 큰 차이를 보이지 않았으며 이환기간과도 무관한 것으로 나타났다. EGRAC가 불량한 사람이 3명이었으나 그들은 모두 권장량 이상의 리보플라빈을 식사로 섭취하고 있었다. 정상인을 대상으로 한 최근의 여러연구들에서 EGRAC를 영양상태 판단의 기준으로 할때 리보플라빈의 권장량을 현재의 0.6mg/1,000kcal 보다 높여야 한다는 주장들이 제기된 바 있다<sup>24-26)</sup>.

리보플라빈의 섭취상태를 일반 아동들에 대한 조사자료들과 비교했을때<sup>27-29)</sup> 농촌지역이나 사회경제적 수준이 낮은 집단에서 대체로 섭취량이 낮은



수준을 보였던 것과는 달리 본 조사대상자들의 리보플라빈 섭취량은 양호한 상태에 있었다.

그러나 조사대상자 개인별 상태를 비교하면 종합비타민제를 복용한 5명의 경우에는 EGRAC가 모두 1.10 이하의 양호한 상태를 나타낸 반면, EGRAC 불량상태인 3명은 모두 종합비타민제를 추가로 복용하지 않았던 점을 감안한다면 앞으로 당뇨병환자에 있어서 정상인에 비해 리보플라빈이 추가로 더 필요한지의 여부는 관심을 가지고 연구해야할 것으로 보인다.

Stearns<sup>30)</sup>에 의하면 소변중 리보플라빈배설량이 50ug/g creatinine 이하의 수준은 매우 위험한 상태라고 한다. 연구자들이 선행연구에서 대구지역국민학교 아동들에 대해 조사했을때<sup>5)</sup> 26%가 이 범주에 속했으나 본 연구에 참여한 성장기 IDDM 아동들의 경우에는 모두 안전한 수준에 있다고 하겠다.

Streptozotocin으로 유발된 당뇨병 쥐의 경우 리보플라빈 24시간 배설량을 측정했을때 단기간에는 정상쥐에 비해 유의한 차이를 보이지 않았으나 20주 경과후에는 당뇨병쥐의 리보플라빈 배설량이 유의하게 증가하였다고 한다. 그런데 실험쥐의 식품섭취량이나 노배설량이 당뇨병 이환기간과는 상관없이 거의 비슷했기 때문에, 당뇨병이 유도된 후 실험동물에서의 노중 리보플라빈 배설량 증가가 식품섭취량이나 노배설량 증가자체와는 상관이 없었다고 한다<sup>7)</sup>. 이와 같은 사실로 당뇨병이 진행되면서 리보플라빈 저장이나 이용율이 떨어지게 된다면 궁극적으로 혈액내의 리보플라빈 결핍을 유발하리라는 가능성을 제시하고 있다. 더우기 이와 같이 당뇨병이 유도된 후에 소변중의 리보플라빈 배설량이 정상시보다 증가한다면 당뇨병인 경우 리보플라빈 배설량으로 리보플라빈의 영양상태를 판정하는 것은 결코 바람직하지 못하다고 생각된다.

본 연구 대상자의 리보플라빈 섭취량 및 EGRAC, 노중 리보플라빈 배설량, 그리고 이환기간과의 상관관계를 분석해 본 결과 유의성이 없는 것으로 나타났으나 앞으로 당뇨병 발병 직후의 환자들에 대해서는 종단연구를 통해 리보플라빈 이용율의 변화여부를 확인할 필요가 있다고 본다.

그리고 본 연구에 참여자 모두 리보플라빈 배설량을 기준으로 할 때는 정상치 이상을 보이고 있었으나 EGRAC를 기준으로 하면 3명이 불량한 상태였다. 일반인을 대상으로 한 타 연구들에서 소변중의 리보플라빈 배설량을 생화학적 판정지표로 사용했을 때보다 EGRAC를 지표로 사용했을 때 리보플라빈의 결핍율이 더 높게 나타난 점을 고려한다면<sup>23)26)</sup> 당뇨병 환자에게 있어서 소변배설량만으로 리보플라빈의 생화학적 영양상태를 판정하는 것은 잘못된 방법이라는 것이 강조되어야 하리라고 여겨진다.

한편 당뇨병의 혈당조절 지표인 HbA<sub>1c</sub>과 리보플라빈 영양상태간의 상관관계는  $r = -0.464$ 로서 HbA<sub>1c</sub>이 불량하여도 EGRAC가 정상수준의 낮은 값을 보이며 HbA<sub>1c</sub>이 양호한 혈당조절 상태를 나타내는 경우에 EGRAC가 불량한 경향을 보였지만 통계적인 유의성은 없었다. Havivi등<sup>31)</sup>에 의하면 EGRAC를 이용하여 인슐린 비의존형 당뇨병환자들과(NIDDM) 정상인 간의 리보플라빈 영양상태를 비교했을때 리보플라빈이 불량한 정도가 정상인은 2%였으나 당뇨병 환자들은 37%나 되었다고 한다. 본 연구에서와 같은 성장기의 인슐린 의존형 당뇨병(IDDM) 환자들에 대해서도 후속 연구들을 통해 성장기의 정상아와 대조한 이러한 경향이 신중히 관찰되어야 할 것으로 보인다.

## 요약 및 결론

성장기의 인슐린 의존성 당뇨병환자 17명을 대상으로 평상시 영양섭취실태를 조사하고 리보플라빈 영양상태를 포함한 생화학적 영양상태를 측정하여 당뇨병 조절지표 및 이환기간, 신체체중치들과의 관련성을 보고자 하였으며 조사한 결과는 다음과 같다.

본 연구의 조사대상자들은 한국인의 연령별 체위기준치와 비교할때 체중 및 신장이 미달되는 인원이 모두 52.9%(9명)이었으며, 한국인 영양권장량(RDA, 1989)을 기준으로 한 영양소 섭취상태는 35.3%(6명)만이 모든 영양소를 권장량 이상으로 섭취하고 있었다. 권장량 이하로 섭취하고 있는

것은 에너지(조사대상자의 88.2%), 나이아신(64.7%), 철분(52.9%), 단백질(23.6%) 등의 순서이었다.

리보플라빈 영양상태는 리보플라빈 섭취량이 권장량에 미달하는 사람은 2명이고, 소변중의 리보플라빈 배설량을 생화학적 영양상태 지표로 사용했을 때 모두 정상범위에 있었으나 EGRAC를 기준으로 볼 때는 17.6%(3명)가 불량한 상태였다.

리보플라빈 섭취량과 뇨중 리보플라빈 배설량, EGRAC 그리고 당뇨병 이환기간과의 상관관계에서는 통계적으로 유의성이 없었다.

EGRAC 수준은 비타민 중 thiamin, 나이아신 섭취량이 높음에 따라 불량한 경향을 보여주며, 에너지 섭취량이 많은 환자일수록 탄수화물 섭취비율이 높아지고 EGRAC 수준은 불량해지는 경향이 있었다.

EGRAC와 HbA<sub>1c</sub>과의 상관도는  $r = -0.464$  ( $p = 0.129$ )로서, 통계적인 유의성은 없었다.

이상의 연구결과로 성장기 인슐린 의존성 당뇨병 환자는 정상적인 성장발육과 당뇨병 관리를 위해 에너지 및 각 영양소를 섭취함에 있어서 개별적 활동상태를 고려한 권장량 이상으로 섭취할 것과 균형식으로 섭취할 수 있는 방법이 적극 권장되어야 할 것으로 생각된다. 그리고 EGRAC를 리보플라빈 생화학적 영양상태 판정기준으로 사용할 때 리보플라빈 권장량을 현재보다 더 높여야 할 것인가에 관해서는 당뇨병 발병에 따른 대사변화를 포함하여 좀 더 다각적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

### Literature cited

- 1) Ei-Hazimi MAF, Warsy AS. Riboflavin status in a Saudi population - A study in Riyadh. *Ann Nutr Metab* 31 : 253-258, 1987
- 2) Bamji MS, Rameshwar SKV, 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
- 3) Lopez R, Schwartz JV, Cooperman JM. Riboflavin deficiency in an adolescent population in New York City. *Am J Clin Nutr* 33 : 1283-1286, 1980

- 4) 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
- 5) 김난희 · 윤진숙. 학령기 비만아동과 정상아동의 리보플라빈 영양상태 비교. *한국영양학회지* 25(2) : 150-161, 1992
- 6) Porrini M, Simonetti P, Ciappellano S, Testolin G, Gentile MG, Manna G, Fellin G, D'Amico G. Thiamin, riboflavin and pyridoxine status in chronic renal insufficiency. *Internat J Vit Nutr Res* 59 : 304-308, 1989
- 7) Reddi AS, Frank O, Baker H. Riboflavin excretion in normal and diabetes rats. *Internal J Vit Nutr Res* 60 : 252-254, 1990
- 8) 유한옥 · 정해일 · 고광옥. 소아연령에 발생한 당뇨병의 임상적 연구. *당뇨병* 10(1) : 55-65, 1986
- 9) 홍관선 · 정규철 · 유형준. 당뇨병 진단을 위한 선별검사로서 HPLC에 의한 HbA<sub>1c</sub> 측정의 타당도에 관한 연구. *당뇨병* 3 : 205-214, 1992
- 10) 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
- 11) 문수재 · 이기열 · 김숙영. 간이식 영양조사법을 적용한 중년부인의 영양실태. I. 간이식 영양조사법 검토. *연세논총* 99 : 203-218, 1981
- 12) Cole AH and Ogungbe RF. Food intake & energy expenditure of Nigerian female students. *Br J Nutr* 57 : 309-318, 1987
- 13) Brun T, Bleiberg F and Goihman S. Energy expenditure of male farmers in dry & rainy seasons in Upper-Volta. *Br J Nutr* 45 : 67, 1981
- 14) Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, and Theriault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr* 37 : 461-467, 1983
- 15) 김구자. 한국인 남녀 학생의 기초신진대사 활동대사 및 일일소비열량에 관한 연구. *J of KMM* 3(3), September : 271-294, 1965
- 16) 김화남 · 이동태 · 이승교. 경기일부지역 농촌주부의 농작업 에너지대사. *한국영양학회지* 18(2) : 189-194, 1989
- 17) Passmore R and Durnin JVGA. Human energy

- expenditure. *Am J Clin Nutr* 35 October : 801-840, 1955
- 18) Slater EC, Morell DB. A modification of the fluorometric method of determining riboflavin in biological materials. *Biochem J* 40 : 644-652, 1946
- 19) Hawk PB, Oster BL, Summerson WH. Practical physiology chemistry. 13th ed. 899. Blakiston Co Inc Toronto 1954
- 20) 한국인구보건원. 한국인 영양권장량. 제 5 차 개정판, 고문사, 1989
- 21) Campbell TC, Burn T, Junshi C, Zulin F and Parpia B. Questioning riboflavin recommendations on the basis of a survey in China. *Am J Clin Nutr* 51 : 436, 1990
- 22) 황금희 · 오승호 · 임현숙 · 장유경. 한국인 젊은 여성의 리보플라빈 섭취상태와 EGRAC에 관한 연구. *한국영양학회지* 20(2) : 103-110, 1991
- 23) 이일은 · 백희영. 생화학적 측정방법에 의한 우리나라 여대생들의 리보플라빈 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 18(4) : 272-282, 1985
- 24) Belko AZ, Obarzanek E, Kalkwarf HJ, Rotter MA, Bogusz S, Miller D, Haas J, Roe KA. Effects of exercise on riboflavin requirements of young women. *Am J Clin Nutr* 37 : 509-517, 1983
- 25) 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* 41 : 270-277, 1985
- 26) Belko AZ, Obarzanek E, Weinberg S, Roach R, Rotter MA, Urban G, Roe DA. Effect of aerobic exercise and weight loss on riboflavin requirements of moderately obese, marginally deficient young women. *Am J Clin Nutr* 40 : 553-561, 1984
- 27) 이정원 · 정영진 · 김미리. 대전시 학동의 성장발육 및 식이조사. *한국영양학회지* 15(1) : 70-81, 1982
- 28) 김선희 · 김숙희. 학령기 아동의 영양실태와 신체 발달 및 행동에 관한 연구. *한국영양학회지* 16(4) : 253-262, 1983
- 29) 박명윤 · 이경자 · 이보숙 · 이은하 · 모수미. 농촌 가정보건사업지역의 어린이 영양 및 기생충 조사. *한국영양학회지* 14(4) : 190-199, 1981
- 30) Stearns G, Adamson L, Mckinley JB, Linnex T, Jeans PC. Excretion of Thiamine and riboflavin by children. *J Diseases Child* 95 : 185-201, 1958
- 31) Havivi E, Bar On H, Reshef A, Stein P and Raz I. Vitamin and trace metals status in non insulin-dependent diabetes mellitus. *Internat J Vit Nutr Res* 61 : 328-333, 1991