

## 한국인 대표 식단 및 당뇨 식단의 정상인에 대한 혈당반응

윤 석 권 · 김 명 애  
동덕여자대학교 식품영양학과

### Glycemic Responses of Korean Domestic Meals and Diabetic Meals in Normal Subjects

Suk-Kwon Yoon and Myung-Ae Kim

Dept. of Food and Nutrition, Dongduk Women's University

Seongbukgu, Seoul, Korea, 136-714

#### Abstract

This study was carried out to determine the blood glucose responses to 10 kinds of typical Korean domestic meals, 9 kinds of eating out meals and 5 kinds of diabetic meals recommended by hospitals. The levels of blood glucose were measured at 15, 30, 60, 90 and 120 minutes after taking 24 kinds of meals (500±10 kcal) and 50g of glucose to healthy volunteers. The blood glucose response areas and glycemic index(GI) were calculated. There was no invariable tendency of blood glucose responses among diabetic meals, general domestic meals and eating out meals. As the units of grain groups were increased, the GI of meals was increased. When the units of grain groups are same, the side dishes also affected the blood glucose responses, however, it is yet unknown what kinds of food materials of side dishes affected the blood glucose responses. Noodles (Chinese style, kalgusu(Korean home made) and ramen) lowered blood glucose responses compared to steamed rice. Mixing barley and brown rice with polished rice also lowered blood glucose responses, especially when the mixing ratio of them was over the 15%. The lowering efficiency of barely was greater than brown rice. More than three grain units of rice increased the blood glucose response. The GI was significantly correlated with left area ratio(LAR), right area ratio(RAR) and blood glucose levels at 15, 30, 60, 90 minutes. The RAR and blood glucose levels at 30 minutes profoundly affected the GI.

Key words : glycemic index · blood glucose · blood glucose responses · food intake · Korean domestic meals · diabetic meals.

#### 서 론

당뇨병은 당뇨병형질의 유전, 여러 가지 종류의 바이러스에 의한 감염, 환경적인 요인, 스트레스, 비만, 식사의 종류, 잘못된 약물의 투입 등이 그 원인으로 들 수 있지만 아직도 밝혀지지 않는 것이 많다. 과학 문명의 발달과 경제적 성장으로 가공식품의 증가와 식생활의 간편화, 영양과다섭취와 비만인의 증가, 운동부족과 스트레스 증가 등의 요인들이 당뇨병 유발을 증가시키고 있다<sup>1)</sup>. 당뇨병의 분류는 나이, 혈당조

절반응, 당뇨병 원인, 혈당치 등으로 나눌 수도 있으나 세계보건기구<sup>2)</sup>는 명확하게 구별이 되는 인슐린 의존성 당뇨병(insulin dependent diabetes mellitus, IDDM)과 인슐린 비의존성 당뇨병(non-insulin dependent diabetes mellitus, NIDDM)으로 분류를 하고 있으며 IDDM은 혈중 인슐린 및 C-펩티드 농도가 낮으며 NIDDM은 혈중 인슐린 및 C-펩티드 농도는 정상적이거나 높아도 말초조직의 인슐린 저항성으로 인하여 혈당치가 높은 당뇨병이며 장년층에서 발병율이 높다. 당뇨병은 인슐린 분비 및 말초조직의

저항성으로 인하여 당대사 이상으로 고혈당을 유발하여 당이 뇨로 배설되므로 당대사 뿐만 아니라 단백질 및 지질등의 대사에도 장애가 생겨 장기간 혈당이 높을 경우 여러 가지 합병증을 유발하는 무서운 병이다. 당뇨병은 초기에 혈당을 식이요법, 운동요법, 약물요법 및 인슐린주사 등으로 조절하면 합병증을 예방할 수가 있다고 한다<sup>3)</sup>.

특히 NIDDM은 우리나라 당뇨병환자에서 상당히 높은 비율을 차지하는데<sup>4)</sup> 운동요법과 겸하여 영양적으로 균형을 갖춘 하루 세끼의 규칙적인 식사와 특히 비만형인 경우는 정상체중으로 체중을 줄이는 식이요법으로 혈당치는 정상으로 되고 고혈압과 고지혈증, 고콜레스테롤을 개선시킬 수 있다고 한다<sup>1~4)</sup>.

최근 세계 각국의 당뇨병 식사요법 경향은 학력수준이 낮은 사람도 쉽게 이해할 수 있고 다양한 식품선택을 할 수 있도록 1950년 처음 미국에서 작성하고 그후 세계각국에서 그 나라의 식품실정에 맞추도록 만든 식품교환표를 이용하는 방법이다<sup>4)</sup>. 우리 나라도 대한 당뇨병학회<sup>5)</sup>가 주축으로 1988년에 처음으로 우리나라 실정에 맞는 식품교환표를 만들었고 1995년에 다시 보충하여 영양교육에 임하고 있다. 그러나 이러한 식품교환표는 영양적인 균형 섭취와 총 열량 섭취조절에는 효과적이지만 여러 가지 식품의 소화와 흡수는 고려되지 않았다<sup>6)</sup>.

식품은 식품의 형태, 식사입자의 크기, 전분의 성질, 식품가공방법, antinutrient에 따라 소화, 흡수가 달라 혈당 반응이 다르게 나타난다<sup>7~11)</sup>. Jenkins 등<sup>12)</sup>은 포도당 섭취시의 혈당반응과 어떤 식품을 섭취했을 때의 혈당반응의 비로 나타낸 glycemic index(GI)를 처음 보고하고 식품을 혈당반응에 따라 분류하였다. GI가 낮은 식품은 GI가 높은 식품보다 혈당 및 혈중지질의 함량이 낮아지게 하여 당뇨병환자의 식이요법에 활용하고 있다<sup>7,13~15)</sup>. 우리나라에서는 극히 제한된 식품의 혈당반응만 보고 되어 있을 뿐이다<sup>16,17)</sup>. 많은 당뇨병환자들은 대한 영양사회 및 병원에서의 당뇨 식이요법을 실천하려고 노력하고 있으나 여러 가지 사회적 여건으로 이 식이요법을 따르지 못하고 가정에서 일상 식생활이나 외식을 하는 경우가 많다.

그러므로 한국에서 가정 및 외식에서 가장 많이 섭취하는 식사가 혈당에 미치는 영향을 조사하는 것은 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 설문조사 결과와 기 보고된 자료를 근거로 가정식과 외식 중에서 가장 많이 이용하는 식단을 작성하여 이를 섭취시 혈당반응에 미치는 기초자료를 얻어 당뇨식사지침에 이용하

고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 당뇨식의 선정

영동세브란스 병원에서 1995년 가을에 실시하고 있는 당뇨식<sup>18)</sup>과 세림복지재단의 당뇨병 식사요법<sup>19)</sup>에 나와 있는 당뇨식 식단중에서 단백질 급원과 음식의 형태가 다른 대표적인 식단 5가지를 선정하여 열량이  $500 \pm 10$  kcal가 되도록 식단을 작성하였다. 500 kcal에 대한 식품구성은 곡류군 3단위 어육류군 1단위 채소군 3단위 지방군 1단위로 하고 우유군과 과일군은 열량 부족분을 보충하는 형식으로 작성하였다.

### 2. 일반 가정식과 외식 식단의 선정

한국 가정의 대표식단을 알기 위하여 본 연구팀이 직접 조사하여 통계처리한 결과<sup>20)</sup>를 주로 하고 한국식품공업협회<sup>21)</sup>에서 1989년에 조사하여 1991년 12월에 발표한 국민영양조사방법 개선방법안 연구(Ⅲ) 중 섭취빈도와 섭취가구별로 본 30대 상용식품을 중심으로 가정에서 많이 이용하는 10가지 식단과 외식 9가지 식단을 선정하였다.

식후 혈당이 곡류의 종류나 양에 따라 변화할 것을 고려하여 본 연구팀이 조사한 혼식 정도를 참고로 하여 주식은 잡곡밥도 첨가하였다. 외식과 뚜렷이 구별이 안되는 불고기 정식이나 생태탕 등의 일부 식단은 가정식에 포함시켰다. 외식은 가정식단과 중복되지 않는 범위에서 한국요리와 외국요리를 망라하여 밥류, 빵류, 면류, 탕류 등에서 대표적이면서, 외식시 선택빈도가 높은 것을 선택하였다. 총 열량은 당뇨식단과 마찬가지로  $500 \pm 10$  kcal가 되도록 조정하였으나 라면은 상용하는 식사방법과 일치되게 하기 위하여 라면에 약간의 밥을 첨가하여 695 kcal가 되었다. 돈가스 정식 및 갈비탕 정식은 외식시 실제 제공되는 양과 유사성이 있도록 조리한 결과 총열량은 각각 640 및 645 kcal가 되었다. 선정된 당뇨식 및 일반 가정식 외식의 식단은 Table 1과 같으며 식단별 교환단위수 및 총열량은 Table 2와 같다.

### 3. 실험대상자

실험대상자의 남자는 동덕여자대학교 교직원에서, 여자는 조교 중에서 소화기관에 이상이 없고 당뇨병이 없는 30명을 선택하여 3회의 포도당 부하 실험을 하고 혈당곡선면적의 평균과 표준편차를 구하여 편차

**Table 1. 혈당반응 조사를 위하여 선정된 당뇨식단, 대표적인 가정식단 및 외식식단**

《당뇨식단》	
1. 현미밥(16%), 콩나물국, 쇠고기불고기, 김구이, 상치무침, 배추김치, 사과	
2. 현미밥(16%), 배추된장국, 조기, 콩나물무침, 다시마곤약조림, 배추김치, 저지방우유	
3. 보리밥(18%), 된장찌개, 돼지완자전, 미역초무침, 호박볶음, 배추김치, 사과	
4. 보리밥(18%), 쇠고기무국, 닭조림, 오이무초무침, 고사리나물, 배추김치, 사과	
5. 토스트식빵, 계란후라이, 야채샐러드, 우유	
《대표적인 가정식단》	
6. 흰밥, 우거지된장국, 불고기, 미역초고추장무침, 배추김치	
7. 흰밥, 우거지된장국, 제육볶음, 도라지오이생채, 배추김치	
8. 흰밥, 생태탕, 콩나물, 미역무채무침, 배추김치	
9. 흰밥, 된장찌개, 계란지짐, 김구이, 콩나물, 배추김치, 총각김치	
10. 콩밥(3%), 김치찌개, 감자볶음, 멸치볶음, 깻잎, 총각김치	
11. 보리밥(5%), 콩나물국, 고등어무조림, 시금치나물, 무생채, 배추김치, 총각김치	
12. 잡곡밥(백미 50%, 찰쌀 20%, 율무 10%, 보리 10%, 수수 10%, 콩 5%), 미역국, 취나물, 우엉조림, 오이생채, 배추김치, 밀감	
13. 잡곡현미밥(현미 50%, 현미찰쌀 20%, 율무 10%, 보리 10%, 수수 5%, 콩 5%), 우거지국, 고구마줄거리볶음, 도라지 생채, 표고 풋고추 볶음, 배추김치, 밀감	
14. 라면, 흰밥, 배추김치	
15. 보리식빵, 참치, 야채샐러드, 우유	
《대표적인 외식식단》	
16. 흰밥, 갈비탕, 시금치나물, 김치, 깍두기	
17. 흰밥, 육개장, 파강회, 깍두기	
18. 비빔밥, 콩나물국, 배추김치	
19. 김밥, 유부초밥, 계란국, 단무지	
20. 흰밥, 돈까스, 야채샐러드, 깍두기	
21. 햄버거, 콜라	
22. 짜장면, 깍두기	
23. 칼국수, 배추김치	
24. 냉면, 무김치, 배추김치	

**Table 2. Food exchange units and calories of selected meals**

No of meals	Grain		Meats and fish			Vegetable	Fats	Milks	Fruits	Calories (kcal)
	Grains	Simple sugar	Low fat	Medium fat	High fat					
1	3			1		3.5	0.3		1	
2	3		1			3.5		0.6		500
3	3		0.8	0.5		2.5	1		0.5	500
4	3		2			3	0.5		0.5	505
5	2			1		.5	1.1	1		500
6	2.5	0.2		2.5		2				500
7	2.5	0.4		2.5		2				510
8	3.5		2			3				510
9	2.9			1.2		4	0.7			490
10	2.9	0.1	1	0.7		3.5	0.3			490
11	2.9	0.1		1.8		3	0.2			500
12	3	0.2		0.2		4	1		1	510
13	3	0.1		0.2		4	1		1	495
14	4.6					1	4.8			695
15	2	0.2			1	1.5	1	0.9		505
16	2.8		0.5		3	2				645
17	2.8	0.2	1.5			4	1			500
18	2.8			1.3		3	1.3			500
19	3		0.5	1	0.5	2.5	0.2			500
20	2			1.5		1.5	7.5			640
21	2	1		2		0.5	1			505
22	3.5		0.5			2	2			505
23	4		0.5			1.5	1			500
24	3.6		1	0.5		1.5			0.2	500

가 큰 대상자를 제외 시키고 22명의 대상자를 선정하였으며 이들의 연령분포는 Table 3과 같다.

#### 4. 실험방법

실험대상자는 실험 전날 저녁식사 후 물 이외의 섭취를 금하여 12시간 정도 절식케 한 다음 실험 당일 8시 30분쯤 공복상태로 손끝에서 채혈하여 식사전 혈당을 측정 한 다음 준비한 식사를 15분 이내에 모두 섭취토록 하였다. 식사시작 후 15분, 30분, 60분, 90분, 120분에 혈당을 Lifescan사(Milpitas, California, U.S.A.)의 One touch II 혈당계로 측정하였다.

혈당의 조사치는 실험 대상자 11명 중에서 표준편차를 최소로 줄일 수 있는 7명의 자료를 선정하여 통계처리 하였다. Glycemic index는 Jenkins법<sup>12,22)</sup>에 의해 실험당질에 대한 혈당반응 면적을 50 g 포도당 섭취후의 반응면적과 비교한 백분율로 계산하였다. 식단의 소화, 흡수 형태를 포도당 섭취시와 비교 분석하기 위하여 2시간의 혈당측정시간 중 30분을 기준으로 하여 공복시부터 30분까지의 왼쪽 면적, 30분 이후부터 120분까지의 오른쪽 면적을 포도당 섭취시의 왼쪽 면적에 대한 식단의 왼쪽 면적 비율(LAR, left area ratio)과 포도당의 오른쪽 면적에 대한 식단의 오른쪽 면적 비율(RAR, right area ratio)을 계산하였다.

### 결과 및 고찰

병원에서 당뇨병자에게 식이요법 교육을 위하여 작성한 식단에서 5종의 당뇨식과 우리 나라 국민이 가장 많이 이용하는 10종의 가정식과 9종의 외식에 대하여 건강한 정상인을 대상으로 섭취시킨 후 식사전 식사시작후 15분, 30분, 60분, 90분, 120분에 혈당을 측정 한 결과는 Table 4와 같다.

포도당을 비롯하여 모든 음식에서 식사시작후 30분에 최고 혈당치를 보였으며 2시간후의 포도당혈당치는 식사전과 거의 비슷하였으며 다른 모든 식단은

공복시보다 높았다. 식사시작후 15분에는 햄버거, 콜라 식단(21번)의 혈당치가 공복시보다 41 mg/dl 증가하여 제일 많이 상승하였고 다음은 포도당 섭취시 37 mg/dl 증가하였다. 증가폭이 적은 식단은 곡류군 교환단위수가 적은 토스트빵(5번 식단)과 보리식빵(15번 식단)을 섭취한 식단으로 각각 6 mg/dl 와 10 mg/dl 증가하였다. 나머지 식단은 11~30 mg/dl가 증가하였는데 찹쌀을 섞은 13번 식단의 증가폭이 컸다. 모든 식단에서 최고혈당치를 보인 식사 후 30분에는 포도당의 혈당치는 식사전보다 60 mg/dl 증가하여 제일 많이 상승하였고 15분대에서 증가폭이 적은 토스트식빵과 보리식빵의 식단이 각각 20 mg/dl 와 27 mg/dl 증가하여 30분대에서도 증가폭이 적었다. 흰밥으로 곡류군이 2단위인 돈까스식단(20번)이 33 mg/dl증가하여 증가폭이 적었으며 잡곡밥 식단인 12번 식단이 56 mg/dl 증가하여 비교적 증가폭이 컸고 나머지 대부분 식단의 증가폭은 40~49 mg/dl범위였다.

식사시작 후 60분에는 모든 식단에서 식사후 30분보다 혈당치가 감소하였으며 식사전보다 40 mg/dl 증가한 포도당이 제일 높았으며 식사전보다 증가폭이 적은 식단은 보리가 18%인 4번 식단과 곡류군이 2단위인 토스트 식빵(5번식단), 보리빵(15식단), 햄버거 식단(21번)이 각각 식사전보다 12, 16, 15, 15 mg/dl 증가되었다. 식사30분에 비해서 가장 감소폭이 큰 식단은 18%보리를 섞은 4번 식단, 찹쌀 20%를 섞은 13번 식단, 햄버거에 콜라인 21번 식단이 31~35mg/dl 감소하였고 가장 감소폭이 적은 것은 토스트 식빵, 돈까스, 보리식빵으로 3~12 mg/dl 감소하였다.

식후 90분에는 식후 60분보다 또 감소하여 식단에 식사전보다 증가량의 폭이 적어져서 6~24 mg/dl 범위이었다. 식사전보다 10 mg/dl 이하 증가한 식단은 현미 10%를 섞고 배추된장국인 2번 식단, 보리 8%를 섞은 4번 식단, 보리식빵식단, 햄버거 식단이었고 20 mg/dl 이상인 식단은 현미밥, 콩나물국, 불고기가 주인 1번 식단, 보리밥, 돼지완자전인 3번 식단, 5%보리밥에 고등어무우조림인 11번 식단, 육개장인 17번 식단, 김밥인 19번 식단들로 이들은 식사후 60분 측정치보다 감소폭이 적었다.

식후 120분에는 포도당 섭취시 식사전의 혈당치로 돌아왔으며 식후 90분 후에 높았던 식단은 식사전보다 거의 15 mg/dl 정도 높아 이들 식단은 늦게까지 혈당치를 높여 소화가 늦게 진행되는 식품이거나 혈액으로 빨리 흡수가 안되는 식품이라고 볼 수 있다.

**Table 3. Age of normal subjects for determination of blood glucose responses**

Age	Male	Female
20~29	1	9
30~39	4	1
40~49	4	0
50~59	2	1

Table 4. Change in blood glucose responses of tested meals

(unit : mg / dL)

No of meals	Blood glucose at time(min)					
	0	15	30	60	90	120
Glucose	82 ± 8 <sup>NS</sup>	119 ± 13 <sup>ab3)</sup>	142 ± 12 <sup>a</sup>	122 ± 15 <sup>NS</sup>	99 ± 18 <sup>a-d</sup>	82 ± 13 <sup>c</sup>
1 <sup>2)</sup>	79 ± 7	106 ± 9 <sup>b-h</sup>	128 ± 13 <sup>b-f</sup>	104 ± 19	100 ± 5 <sup>a-d</sup>	94 ± 3 <sup>ab</sup>
2	85 ± 6	112 ± 14 <sup>a-e</sup>	127 ± 16 <sup>b-f</sup>	101 ± 11	94 ± 6 <sup>a-d</sup>	92 ± 9 <sup>abc</sup>
3	81 ± 6	95 ± 16 <sup>gh</sup>	124 ± 10 <sup>b-f</sup>	109 ± 7	105 ± 12 <sup>a</sup>	97 ± 11 <sup>ab</sup>
4	84 ± 9	107 ± 13 <sup>b-h</sup>	134 ± 6 <sup>abc</sup>	97 ± 7	90 ± 6 <sup>cd</sup>	93 ± 7 <sup>ab</sup>
5	81 ± 3	87 ± 9 <sup>i</sup>	100 ± 10 <sup>h</sup>	97 ± 12	88 ± 6 <sup>d</sup>	88 ± 4 <sup>bc</sup>
6	83 ± 7	113 ± 16 <sup>abc</sup>	129 ± 8 <sup>a-f</sup>	115 ± 19	94 ± 11 <sup>a-d</sup>	94 ± 7 <sup>ab</sup>
7	81 ± 6	100 ± 12 <sup>c-i</sup>	132 ± 15 <sup>a-e</sup>	105 ± 7	98 ± 10 <sup>a-d</sup>	93 ± 8 <sup>ab</sup>
8	82 ± 9	108 ± 15 <sup>a-h</sup>	127 ± 11 <sup>b-f</sup>	112 ± 6	99 ± 9 <sup>a-d</sup>	99 ± 5 <sup>a</sup>
9	81 ± 5	110 ± 12 <sup>a-g</sup>	130 ± 7 <sup>a-e</sup>	108 ± 16	92 ± 5 <sup>bcd</sup>	91 ± 7 <sup>abc</sup>
10	81 ± 6	103 ± 9 <sup>b-h</sup>	135 ± 6 <sup>ab</sup>	114 ± 17	102 ± 8 <sup>ab</sup>	100 ± 4 <sup>a</sup>
11	78 ± 2	97 ± 7 <sup>d-i</sup>	130 ± 13 <sup>a-e</sup>	111 ± 8	100 ± 10 <sup>abc</sup>	96 ± 8 <sup>ab</sup>
12	81 ± 4	111 ± 14 <sup>a-f</sup>	137 ± 16 <sup>ab</sup>	114 ± 21	90 ± 9 <sup>cd</sup>	90 ± 10 <sup>abc</sup>
13	82 ± 6	112 ± 15 <sup>a-d</sup>	137 ± 11 <sup>ab</sup>	101 ± 13	92 ± 11 <sup>bcd</sup>	91 ± 6 <sup>abc</sup>
14	79 ± 6	107 ± 11 <sup>b-h</sup>	132 ± 9 <sup>a-e</sup>	105 ± 16	97 ± 7 <sup>a-d</sup>	96 ± 10 <sup>ab</sup>
15	83 ± 6	93 ± 9 <sup>hi</sup>	110 ± 6 <sup>gh</sup>	98 ± 12	91 ± 9 <sup>bcd</sup>	90 ± 9 <sup>abc</sup>
16	80 ± 11	98 ± 16 <sup>c-i</sup>	120 ± 13 <sup>c-g</sup>	102 ± 23	93 ± 16 <sup>bcd</sup>	95 ± 14 <sup>ab</sup>
17	78 ± 3	96 ± 6 <sup>e-i</sup>	120 ± 14 <sup>c-g</sup>	104 ± 9	98 ± 5 <sup>a-d</sup>	94 ± 8 <sup>ab</sup>
18	81 ± 4	95 ± 9 <sup>f-i</sup>	120 ± 10 <sup>d-g</sup>	103 ± 4	96 ± 8 <sup>a-d</sup>	95 ± 8 <sup>ab</sup>
19	79 ± 5	102 ± 12 <sup>c-i</sup>	129 ± 6 <sup>a-f</sup>	105 ± 11	100 ± 9 <sup>a-d</sup>	97 ± 8 <sup>ab</sup>
20	83 ± 5	93 ± 11 <sup>hi</sup>	116 ± 10 <sup>fg</sup>	109 ± 17	99 ± 9 <sup>d-d</sup>	91 ± 6 <sup>abc</sup>
21	81 ± 4	123 ± 14 <sup>a</sup>	128 ± 9 <sup>a-f</sup>	97 ± 9	89 ± 7 <sup>cd</sup>	88 ± 7 <sup>bc</sup>
22	83 ± 6	104 ± 15 <sup>b-h</sup>	126 ± 8 <sup>b-f</sup>	104 ± 12	96 ± 10 <sup>a-d</sup>	97 ± 7 <sup>ab</sup>
23	82 ± 3	105 ± 3 <sup>b-h</sup>	132 ± 15 <sup>a-d</sup>	105 ± 15	97 ± 7 <sup>a-d</sup>	98 ± 7 <sup>ab</sup>
24	82 ± 7	101 ± 11 <sup>c-i</sup>	118 ± 6 <sup>efg</sup>	102 ± 12	96 ± 7 <sup>a-d</sup>	95 ± 6 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> GI = Glycemic index.<sup>2)</sup> No of menus : refer to Table 1.<sup>3)</sup> Means with different letters within a column are significantly different from each other at  $\alpha=0.05$  as determined by Dumcan's multiple range test.

Glycemic index(GI)에 대하여 Jenkins 등<sup>12)</sup>이 처음 보고하였을 때는 표준탄수화물로 포도당을 기준으로 하여 50 g 흡수시켰을 때 반응 면적에 대한 50 g의 당을 함유한 실험식의 혈당반응 면적에 대한 비로 나타냈으나 그후 표준탄수화물 식품을 구미에서 가장 많이 이용하는 흰밀빵을 기준<sup>10)</sup>으로 하여 GI를 계산하였고 이 등<sup>17)</sup>은 우리나라 곡류의 혈당반응을 쌀로 기준하여 GI-rice를 발표한바 있다. 이와같이 GI는 동등 당질량을 섭취시켰을 때 표준 식품에 대한 비로 나타내기도 하나 Hermensen 등<sup>23)</sup>은 같은량의 에너지량을 섭취시켜 비교도 하였다. 본 실험은 한국에서 가장 많이 섭취하는 식단과 병원에서 추천하는 당뇨식단, 외식시 많이 이용하는 식단의 혈당반응을 보기 위한 것이었으므로 실제로 일상시 섭취하는 양을 기준으로 하여 500 kcal ± 10이 되도록 식단은 작성하였다. 포도당 50 g과는 당의 양이나 에너지량이 같지 않지만 많은 보고에서 혈당반응을 포도당 50 g

섭취시킨 것과 비교하였으므로 이러한 외국 및 국내 보고와 비교하기 위하여 포도당 50 g을 기준당으로 섭취시킨 것과 24가지의 식단의 GI를 계산하여 보았으며 그 결과는 Table 5와 같다.

24가지의 모든 식단의 혈당반응면적이 포도당의 혈당반응면적보다 적었다. 당뇨식단 5종류중 토스트 빵과 계란, salad, 우유를 섭취한 5번 식단의 GI가 24가지 식단중 가장 낮았다. 당뇨식단인 1번 식단과 2번 식단의 주식은 같은 현미밥이고 3번과 4번 식단은 같은 보리밥으로 곡류군이 모두 같은 3단위이지만 찬류에 따라 GI가 차이가 있으므로 GI에는 곡류 이외에 찬류도 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 섬유질 식품은 소장에서 당류의 확산을 감소, 소장에서 다당류의 가수분해 억제, 장내에서의 단당류 흡수억제로 혈당반응을 감소시키지만 섬유소의 종류에 따라 그 효과가 매우 다르다고 한다<sup>9)</sup>. 1번 식단에 비하여 2번 식단의 GI가 낮은 것은 다시마, 곤약 성분의 비소화

**Table 5. Glycemic index, left area ratio and right area ratio of tested meals**

No of meals	GI <sup>1)</sup>	LA/ Glu · LA <sup>2)</sup>	RA/ Glu · RA
Glucose	100 <sup>a3)</sup>	100	100
1	87 <sup>abc</sup>	78	90
2	61 <sup>efg</sup>	72	56
3	82 <sup>a-d</sup>	53	93
4	58 <sup>fg</sup>	70	53
5	38 <sup>h</sup>	24	43
6	81 <sup>a-d</sup>	79	82
7	78 <sup>b-e</sup>	66	83
8	83 <sup>a-d</sup>	72	95
9	77 <sup>b-e</sup>	79	77
10	94 <sup>ab</sup>	72	103
11	94 <sup>ab</sup>	68	103
12	86 <sup>abc</sup>	86	86
13	74 <sup>h-f</sup>	86	70
14	86 <sup>abc</sup>	81	88
15	42 <sup>gh</sup>	35	45
16	67 <sup>c-f</sup>	57	71
17	79 <sup>b-e</sup>	59	87
18	65 <sup>def</sup>	49	71
19	87 <sup>abc</sup>	72	92
20	64 <sup>def</sup>	40	73
21	67 <sup>c-f</sup>	97	56
22	70 <sup>c-f</sup>	65	72
23	80 <sup>a-d</sup>	73	83
24	64 <sup>def</sup>	56	67

<sup>1)</sup> Glycemic index.

<sup>2)</sup> Left area ratio : left area of sample intake (0~30 min) / left area of glucose intake(0~30min)  
Right area ratio : right area of sample intake (0~30 min) / right area of glucose intake(0~30min)

<sup>3)</sup> Means with different letters within a column are significantly different from each other at  $\alpha=0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

성 섬유질에 의한 것으로 사료되며 4번 식단이 낮은 것은 고사리가 전분의 분해를 억제하기 때문<sup>17)</sup>으로 사료된다.

일반 가정식단 10종류중 아침에 많이 이용하는 15번 식단인 보리식빵, 참치, 야채 salad, 우유를 섭취하였을 때 가장 GI가 낮았다. 흰밥이 주식인 6, 7, 8, 9번 식단은 6, 7번 식단이 흰밥을 2.5단위로 하고 8번 식단은 3.5단위, 9번식단은 2.9단위이고 10번 식단과 11번 식단은 3.0단위로 콩과 보리를 각각 3%와 5%로 소량 혼식하고 6개 식단의 반찬은 모두 달랐다. 당뇨식단에서 같은 주식이라도 (1, 2, 3, 4번 식단)반찬에 따라 GI가 큰 차이가 났지만 6, 7, 8, 9번 식단은 주식의 곡류군 단위수가 다른데도 반찬에 따

라 오히려 GI가 차이를 보이지 않았다. 콩과 보리를 혼식하였지만 적은 양이기 때문인지 오히려 다른 식단에 비하여 GI가 높아졌으며 찬의 종류에 따라 GI에 크게 영향을 미치는 것을 다시 확인할 수 있다.

12번 식단과 13번 식단은 찹쌀, 호두, 보리, 수수, 콩 등으로 50% 혼식하여 혈당반응이 낮을 것으로 기대하였지만 실험결과는 혈당반응이 높은 편이었다. 찹쌀과 멥쌀의 전분은 amylose 함량은 각각 0~4%, 15~21%<sup>26)</sup>이고 나머지는 amylopectin 이다. amylopectin함량이 많은 곡류는 표면적이 넓기 때문에 효소에 의한 가수분해가 용이하여 amylose가 많이 함유한 곡류보다 소화 흡수가 빠르기 때문에 혈당반응이 높다고 보고되었다<sup>11,25)</sup>. 12번 식단과 13번 식단은 찹쌀이 20% 함유되었기 때문에 비록 다른 잡곡이 많이 혼합되었지만 GI가 높은 것으로 판단된다. 12번 식단보다 13번 식단이 낮은 것은 12번은 백미와 찹쌀이었지만 13번은 현미와 현미찹쌀이므로 현미는 섬유소 함량이 많아 백미보다 많아 GI를 낮춘다는 보고<sup>17)</sup>와 일치한다. 가정에서 편의식으로 많이 이용하는 라면에 백미밥을 동시에 섭취할 때는 곡류군의 단위수가 4.6이 되고 열량도 695kcal이 되었으며 혈당반응도 높은 편이었다.

외식류 9가지 식단에서는 곡류군의 교환단위가 2이면서 돈까스를 섭취한 20번 식단과 곡류군의 단위수가 3.6인 냉면의 GI가 64로 낮은 편이었으며 곡류군의 단위수가 3인 김밥이 GI가 87로 높은 편이며 칼국수는 곡류단위수가 4이고 짜장면은 3.5이지만 단위수에 비하여 GI가 낮은 편이다.

이상의 결과에서 보면 곡류군의 교환단위수가 GI에 영향을 준 인자중 하나이다. 곡류교환단위가 2인 토스트식빵, 보리식빵, 돈까스 주식인 5번, 15번, 20번 식단은 GI가 낮았지만 같은 2단위인 햄버거와 콜라를 섭취한 21번 식단은 콜라 중에 감미료인 단당류 및 2당류가 많아서 식후 15분에는 포도당보다 혈당치가 높아져 GI가 높아진 것으로 판단된다. 곡류 중에서는 밀가루 분식류의 GI가 낮았다. 5, 15번 식단인 빵류는 앞에서 언급한 바와 같이 곡류수단위도 적었지만 같은 곡류단위수인 쌀밥보다 낮았다. Jenkins 등<sup>10)</sup>은 쌀이 흰빵보다 GI가 낮다고 보고하였는데 본 실험에서는 같은 곡류단위이면서 돈까스가 주식인 20번 식단과 비슷하였는데 아마도 이는 조리방법이나 반찬류가 영향을 주었기 때문이라고 추정할 수 있다. 또 국수류 식단인 라면(14번 식단), 짜장면(22번 식단), 칼국수(23번 식단)은 비록 곡류단위수가 높았지만 곡류단위수에 비하여 GI가 높지 않았다. 본 연

구는 Hermensen 등<sup>23)</sup>이 감자, 쌀, 스파게티의 혈당 반응에서 스파게티가 낮았다고 보고한 결과와 일치하였다.

백미밥일 경우에는 일반적으로 곡류군의 단위수가 높으면 GI가 높아졌다. 백미밥에 3%~5%의 적은량 콩과 보리로 혼식시에는 GI 저하효과가 없었지만 (10번, 11번 식단) 현미나 보리 15 및 18%이상 혼식 시는 GI 저하효과가 있어 혼식은 15%이상하여야만 혈당반응을 낮출 수 있다고 판단된다.

24개 식단과 포도당 50 g의 GI와 각 측정 시간별 혈당치와 상관관계를 보면 섭취시작 후 15분, 30분, 60분, 90분에서 상관계수가 각각  $r=0.626^{**}$ ,  $r=0.902^{**}$ ,  $r=0.796^{**}$ ,  $r=0.601^{**}$ ,  $r=0.330NS$ 로 120분을 제외하고는 모두 고도로 유의성이 있었지만 특히 30분 측정치와 GI와는 높은 상관관계를 보여 GI값에는 30분의 혈당치가 가장 크게 관여하는 것 같으며 이러한 결과는 다른 보고<sup>7)</sup>와 일치하였다.

혈당은 섭취시작 후 30분에 모든 식단이 최고값에 도달하여 혈당반응면적을 30분을 기준으로 하여 포도당의 왼쪽 면적과 오른쪽 면적의 혈당반응과 공시 실험식단의 왼쪽 면적과 오른쪽 면적의 비를 왼쪽 면적비율(LAR), 오른쪽 면적비율(RAR)로 나타내보았다(Table 5). LAR은 혈당 상승기에 RAR은 혈당 감소기에 해당하는 면적이다. 혈당 상승기는 주로 소장에서 포도당이 흡수되는 단계이며 혈당 감소기는 조직세포로 당이 유입되는 단계라고 추정하고 있다<sup>9)</sup>. 본 실험에서는 LAR과 RAR 모두 GI와 상관계수가 각각  $r=0.689^{**}$ ,  $r=0.952^{**}$ 로 고도로 유의성 있는 상관관계가 있었지만 RAR는 GI와의 상관관계가 큰 것으로 나타나 정상인에 의한 일반식단의 GI는 혈당 상승기보다는 혈당 감소기와 더 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되며 이러한 결과는 이 등<sup>17)</sup>이 주요 곡류의 혈당반응 조사한 결과와 일치한다.

ADA(미국당뇨협회)<sup>27)</sup>는 최근에 당뇨병에서 제일 경계하는 합병증 즉 심장병, 눈장애, 신장장애 같은 것을 막는 데는 적절한 식이요법으로 혈당을 조절하는 것이 필수적이라고 하여 식이요법의 중요성을 강조하였다. 식이요법에 대하여 많은 연구가 이루어져 최근에는 GI가 낮은 식품을 장기간 섭취시 혈당을 낮게 유지할 수 있다는 것이 밝혀져<sup>14,28)</sup> 저GI 식품이 권장되고 있다. GI를 영향하는 인자는 여러 가지가 알려졌지만 그중의 하나는 식이섬유이다. 식이섬유도 종류나 양, 가용성 여부에<sup>29)</sup> 따라 혈당반응이 다르게 나타나고 있다. 또한 식품중에 많이 함유되어 있는 단백질이나 지질도 인슐린의 분비를 높혀 GI에 영향을

주는 것으로 알려졌다<sup>12,30~33)</sup>. 이외에도 平田<sup>3)</sup>은 그의 종설에서 식품의 형태, 소화성, 요리법, 먹는 속도, 식품의 배합 등이 GI에 영향을 준다고 하였다.

우리 나라 식단의 주식은 백미이지만 보리나 콩 등을 혼식하는 가정이 많으므로<sup>20)</sup> 이러한 혼식의 종류와 양이나 조리법<sup>34)</sup>에 따라라도 달라질 뿐 아니라 부식에 의해서도 GI가 달라질 수 있다. 우리 나라는 부식에서 단백질이나 지질뿐만 아니라 섬유질 식품인 채소도 섭취하고 있다. 고사리, 산마, 미역, 치커리, 시금치, 더덕 같은 채소는 전분의 가수분해를 저하시키는 것으로 보고되었다<sup>17)</sup>. 본 실험에서 곡류의 종류나 단위수가 같지만 반찬이 다르면 GI가 다른 것은 반찬 중의 단백질, 지질, 섬유소, 전분가수분해저해제, antinutrient등 때문이라고 사료되어 상용하는 주식뿐만 아니라 부식재료가 혈당반응에 미치는 영향을 더 연구하여야 될 것으로 판단된다.

## 요 약

당뇨식으로 추천된 5가지의 식단과 설문조사에서 가장 많이 이용하는 한국식단 설문조사 결과에서 가정식 10가지와 외식 9가지 식단을 선정하여 원칙적으로 500±10 kcal가 되도록 식단을 작성하였다. 남녀 정상인에게 섭취시킨 후 섭취전, 섭취후 15분, 30분, 60분, 90분, 120분에 혈당을 조사하고 glycemic index(GI)를 계산하였다.

당뇨식으로 추천된 식단과 일반 가정 식단간 혈당 반응에는 큰 차이가 없이 일반적으로 곡류군의 단위수가 적으면 GI가 낮았으며 곡류군의 단위수가 같을 때는 반찬의 종류에 따라 혈당반응에 큰 영향을 주었다. 곡류군에서는 밀가루 분식이 혈당상승 억제효과가 컸고 잡곡은 보리와 현미가 GI를 낮추는데 효과적이었는데 보리가 현미보다 약간 더 좋았다. 보리나 현미는 15%정도 이상 혼식하여야 효과가 있으며 5%이하의 효과를 인정할 수 없었다. 백미로 3단위 이상의 곡류군 섭취시는 혈당 상승이 높았으며 채소군의 섭취량과는 뚜렷한 경향이 없었다. GI는 식사후 30분 후의 혈당치와 RAR과는 고도로 유의성 있는 상관관계가 있었다.

## 감사의 말

본 연구는 1995~1998년도에 보건복지부에서 지원하는 보건의로 기술과제 (HMP-96-F-3-0010)의 연구비에 의하여 수행되었기에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 대한당뇨병학회 : 당뇨병학, 고려의학, 서울, p. 1-2, p. 243~265 (1992).
2. WHO study group : Diabetes mellitus, Technical Report Series 727, Geneva, World Health Organization (1985).
3. 平田幸正 : 당뇨병의 진단과 치료, 서광의학번역판, p. 311~320 (1994).
4. 허갑범:당뇨병 정복할 수 있다. 도서출판 연이, p. 25 (1994).
5. 대한당뇨병학회, 대한영양사회, 한국영양학회 : 당뇨병 식사요법 지침서 제2판, 대한당뇨병학회, (1995).
6. 송오금, 김두만, 유형준 : 당뇨병 식사요법을 위한 식품 교환 체계에 관한 고찰. *당뇨병*, 10, 181~186 (1986).
7. Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Kalmusky, J., Giudici, S., Giordano, C., Wong, G. S., Bird, J. N. Patten, R., Hall, M., Buckley, G. and Little, J. A. : Low glycemic index carbohydrate foods in the management of hyperlipidemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 42, 604~617 (1985).
8. Thorburn, A. W., Brand, J. C. and Truswell, A. S. : Slowly digested and absorbed carbohydrate in traditional bushfoods : a protective factor against diabetes? *Am. J. Clin. Nutr.*, 45, 98~106 (1987).
9. Nishimune, T., Yakushiji, T., Sumimoto, T., Taguchi, S., Konishi, T., Nakahara, S., Ichikawa, T. and Kunita, N. : Glycemic responses and fiber content of some foods. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 414~419 (1991).
10. Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M., Jenkins, A. L. : Glycemic response to carbohydrate foods. *Lancet*, ii, 388~391 (1984).
11. Englyst, H. and Cummings, J. : Digestion of the polysaccharides of some cereal foods in the human small intestine. *Am. J. Clin. Nutr.*, 42, 778~787 (1985).
12. Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Taylor, R. H., Baker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., Bowling, A. C., Newman, H. C., Jenkins, A. L. and Goff, D. V. : Glycemic index of foods : a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 362~366 (1981).
13. Crapo, P. A., Reaven, G. and Olesky, J. : Postprandial plasma and responses to different complex carbohydrates. *Diabetes*, 26, 1187~1183 (1977).
14. Brand, J. C., Colagiuri, S., Crossanan, S., Allen, A., Roberts, D. C. K. and Truswell, A. S. : Low glycemic index foods improve long term glycemic control in NIDDM. *Diabetes Care*, 14, 95~101 (1991).
15. Coulston, A. M., Hollenbeck, C. B., Liu, G. C., Williams, R. A., Starich, G. H., Mazzaferri, E. L., and Reaven, G. M. : Effect of source of dietary carbohydrate on plasma glucose, insulin, and gastric inhibitory polypeptide responses to test meals in subjects with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *Am. J. Clin. Nutr.*, 40, 965~970 (1984).
16. 정구혁, 김기호, 한국형, 방철환, 최재휴, 김웅진, 김영건 : 당뇨병환자에서의 한국인 주식의 식이요법, *대한내과 학회잡지*, 34(1), 88~94 (1987).
17. 이정선, 이지수, 양차범, 신현경 : 주요 곡류의 혈당반응 및 쌀기준 혈당지수측정, *한국영양학회지*, 30, 1170~1179 (1997).
18. 영동세브란스병원 : 식사지침서, 영동세브란스병원 (1995).
19. 세립복지재단 : 고혈당씨의 즐거운 식사요법, 세립복지재단 (1994).
20. 김명애, 윤석권, 한민수 : 서울 및 안동 일부 지역 주민의 식단조사-대표식단의 혈당반응 조사를 위한- *한국식품영양학회지*, 11, 293~302(1998).
21. 한국식품공업협회 : 국민영양조사방법 개선방안연구 (Ⅲ) 한국식품연구소, (1991).
22. Wolever, T. M. S., Jenkins, D. J. A., Jenkins, A. L., Josse, R. G. : The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 846~854 (1991).
23. Hermansen, K., Rasmussen, O., Arrifred, J. et al : Differential glycemic effects of potato, rice and spaghetti in type I (insulin-dependent) diabetic patients at constant insulinaemia, *Diabetologia*. 29, 358-361 (1986). [平田幸正 : 당뇨병의 진단과 치료, 서광의학번역판, p. 311~320(1994)].
24. 미원식품연구소, 한림대학교, 동덕여대 : 당노조절 식품의 개발연구, 보건복지부 1995년도 연구개발보고서 (1996).
25. Wiseman, C. E., Higgins, J. A., Denyer, G. S. and Miller, J. C. B. : Amylopectin starch induces non-reversible insulin resistance in rats. *J. Nutr.*, 126, 410~415 (1996).
26. 김동훈: 식품화학, 탐구당, p. 225~285 (1994).
27. American Diabetes Association: Implications of the diabetes control and complications trial. *Diabetes Care*, 16, 1517~1520 (1993).
28. Pick, M. E., Hawrysh, Z. J., Gee, M. I., Toth, E., Garg, M. L. and Hardin, R. T. : Oat bran concentrate bread products improve long-term control of diabetes: A pilot study. *J. Am. Diet Assoc.*, 96, 1254~1261 (1996).
29. Cameron-Smith, D., Habito, R., Barnett, M. and Collier, G. R. : Dietary guar gum improves insulin sensitivity in streptozotocin induced diabetes rats. *J. Nutr.*, 127, 359~364 (1997).
30. Nuttall, F. Q., Mooradian, A. D., Cannon, M. C., Billington, C. and Krezowski, P. : Effect of protein ingestion on the glucose and insulin responses to a standardized oral glucose load. *Diabetes*

- Care*, 7, 971~981 (1984).
31. Welch, I. M. I., Brace, C., Hill, S. E. and Road, N. W. : Duodenal and ileal lipid suppresses post-prandial blood glucose and insulin responses in man : possible implications for the dietary management of diabetes mellitus. *Clin. Sci.*, 72, 209~216 (1987).
32. Lardinois, C. K., Starich, G. H., Mazzaferri, E. L. and DeLett, A. : Polyunsaturated fatty acids augment insulin secretion. *J. Am. Coll. Nutr.*, 6, 507~523 (1987).
33. Nuttall, F. Q. and Cannon, M. C. : Metabolic responses to egg white and cottage cheese protein in normal subjects. *Metabolism*, 39, 749~755 (1990).
34. Jenkins, D. J. A., Thorne, M. J., Camelon, K., Jenkins, A., Rao, A. V., Taylor, R. H., Thompson, L. U., Kalmusky, J., and Reichert, R. : Effect of processing on digestibility and the blood glucose response : a study of lentils. *Am. J. Clin. Nutr.*, 36, 1093~1011 (1992).
- 

(1998년 5월 6일 접수)