

## 남녀 초등학생의 비만도에 따른 영양소 섭취 및 Glycemic Index, Glycemic Load에 관한 연구

배 윤 정<sup>1\*</sup> · 최 미 경<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한북대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>공주대학교 식품영양학과

### A Study on Nutrient Intakes, Glycemic Index, and Glycemic Load according to Obesity Index in Elementary School Students

Yun Jung Bae<sup>1\*</sup> and Mi Kyeong Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutritional Sciences, Hanbuk University, Dongducheon 483-120, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food and Nutrition, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to evaluate nutrients intakes, glycemic index (GI), glycemic load (GL) according to obesity index in elementary school students. The study subjects included 229 elementary school students (boys=108, girls=121) who were divided into 3 groups consisting of an underweight group (obesity index < -10%, n=58), a normal weight group (10% ≤ obesity index < 10%, n=130) and an overweight group (obesity index ≥ 10%, n=41) by their obesity index. The nutrient and food intakes data obtained by a 3-day food record were analyzed. Daily dietary GI and GL values were calculated from the 3-day food record. The average age of the subjects was 11.9 years. The mean daily energy intake was 2,186.8 kcal in the underweight group, 2,123.5 kcal in the normal weight group, and 2,174.2 kcal in the overweight group. The intakes of calcium and animal calcium per 1,000 kcal in the overweight group were significantly lower than in the underweight and normal weight groups ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ), and fruit, egg and milk intakes in the overweight group were lower than those in the underweight group ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ). The mean daily dietary GI of the underweight, normal weight, and overweight groups were 67.7, 68.4 and 69.5, respectively ( $p < 0.05$ ). The mean daily dietary GL of the underweight, normal weight, and overweight groups were 212.8, 208.1 and 213.3, respectively. The major food source of dietary GI and GL in the three groups was rice. Other major food sources of dietary GI were croquettes, hand-rolled noodle soups, instant noodles, milk, and rice cake. Dietary GI was not significantly correlated with weight, obesity or body mass index, when adjusted for energy, carbohydrate, and dietary fiber. However, GL adjusted to energy, carbohydrate and dietary fiber tended to correlate with obesity index ( $r = 0.126$ ,  $p = 0.059$ ). These results suggest that dietary GI and GL have possibility affecting obesity-related indicators in elementary school students.

Key words : Glycemic index, glycemic load, obesity index, elementary school students.

#### 서 론

전 세계적으로 당뇨병은 꾸준히 증가하는 추세에 있으며, 우리나라에서도 국민건강영양조사에 의하면 30세 이상 성인에서 공복 혈당 126 mg/dL 이상인 당뇨병 환자의 비율이 2001년 8.9%에서 2005년 9.1%, 2007년 9.7%, 2008년 10.0%로 증가하는 추세를 보이는 것으로 보고되고 있다(Ministry of Health, Welfare and Family Affairs [MOHWFA] & Korea Center for Disease Control and Prevention [KCDCP] 2009a). 또한, 통계청이 발표한 2008년 주요 사망 원인에서 당뇨병으로 인한 사망이 인구 10만명당 20.7명(남자 20.9명, 여자 20.5명)으로

나타나, 전체 사망 원인 중 5위를 차지하였다(Korea National Statistical Office 2009).

당뇨병은 여러 환경적인 요인 이외에 식이성 요인의 영향을 받고 있으며, 특히 영양 과잉과 신체 활동의 부족으로 일어나는 비만이 만성적인 low-grade inflammation을 야기시키고, 이로 인한 당뇨병 발생이 증가한다고 보고되고 있다(Kempf *et al* 2006). 또한, 식이 요인과 관련하여 선행 연구에서는 녹색 채소류와 과일류의 섭취가 제 2형 당뇨병의 위험률을 유의적으로 감소시킨다고 하였으며(Harding *et al* 2008, Carter *et al* 2010), 탄수화물의 섭취 증가가 당뇨병 위험률을 증가시킨다는 연구 보고도 있었다(Park *et al* 2010).

식이인자와 관련하여, 최근 혈당지수(glycemic index, GI) 및 혈당부하지수(glycemic load, GL)와 당뇨병과의 관련성에

\* Corresponding author : Yun Jung Bae, Tel : +82-31-860-1445, Fax : +82-31-860-1449, E-mail : byj@hanbuk.ac.kr

대해 보고되고 있다. GI는 기준이 되는 식품 대비 특정 식품의 식후 혈당의 반응 정도를 의미하며(Jenkins *et al* 1988), GL은 식이 중 탄수화물을 질적·양적으로 평가하기 위해 고안된 지수이다(Foster-Powell *et al* 2002). Barclay *et al*(2008)이 전향적인 코호트 연구들을 사용하여 메타 분석을 실시한 결과, 제 2형 당뇨병 발생의 위험이 식이 GI의 경우 1.40(95% Confidence Interval : 1.23~1.59), 식이 GL의 경우 1.27(95% Confidence Interval : 1.12~1.45)로 증가하는 것으로 나타났다. Sluijs *et al*(2010)도 식이 GI, GL 및 전분의 섭취가 높고 식이섬유소의 섭취가 낮을수록 당뇨병 위험이 증가하며, 탄수화물 섭취의 질이 당뇨병 발생에 중요한 영향을 미친다고 하였다.

또한 최근 GI 및 GL이 체내 비만도와 밀접한 관련성이 있다는 연구들이 보고되고 있는데, 이와 관련하여 국가별, 생애 주기별로 상이한 결과를 보이고 있다. 18~20세 일본 여성에서 식이 GI 및 GL은 독립적으로 체질량지수와 유의적인 양의 관련성을 보이고 있다고 보고된 반면(Murakami *et al* 2007), 이탈리아에서 성인 7,724명을 대상으로 조사한 결과, 식이 GI 및 GL은 체질량지수와 유의적인 음의 상관성을 보였으며, 허리엉덩이 둘레비와는 일관된 결과를 보이지 않았다(Rossi *et al* 2010). 또한, 스페인에서 성인 8,195명을 대상으로 연구한 결과, 에너지 섭취의 영향을 배제한 뒤 식이 GI 및 GL은 체질량지수와 유의적인 음의 상관성을 보였다고 보고하였다(Mendez *et al* 2009). 우리나라에서 평균 연령 15.2세의 남학생 329명을 대상으로 한 연구에서 식이 GI 및 GL은 체질량지수, 체지방을 및 허리둘레와 아무런 관련성을 보이지 않았으며(Chai *et al* 2008), 홍콩에서 6~7세 아동 316명을 대상으로 조사한 연구에서는 과체중군에서의 식이 GL 수준이 정상 체중군에 비하여 유의적으로 높았으나, 섭취 에너지, 모성 요인 등의 영향을 배제했을 때 식이 GL은 과체중과 유의한 관련성을 보이지 않는 것으로 나타났다(Hui & Nelson 2006).

GI가 체중에 미치는 영향에 대하여 Du *et al*(2006)은 GI가 높은 식품의 섭취 시 혈당이 빠르게 증가되고, 그 결과, 인슐린 분비 증가와 지방 산화의 억제가 발생하는데, 그 후 혈당이 감소되더라도 지방 산화는 여전히 억제되고, 마지막 단계에서 포도당 합성 및 지방 산화를 자극하여 혈당 조절에 관련된 호르몬과 대사적 변화를 유도함으로써 체지방 증가를 야기하게 된다고 보고하였다. 이와 같이 GI 및 GL은 비만과 관련한 주요 기전이 될 수 있지만, GI와 GL이 체질량지수, 체중 또는 체지방 분포에 영향을 미치지 않는다는 연구 결과들도 제시되고 있는 상황이다. 또한, 10~18세 아동 및 청소년의 과체중률이 1998년 5.4%(남자 5.4%, 여자 5.3%)에서 2001년 11.4%(남자 11.6%, 여자 10.9%)로 크게 증가한 것으

로 나타나, 아동기의 비만 문제의 심각성이 보고되고 있다(Kim *et al* 2006). 그러나 비만 아동을 대상으로 식이 GI 및 GL에 대한 연구가 미비하여, 성장기 초반의 아동들을 대상으로 GI와 GL과 비만도와와의 관련성에 대한 연구가 필요하다고 생각한다. 이에 본 연구에서는 아동 229명을 대상으로 비만도에 따라 저체중군(58명), 정상 체중군(130명)과 과체중군(41명)으로 나누어, 영양소 및 식품군별 섭취, GI, GL 및 비만도와와의 관련성에 대해 분석하고자 하였다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상자

본 연구는 서울시에 위치한 2개 초등학교 6학년의 남녀 학생 총 229명(남학생 108명, 여학생 121명)을 대상으로 설문조사 및 식사 섭취 조사를 실시하였으며, 조사 기간은 2006년 9월 1일부터 11월 30일까지 이었다.

### 2. 조사 내용

본 연구에서는 연구 대상자의 성별, 연령을 조사한 후 신장과 체중은 신체자동계측기(DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 신장과 체중을 이용하여 체질량지수를 산출하였으며(BMI, Body mass index=체중(kg)/[신장(m)]<sup>2</sup>), 측정된 신장과 체중과 대한소아과학회에서 발표한 한국 소아의 신장별 백분위 자료를 근거로 50 백분위수를 표준 체중으로 하여 비만도(obesity index(%))=[(실체 체중-표준 체중)/표준 체중]×100)를 산출하였으며, 산출한 비만도가 -10% 미만인 경우는 저체중군, -10% 이상 10% 미만인 경우에는 정상 체중군, 10% 이상일 때 과체중군으로 분류하였다.

식사 섭취 실태를 정확하게 조사하기 위하여 연구 대상자가 3일 동안 섭취한 모든 식품의 종류와 양을 기록하게 하였다. 기록지의 내용은 아침, 점심, 저녁, 간식으로 구분하였고, 음식명, 재료명과 분량을 기재하게 하였다. 식사 섭취 조사 결과는 한국영양학회에서 개발한 영양 분석 프로그램인 CAN-Pro 3.0(Computer Aided Nutritional Analysis Program)을 이용하여 연구 대상자의 1일 평균 영양소 및 식품 섭취량을 분석하였다.

혈당지수(glycemic index, GI)는 Foster-Powell *et al*(2002)이 발표한 international table과 호주 시드니대학의 자료 (<http://www.glycemicindex.com/>) 및 국내 GI 관련 사이트 (<http://www.gitest.co.kr/>) 등을 통하여 수집 정리된 자료를 활용하여 구축하였다. 이렇게 구축된 GI 자료를 활용하여 조사 대상자들의 하루 총 식이 섭취량을 통한 식이 GI 및 식이 GL을 계산하였다. 하루 총 식이를 통한 식이 GI와 GL의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{식이 GI} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{GI}_i \times \text{탄수화물함량}_i}{\sum_{i=1}^n \text{탄수화물함량}_i}$$

$$\text{식이 GL} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{GI}_i \times \text{탄수화물함량}_i}{100}$$

### 3. 통계 분석

본 조사에서 얻은 모든 결과는 SAS 9.1 program을 이용하여 평균, 표준편차, 빈도 및 백분율을 구하였고, 일반사항, 영양소 및 식품 섭취량, 식이 GI 및 GL에 따른 정상군과 과체중군 간의 비교는 Student's *t*-test를 이용하여 유의성을 검정하였다. 식이 GI 및 GL과 비만 관련 지표와의 상관관계는 Spearman's correlation coefficient로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 신체 계측

연구 대상자들의 연령 및 신체 계측에 대한 결과는 Table 1과 같다. 연령은 저체중군, 정상 체중군과 과체중군 모두 11.9세로 나타났으며, 남아의 비율은 저체중군에서 37.9%, 정상 체중군에서 46.9%, 과체중군에서 61.0%로 세 군간 유의한 차이를 보이지 않았다. 신장은 저체중군과 정상 체중군에서 각각 154.3 cm, 154.6 cm로 과체중군의 151.2 cm에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 체중의 경우 과체중군이 53.7 kg으로 정상 체중군의 46.4 kg과 저체중군의 39.8 kg에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 비만도와 체질량지수는 저체중군에서는  $-15.3\%$ ,  $16.7 \text{ kg/m}^2$ , 정상 체중군에서는  $-1.6\%$ ,  $19.3 \text{ kg/m}^2$ , 과체중군에서 각각  $20.9\%$ ,  $23.4 \text{ kg/m}^2$ 로 나타나 과체중군이 정상 체중군과 저체중군에 비해

유의하게 높게 나타났다( $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ).

대한소아과학회 소아·청소년 신체발육표준치 제정위원회에서 제시한 소아발육 표준치를 살펴보면 신장과 체중이 11~12세 남아에서 각각 145.3 cm, 40.3 kg이었으며, 여아에서는 각각 146.7 cm, 39.2 kg으로(Korean Society of Pediatrics 2007), 본 연구에서는 저체중군, 정상 체중군과 과체중군간 남녀 분포에서 유의적이지는 않으나, 약간의 차이를 보여 직접적으로 비교하기는 어렵지만, 세 군 모두에서 본 연구 대상자의 신장은 소아 발육 표준치에 비해 높은 수준이었으며, 체중의 경우 정상 체중군과 과체중군에서 소아 발육 표준치보다 높은 수준을 보였다.

### 2. 영양소 및 식품 섭취 실태

연구 대상자들의 에너지 섭취량 및 섭취 에너지 1,000 kcal 당 영양소 섭취량에 대한 결과는 Table 2와 같다. 1일 에너지 섭취량은 저체중군, 정상 체중군과 과체중군에서 각각 2,186.8 kcal, 2,123.5 kcal, 2,174.2 kcal로 세 군간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 비타민 B<sub>6</sub>의 경우 정상 체중군이 저체중군에 비해 유의적으로 높은 섭취를 보였으며( $p < 0.05$ ), 칼슘, 동물성 칼슘 및 인에서는 정상 체중군과 저체중군이 과체중군에 비해 유의적으로 높은 섭취를 보였으며( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ). 정상 체중 아동과 비만 아동의 영양소 섭취량에 대한 선행 연구를 살펴보면, Choi & Seo(2003)는 비만 아동의 경우 정상 아동에 비해 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 및 철을 제외한 모든 영양소 및 에너지에서 높은 섭취를 보였다고 보고하였다. 또한 Jang & Hwang(2006)은 초등학생을 대상으로 한 연구에서 남학생의 경우 비만군이 정상군에 비해 유의적으로 높은 단백질 섭취를 보였으나, 여학생에서는 비만도에 따른 영양소 및 열량 섭취가 유의적인 차이를 보이지 않아, 성별에 따라 비만 여부

Table 1. Anthropometric measurements of subjects

Variable	Underweight( $n=58$ )	Normal( $n=130$ )	Overweight( $n=41$ )	Significance <sup>2)</sup>
Age(yr)	11.9±0.3 <sup>1)</sup>	11.9±0.2	11.9±0.3	NS <sup>4)</sup>
Boys(%)	37.9	46.9	61.0	NS
Height(cm)	154.3±5.9 <sup>3)</sup>	154.6±6.1 <sup>a</sup>	151.2±7.9 <sup>b</sup>	$p < 0.05$
Weight(kg)	39.8±4.4 <sup>c</sup>	46.4±6.0 <sup>b</sup>	53.7±9.1 <sup>a</sup>	$p < 0.001$
Obesity index(%)	$-15.3 \pm 2.9^c$	$-1.6 \pm 5.8^b$	$20.9 \pm 8.9^a$	$p < 0.001$
BMI( $\text{kg/m}^2$ ) <sup>5)</sup>	$16.7 \pm 0.9^c$	$19.3 \pm 1.4^b$	$23.4 \pm 2.2^a$	$p < 0.001$

1) Mean±Standard Deviation.

2) Significance as determined by ANOVA test.

3) Means with superscripts(a>b>c) within a row are significantly different from each at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

4) Not significant.

5) Body mass index.

에 따른 영양소 섭취량의 차이가 있다고 보고하였다. Bae *et al*(2006)이 초등학교 아동을 대상으로 한 연구에서는 정상군(1,685.79 kcal)과 비만군(1,795.45 kcal)간 에너지의 유의적인

차이를 보이지 않았지만, 단백질, 나이아신, 인 및 아연의 섭취에서 비만군이 정상군에 비하여 유의적으로 높았으며, 비만 남자 초등학생의 경우 정상 체중군에 비해 에너지 섭취는

**Table 2. Mean daily energy and nutrient intakes of subjects**

Variable	Underweight(n=58)	Normal(n=130)	Overweight(n=41)	Significance <sup>2)</sup>
Energy(kcal)	2,186.8±372.0 <sup>1)</sup>	2,123.5±435.5	2,174.2±411.8	NS <sup>4)</sup>
		(/1000 kcal)		
Protein(g)	39.9±4.2	40.1±3.9	39.1±4.4	NS
Animal protein	22.4±5.5	22.1±4.0	21.5±5.3	NS
Plant protein	17.6±2.9	18.0±3.1	17.6±2.6	NS
Fat(g)	29.6±4.4	29.9±4.6	30.5±4.1	NS
Animal fat	15.3±4.4	16.4±5.1	16.5±5.5	NS
Plant fat	14.4±4.0	13.5±3.2	13.9±3.6	NS
Carbohydrate(g)	143.8±11.5	143.6±11.3	142.5±11.1	NS
Dietary fiber(g)	9.59±2.45	9.87±1.86	9.7±1.7	NS
Vitamin A(R.E)	434.7±150.5	442.5±128.9	415.8±91.7	NS
Retinol(μg)	91.3±36.4	86.8±41.9	73.8±32.0	NS
Carotene(μg)	1,994.1±890.1	2,049.2±784.7	1,957.7±609.2	NS
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	0.6±0.2	0.7±0.1	0.7±0.1	NS
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	0.7±0.4	0.7±0.1	0.7±0.1	NS
Niacin(mg)	8.4±1.9	8.4±1.6	8.5±1.8	NS
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	1.1±0.2 <sup>b</sup>	1.1±0.2 <sup>a</sup>	1.1±0.2 <sup>ab</sup>	<i>p</i> <0.05
Folate(μg)	114.7±31.4	122.6±29.2	120.2±24.8	NS
Vitamin C(mg)	49.7±32.4	46.0±19.0	44.5±25.0	NS
Vitamin E(mg α-TE)	8.4±2.2	8.1±2.2	7.6±2.2	NS
Calcium(mg)	353.9±84.2 <sup>a3)</sup>	348.3±65.6 <sup>a</sup>	312.4±57.0 <sup>b</sup>	<i>p</i> <0.01
Animal calcium	205.5±70.5 <sup>a</sup>	203.0±61.0 <sup>a</sup>	174.6±56.8 <sup>b</sup>	<i>p</i> <0.05
Plant calcium	148.4±54.0	145.2±34.9	137.8±31.2	NS
Phosphorus(mg)	590.8±72.8 <sup>a</sup>	584.7±63.3 <sup>a</sup>	552.3±65.5 <sup>b</sup>	<i>p</i> <0.05
Sodium(mg)	2,449.4±375.3	2,479.6±400.5	2,397.8±410.3	NS
Potassium(mg)	1,488.5±295.2	1,483.0±245.3	1,453.9±260.4	NS
Iron(mg)	7.0±2.9	6.8±2.8	8.5±13.9	NS
Animal iron	1.8±0.7	1.7±0.5	1.6±0.6	NS
Plant iron	5.2±2.9	5.1±2.9	6.9±13.7	NS
Zinc(mg)	5.1±1.7	4.9±1.6	4.7±0.5	NS
Cholesterol(mg)	216.1±80.0	199.4±66.2	183.9±45.6	NS

<sup>1)</sup> Mean±Standard Deviation.

<sup>2)</sup> Significance as determined by ANOVA test.

<sup>3)</sup> Means with superscripts(a>b) within a row are significantly different from each at α=0.05 by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup> Not significant.

차이가 없었지만 햄철의 섭취가 유의적으로 낮았다는 연구 결과도 있었다(Yoon *et al* 2006). 이와 같이 비만 아동과 정상 체중 아동에서의 에너지 및 영양소 섭취에 대해 일관된 연구 결과가 보고되고 있지 않지만, 아연, 철 등 미량 영양소 등에서 정상 체중군과 비만군간 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 본 연구에서도 칼슘 및 레티놀의 섭취에서 정상 체중 아동과 비만 아동 간 유의한 차이를 보여 미량 영양소의 섭취가 비만에 미치는 영향에 대한 좀 더 세분화된 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구 대상자들의 섭취 에너지의 경우 초등학교 아동을 대상으로 한 타 연구들에 비해 높은 경향을 보였으며, 이는 본 연구 대상자들의 식품 섭취량이 높은 편이었기 때문으로 생각된다. 그리고 한국인 영양 섭취 기준에서 제시한 9~11세 남아와 여아에서의 에너지 필요 추정량인 1,900 kcal, 1,700 kcal와 비교 시, 에너지 필요 추정량에 부족되게 섭취하는 비율이 저체중군에서 41.4%, 정상 체중군에서 53.9%, 과체중군에서 56.1%로 나타나, 적절한 에너지 섭취에 대한 교육이 필요할 것으로 보인다. 특히 본 연구에

서 칼슘의 권장 섭취량 대비 섭취율은 저체중군이 83.6%, 정상 체중군이 79.0%, 과체중군이 71.9%로 세 군간 유의한 차이를 보였으며, 평균 필요량에 미달되게 섭취되는 비율에서도 저체중군이 58.6%, 정상 체중군이 57.7%, 과체중군이 65.9%로 나타나(표에는 제시하지 않음), 성장기 비만 아동에게 있어 칼슘의 섭취를 증가시키는 방안을 마련해야 할 것으로 생각된다.

1일 총 식품 섭취량은 저체중군 1,485.6 g, 정상 체중군 1,411.0 g, 과체중군 1,370.3 g으로 세 군간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 과일류, 달걀류 및 우유류의 섭취에서 저체중군이 과체중군에 비해 유의적으로 높게 나타났으며( $p<0.05$ ,  $p<0.05$ ), 종실류에서는 정상 체중군이 세 군 중 가장 높은 섭취량을 보였다( $p<0.01$ ). 2008 국민건강영양조사에 의하면 9~11세 아동의 1일 식품 섭취량은 1,103.3 g으로 보고 되어, 본 연구 대상자들의 식품 섭취량이 높은 수준으로 나타났다(MOHFWA & KCDCP 2009b). Jun *et al*(2006)의 연구에 의하면 생활 습관병인 비만을 효과적으로 치료하기 위해

Table 3. Food intakes from each food group in subjects

Variable	Underweight(n=58)	Normal(n=130)	Overweight(n=41)	Significance <sup>2)</sup>
Food(g)	1,485.6±289.9 <sup>1)</sup>	1,411.0±327.8	1,370.3±292.3	NS <sup>4)</sup>
Cereals(g)	353.1±92.4	348.9±87.9	367.1±91.9	NS
Potato and starches(g)	36.7±42.5	50.9±64.0	48.0±51.0	NS
Sugars and sweeteners(g)	7.2±4.8	7.1±5.4	5.9±4.0	NS
Pulses(g)	31.7±25.6	36.1±29.7	32.8±35.8	NS
Nuts and seeds(g)	1.1±2.8 <sup>b3)</sup>	3.6±8.7 <sup>a</sup>	0.5±1.2 <sup>b</sup>	$p<0.01$
Vegetables(g)	317.5±103.8	326.5±100.0	315.0±104.0	NS
Fungi and mushrooms(g)	15.8±13.2	13.1±10.8	12.7±11.3	NS
Fruits(g)	139.9±155.2 <sup>a</sup>	94.5±126.4 <sup>ab</sup>	81.8±107.7 <sup>b</sup>	$p<0.05$
Meats(g)	97.3±50.5	96.0±53.6	101.6±50.8	NS
Eggs(g)	44.0±41.7 <sup>a</sup>	34.7±28.5 <sup>ab</sup>	26.0±24.8 <sup>b</sup>	$p<0.05$
Fish and shellfishes(g)	73.3±42.8	68.7±46.1	73.5±43.0	NS
Seaweeds(g)	2.6±3.9	2.8±5.7	2.8±2.7	NS
Milks(g)	292.8±154.1 <sup>a</sup>	265.5±110.4 <sup>ab</sup>	229.4±85.9 <sup>b</sup>	$p<0.05$
Oils and fat(g)	13.4±4.2	12.5±4.1	13.5±5.1	NS
Beverages(g)	23.7±61.8	12.3±38.6	21.8±74.6	NS
Seasoning(g)	35.9±13.7	37.7±22.6	38.0±15.8	NS

<sup>1)</sup> Mean±Standard Deviation.

<sup>2)</sup> Significance as determined by ANOVA test.

<sup>3)</sup> Means with superscripts(a>b) within a row are significantly different from each at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup> Not significant.

영양소 섭취 과다의 조절뿐만 아니라 근본적인 영양 문제를 해결하기 위한 식사의 다양성을 고려한 식품, 식품군, 음식의 섭취 상태와 선택 방법 등을 좀 더 구체적으로 제시해 주는 효과적인 실천 방안이 요구된다고 하였다. 특히 본 연구에서 과체중군이 세 군 중 가장 낮은 섭취를 보인 우유의 경우 칼슘의 주된 급원이다. 칼슘의 경우 세포 내 칼슘이 체내 지방세포에서 lipolytic activity를 조절함으로써, 식이 칼슘은 체중과 에너지 소비에 영향을 미친다는 연구가 보고되고 있다(Xue *et al* 2001). Barba *et al*(2005)은 아동 884명을 대상으로 우유 섭취 빈도와 체질량지수와와의 관련성을 조사한 결과, 우유의 섭취 빈도와 체질량지수는 유의적인 음의 상관성을 보인다고 보고하여, 칼슘의 주된 급원 식품인 우유의 섭취가 비만 아동에게 있어 중요할 것으로 생각된다.

### 3. 식이 GI 및 GL

연구 대상자들의 식이 GI 및 GL에 대한 결과는 Fig. 1과 같다. 식이 GI의 경우, 저체중군은 67.7, 정상 체중군은 68.4, 과체중군은 69.5로 과체중군이 저체중군에 비해 유의적으로 높은 GI 값을 보였으며( $p < 0.05$ ), 식이 GL은 저체중군, 정상 체중군과 과체중군에서 각각 212.8, 208.1과 213.3으로 세 군간 유의한 차이를 보이지 않았다. 동물 실험에서 low GI diet는 fatty acid synthetase activity와 지방세포의 크기, 인슐린 저항성을 감소시킨다고 보고되었으며 (Higgins *et al* 1996, Kabir *et al* 1998), GI가 낮은 식품은 포만감을 증가시키고, 지방산 산화의 증가 효과로 인해 체중 조절 효과를 가지고 있다고 보고되고 있다(Ludwig DS 2000, Spieth *et al* 2000). 식이 GI 또는 GL에 대한 중재 연구를 살펴보면, Fajcsak *et al*(2008)이 11세 과체중 아동을 대상으로 low GL diet를 6주간 중재시켰을 때 체지방 및 허리-엉덩이둘레비의 유의적인 감소 효과를 보고하였고, 또한 아침식사로 low GI diet와 high GI diet를 제공 후 점심식사의 섭취량을 평가한 Warren *et al*(2003)은 high GI diet를 했을 때 low GI diet보다 점심식사의 섭취

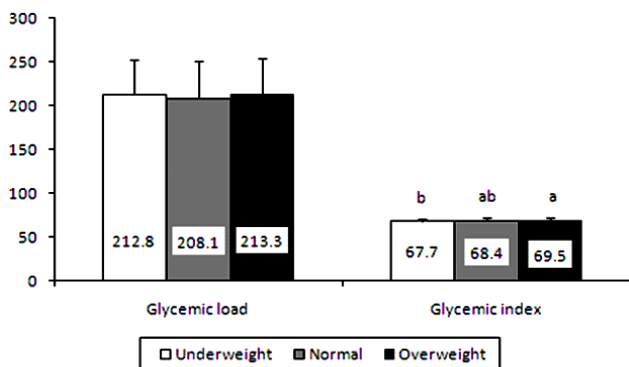


Fig. 1. Glycemic load and glycemic index in subjects. Significance as determined by ANOVA test.

량이 유의적으로 많아졌다고 보고하였다. Barba *et al*(2010)은 이탈리아에서 평균 연령 9세의 아동 3,734명을 대상으로 한 연구에서 식이 GI와 체질량지수 및 허리둘레는 양의 상관성을 가지고 있으며, 식이 GI의 경우 과체중/비만의 위험률을 약 2배 정도 증가시키는 것으로 보고하였다. Nielsen *et al* (2005)은 16세 청소년 364명을 대상으로 조사한 결과, 16세 남학생에서는 식이 GI와 GL은 체지방과 밀접한 관련성이 있었지만, 이와 같은 결과는 동 연령대 여학생과 16세 미만의 아동에서는 보이지 않았다고 보고하였다. 이와 같이 식이 GI와 GL은 지방산 산화 및 인슐린 관련 조절 효과를 통해 체중, 체질량지수 및 기타 비만 관련 지표들의 조절 효과를 가지는 것으로 보고되었지만, 그 양상이 연령, 성별 및 측정 지표에 따라 약간 상이한 것으로 나타났다. 본 연구에서도 식이 GL의 경우, 비만도에 따른 유의한 차이를 보이지 않았지만, 식이 GI의 경우 과체중군이 다른 두 군에 비해 유의적으로 높게 나타나, 우리나라 아동을 대상으로 세분화된 식이 GI 및 비만도와와의 관련성 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 4. 식이 GI 및 GL의 주요 급원 식품

저체중군, 정상 체중군과 과체중군의 20가지 식이 GI의 주요 급원 식품을 분석했을 때 세군에서 모두 주된 급원 식품은 쌀(43.73, 43.36, 47.76)로 전체 식이 GI의 64.59%, 63.39%와 68.72%를 차지하는 것으로 나타났다(Table 4). 그 다음 순위로 저체중군의 경우 칼국수, 라면, 우유, 크로켓 등의 순서로 나타났으며, 정상 체중군의 경우 라면, 칼국수, 크로켓, 가래떡 등의 순으로 나타났고, 과체중군은 라면, 크로켓, 감자, 우유, 설탕의 순으로 나타나 비만도에 따라 다소 다른 섭취 패턴을 보였다.

또한 식이 GL의 주요 급원 식품을 분석했을 때 저체중군, 정상 체중군과 과체중군 모두 주된 급원 식품은 쌀(136.41, 131.31, 145.76)로 전체 식이 GL의 64.10%, 63.10%와 68.34%를 차지하는 것으로 나타났다(Table 5). 그 다음 순위로 저체중군에서는 크로켓, 라면, 칼국수, 우유의 순으로, 정상 체중군에서는 라면, 크로켓, 칼국수, 가래떡 등의 순으로 나타나, 식이 GI의 패턴과 약간 차이를 보였던 반면, 과체중군은 라면, 크로켓, 감자, 우유, 설탕의 순으로 나타나, 식이 GI의 패턴과 유사함을 알 수 있었다.

여자 고등학생 196명을 대상으로 한 Hong & Lee(2010)의 연구에서는 식이 GI에 기여하는 주된 식품으로 쌀, 라면, 가래떡, 아이스크림이 과체중군과 정상군에서 모두 1~4위를 차지하였으며, 식이 GL에 기여하는 식품으로는 정상군의 경우 쌀, 라면, 가래떡, 아이스크림, 밀가루의 순으로 나타난 반면, 과체중군에서는 쌀, 가래떡, 라면, 밀가루, 수수의 순으로 약간의 차이를 보였다. 또한 Chai *et al*(2008)이 남자 고등학생 329명을 대상으로 식이 GI 및 GL과 체중과의 관련성을

Table 4. Major food sources contributed to glycemic index

Rank	Underweight			Normal			Overweight		
	Food name	GI	% of total GI	Food name	GI	% of total GI	Food name	GI	% of total GI
1	Rice	43.73	64.59(64.59) <sup>1)</sup>	Rice	43.36	63.39(63.39)	Rice	47.76	68.72(68.72)
2	Hand-rolled noodle soup, Instant(Kalguksu)	1.49	2.21(66.79)	Instant noodle(Ramen)	1.35	1.97(65.36)	Instant noodle(Ramen)	2.47	3.56(72.28)
3	Instant noodle(Ramen)	1.41	2.08(68.87)	Hand-rolled noodle soup, Instant(Kalguksu)	1.27	1.86(67.22)	Croquette	1.63	2.34(74.62)
4	Milk	1.08	1.60(70.47)	Croquette	1.16	1.69(68.91)	Potato	1.16	1.67(76.29)
5	Croquette	1.06	1.56(72.03)	Rice cake(Karaeddok)	1.09	1.59(70.50)	Milk	0.90	1.29(77.58)
6	Rice cake(Karaeddok)	0.88	1.30(73.32)	Milk	1.05	1.53(72.04)	Sugar	0.73	1.04(78.63)
7	Wheat flour, frying powder	0.86	1.27(74.60)	Potato	0.97	1.42(73.45)	Hand-rolled noodle soup, Instant(Kalguksu)	0.81	1.16(79.79)
8	Potato	0.80	1.18(75.77)	Banana	0.76	1.12(74.57)	Banana	0.62	0.89(80.68)
9	Banana	0.77	1.13(76.91)	Sugar	0.75	1.09(75.67)	Wheat flour, frying powder	0.61	0.88(81.56)
10	Sugar	0.71	1.05(77.96)	Bread, dock marked	0.74	1.08(76.74)	Udong	0.56	0.81(82.37)
11	Starch syrup	0.61	0.90(78.86)	Sweet potato	0.70	1.03(77.77)	Jelly	0.32	0.45(82.82)
12	Snack	0.45	0.66(79.52)	Wheat flour, frying powder	0.68	1.00(78.77)	Garlic baguette	0.43	0.62(83.45)
13	Bread, dock marked	0.45	0.66(80.18)	Starch syrup	0.54	0.79(79.56)	Rice cake(Karaeddok)	0.48	0.69(84.14)
14	Glutinous sorghum	0.44	0.66(80.84)	Small red bean paste bread	0.45	0.65(80.21)	Meat pumping	0.40	0.57(84.71)
15	Small red bean paste bread	0.44	0.65(81.49)	Rice, black	0.41	0.60(80.81)	Sweet potato starch vermicell	0.41	0.59(85.30)
16	Rice, black	0.43	0.63(82.12)	Udong	0.40	0.59(81.40)	Wheat flour	0.37	0.54(85.83)
17	Nodles, dried	0.39	0.57(82.69)	Naked barley	0.40	0.59(81.99)	Naked barley	0.47	0.68(86.51)
18	Ice cream	0.37	0.55(83.24)	Glutinous sorghum	0.40	0.58(82.57)	Bread, dock marked	0.34	0.48(86.99)
19	Naked barley	0.37	0.55(83.79)	Roll bread	0.38	0.55(83.11)	Rice, black	0.41	0.59(87.58)
20	Tangerine	0.35	0.52(84.31)	Cereals	0.36	0.53(83.65)	Starch syrup	0.39	0.56(88.14)

1) Accumulative %.

Table 5. Major food sources contributed to glycemic load

Rank	Underweight			Normal			Overweight		
	Food name	GL	% of total GL	Food name	GL	% of total GL	Food name	GL	% of total GL
1	Rice	136.41	64.10(64.10) <sup>1)</sup>	Rice	131.31	63.10(63.10)	Rice	145.76	68.34(68.34)
2	Croquette	3.87	1.82(65.92)	Instant noodle(Ramen)	4.13	1.98(65.08)	Instant noodle(Ramen)	8.02	3.76(72.10)
3	Instant noodle(Ramen)	3.75	1.76(67.68)	Croquette	3.63	1.74(66.83)	Croquette	5.55	2.60(74.70)
4	Hand-rolled noodle soup, Instant(Kalguksu)	3.69	1.73(69.41)	Hand-rolled noodle soup, Instant(Kalguksu)	3.38	1.62(68.45)	Potato	3.65	1.71(76.41)
5	Milk	3.26	1.53(70.94)	Rice cake(Karaeddok)	3.16	1.52(69.97)	Milk	2.65	1.24(77.65)
6	Rice cake(Karaeddok)	2.72	1.28(72.22)	Milk	3.11	1.49(71.46)	Sugar	2.23	1.04(78.69)
7	Potato	2.67	1.25(73.47)	Potato	2.99	1.44(72.90)	Hand-rolled noodle soup, Instant(Kalguksu)	2.14	1.00(79.70)
8	Wheat flour, frying powder	2.60	1.22(74.70)	Potato	2.47	1.19(74.09)	Banana	2.00	0.94(80.63)
9	Banana	2.38	1.12(75.81)	Banana	2.29	1.10(75.19)	Wheat flour, frying powder	1.64	0.77(81.40)
10	Sugar	2.26	1.06(76.87)	Sugar	2.26	1.09(76.28)	Udong	1.61	0.75(82.15)
11	Starch syrup	1.88	0.89(77.76)	Bread, dock marked	2.26	1.08(77.36)	Jelly	1.55	0.73(82.88)
12	Bread, dock marked	1.74	0.82(78.58)	Wheat flour, frying powder	2.03	0.97(78.33)	Garlic baguette	1.52	0.71(83.59)
13	Small red bean paste bread	1.58	0.74(79.32)	Starch syrup	1.75	0.84(79.17)	Rice cake(Karaeddok)	1.46	0.69(84.28)
14	Snack	1.54	0.72(80.04)	Small red bean paste bread	1.68	0.81(79.98)	Meat pumpkin	1.46	0.69(84.97)
15	Glutinous sorghum	1.33	0.63(80.67)	Cereals	1.37	0.66(80.64)	Sweet potato starch vermicell	1.44	0.68(85.64)
16	Rice, black	1.31	0.61(81.28)	Udong	1.29	0.62(81.26)	Wheat flour	1.39	0.65(86.29)
17	Noodles, dried	1.28	0.60(81.88)	Glutinous sorghum	1.22	0.58(81.84)	Naked barley	1.35	0.63(86.93)
18	Tangerine	1.27	0.59(82.48)	Naked barley	1.20	0.58(82.42)	Bread, dock marked	1.28	0.60(87.53)
19	Ice cream	1.26	0.59(83.07)	Roll bread	1.20	0.58(83.00)	Rice, black	1.22	0.57(88.10)
20	Naked barley	1.22	0.57(83.64)	Rice, black	1.19	0.57(83.57)	Starch syrup	1.11	0.52(88.62)

1) Accumulative %.



조사한 연구에서 식이 GI 및 GL에 주되게 기여하는 식품의 순서가 정상군과 과체중군에서 모두 쌀, 라면, 가래떡, 밀가루, 아이스크림으로 나타났다. 이와 같은 선행 연구 결과와 본 연구 결과를 함께 살펴볼 때 식이 GI 및 GL에 기여하는 식품의 종류는 연령 및 성별에 따라 좀 더 다를 것으로 생각되어 이에 대한 폭넓은 연구가 필요하다고 생각된다.

### 5. 식이 GI 및 GL과 비만관련지표와의 상관성

연구 대상자들의 식이 GI 및 GL과 비만 관련 지표와의 상관성에 대한 결과는 Table 6과 같다. 에너지, 탄수화물 및 식이섬유소 섭취를 보정하여 분석 시 식이 GI는 체중, 비만도 및 체질량지수와 유의한 관련성이 없는 것으로 나타났으며, 식이 GL의 경우에도 체중 및 체질량지수와 유의한 상관성이 없는 것으로 나타났지만, 비만도의 경우 양의 상관성의 경향을 보이는 것으로 나타났다( $p=0.059$ ).

몇몇 선행 연구에 의하면 식이 GI의 경우, 허리둘레가 85 백분위수 이상(중심 지방분포)의 위험률을 약 2배 정도 증가시키는 것으로 보고하였으며(Barba *et al* 2010), Cheng *et al* (2009)의 연구에서는 과체중군에서는 식이 GI와 체질량지수가 양의 상관성을 보이는 반면, 정상군에서 식이 GI는 체질량지수와 아무런 관련성을 보이지 않았다고 보고하여 식이 GI 및 GL과 비만 관련 지표와의 관련성에 미치는 영향의 경우, 비만 여부나 비만 관련 지표에 따라 다른 양상을 보일 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 활동량은 체중 증가를 억제시킨다는 연구 보고(Hare-Bruun *et al* 2006)가 있으므로 추후 활동량이라는 혼동 인자의 보정 후 식이 GI 또는 GL과 비만 관련지표와의 분석이 필요할 것으로 생각된다. 그리고 본 연구에서는 초등학교 아동을 대상으로 식이 GI 및 GL과 비만도와의 관련성을 분석 시, 비만 관련 지표로 체중, 체질량지수 및 표준 체중법을 이용한 비만도를 사용하였기 때문에 다양한 비만 관련 지표 및 더 많은 인원을 대상으로 한 세분화된 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

**Table 6. Correlations between glycemic index, glycemic load and obesity-related indicator**

Variables	Crude analysis		Adjusted analysis <sup>2)</sup>	
	Glycemic index	Glycemic load	Glycemic index	Glycemic load
Weight	0.0288 <sup>1)</sup>	0.0469	0.0310	0.0740
Obesity index	0.1074	-0.0253	0.1047	0.1256
BMI <sup>3)</sup>	0.0707	0.0288	0.0712	0.1098

<sup>1)</sup> Spearman's correlation coefficient(r).

<sup>2)</sup> Adjusted for energy, carbohydrate and dietary fiber intake.

<sup>3)</sup> Body mass index.

## 요약 및 결론

초등학생에서 식이 glycemic index, glycemic load와 비만도와의 관련성을 분석하여 초등학생 비만 아동을 위한 식사 지침 및 영양 교육의 기초 자료를 제공하고자, 서울 지역에 거주하는 초등학생 229명을 대상으로 표준 체중법을 이용한 비만도에 따라 저체중군(58명), 정상 체중군(130명)과 과체중군(41명)으로 분류하고, 영양소 및 식품 섭취 상태, 식이 GI, GL의 비교 및 식이 GI, GL에 기여하는 식품 급원, 식이 GI, GL과 비만도와의 관련성에 대해 분석하였다. 그 결과를 살펴보면, 신장, 체중 및 비만도는 저체중군에서 각각 154.3 cm, 39.8 kg, -15.3%, 정상 체중군에서 각각 154.6 cm, 46.4 kg, -1.6%, 과체중군에서 각각 151.2 cm, 53.7 kg, 20.9%로 나타났다( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ). 1일 에너지 섭취량은 저체중군, 정상 체중군과 과체중군에서 각각 2,186.7 kcal, 2,123.5 kcal, 2,174.2 kcal로 세 구간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 칼슘, 동물성 칼슘 및 인에서 저체중군과 정상 체중군이 과체중군에 비해 유의적으로 높은 섭취를 보였다( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ,  $p<0.05$ ). 또한 1일 총 식품 섭취량은 저체중군 1,485.6 g, 정상 체중군 1,411.0 g, 과체중군 1,370.3 g으로 세 구간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 과일류, 달걀류와 우유류의 섭취에서 저체중군이 과체중군에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ,  $p<0.05$ ,  $p<0.05$ ). 식이 GI는 저체중군, 정상 체중군과 과체중군에서 각각 67.7, 68.4, 69.5로 과체중군이 저체중군에 비해 유의적으로 높게 나타났으나( $p<0.05$ ), 식이 GL은 저체중군, 정상 체중군과 과체중군에서 각각 212.8, 208.1, 213.3으로 세 구간 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 에너지, 탄수화물 및 식이섬유소 섭취량을 보정한 후 체중, 비만도, 체질량지수와 식이 GI, GL의 상관성을 분석한 결과, 식이 GI은 비만 관련 지표와 유의한 상관성을 나타내지 않았으며, 식이 GL은 비만도와 유의적이지는 않으나, 양의 상관성을 가지는 경향을 보였다( $p=0.059$ ). 한편, 저체중군, 정상 체중군과 과체중군의 20가지 식이 GI의 주요 급원 식품을 분석했을 때 세 군에서 모두 주된 급원 식품은 쌀(43.73, 43.36, 47.76)로 전체 식이 GI의 64.59%, 63.39%와 68.72%를 차지하는 것으로 나타났다. 그 다음 순위로 저체중군의 경우 칼국수, 라면, 우유, 크로켓 등의 순서로 나타났으며, 정상 체중군의 경우 라면, 칼국수, 크로켓, 가래떡 등의 순으로 나타났고 과체중군은 라면, 크로켓, 감자, 우유, 설탕의 순으로 나타나, 비만도에 따라 다소 다른 섭취 패턴을 보였다. 또한, 식이 GL의 주요 급원 식품을 분석했을 때 저체중군, 정상 체중군과 과체중군 모두 주된 급원 식품은 쌀(136.41, 131.31, 145.76)로 전체 식이 GL의 64.10%, 63.10%와 68.34%를 차지하는 것으로 나타났다. 그 다음 순위로 저체중군에서는 크로켓, 라면, 칼국수, 우유의 순으로, 정상 체중군에서는 라면, 크로켓, 칼국수, 가래떡 등

의 순으로 나타나 식이 GI의 패턴과 약간 차이를 보였던 반면, 과체중군은 라면, 크로켓, 감자, 우유, 설탕의 순으로 나타나 식이 GI의 패턴과 유사함을 알 수 있었다. 이상의 결과를 요약하면 과체중 아동은 정상 체중 아동 및 저체중 아동과 에너지 섭취량의 차이가 없었음에도 불구하고 칼슘 및 동물성 칼슘, 우유류의 섭취가 낮았으며, 식이 GI가 저체중 아동에 비해 유의적으로 높게 나타났으나 비만도와 식이 GI가 유의적인 상관은 보이지 않았다. 또한 비만도에 따른 식이 GI와 GL의 주요 공급 식품에서 다소 다른 섭취 패턴을 보여, 앞으로 비만한 아동에서의 혈당지수에 대한 좀 더 체계적인 연구가 필요하다고 생각된다.

## 문 헌

- Bae YJ, Kim EY, Cho HK, Kim MH, Choi MK, Sung MK, Sung CJ (2006) Relation among dietary habits, nutrient intakes and bone mineral density in Korean normal and obese elementary students. *Korean J Comm Nutr* 11: 14-24.
- Barba G, Sieri S, Dello Russo M, Donatiello E, Formisano A, Lauria F, Sparano S, Nappo A, Russo P, Brighenti F, Krogh V, Siani A; on behalf of the ARCA Project Study Group (2010) Glycaemic index and body fat distribution in children: The results of the ARCA project. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2010 Jul 29. [Epub ahead of print] [doi: 10.1016/j.numecd.2010.03.007]
- Barba G, Troiano E, Russo P, Venezia A, Siani A (2005) Inverse association between body mass and frequency of milk consumption in children. *Br J Nutr* 93: 15-19.
- Barclay AW, Petocz P, McMillan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P, Brand-Miller JC (2008) Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk-A meta-analysis of observational studies. *Am J Clin Nutr* 87: 627-637.
- Carter P, Gray LJ, Troughton J, Khunti K, Davies MJ (2010) Fruit and vegetable intake and incidence of type 2 diabetes mellitus: Systematic review and meta-analysis. *BMJ* 341: c4229.
- Chai HJ, Hong H, Kim HS, Lee JS, Yu CH (2008) Relationship between food intakes, glycemic index, glycemic load, and body weight among high school boys in Seoul. *Korean J Nutr* 41: 645-657.
- Cheng G, Karaolis-Danckert N, Libuda L, Bolzenius K, Remer T, Buyken AE (2009) Relation of dietary glycemic index, glycemic load, and fiber and whole-grain intakes during puberty to the concurrent development of percent body fat and body mass index. *Am J Epidemiol* 169: 667-677.
- Choi HJ, Seo JS (2003) Nutrient intakes and obesity-related factors of obese children and the effect of nutrition education program. *Korean J Comm Nutr* 8: 477-484.
- Du H, Van der A DL, Feskens EJ (2006) Dietary glycaemic index: A review of the physiological mechanisms and observed health impacts. *Acta Cardiol* 61: 383-397.
- Fajcsak Z, Gabor A, Kovacs V, Martos E (2008) The effects of 6-week low glycemic load diet based on low glycemic index foods in overweight/obese children pilot study. *J Am Coll Nutr* 27: 12-21.
- Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC (2002) International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr* 76: 5-56.
- Harding AH, Wareham NJ, Bingham SA, Khaw K, Luben R, Welch A, Forouhi NG (2008) Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type 2 diabetes mellitus: the European prospective investigation of cancer-Norfolk prospective study. *Arch Intern Med* 168: 1493-1499.
- Hare-Bruun H, Flint A, Heitmann BL (2006) Glycemic index and glycemic load in relation to changes in body weight, body fat distribution, and body composition in adult Danes. *Am J Clin Nutr* 84: 871-879.
- Higgins JA, Brand Miller JC, Denyer GS (1996) Development of insulin resistance in the rat is dependent on the rate of glucose absorption from the diet. *J Nutr* 126: 596-602.
- Hong HO, Lee JS (2010) The relationship between food and nutrient intakes, glycemic index, glycemic load, and body mass index among high school girls in Seoul. *Korean J Nutr* 43: 500-512.
- Hui LL, Nelson EA (2006) Meal glycemic load of normal-weight and overweight Hong Kong children. *Eur J Clin Nutr* 60: 220-227.
- Jang HS, Hwang IJ (2006) Nutrient intakes and physical activity self-efficacy of high-grade elementary school students according to obesity index. *Journal of Korean Home Economics Education Association* 18: 67-84.
- Jenkins DJ, Wolever TM, Jenkins AL (1988) Starchy foods and glycemic index. *Diabetes Care* 11: 149-159.
- Jun YS, Choi MK, Bae YJ, Sung CJ (2006) Effect of meals variety on obesity index, blood pressure, and lipid profiles of Korean adults. *Korean J Food Culture* 21: 216-224.
- Kabir M, Rizkalla SW, Quignard-Boulangé A, Guerre-Millo M, Boillot J, Ardouin B, Luo J, Slama G (1998) A high glycemic index starch diet affects lipid storage-related enzymes

- in normal and to a lesser extent in diabetic rats. *J Nutr* 128: 1878-1883.
- Kempf K, Rose B, Herder C, Kleophas U, Martin S, Kolb H (2006) Inflammation in metabolic syndrome and type 2 diabetes: Impact of dietary glucose. *Ann NY Acad Sci* 1084: 30-48.
- Kim HM, Park J, Kim HS, Kim DH, Park SH (2006) Obesity and cardiovascular risk factors in Korean children and adolescents aged 10~18 years from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 1998 and 2001. *Am J Epidemiol* 164: 787-793.
- Korea National Statistical Office (2009) <http://www.nso.go.kr>
- Korean Society of Pediatrics (2007) Body growth standard value of Korean pediatrics in 2007. Korean Society of Pediatrics, Seoul. Korea. pp 124.
- Ludwig DS (2000) Dietary glycemic index and obesity. *J Nutr* 130: 280S-283S.
- Mendez MA, Covas MI, Marrugat J, Vila J, Schroder H (2009) Glycemic load, glycemic index, and body mass index in Spanish adults. *Am J Clin Nutr* 89: 316-322.
- Ministry of Health, Welfare and Family Affairs [MOHWFA] & Korea Center for Disease Control and Prevention [KCDCP] (2009a) 2008 National Health Statistics- The 4th Korea National Health and Nutrition Examination Survey, the second year(2008). Korea Center for Disease Control and Prevention, Seoul. Korea. p 353.
- Ministry of Health, Welfare and Family Affairs [MOHWFA] & Korea Center for Disease Control and Prevention [KCDCP] (2009b) 2008 National Health Statistics- The 4th Korea National Health and Nutrition Examination Survey, the second year(2008). Korea Center for Disease Control and Prevention, Seoul. Korea. p 105.
- Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Takahashi Y, Hosoi Y, Itabashi M (2007) Dietary fiber intake, dietary glycemic index and load, and body mass index: a cross-sectional study of 3931 Japanese women aged 18~20 years. *Eur J Clin Nutr* 61: 986-995.
- Nielsen BM, Bjørnsbo KS, Tetens I, Heitmann BL (2005) Dietary glycaemic index and glycaemic load in Danish children in relation to body fatness. *Br J Nutr* 94: 992-997.
- Park SH, Lee KS, Park HY (2010) Dietary carbohydrate intake is associated with cardiovascular disease risk in Korean: Analysis of the Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III). *Int J Cardiol* 139: 234-240.
- Rossi M, Bosetti C, Talamini R, Lagioui P, Negri E, Franceschi S, La Vecchia C (2010) Glycemic index and glycaemic load in relation to body mass index and waist to hip ratio. *Eur J Nutr* 49: 459-464.
- Sluijs I, Van der Schouw YT, Van der A DL, Spijkerman AM, Hu FB, Grobbee DE, Beulens JW (2010) Carbohydrate quantity and quality and risk of type 2 diabetes in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Netherlands (EPIC-NL) study. *Am J Clin Nutr* 92: 905-911.
- Spieth LE, Harnish JD, Lenders CM, Raezer LB, Pereira MA, Hangen SJ, Ludwig DS (2000) A low-glycemic index diet in the treatment of pediatric obesity. *Arch Pediatr Adolesc Med* 154: 947-951.
- Warren JM, Henry CJ, Simonite V (2003) Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. *Pediatrics* 112: e414.
- Xue B, Greenberg AG, Kraemer FB, Zemel MB (2001) Mechanism of intracellular calcium ( $[Ca^{2+}]_i$ ) inhibition of lipolysis in human adipocytes. *FASEB J* 15: 2527-2529.
- Yoon CS, Bae YJ, Lee JC, Sung CJ (2006) A study on status of magnesium, iron, copper, zinc in Korean obese male elementary school students. *J Korean Diet Assoc* 12: 378-389.
- <http://www.gitest.co.kr/>  
<http://www.glycemicindex.com>

접 수: 2011년 1월 7일  
 최종수정: 2011년 3월 24일  
 채 택: 2011년 4월 12일