

## 생식조성이 정상성인의 혈당반응에 미치는 영향

김화영<sup>1</sup> · 홍성길<sup>1</sup> · 황성주<sup>1</sup> · 목철균<sup>2</sup> · 박미현<sup>1\*</sup> · 이주연<sup>1</sup>

<sup>1</sup>㈜이롬 생명과학연구원

<sup>2</sup>경원대학교 식품생물공학과

### Effect of *Saengshik* on Blood Glucose Response in Healthy Subjects

Hwa-Young Kim<sup>1</sup>, Seong-Gil Hong<sup>1</sup>, Sung-Ju Hwang<sup>1</sup>, Chulkyoon Mok<sup>2</sup>,  
Mi-Hyoun Park<sup>1\*</sup>, and Ju-Yeon Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Erom R&D Center, Gyeonggi 463-070, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Gyeonggi 461-701, Korea

#### Abstract

The purposes of this study were to investigate the effect of *Saengshik* on blood glucose level of normal subject and to explore the marketing possibility of four kinds of *Saengshik* (ES, HS, BS, SS) as alternative diabetic meals. Blood glucose levels of healthy volunteers was measured at 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120 minutes after taking *Saengshik* and 50 g glucose. Blood glucose response areas, glycemic index (GI) and glycemic load (GL) were calculated from the glucose response. The *Saengshik* showed a significantly lower glucose level than the glucose. The glycemic index (GI) of ES showed  $43.1 \pm 12.6$ , which belonged to low GI foods (GI of 55 or less). Other samples (HS, BS, SS) could be classified as intermediate GI foods ranging 56~69 of GI. *Saengshik* showed a gentle rising and falling pattern showing moderate left area ratio and right area ratio on blood glucose curve. The GL of ES showed 14.1 while HS, BS and SS did 19.2~19.5. The results indicated that *Saengshik* may have a beneficial effect on a diabetic.

**Key words:** *Saengshik*, glycemic index (GI), glycemic load (GL), blood glucose

#### 서 론

당뇨병(diabetes mellitus)은 그 구체적인 발생기전이 아직까지 불분명하나 지금까지 알려진 발병요인으로는 노령화, 영양소 과잉섭취와 스트레스가 가장 중요한 것으로 알려져 있다. 따라서 소득이 증가하고 고령화 사회가 진행됨에 따라서 당뇨병의 발생은 계속 증가하고 있으며 이러한 양상은 향후에도 지속될 것으로 예상되고 있다.

최근 들어 우리나라는 당뇨병 발생빈도가 급격하게 증가되고 있으며, 현재 성인인구의 10%정도인 최소 300만 명에서 최대 500만 명 정도가 당뇨병의 위험인자를 보유한 것으로 추정되고 있다(1). 최근에는 이미 발병된 환자에서 합병증을 예방하는 것보다는 당뇨병의 발병자체를 예방하는 것이 필요하다는 개념에서 당뇨병발생의 위험요소들을 사전에 차단하고 위험인자를 가지고 있는 사람에게서는 위험인자의 조절과 함께 자주 혈당을 검사하여 당뇨병을 초기에 진단하고 진단초기부터 엄격히 혈당을 관리하는 것이 중요한 것으로 보고되고 있다(1). 당뇨병이 급증함에 따라 국내에서도 일반가공식품에 GI(glycemic index, 당지수)를 표

시할 수 있는 기준이 마련되어야 한다는 주장이 제기되고 있다. 당지수는 혈당과 관계되기 때문에 당지수를 알 경우 당뇨나 비만을 관리하는데 있어 좋은 정보가 될 수 있다. 우리나라는 지난 30년 동안 당뇨환자가 10배 이상 늘어나 현재 당뇨환자가 500만 명을 넘어서고 있음에도 불구하고, 가공식품의 경우 당지수를 표시하지 않고 있기 때문에 당뇨환자들이 가공식품을 섭취하고자 할 경우 참고할 만한 정보가 없어 어려움을 겪고 있다. 외국의 경우 호주는 제품의 영양정보란에 식품의 당지수를 수치로 표시하고 있으며, 미국·캐나다 등은 식품의 당지수를 ‘높음’, ‘중간’, ‘낮음’ 등의 인증마크를 제품에 부착, 소비자들의 알 권리를 충족시켜주고 있다. 세계보건기구(WHO)와 식품농업기구(FAO)에서는 1999년 공동 조사결과를 토대로 관상동맥질환, 당뇨병, 비만 등 이른바 생활습관병을 예방하기 위해서 GI가 낮은 식품을 위주로 식단을 구성할 것을 권고하고 있다(2). 국내에서도 소비자의 요구에 부응하기 위해 가공식품에 당지수를 표시하는 문제를 검토하고 있으나 아직까지 표시기준이 마련되어 있지는 않은 실정이다.

식품공전(3)에서 생식은 “동·식물성 원료를 주원료로 하

\*Corresponding author. E-mail: lj1223@erom.co.kr  
Phone: 82-31-789-6873, Fax: 82-31-789-6868

여 건조 등 가공 처리하여 분말, 과립, 바, 페이스트, 껌상, 액상 등으로 제조한 것으로 이를 그대로 또는 물 등과 혼합하여 섭취할 수 있도록 한 것”으로 정의되어 있다. 통상 생식은 과일, 야채, 해조류, 곡류 등 식물성식품에 열을 가하지 않고 최소한의 가공만을 시행함으로써 식품 자체가 함유하고 있는 각종 미네랄, 비타민, 효소, 엽록소, 단백질 등 영양소의 파괴 또는 변형을 최소화하도록 제조한 식품으로 식이요법, 건강식 및 다이어트 등의 목적으로 소비되고 있다. 웰빙 트렌드와 함께 건강식으로 자리 잡은 생식의 국내 시장은 연간 약 2000억원 규모이고, 수출은 2005년도 기준, 약 1000만 달러 정도로 단일품목으로는 김치와 인삼 다음으로 주요한 품목이다(4).

급세기 들어 생식의 효과 및 기능성에 관한 연구는 다양하게 수행되어 왔으며, 중요한 연구를 정리하면 다음과 같다. 지방간을 유도한 흰쥐에게 생식의 섭취가 간 손상을 완화시킨다는 Lee 등(5)의 연구와 운동선수의 식이요법으로 생식 섭취가 심폐지구력을 향상시킨다고 보고한 Park 등(6)의 연구, 당뇨를 유도한 흰쥐에게 생식의 섭취가 혈당을 낮추고 생존율을 증가시킨다는 Kim 등(7)의 연구가 있다. 또한 Lee 등(8)과 Park 등(9)은 생식의 섭취가 불균형식이를 급여한 흰쥐에게 균형영양을 유도하고 항산화체계 및 면역을 향상시킨다는 보고를 하였으며, 이외에도 생식의 장기간 섭취가 혈중 지질농도 및 체지방 감소와 심혈관계 질환 예방 및 치료에 도움이 된다는 연구보고가 있어 건강개선식 및 체질개선식으로 생식의 가능성을 보여주고 있다(10-14).

본 연구에서는 건강개선과 체질개선에 이용되고 있는 생식이 당뇨병 환자의 혈당 조절식으로 이용가능 여부를 조사

하기 위하여 정상성인에게 생식을 섭취시켰을 때 혈당반응에 미치는 영향을 측정하고 생식의 혈당지수를 구하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

본 실험에 사용된 시료인 생식은 ES, HS, BS, SS 등 4종이었으며, 각각의 조성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 섭취량은 각 시료의 총 당질 함량을 분석하여 Table 2와 같이 당질 50 g에 해당하는 양을 1회 섭취량으로 하였다.

### 실험대상자 및 실험식이

소화 장애가 없는 정상성인 24명(남성 13명, 여성 11명)을 선발한 후, 포도당부하 검사 반복실험을 통해 평균 혈당반응 곡선 면적의 표준편차가 큰 대상자를 혈당 실험에서 제외하고 총 20명(남성 11명, 여성 9명)을 최종 실험 대상으로 선별하였다. 실험대상자들은 실험 전날부터 실험 당일 아침까지 12시간 절식 후, 공복 시 혈당을 측정한 다음 대상자들에게

**Table 2. Served quantity of *Saengshik* containing 50 g carbohydrate**

<i>Saengshik</i>	Total carbohydrate (%)	The quantity of <i>Saengshik</i> containing 50 g carbohydrate (g)
ES	81.7	61.2
HS	78.1	64.1
BS	79.5	62.9
SS	82.7	60.5
Glucose	100.0	50.0

**Table 1. Raw materials of *Saengshik* (ES, HS, BS, SS)**

Classification	Materials
Grain	Brown rice, Sorghum, Adlay, Barley, Soybean, Glutinous millet [ES, HS, SS], Proso millet [ES, HS, SS], Red bean [ES, HS, SS], Glutinous brown rice [ES, HS, SS], Black rice [ES, HS, SS], Cooked brown rice [ES, HS], Steamed brown rice [ES, HS, SS], Small black soybean ( <i>Rhynchosia volubilis</i> ) [ES, HS, SS], RemyProN80+ (rice protein) [ES, HS, SS], Isolated soybean protein [ES, HS, SS], Black sesame [ES, HS, SS], Processed soybean powder [ES, HS, SS], Potato [ES, HS, SS], Black soybean ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) [SS], Perilla seed [SS], Sweet potato [SS], Processed soybean powder [BS, SS], Rice X (Rice germ powder) [ES, HS], Black soybean [BS], Red bean [BS], Steamed rice [BS], Soybean peptide [BS]
Vegetables	Kale, Angelica keiskei, Carrot, Burdock, Radish leaves, Pumpkin, Mugwort, Leek [ES, HS, SS], Young barley leaves [ES, HS, SS], Radish [ES, HS], <i>Codonopsis lanceolata</i> [ES, HS, SS], Broccoli [ES, HS, SS], Cabbage [ES, HS, SS], Dropwort [ES, HS, SS], Spinach [SS], Chard [SS], Crown Daisy [SS], Mallow [SS], Chong Kyeong Chae ( <i>Brassica campestris</i> var. <i>chinensis</i> ) [SS], Sweet pepper [SS], Lotus root [SS], Red cabbage [BS]
Fruit	Citron, Tomato, Beet [BS], Apple [BS, SS], Pear [BS], Pomegranate extract [BS]
Sea weed	Laver [ES, HS, BS], Brown seaweed [ES, HS, BS], Tangle [ES, HS, SS], Sea lettuce [ES, HS], Aquacal (seaweed calcium powder) [ES, HS]
The others	Pine needles, <i>Lentinus edodes</i> , <i>Ganoderma lucidum</i> mushroom, Oyster mushroom [SS], <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> EROM101 lysate [ES, HS, SS], Spirulina [ES, HS, SS], Fructooligosaccharide (natural sweetener) [HS, BS, SS], Palatinose [ES, SS], Fructus <i>Momordicae</i> extract Powder [ES, HS, SS], Yeast [ES, HS, SS], Kelpmag (seaweed extract) [ES, HS, BS], Salt [ES, HS, SS], Ferrous pyrophosphate [BS], Vitamin mix B1 [BS], Glutinous millet mugwort [BS], Green tea extract [BS], Pluriflorum extract [BS], <i>Polygonatum odoratum</i> var [BS], Hibiscus extract [BS], Tissue cultured mountain ginseng powder [SS], <i>Pediococcus pentosaceus</i> EROM101 isolate [SS]

당질 함량이 50 g이 되도록 준비된 시료를 250 mL의 물에 혼합하여 섭취하도록 한 후 손끝에서 채혈하여 2시간 동안 15분 간격으로 혈당을 측정하였다. 대상자들은 실험이 끝나기 전 2시간 동안 금연하고, 가벼운 일상 활동만 하도록 하였다.

**혈당 측정 및 혈당지수(glycemic index, GI)의 계산**

실험대상자들은 실험 전날부터 채혈 시까지 12시간 동안 절식하였으며, 실험당일 아침 손끝에서 채혈하여 공복 시 혈당을 측정한 후 실험시료를 대상자들에게 무작위로 섭취시켰다. 시료 섭취 후 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 및 120분에 각각 손끝에서 채혈하여 혈당을 측정하였으며, 실험이 끝나기 2시간 동안은 금연하고 가벼운 일상 활동만 하였다. 혈당 측정은 혈당측정계(Accu-Chek Softclix, Roche Diagnostics Co., FL, USA)로 2회 반복하여 측정하였으며, 시료의 종류를 달리하여 주당 1회씩 측정하였고, 혈당반응 결과를 대조군인 포도당과 비교하기 위하여 Jenkins 등(15)의 방법에서와 같이 포도당용액 섭취 후 2시간 동안 혈당반응면적과 생식시료 섭취 후의 혈당반응면적을 비교하여 백분율로 계산한 것을 혈당지수(GI)로 나타내었다.

$$\text{Glycemic index (GI)} = \frac{\text{Blood glucose area after ingestion of Saengshik}}{\text{Blood glucose area after ingestion of the glucose}} \times 100$$

혈당반응면적은 Wolever 등(16)의 방법에서와 같이 공복 시 혈당이 혈당면적에 영향을 미치지 않도록 생식시료 섭취 후 증가된 혈당면적만을 계산하였으며, 혈당 측정 이후부터 혈당이 공복 시 혈당까지 감소될 때까지의 시간은 비례식을 이용하여 계산하였다(17).

생식의 소화·흡수 형태를 대조군과 비교하여 분석하기 위해서 Left Area Ratio(LAR)와 Right Area Ratio(RAR)을 계산하였다. 생식식이 섭취 후 30분을 기준으로 하여 나타낸 포도당의 왼쪽 면적에 대한 실험식이의 왼쪽면적의 비율(혈당 상승기 면적)을 LAR이라 하고, 생식식이 섭취 후 30분을 기준으로 하여 나타낸 포도당의 오른쪽 면적에 대한 실험식이의 오른쪽 면적의 비율(혈당 감소기 면적)을 RAR이라 하였다. 최고 혈당값과 최고 혈당값에서 공복 시 혈당값과의 차이를 구하고, 최고 혈당값에 도달하는데 걸리는 시간을 측정하였다.

**혈당부하지수(Glycemic load, GL)**

혈당부하지수(GL)는 GI를 바탕으로 식품의 실제섭취량을 고려해 탄수화물의 영향을 평가하는 것으로, GI는 특정식품 내 탄수화물이 얼마나 빨리 포도당으로 분해되어 흡수되는가를 알려주는 질적인 수치로 1회 1인 섭취분량과 같은 양적인 면이 고려되어 있지 않으므로 실제 식품섭취량을 고려한 GL을 함께 계산하였다. 생식의 1회 섭취권장량은 40 g이며, 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Glycemic load (GL)} = \text{Quantity of carbohydrate per serve} \times \text{GI} / 100$$

**실험 자료의 통계처리**

본 실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SPSS (Statistical Package for the Social Science) 프로그램을 이용하였으며 Student's t-test를 사용하여 대조군과의 유의성을 검정하였고 실험군간의 비교는 one way ANOVA로 분석한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검정을 시행하였다. 또한 LAR, RAR과 GI와의 상관관계는 Pearson correlation coefficients로 확인하였다.

**결과 및 고찰**

**생식 섭취 시 시간별 혈당반응 변화**

생식 섭취 후 혈당수치는 포도당 섭취시보다 전반적으로 낮게 나타났으며, ES에서 가장 낮은 폭으로 증가하였고, 생식을 섭취한 군의 공복 시 혈당은 포도당 섭취군의 공복 시 혈당과 비교했을 때 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 생식 섭취 후 15분 혈당은 모든 생식 군에서 포도당 섭취시보다 유의적으로 낮은 수치(p<0.001)를 나타내었다. 30분 후 혈당은 ES(p<0.001), SS(p<0.01), HS(p<0.05)에서 유의적으로 낮은 수치를 나타내었으며, 45분 후 혈당은 ES(p<0.001), SS(p<0.001), HS(p<0.01)에서 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 60분 후 혈당은 ES(p<0.001), SS(p<0.01)에서 유의적으로 낮은 수치를 나타내었으며, 90분 이후 혈당은 포도당 섭취시의 혈당과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 3). 생식은 다양한 곡물군과 채소군, 버섯군, 해조류를 동결건조 하여 섬유질이 풍부하고, 가공도가 낮은 탄수화물군이 주를 이루고 있어 혈당상승을 낮추는데 적합한 원료들과 가공과정을 거치며, 그 조성과 구성성분에 따라 정도에 차이를 보이는 것으로 나타났다.

**혈당반응 면적**

혈당반응 면적을 측정한 결과 Table 4와 같이 포도당 섭취시 곡선의 면적은 각 군간에 유의적인 차이가 없었으며, 생식 섭취시 혈당반응의 총면적은 포도당 섭취 시보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. ES(p<0.001), HS(p<0.01), BS(p<0.001), SS(p<0.01)으로 포도당 섭취 시 곡선 면적에 비해 각각 57%, 38%, 40%, 44% 수준으로 낮게 나타났다. 생식 섭취군 간에는 ES, SS, HS, BS의 순으로 면적이 낮아졌다. 특히, BS는 ES, SS와 유의적인 차이를 나타내었다. BS는 Table 1에서와 같이 black soybean, red bean, steamed rice, soybean peptide, red cabbage 등의 곡류와 채소류조성이 ES, HS와 달리 차이가 있으며, 과일류의 비중이 높기 때문에 beet, apple, pear, pomegranate extract의 원료에서 유래된 당성분이 영향을 미치는 것으로 추측할 수

Table 3. Changes of blood glucose with time

(mg/dL) (n=10 in each group)

Group	Blood glucose at time (min)								
	0	15	30	45	60	75	90	105	120
ES	90.0±5.7	105.9±13.6***	121.2±13.9***	112.9±12.3***	102.3±7.6***	97.9±7.5***	98.0±8.8	97.5±7.8	98.0±6.4
Glucose	88.4±6.2	131.0±15.7	144.8±21.5	138.8±14.3	127.9±12.1	117.2±15.2	106.7±20.1	103.7±20.2	92.3±16.9
HS	95.9±7.6	121.6±14.2***	137.7±17.6*	121.7±25.5**	116.2±23.7	110.5±14.8	102.3±10.6	96.6±8.6	95.6±6.6
Glucose	95.3±10.0	141.0±12.6	151.8±18.0	147.2±24.0	131.3±23.5	120.3±26.0	106.2±26.0	98.6±20.2	88.3±15.4
BS	91.8±9.1	109.9±12.2***	131.3±11.4	128.0±18.2	117.8±17.8	109.2±17.1	98.2±13.6*	96.8±8.4	95.0±8.9
Glucose	90.6±11.0	129.3±17.3	141.7±21.9	140.7±24.6	131.0±23.0	122.6±26.4	112.9±26.5	104.3±21.8	92.0±15.5
SS	92.8±9.5	105.1±8.3***	127.7±8.3**	120.3±13.0***	109.2±16.4**	107.6±14.1	103.4±12.5	101.3±10.9	98.0±10.6
Glucose	92.4±9.9	126.7±17.9	144.5±19.7	147.7±18.0	130.3±20.8	122.7±26.4	113.3±26.8	102.8±25.3	91.7±17.9

\*p&lt;0.05, \*\*p&lt;0.01, \*\*\*p&lt;0.001.

Table 4. The areas under the curve after ingestion, the mean glycemic index (GI) of glucose (50 g/250 mL) and glycemic load (GL) of *Saengshik*

(n=10 in each group)

Group	Area under curve (min · mg/dL)		GI (%)	GL	LAR <sup>3)</sup>	RAR <sup>3)</sup>
	Glucose	<i>Saengshik</i>				
ES	3923.9±688.7	1677.5±516.5***1)a2)	43.1±12.6 <sup>a</sup>	14.1	0.46±0.24 <sup>a</sup>	0.43±0.13 <sup>a</sup>
HS	3565.1±955.7	2196.2±802.5**ab	62.4±16.5 <sup>b</sup>	19.5	0.64±0.18 <sup>a</sup>	0.57±0.25 <sup>a</sup>
BS	3827.0±1022.0	2311.1±611.4***b	60.8±10.1 <sup>b</sup>	19.3	0.63±0.29 <sup>a</sup>	0.62±0.15 <sup>b</sup>
SS	3733.3±1096.4	2075.8±419.4***a	57.9±13.0 <sup>b</sup>	19.2	0.55±0.21 <sup>a</sup>	0.60±0.14 <sup>b</sup>
Glucose	-	-	100.0	-	1.00	1.00

1) Compared with each glucose group at \*p&lt;0.05, \*\*p&lt;0.01, \*\*\*p&lt;0.001.

2) Values with different letter superscripts are significantly different each row column at p&lt;0.05.

3) LAR: left area ratio, RAR: right area ratio.

있다.

## Glycemic index(GI)

Jenkins 등(15)은 처음으로 어떤 식품을 섭취했을 때 나타나는 혈당반응과 포도당 섭취시의 혈당반응을 비교하여 보고하였고, GI가 높은 식품은 섭취 후 혈당에 직접적인 영향을 주기 때문에 당뇨 및 고지혈 환자와 같은 혈당 관리가 필요한 환자들에게 섭취 시 주의하여야 하며, GI가 낮은 식품을 섭취하여 혈당의 급격한 상승이 없도록 할 것을 권장하고 있다.

Glycemic index range에서 Low GI는 55 또는 이하, Medium GI는 56~69, High GI는 70 또는 그 이상의 범위에 속하며, High GI에 속하는 식이는 초기에 혈당을 빠르게 상승시키고 인슐린 분비를 촉진하여 혈당수치를 하강시키고 체지방을 축적시키는 반면, Low GI에 속하는 식이는 혈당을 천천히 상승시키고, 인슐린을 천천히 분비시키며, 식욕억제 및 포만감에 도움을 주게 된다. 따라서 GI가 낮을수록 최고 혈당값이 낮고 인슐린 분비를 감소시키는 역할을 한다.

생식 섭취 후 측정된 혈당값으로 산출한 혈당반응곡선의 면적을 이용하여 GI를 산출한 결과(Table 4) ES는 43.1±12.6으로 Low GI(55이하) 범위에 속하였으며, 그 외 생식은 Medium GI(56~69) 범위에 속하였다. 케일, 신선초, 당근, 우엉, 무청 등의 섬유질이 풍부한 생식은 Low(55이하)~Medium(56~69) 범위에 속하는 GI지수를 나타내었으며, 이는 섬유질 식품이 소장에서 당류의 확산율을 감소시키고, 소장에서 다당류의 가수분해를 억제하며, 장내에서 단당류

흡수억제로 혈당반응을 감소시키기 때문이며, 그 효과는 섬유소의 종류에 따라 다르다고 보고되고 있다(18).

ES와 HS는 원재료 군에서는 곡물류와 채소류, 과일류, 기타 원료군에서는 큰 차이가 없었으나 ES는 팔라티노스를 사용하였고, HS는 프락토올리고당을 사용하여 혈중포도당의 상승률에 차이를 나타내었다. Koichi 등(19)의 보고에 따르면 팔라티노스는 혈중포도당을 급격히 상승시키지 않으며, 팔라티노스 섭취 후의 포도당 농도를 일정한 수준으로 유지시킨다고 발표하였고, Yamashita 등(20)은 프락토올리고당을 인슐린 비의존형 당뇨병환자에게 섭취시켰을 때 공복시 혈당을 감소시키며, 그 대사가능성은 첫째 소장점막의 표면에서 탄수화물과 같은 영양소와 결합하여 소장점막에서 영양소 흡수를 저해하며, 둘째 장내균총을 변화시킴으로써 소장에서 탄수화물 소화 작용을 변화시키고 흡수를 감소시켜, 혈당농도가 감소하고 셋째 구강에서 맹장까지의 통과 시간을 변화시켜 영양소의 흡수율과 흡수속도를 감소시키는 것으로 조사되었다. 프락토올리고당과 팔라티노스 모두 혈당상승속도를 감소시키는 효과에 대한 실험결과들이 있으나 본 연구에서는 팔라티노스를 사용한 생식의 혈당감소 폭이 더 큰 것으로 나타났다. GI를 결정하는 요인은 탄수화물의 형태, 탄수화물입자의 크기, 가공과정, 전분의 특징이 중요하게 작용하는데, 특히 가공과정을 최소화하고 원료의 입자가 거칠수록 GI가 낮다. 과거엔 가공이 거의 되지 않은 탄수화물을 섭취했지만 현대인들은 고도로 가공된, GI가 높은 탄수화물을 섭취하고 있다. 따라서 최소한의 가공을 거치는 생식은 탄수화물 위주의 섭취가 주를 이루고 있는 실정에

서 바람직하다고 할 수 있다.

**Glycemic load(GL)**

GL은 GI와 마찬가지로 ES에서 가장 낮은 수치를 나타내었으며, 대부분 GL가 낮은 식품들은 GI 또한 낮으나 섭취량이 많은 식품의 경우는 혈당이 크게 상승하며 인슐린 요구도가 높아지므로 질적인 개념의 GI와 양적인 개념의 GL를 함께 이해하는 것이 중요하며 생식의 경우는 GL 수치가 20 이하로 전반적으로 낮은 것으로 나타났다.

Foster-Powell 등(21)이 발표한 GI, GL International index와 비교하면 spaghetti, whole wheat:(boiled)(14), spaghetti, white:(boiled)(15), puffed rice cakes(17), brown rice(boiled)(18)의 범위에 속하였으며 white rice(boiled)(23), cornflakes(21)보다 낮은 것으로 나타났다.

일반적으로 식이섬유함량이 높은 식품은 혈당치를 낮추는 효과가 있다는 연구결과들(22-24)이 발표되고 있고, 그 이유에 대해서는 위장에서 전분 소화율의 저하(25), 위장에서 소화된 내용물이 십이지장으로의 이동속도 감소(26), 소장으로 확산되는 당류의 속도감소 및 소장상부로 다당류의 분해속도 감소(14), 그리고 소장 내 상피세포에서 단당류가 흡수되는 속도감소(23) 등의 이론이 보고되고 있다. 생식 4(ES, HS, BS, SS)종은 현미, 보리, 수수, 울무, 대두가 사용되어 혈당조절에 영향을 주며, ES와 HS는 BS에 비하여 차조, 기장, 팥, 현미찹쌀, 흑향미, 대두, 쌀단백분말, 분리대두단백, 검은깨, 검은콩 등의 곡류가 골고루 첨가되어 있어 혈당을 낮추는데 영향을 미치는 것으로 나타났으며 이는 이(27)가 곡류와 두류혼합식의 전분가수분해율 및 혈당지수에 관한 연구에서 보고한 것과 같이 찹쌀군 110%, 차수수군 105%, 차조군 100%, 멥쌀군 92%, 울무군 90%, 현미멥쌀군 90%, 현미찹쌀군 86%, 메밀군 84%, 메조군 80%로 찹쌀군보다 멥쌀군이 GI가 낮게 나타나며 보리가 57%로 가장 낮게 나타나 생식의 다양한 곡류군중에서 보리와 멥쌀군이 GI를 낮추는데 영향을 주는 것으로 판단되었다. 또한 검정콩과 노란콩을 멥쌀이나 보리와 혼합하였을 때 혈당곡선이 완만하게 되며, GI가 감소하는 결과를 나타내어 보리를 사용하고, 멥쌀류와 보리군에 검은콩과 노란콩을 혼합식이하는 경우가 곡류를 단독으로 식이하는 것보다 혈당반응 및 GI를 낮추는 것으로 보고하여 다양한 곡류 및 두류를 혼합하여 섭취할 수 있는 생식류의 혈당 감소 결과와 일치하였다. 전분을 구성하고 있는 amylose와 amylopectin에서 amylopectin이 더 빠르게 분해되어 흡수되므로 amylopectin 함량이 많은 곡류가 GI를 높이는데 영향을 미치는 것으로 사료된다.

**Left Area Ratio(LAR), Right Area Ratio(RAR)**

생식의 소화, 흡수 형태를 알아보기 위하여 상기에서 구한 혈당반응곡선 면적을 일반적인 최고 혈당값 나타내는 시간인 30분을 전후로 하여 LAR(혈당상승기)과 RAR(혈당감소기)을 구하였다. 혈당상승기는 주로 공장과 회장에서 포도당

이 흡수되는 단계이며, 혈당감소기는 조직세포로 당이 유입되는 단계일 것으로 추정되고 있다(24). 생식 섭취 시 LAR과 RAR 모두 포도당 섭취 시보다 낮은 값을 나타내어, 생식의 섭취는 혈당 상승 및 혈당 감소를 완만하게 해주는 것으로 나타났다(Table 4).

**GI와 LAR, RAR의 상관관계**

생식 섭취 시 혈당반응곡선 면적으로 구해진 LAR( $r=0.377, p<0.05$ )과 RAR( $r=0.656, p<0.01$ )은 GI와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으며, 식후 혈당 감소기(RAR)와 관련이 깊은 것으로 나타났다(Table 4).

**식이 섭취 후 최고 혈당값 및 최고 혈당값을 나타내는 시간**

생식 섭취 후 최고 혈당값은 Table 5와 같이 포도당 섭취 시보다 낮은 경향을 나타냈으며, 특히, ES( $p<0.001$ ), SS( $p<0.01$ ), BS( $p<0.05$ )는 포도당과 비교하여 유의적인 차이를 나타내었고. 생식 섭취 시 최고 혈당값은 ES(18%), HS(10%), BS(9%), SS(15%)의 순서로 감소되는 양상을 보였다.

최고 혈당값에서 공복시 혈당값을 뺀 delta값에서 생식 섭취시 모두 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다(ES( $p<0.001$ ), HS( $p<0.05$ ), BS( $p<0.05$ ), SS( $p<0.001$ )). 생식 섭취 시 최고 혈당값과 포도당 최고 혈당값과의 차이값은 ES(46%), HS(27%), SS(37%), BS(26%)의 감소를 보였다.

포도당 섭취 후 60분 이상에서 최고 혈당치를 나타내는 대상자의 수치를 제외한 후, 각 대상자의 최고 혈당값 시간의 평균을 산출한 결과, ES을 섭취하였을 때 최고 혈당값을 나타내는 시간은 포도당을 섭취하였을 때보다 연장되었으나 생식 섭취시의 유의적인 차이는 없었다(data not shown).

최근 당뇨병식에 대한 연구들로 식품의 GI와 이에 관련된 성분조사, GI가 낮은 식품에 의한 혈당조절 연구 등이 활발히 이루어지고 있는 실정이며, 1999년 세계보건기구(WHO)와 식품농업기구(FAO)는 개발도상국가의 국민들은 심혈관계 질환, 당뇨, 비만과 같은 가장 흔한 질병의 유입을 막기 위해서 low GI 식이를 기본으로 해야 한다고 권고하고 있는 상황이다. 이상의 연구결과 생식은 당뇨병 환자의 식후 혈당 상승을 조절하여 유익한 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료되며, 생식의 조성에 따라 그 효과는 차이를 보이며, 사용하는 당의 특징과 곡류 군의 조성 및 식이섬유의 종류, 과일소재의 첨가 등에 따라 달라지는 것을 확인할 수 있었으며, 이와

**Table 5. Peak value after ingestion of Saengshik**  
(mg/dL) (n=10 in each group)

Group	Peak value		Peak delta value	
	Glucose	Saengshik	Glucose	Saengshik
ES	151.0±14.8	123.7±12.1 <sup>***a1)</sup>	62.7±11.2	33.7±10.9 <sup>***a</sup>
HS	152.8±21.2	137.2±12.9 <sup>b</sup>	61.6±13.9	44.7±15.7 <sup>ab</sup>
BS	152.3±20.2	137.2±12.2 <sup>ab</sup>	61.7±10.9	45.9±7.6 <sup>ab</sup>
SS	153.2±17.5	130.0±10.6 <sup>**ab</sup>	60.8±12.4	38.3±6.7 <sup>***ab</sup>

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ .  
1) Values with different letter superscripts are significantly different each other at  $p<0.05$ .

관련된 추후 연구가 더 수반되어야 할 것이다.

## 요 약

본 연구는 생식을 정상성인에게 섭취시켰을 때 혈당반응에 미치는 영향을 연구하고, 생식의 혈당지수를 구하여 당뇨병 환자의 혈당 조절식으로 이용가능성을 조사하기 위하여 시판중인 생식 4(ES, HS, BS, SS)종을 섭취 전, 섭취 후 120분 동안 15분 간격으로 채혈하여 혈당을 측정하였다. 생식 섭취 후 혈당수치는 포도당 섭취시보다 전반적으로 낮게 나타났으며, ES는 15~75분, SS는 15~75분, HS는 15~45분, BS는 15분 후의 혈당이 포도당보다 유의적으로 낮게 나타났다. 식이 섭취 후 측정된 시간에 따른 혈당값을 이용하여 혈당반응 곡선의 면적을 구한 결과, 생식 섭취군은 포도당 섭취군보다 면적이 적은 것으로 나타났으며, 상기 면적을 이용하여 GI를 산출한 결과, ES는  $43.1 \pm 12.6$ 으로 Low GI(55이하) 범위에 속하였으며, 그 외 생식은 Medium GI(56~69) 범위에 속하였다. 생식의 소화, 흡수 형태를 알아보기 위하여 상지에서 구한 혈당반응곡선 면적을 일반적인 최고 혈당값 나타내는 시간인 30분을 전후로 하여 LAR(혈당상승기)과 RAR(혈당감소기)을 구한 결과, 생식은 혈당 상승과 감소를 완만하게 해주는 것으로 나타났으며, 생식섭취 후 최고 혈당값을 포도당을 섭취했을 때보다 유의적으로 감소시켰으며, 최고 혈당값을 나타내는 시간은 생식 ES에서 연장되는 경향을 나타내었다. 위의 결과들을 종합해 볼 때, 생식의 섭취는 체내 당의 소화와 흡수 과정을 천천히 진행시키며, 식후 최고 혈당수치를 감소시켜 전반적인 혈당반응을 완만하게 하는 것으로 나타났으며, GL은 ES(14.1)이 가장 낮았으며 HS, BS, SS(19.2~19.5) 수준으로 GL 역시 낮은 수치를 나타내었다. 위의 연구결과 생식은 당뇨병 환자의 식후 혈당상승을 조절하여 유익한 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료되며, 생식의 구성에 따라 그 효과는 차이를 보이며, 사용하는 당의 특징과 곡류군의 조성, 식이섬유의 종류, 과일소재의 첨가 등에 따라 달라지므로 추후 심화된 연구가 필요할 것이다.

## 문 헌

1. 김정환. 2002. 내당능장애란 무엇일까요. 월간당뇨 151: 54-55.
2. 김정배. 2006. 숨겨진 가공식품 당지수 '세상밖으로'. 식품저널 1: 40-41.
3. 식품공전. 2005. 한국식품공업협회. p 510.
4. 박미현. 2006. 전통식품 세계화 전략 생식, 생식, 한국을 대표하는 새로운 식품으로 육성해야. 식품저널 4(105): 60-61.
5. Lee E, Kim WJ, Lee YJ, Lee MK, Kim PG, Park YJ, Kim SK. 2003. Effects of natural complex food on specific enzymes of serum and liver and liver microstructure of rats fed a high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 256-262.
6. Park JS, Park JG, Kim JH, Yu YK, Pyo YH, Lee MG, Sin JH, Hwang SJ, Park MH. 2003. The effect of natural food uptake for 6 months on physical fitness and lipids in blood of athletic player. *Korean J Phys Educ* 42: 883-893.
7. Kim ES, Park MH, Hwang SJ, Jeong YH. 2004. *Saengshik*, a formulated health food, decreases blood glucose and increase survival rate in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Med Food* 7: 162-167.
8. Lee YJ, Lee HM, Park TS. 2003. Effects of uncooked powdered food on antioxidative system and serum mineral concentrations in rats fed unbalanced diet. *Korean J Nutr* 34: 898-907.
9. Park JY, Yang M, Jung HS, Lee JH, Bae HK, Park TS. 2003. Effect of raw brown rice and Job's tear supplemented diet on serum and hepatic lipid concentration, antioxidative system, and immune function of rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 197-206.
10. Park SH, Han JH. 2003. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. *Korean J Nutr* 36: 49-63.
11. Song MK, Hong SG, Hwang SJ. 2003. Improve effects of *Saengshik* on patient with fatty liver and hyperlipidemia in murine. *Korean J Nutr* 36: 834-840.
12. Kang SM, Shim JY, Hwang SJ, Hong SG, Jang HE, Park MH. 2003. Effects of *Saengshik* supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 906-912.
13. Han JH, Park SH. 2003. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, body fat and serum lipid composition in hyperlipidemic patients. *Korean J Nutr* 36: 589-602.
14. Jang YS, Lee JH, Kim OY, Park HY, Lee SY. 2001. Consumption of whole grain and legume powder reduces insulin demand, lipid peroxidation, and plasma homocysteine concentration in patients with coronary artery disease: randomized controlled clinical trial. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 21: 2065-2071.
15. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Baker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. 1981. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 34: 362-366.
16. Wolever TM, Jenkins DJ, Josse RG. 1991. The glycemic index: methodology and implication. *Am J Clin Nutr* 54: 846-854.
17. Lee JS, Shin HK. 1997. Effects of addition of chicory extract on starch hydrolysis in vitro and glucose response in healthy subjects. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1295-1303.
18. Yoon SK, Kim MA. 1998. Glycemic responses of Korean domestic meals and diabetic meals in normal subjects. *Korean J Food & Nutr* 11: 303-311.
19. Koichi K, Yukichi O, Kamejiro Y. 1985. Changes in blood glucose and insulin after an oral palatinose administration in normal subjects. *Endocrinol Japan* 32: 933-936.
20. Yamashita K, Kawai K, Itakura M. 1984. Effects of fructo-oligosaccharides on blood glucose and serum lipids in diabetic subjects. *Nutr Res* 4: 961-966.
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.
22. Jenkins DJ, Jenkins MJ, Wolever TM, Taylor RH, Ghafari H. 1986. Slow release carbohydrate: mechanism of action of viscous fibers. *J Clin Nutr Gastroenterol* 1: 237-241.
23. Wolever TM. 1990. Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. *Am J Clin Nutr* 51: 72-75.

24. Nishimune T, Yakushiji T, Sumimoto T, Taguchi S, Konishi Y, Nakahara S, Ichikawa T, Kunita N. 1991. Glycemic response and fiber content of some foods. *Am J Clin Nutr* 54: 414-419.
25. American Diabetes Association. 1987. Nutritional recommendations and principles for individuals with diabetes mellitus. *Diabetes Care* 10: 126-132.
26. Jenkins DJA, Wolever TMS, Jenkins AL. 1988. Starchy foods and glycemic index. *Diabetes Care* 11: 149-159.
27. 이지숙. 1996. 곡류와 두류혼합식의 전분가수분해율 및 혈당 지수에 관한 연구. 한양대학교 석사학위논문.

(2007년 7월 25일 접수; 2007년 12월 7일 채택)