

Guar gum을 첨가한 죽설기가 Type-Ⅱ 당뇨병 환자의 혈액성분에 미치는 영향

Effects of Guar Suksölgi on the Blood Glucose and Lipids in Type-Ⅱ Diabetic Subjects

한양대학교 가정대학 식품영양학과

교 수 장 유 경

식 사 서 문 희

박사과정 김 은 미

한양대학교 의과대학

내과교수 안 유 현

Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics, Hanyang Univ.

Professor : Yu Kyung Chang

Master : Mun Hee Seo

Doctoral course : Eun Mi Kim

Dept. of Internal Medicine, College of Medicine, Hanyang Univ.

Professor : You Hern Ahn

〈 목 차 〉

- | | |
|---------|------------|
| I. 서론 | Ⅲ. 결과 및 고찰 |
| Ⅱ. 실험방법 | Ⅳ. 요약 및 결론 |
| | 참고문헌 |

〈 Abstract 〉

To determine the effects of guar suksölgi on blood glucose and lipids in type-Ⅱ diabetic subjects, a piece of guar suksölgi(36.3g, 54Kcal) was administered to eight patients for 3 weeks every meal.

No significant differences occurred in dietary intakes and body weight before and after the treatment. Fasting blood glucose levels were decreased from 132.38mg/dl to 114.75mg/dl after the treatment, but not statistically significant.

Blood TG levels were increased from 159.13mg/dl to 175.00mg/dl after the treatment, but not statistically significant. Excluding one patient who had extremely

high TG level, blood TG levels tended to be decreased from 148.00mg/dl to 121.00mg/dl. TC, LDL-c, HDL-c levels were decreased after the treatment, but not statistically significant.

HbA_{1c} concentrations were decreased from 8.54mg/dl to 7.80mg/dl after the treatment, but not statistically significant.

In the case of three patients who had had normal fasting blood glucose levels, blood glucose levels tended to be decreased at postprandial 30, 60 minutes, and blood insulin levels tended to be decreased at postprandial 30, 60, 90, 120 minutes, although none of the levels were statistically significant.

Therefore, if guar suksölgi is administered to type-II diabetic subjects being more hyperglycemic than our patients, their blood glucose and lipids will be decreased significantly.

Key words ; guar suksölgi. dietary intakes. normal fasting blood glucose.

I. 서론

국내에서 당뇨병에 의한 사망은 70년의 경우 전체 사망원인의 0.3%, 81년 1.0%, 1988년의 경우 1.6%로 점차 증가하는 추세에 있다.¹⁾ 특히 유전적인 소인이 있는 가계에서 과체중이나 비만증인 사람은 인슐린을 과잉 생산 분비하여 결국에는 췌장의 인슐린 분비기능이 쇠퇴되고 탄수화물 대사 장애를 보이게 되며, 제 2형 당뇨병의 대부분이 과체중 또는 비만증인 심을 감안할 때²⁾ 비만을 동반한 제 2형 당뇨병의 주된 치료 목표는 당대사 조절을 위한 인슐린 저항에 있으므로, 운동과 혈당강화제도 인슐린 저항에 영향을 주지만 식사요법이 여전히 중요한 치료법이 된다.³⁾

한편 Trowell⁴⁾에 따르면 식사에서 섬유소 부족은 부분적으로 당뇨병 유발에 기여한다고 하였으며, Hollenbeck 등⁵⁾은 식사중에 1일 27g/1000Kcal 이상의 섬유소를 섭취시켜야만 혈당 조절의 효과를 얻을 수 있다고 볼 수 있으나 실제로 자연 상태의 섬유소를 1일 27g/1000Kcal 섭취하는 것은 매우 어려울 것이라고 하였다.

이에 반해 Jenkins 등⁶⁾에 의하면 섬유소들 중에서 혈당과 혈중 인슐린 농도를 낮추는데 guar가 매우 효과적이라고 하였으며, 또한 식이 섬유 중 guar gum은 다른 섬유소에 비하여 훨씬 적은 양으로도 당뇨

인 뿐만 아니라 정상인에서도 특히, 혈당과 혈중 인슐린치를 낮출 수 있음이 증명되었다.^{7,8)}

더우기 제 1형 및 제 2형 당뇨병인에게 장기적으로 섭취하도록 할 경우 당질 및 지질대사의 향상을 가져온다고 보고되어 왔다.^{9,10)}

이상과 같은 효과를 가진 guar gum의 소장관 내에서의 침도 형성은 생리적 작용에 중요한 역할을 하여 당질 및 지질대사의 향상을 가져오지만^{11,12)} guar가 powder 형태로 제공되는 경우에는 매우 흡습성이 강하여 점성을 증가시키기 때문에 입안에 붙어 먹기 불편하므로 granules이나 minitabets^{13,14)} 형태로 복용되었다. 그러나 이런 경우에는 가수분해 속도가 느려서 소장 내에서의 침도 형성이 잘 되지 않으며, 또한 팽만감, 헛배부름, 잦은 배변, 설사, 메스꺼움, 구토증세 등의 부작용을 보인다고 하였다.

이에 반해 guar gum이 첨가된 식품은 섭취시 불편함이 없고¹⁵⁾ 부작용도 적은 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 특히 guar crispbread,¹⁵⁾ guar bread,¹⁶⁾ guar biscuit,¹⁷⁾ guar soup,¹⁸⁾ 등과 같이 탄수화물과 함께 섭취할 경우 침도 형성이 쉬워 식후 혈당 및 혈중 인슐린 농도를 낮추는데 보다 효과적이라고 보고되었다.

따라서 본 연구에서는 한국인의 기호에 맞으며, 빵이나 비스킷보다는 지방 함량이 적고, 섭취시 분제가 되는 guar 특유의 냄새를 제거하기 위해 guar를 첨가한 쭉설기를 제조하여 이 guar쭉설기가 제 2형

당뇨인의 혈당 및 지질 대사에 미치는 영향을 알아 보고자 하였다.

II. 실험방법

1. 실험 대상자 및 기간

H 대학교 부속병원 외래환자들 중에 제 2형 당뇨병으로 처음 진단되었거나 치료중인 환자들로서 8명을 연구 대상으로 선정하여 guar gum을 첨가한 썩설기를 3주 동안 섭취하게 하였다.

2. Guar gum을 첨가한 썩설기의 제조 및 제공 방법

Guar 썩설기의 재료는 쌀(정부미 상품), guar gum (sigma사), 썩가루(태광 식품사), 인공 감미료(화인 스위트), 소금(한주소금)등이다.

제조 방법으로는 쌀을 4회 씻어 2시간 침수시킨 후 건져서 10분간 물기를 빼고 분쇄하여 가루로 만든 다음 20 mesh 체에 내린다. 1회 체에 내린 썩가루 300g에 썩가루 20g, guar gum 100g, 인공감미료 5g, 소금 1g을 혼합하여 24 mesh 체에 1회 내린 후 160g의 물과 잘 혼합하여 다시 한번 24 mesh체로 내린다. Stainless steel 시루(18×12.5×5cm)에 젖은 헝겊을 깔고 잘 혼합된 재료를 넣고 평평하게 한 후 정확히 20분간 하여 찜기에 넣고 20분간 쪄낸다.

다 찜진 백설기(726g)를 실온에서 식힌 후 플라스틱 도시락에 담아 -20℃에서 냉동 보관하였다가 1주일분씩 대상자들에게 제공하였다.

냉동 보관된 guar 썩설기는 섭취 1시간 전 실온에 꺼내 두거나 먹기 직전에 전자렌지에 녹여 매끼 식사와 함께 guar gum을 첨가한 썩설기(한끼분=36.3g, 54Kcal)를 섭취하도록 하였다.

3. Guar gum을 첨가한 썩설기의 일반 성분 및 총 식이 섬유질 분석

Guar 썩설기의 일반 성분 분석은 AOAC법¹⁹⁾에 준

해 수분은 상압건조법으로, 조회분은 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법을 이용하였다. 조단백질은 Micro Kjeldahl법을 사용하여 총 질소량을 측정된 후 질소 계수인 6.25를 곱하여 산출하였으며, 탄수화물의 양은 총량에서 수분, 조단백, 조지방, 조회분, 총섬유질 함량을 뺀 값으로 산출하였다.

총 식이 섬유질의 함량(Total Dietary Fiber : TDF)은 Mongeau등²⁰⁾의 방법으로 분석하여 산출한 불용성 식이 섬유질(Insoluble Dietary Fiber : IDF)의 함량과 가용성 식이 섬유질(Soluble Dietary Fiber)의 함량을 합한 값으로 하였다.

4. 식사 섭취상태와 체중 측정

실험기간 동안에 실험대상자들에게 guar 썩설기 섭취전의 식사 섭취상태와 열량을 유지하도록 하였으며, 또한 매끼의 guar 썩설기 섭취량으로 증가된 탄수화물의 양을 고려하여 식사중의 쌀의 양(0.5교환, 54Kcal)을 줄였다.

식사 섭취상태는 처방전에는 24시간 회상 기록법에 의해, 실험기간 동안에는 1주마다 3일 식사기록에 의하여 얻어진 결과들을 식품성분표 4차 개정판²¹⁾을 참고로 한 전자프로그램을 이용하여 대상자들의 식사 섭취량 및 영양소량을 산출하였다.

또한 대상자들로 하여금 실험전 식사 섭취상태를 유지하여 체중의 변화가 없도록 하기 위해 실험대상자들이 1주에 한번씩 당뇨 교실에 참석할 때 개인적인 상담을 통해 환자들의 식사 섭취상태와 체중의 변화를 조사하였으며, 동시에 guar 썩설기 섭취로 인한 부작용 여부도 알아보았다.

5. 혈액 채취 방법 및 분석

Guar 썩설기를 섭취하기전과 3주동안 섭취한 후 각 경우마다 공복상태의 혈당과 지질 농도를 측정하기 위해 12시간 금식후 정맥혈 2ml와 4ml씩을 채취한 후 공복시 혈당은 glucose oxidase method²²⁾(Gilford 230)에 의하여 Autokit Glucose (Wako Code No. 996-90901)를 이용하여 분석하였고, Triglyceride

(TG), total-cholesterol(TC), HDL-cholesterol은 전기 영동법인 Abbott VP에 의하여 자동분석 하였으며, LDL-cholesterol은 계산식(LDL-c = TC-(HDL-c)-TG/5)에 의하여 산출하였다.

HbA_{1c}는 7명의 실험대상자에서만 guar 쏭설기 섭취전과 3주동안 섭취후 각각 공복상태에서 정맥혈 2ml를 채취하여 전기 영동법인 Abbott VP에 의하여 자동 분석하였다.

한편, 8명의 실험대상자들 중에 공복시 혈당이 정상 수준인 3명의 환자들에서 식후 혈당과 혈중 인슐린 농도 및 패턴의 변화를 알아보기 위하여 guar 쏭설기를 섭취하기전과 3주동안 섭취한 후에 각각 공복상태와 정상 식사후 30, 60, 90, 120분 마다 정맥혈 4ml씩을 채취하였다.

식후 혈당 농도는 glucose oxidase method²²⁾에 의하여 Auto Glucose(Wako, Code No. 996-90901)를 이용하여 분석하였으며, 식후 혈중 인슐린 농도는 radioimmunoassay method²³⁾로 Insulin Riabead II(“イホ”シト 株式会社)와 Packard Multi-Prias 4. Gamma counter를 이용, 분석하였다.

6. 통계 처리

본 연구의 통계처리 방법으로 SPSS(Statistical Package of the Social Science) program을 이용하여 guar 쏭설기 섭취전과 3주동안 섭취후 식사섭취 상태, 체중 변화 및 공복시 혈당, triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, HbA_{1c}의 유의적인 차이는 paired t-test²⁴⁾를, 식후 시간 경과에 따른 혈당, 혈중 인슐린 농도의 차는 측정 대상자 수가 적은 이유로 wilcoxon test²⁴⁾를 실행하여 유의수준 p<0.05에서 비교 분석하였으며, 모든 결과들은 Mean±SE로 표시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. Guar gum을 첨가한 쏭설기의 일반 성분 및 총 식이 섬유질

(Guar 쏭설기의 일반 성분 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Compositions of Guar Suksölgi

Unit	A Piece of Guar Suksölgi)	
	(g)	(%)
Moisture	18.45	47.77
Protein	1.10	3.02
Fat	0.07	0.19
Carbohydrate ²⁾	12.20	33.62
Ash	0.22	0.61
Total dietary fiber	5.37	14.79
Total Kcal	54 Kcal	

1) A piece of guar Suksölgi(36.3g).

2) Calculated by difference : 100 - (moisture + protein + fat + ash + total dietary fiber)

Guar 쏭설기 개당 무게는 약 36g이다. 그 중 수분은 48%, 단백질은 3%, 지방은 0.2%, 탄수화물은 34%, 총 식이 섬유질은 15%가 함유되어 있다.

또한 Table 2에 제시된 바와 같이 guar 쏭설기 내에 guar gum은 12%나 함유되어 있으며, 총 식이 섬유질 중에 가용성 섬유질은 약 12%, 불용성 섬유질은 약 3%에 이른다.

Table 2. Soluble Dietary Fiber and Insoluble Dietary Fiber of Guar Suksölgi

	(% ^o)		
	SDF ¹⁾	IDF ²⁾	TDF ³⁾
SGS ⁴⁾	11.96	2.84	14.79
Guar gum	10.89	1.11	12.00
Suk powder	0.17	1.35	1.51
Rice flour	0.90	0.38	1.28

1) Soluble dietary fiber.

2) Insoluble dietary fiber.

3) Total dietary fiber.

4) Sum of Guar Suksölgi.

2. 실험대상자들의 임상적 특징

실험대상자인 8명의 임상적 특징은 Table 3에 제시된 바와 같으며, Broca방식²⁵⁾에 의하여 계산된 이상체중(Ideal weight)에 대한 백분율(RBW, Relative body weight = 현재체중/이상체중×100)은 119.50%로 본 연구의 대상자들이 과체중임을 보여주고 있다.

실험대상자들의 혈당 조절을 위한 처방은 guar gum이외에 당조절에 영향을 줄 수 있는 요인들을 배제하기 위하여 실험기간 동안에도 처방전 상태를 그대로 유지하였다.

실험대상자들의 당뇨 경력은 1개월-5년으로 이들 중 4명은 6개월 이전에 새로 진단된 당뇨병자들로 당뇨병에 의한 합병증은 없었으며, 또한 이들 중 4명은 부모와 형제 또는 부계 쪽에 당뇨병자를 가진 사람들로서 본 실험 대상자들의 50%가 가족력이 있음을 알 수 있었다.

3. 실험 대상자들의 식사 섭취상태 및 체중 변화

Guar죽설기 섭취전과 3주동안 섭취후의 식사 섭취

취상태는 Table 4에서 보는 바와 같이 총열량에 대해 탄수화물은 56%(259.4g)와 58%(289.9g), 단백질은 18%(85.5g)와 17%(86.3g), 지방은 27%(56.0g)와 25%(54.1g)로 섬유소의 섭취량(p<0.001)을 제외하고는 3대 영양소의 섭취량과 총열량에서 유의적 차이를 보이지 않은 점으로 보아 실험기간중 식사 섭취상태에 변화가 없었음을 알 수 있었다.

Table 4. Dietary intake of the subjects before and after the treatment

	Before	After	P-value
Carbohydrate(g)	259.4±21.1 ¹⁾	289.9± 25.6	NS ²⁾
Protein(g)	85.5± 4.3	86.3± 8.2	NS
Fat(g)	56.0± 7.3	54.1± 3.6	NS
Fiber(g)	10.7± 1.2	25.6± 1.1	< 0.001 ³⁾
Calories(Kcal)	1866.8±64.6	1987.8±144.2	NS

1) Mean±SE

2) NS : Not significant at $\alpha=0.05$ level between before and after the treatment by paired t-test.

3) Significantly different at p<0.001.

체중에 있어서도 Table 5에 제시된 바와 같이 어떠한 유의적 변화도 보이지 않았는데 이는 실험기간

Table 3. Characteristics of subjects on admission to the study

Subject	Sex	Age	WT(Kg)	RBW ¹⁾	HT (cm)	Diet ²⁾ (Kcal)	Therapy	Complication
1	F	31	60.0	119	156.0	1700	diet ³⁾	.
2	F	39	67.8	133	156.6	1800	Diami.1T	.
3	F	34	54.5	101	160.0	1600	diet	.
4	F	47	56.5	116	154.0	1600	diet	.
5	F	46	62.8	142	149.0	1700	Diami.1T	.
6	M	39	73.0	113	172.0	1800	diet	.
7	M	39	79.0	122	172.0	1800	diet	.
8	M	39	69.0	124	162.0	1800	diet	.
Mean ±SEM		39.25 ±1.90	65.33 ±2.97	119.50 ±3.48	160.25 ±2.91	1725.00 ±31.34		

1) Calculated by Broca formula(Height(cm)-100×0.9).

2) Ordered by dietitian.

3) Diamicron 1 tablet.

중에 guar 껍질기가 식사 패턴과 섭취량에 영향을 주지 않아 체중의 변화를 보이지 않았다.

Table 5. Body weight before and after the treatment (Kg)

	Before	After	P-value
Weight	65.33±2.97 ¹⁾	64.18±3.19	NS ²⁾

1) Mean±SE

2) NS : Not significant at $\alpha=0.05$ level between before and after the treatment by paired t-test.

4. Fasting blood glucose

본 연구의 공복시 혈당 농도는 Table 6에서 보는 바와 같이 guar 껍질기를 섭취하기전과 3주동안 guar 껍질기를 섭취시킨 후의 혈당 농도는 132.38mg/dl에서 114.75mg/dl로 감소 경향은 보였지만 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 못하였다. 그 이유는 실험대상자들의 실험 초기 공복시 혈당 농도가 정상에 아주 가까울 정도로 그다지 높지 않았기 때문이라고 생각된다.

따라서 실험대상자들에게 guar를 섭취시킨 후 공복시 혈당 농도에서 뚜렷한 감소를 보였던 연구 사례들에서는^{26,27)} 이들 대상자들의 처방전 공복시 혈당이 각각 240, 301mg/dl로 본 연구 대상자들의 공복시 혈당 132.38mg/dl보다 높았기 때문이라고 생각된다.

한편, guar가 적절하게 효능을 발휘하기 위해서는 섭취 즉시 위장관 내에서 guar와 특히, 탄수화물과의 혼합이 잘 이루어져야 한다고 하였다.^{28,29)} 그러므로 guar의 효과는 제공 방법에 따라 차이가 있을 수 있으며, guar가 식사와 함께 섭취되는 혼합 제공 방법은 식후 혈당을 낮추기에 충분할 만큼 guar와 음식물이 빠르게 혼합되기 어려울것이라고 하였다.

이러한 점을 고려할 때 guar 껍질기를 식사 20-30분전에 섭취하도록 하는 것이 보다 효과적인 제공 방법이라고 생각되나 본 연구에서는 실험 대상자들이 보다 잘 수용하도록 하기 위하여 guar 껍질기를 식사와 동시에 섭취하도록 한 결과 위장관에서 guar 껍질기 내에 함유된 guar와 탄수화물이 충분히 gel

을 형성할 수 없었기 때문에 식후 혈당 농도를 낮추는 효과가 적지 않았나 생각된다.

5. Fasting blood lipids

Guar 껍질기를 섭취하기전과 3주동안 섭취한 후의 혈중 triglyceride, total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol의 농도는 Table 6에 제시된 바와 같다.

Table 6. Blood compositions before and after the treatment

	Before	After	P-value
Fasting blood glucose(mg/dl)	132.38±12.17 ¹⁾	114.75± 6.75	NS ²⁾
Triglyceride (mg/dl)	159.13±31.71	175.00±56.69	NS
Total-c(mg/dl)	154.13± 6.41	144.88± 8.31	NS
LDL-c(mg/dl)	81.80± 5.46	74.50±13.51	NS
HDL-c(mg/dl)	40.50± 4.33	35.38± 3.84	NS
HbA1c ³⁾ (%)	8.54± 0.44	7.80± 0.75	NS

1) Mean±SE

2) NS : Not significant at $\alpha=0.05$ level between before and after the treatment by paired t-test.

3) Mean±SE for seven D.M subjects.

(1) Triglyceride

본 연구에서는 TG농도가 처방전 159.13mg/dl에서 처방후 175.00mg/dl로 유의적이진 않지만 증가 경향을 보였다.

한편 고탄수화물 식이(carbohydrate 85%, protein 15%)에 의해 유도된 식후 혈중 인슐린의 증가는 간에서의 중성지방 생성을 높여 고지혈증을 유발한다고 하였으며,³⁰⁾ 제 2형 당뇨병인에서 고탄수화물 식이는(carbohydrate 60%, fat 20%)는 혈장 TG에서 22%의 유의적인 상승을 가져왔는데, 특히 VLDL의 TG에서 43%의 상승을 보였다.³¹⁾ 또한 제 2형 당뇨병인이 6달 동안 하루에 granola-type의 guar bars 6개를 섭취하였을 때 오히려 186mg/dl에서 353mg/dl로 유의적인 TG 상승을 보였는데, 이러한 결과는 탄수

화물 섭취가 총열량의 36.6%에서 52.9%로 유의적으로 증가하였기 때문이다.³²⁾

이에 비해 본 연구에서의 탄수화물 섭취량은 guar 썬설기 섭취전과 후에서 각각 총열량의 56%(259.40±21.14g)와 58%(289.88±25.58g)로 유의적인 차이는 보이지 않았으나 약간 증가되었다. 그러나 총열량, 단백질 및 지방에 있어서도 어떠한 유의적 변화를 보이지 않았으므로 단순히 탄수화물 섭취량의 증가에 따른 결과라고 해석하기 보다는 대상자들 중에 한 환자의 처방전 237mg/dl에서 처방후 553mg/dl로의 급격한 TG상승이 전체 TG농도를 높인 것으로 생각된다.

그러므로 극심한 TG상승을 보인 대상자를 제외할 경우 guar 썬설기를 섭취하기전 148mg/dl에서 섭취후 121mg/dl로 유의적이진 않지만 TG 감소경향을 보였다.

이러한 TG의 감소경향은 Jenkins,¹⁵⁾ Requejo등³³⁾의 연구 결과와도 유사하였다.

(2) Total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol

Guar썬설기 섭취전과 후의 혈중 총 콜레스테롤은 154.13mg/dl에서 144.88mg/dl로, LDL-c은 81.80mg/dl에서 74.50mg/dl로 감소 경향을 보였으며, 또한 HDL-c에서도 40.50mg/dl에서 35.38mg/dl로 감소 경향을 보였다.

이렇듯 본 연구에서는 LDL-c뿐만 아니라 HDL-c에서도 감소 경향을 보였는데, Jenkins¹⁵⁾등의 연구에서 HDL-c의 감소가 일시적이었던 점과 혈중 총 콜레스테롤을 낮추는 효과는 LDL-c의 감소에 의한 것이라는 연구 결과들^{34,35)}을 고려하여 볼 때 본 연구의 혈중 총 콜레스테롤의 감소 경향은 주로 LDL-c의 감소에 기인한다고 생각된다.

또한 guar 섭취후 총 콜레스테롤과 LDL-c의 감소율은 실험 초기의 총 콜레스테롤과 LDL-c 농도와 유의적으로 비례한다고 하였으며,^{10,36)} Jenkins등에 따르면 고지혈증인들¹⁵⁾에게 guar crispbread를 섭취시켰을 때 혈중 콜레스테롤 농도에서 최대 11%의 유의적 감소를 보인 반면, 본 연구의 총 콜레스테롤과

LDL-c 농도의 감소가 유의적이지 못했던 것은 Jenkins등의 연구에서 환자들의 초기 혈중 콜레스테롤 농도는 236mg/dl 이상으로 상당히 높은 데 비고 해 본 연구의 당뇨병자들의 초기 콜레스테롤 농도(평균 154mg/dl)는 낮았기 때문인 것으로 생각된다.

한편 guar의 혈청 콜레스테롤 감소 효과는 guar를 섭취해서 3-8주사이에 최대 감소를 보인다고 하였으며,^{37,38)} Jenkins등¹⁵⁾은 고지혈증 환자에게 하루에 약 guar 15g을 제공한 경우 2-3주째 최대 감소 상태를 보인 것으로 보아 본 연구기간은 혈중 지질 농도를 낮추는 데 불충분하다고 생각되지 않는다.

6. HbA_{1c}

Guar 썬설기를 섭취하기전과 후에서의 당화 혈색소, HbA_{1c}는 Table 6에서와 같다.

혈중 헤모글로빈 농도와 혈장 콜레스테롤 농도 간에는 유의적인 상관관계가 있어서, 고혈당증인 경우 고콜레스테롤증을 유발하기 쉽다고 하였다.³⁹⁾ 따라서 혈당 농도를 반영하는 중요한 지표로서 HbA_{1c}를 알아 보았다.

당화 혈색소, HbA_{1c}의 정상 범위가 4-6%인데 비해⁴⁰⁾ 본 연구 대상자들의 실험 초기 HbA_{1c}는 8.54%로 3주 동안 guar 썬설기 섭취후 7.80%로 감소하는 경향을 보였다. 김등⁴¹⁾의 연구에서 제 2형 당뇨병인들에게 3주간 하루에 guar powder 15g을 복용시킨 경우 HbA_{1c}가 본 연구에서 보다 뚜렷한 감소를 보인 것은 김등의 연구대상자들의 공복시 혈당 농도(193.8±53.3mg/dl)가 본 연구 대상자들의 공복시 혈당 농도(132.38±12.17mg/dl)보다 높았기 때문이라 생각된다. 그러나 Sels등⁴²⁾에 따르면 제 2형 당뇨병인들에게 guar bread를 섭취하도록 한 경우 3주후 오히려 유의적인 증가를 보였는데 이는 하루에 guar 8.1g의 섭취가 장기적으로 혈당을 조절하는 데 향상을 가져오기에 충분하지 못했던 것으로 사료된다.

7. Postprandial Blood glucose levels

공복시 혈당 농도가 최소 2회 이상 측정되었을 경

우에도 여전히 140mg/dl이 넘는 혈당치를 보이면 당뇨병으로 진단된다. 그러나 극히 경증인 당뇨병자들은 정상 범위의 공복시 혈당 농도를 보이므로 일정량의 glucose(1g/kg body weight, 최대 100g)를 복용시켜 당 처리 능력을 알아보는 OGTT(Oral glucose Tolerance Test)를 실행하여 당 섭취후의 혈당 농도 중 200mg/dl을 넘는 혈당치가 2회 이상인지를 검사한다.⁴⁰⁾

따라서 본 연구에서는 실험초기의 공복시 혈당이 정상 수준인 3명의 당뇨병자들에게 guar썩설기 섭취전과 3주후에서 식후 시간 경과에 따른 혈당 농도 및 패턴의 변화를 보고자 하였으며, 한편 환자들로 하여금 혈당을 높힐 수 있는 OGTT의 glucose대신 정상 식사를 하도록 하여 측정된 결과는 Fig.1에서와 같다.

Guar 썩설기 섭취전과 후의 공복시와 정상 식사 후 30, 60, 90, 120분에서 각각 혈당 농도를 측정된 결과 공복시 혈당은 111.67±4.41mg/dl에서 116.33±8.33mg/dl로, 식후 30분의 혈당은 213.67±19.36

mg/dl에서 187.67±5.36 mg/dl로, 식후 60분의 혈당은 223.00±32.51mg/dl에서 208.67±9.91mg/dl로, 식후 90분의 혈당에선 193.67±23.98mg/dl에서 195.67±14.62mg/dl로, 식후 120분의 혈당에선 167.00±19.98mg/dl에서 164.00±2.89mg/dl로 유의적인 차이는 보이지 않았지만 식후 30, 60분의 혈당에서 감소 경향을 보였다.

8. Postprandial Blood Insulin levels

Guar썩설기 섭취전과 후에서 공복시 혈중 인슐린 농도는 Fig.2에서 보는 바와 같다.

Guar 썩설기 섭취전과 후에서 혈중 인슐린 농도는 공복시에 각각 6.03±1.42μU/ml에서 7.30±0.87μU/ml로, 식후 30분에서는 34.47±5.43μU/ml에서 28.07±1.44μU/ml로, 식후 60분에서는 42.40±8.15μU/ml에서 35.83±3.35μU/ml로, 식후 90분에서는 51.93±14.71μU/ml에서 39.67±7.95 μU/ml로, 식후 120분에서는 58.53±20.37μU/ml에서 36.63±7.58μU/ml로 다

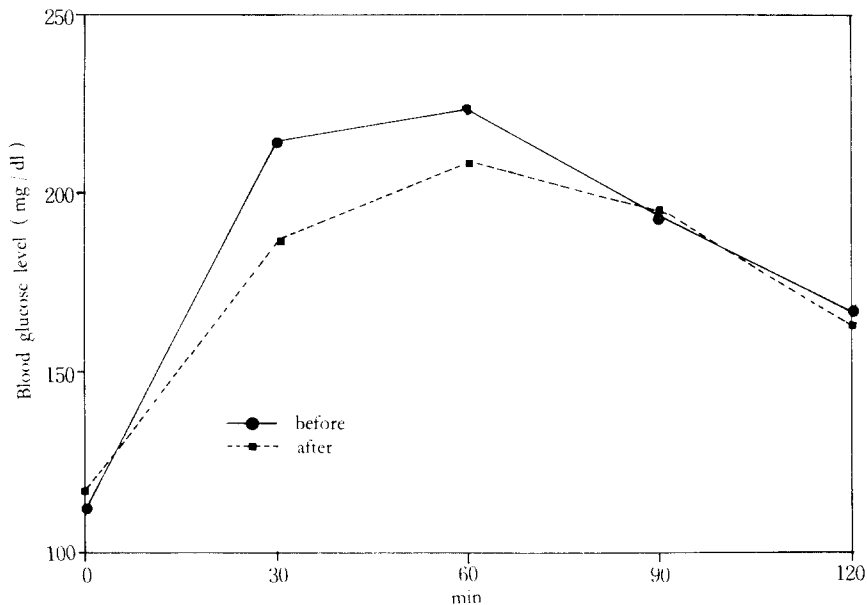


Fig. 1. Changes of blood glucose from fasting value against postprandial time in three subjects before and after the treatment.

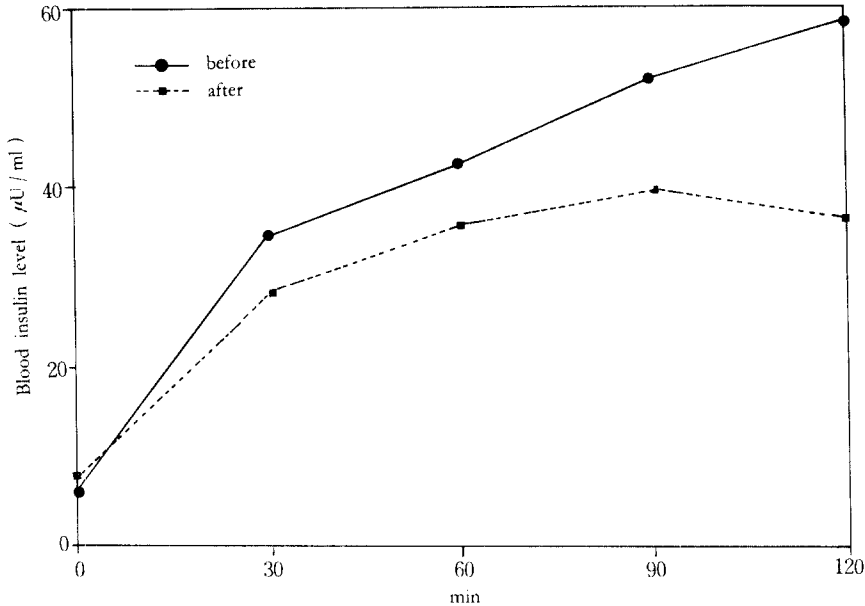


Fig. 2. Changes of insulin level from fasting value against postprandial time in three subjects before and after the treatment.

소 감소 경향은 보였으나 유의적 차이는 보이지 않았다.

Guar섭취가 혈중 인슐린 농도를 감소시키는 주된 요인으로는 소장관 내에서 guar가 겔을 형성하므로써 탄수화물의 소화 흡수를 지연시켜 식후 혈당 감소를 가져오는 데 기인한 것으로 생각된다.⁴³⁾ 따라서 식후 30, 60분에서 혈중 인슐린 농도가 감소 경향을 보인 것은 식후 30, 60분에서 혈당 감소에 따른 것으로 보인다.

그러나 식후 90, 120분에서는 혈당 농도에 거의 변화를 보이지 않은 반면, 혈중 인슐린 농도만 여전히 감소하는 경향을 보였는데 이는 인슐린 저항성의 감소에 영향을 주었을 것으로 사료된다.

인슐린 비의존형 당뇨병인에서는 흔히 인슐린과 인슐린 수용체와 결합이 감소되고, 수용체와 결합이 된 이후에도 세포내에서 일어나는 결합으로 인슐린 저항이 유발되며, 이러한 인슐린에 대한 민감도(sensitivity) 및 반응도(responsiveness) 감소가 혈당 조절에 문제를 일으킨다.⁴⁴⁾

따라서 본 연구의 식후 90, 120분에서 혈중 인슐린의 농도만 감소하는 경향을 보인 것은 guar 죽설기 섭취가 인슐린 수용체의 민감도 및 반응도 향상에도 영향을 준 것으로 사료되나 이 부분에 대해서는 실제적인 측정이 따르는 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 guar gum을 첨가한 죽설기가 제 2형 당뇨병인들의 혈당 및 혈중 지질 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 매끼 식사와 함께 guar gum을 첨가한 죽설기(0.5교환, 54Kcal)를 섭취하도록 하였다. 섭취전과 섭취후의 식사 섭취량 및 체중과 공복시 혈당, triglyceride, total-cholesterol, HDL-c, LDL-c, HbA_{1c} 농도의 변화를 측정하였다. 또한 공복시 혈당이 정상 수준인 3명의 환자들의 공복시와 정상 식사후 30, 60, 90, 120분에서의 혈당 및 혈중 인슐린 농도의 변화와 패턴을 조사하였다. 그 결과

를 요약하면 다음과 같다.

1. Guar썩설기를 섭취하기전과 후에 식사 섭취상태는 섬유소 섭취량을 제외하고는 유의적 차이를 보이지 않아 체중에도 유의적인 변화가 없었으며, 따라서 식사 섭취 상태 와 체중 변화가 guar썩설기의 섭취기간중 혈당 및 혈중 지질 농도에 비칠 수 있는 영향을 배제하였다.

2. 공복시 혈당은 guar 썩설기 섭취전 132.38mg/dl에서 섭취후 114.75mg/dl로 통계적으로 유의적 차이는 없었지만 감소 경향을 보였다.

3. 혈중 triglyceride농도에서는 guar 썩설기 섭취전 159.13mg/dl에서 섭취후 175.00mg/dl로 통계적으로 유의적이진 않았지만 다소 증가하는 경향을 보였다. 그러나 급격한 TG상승을 보인 한 대상자를 제외하였을 경우에는 guar썩설기를 섭취하기전 148mg/dl에서 섭취 후 121mg/dl로 감소 경향을 보였다.

한편, 혈중 지질 농도 즉, total-cholesterol과 LDL-c에서도 guar 썩설기 섭취후에서 각각 감소 경향을 보였으며, HDL-c에서도 다소 감소 경향을 보이긴 했지만 통계적으로 유의적이진 않았다.

4. HbA_{1c}는 8.54%에서 7.80%로 통계적으로 유의적이진 않았지만 감소경향을 보였다.

5. 공복시 혈당 수준이 정상 범위인 3명의 당뇨병인들에서 공복시와 식후 30, 60, 90, 120분의 혈당과 인슐린 농도의 변화는 모두 통계적으로 유의적이진 않았지만 guar 썩설기를 섭취하기전보다 혈당 농도에서는 식후 30, 60분에서 감소 경향을 보였으며, 식후 혈중 인슐린 농도에서는 전반적으로 감소하는 경향을 보였다.

본 연구에서는 대상자들 중에 50%가 새로 진단된 당뇨병자들로서 혈당 및 혈중 지질 농도가 모두 정상 수준 범위에 가까웠기 때문에 당질 및 지질대사에서 유의적인 향상을 관찰하지는 못하였다.

따라서 본 연구 대상자들 보다 당조절이 잘 되지 않는 제 2 형 당뇨병인들에게 guar gum을 첨가한 썩설기를 섭취하도록 한다면 당조절 뿐만 아니라 지질대사를 향상시켜 당뇨병으로 인한 합병증 예방에 도움을 줄 수 있으리라 사료되어 보다 많은 연구가 요구된다.

【참 고 문 헌】

- 1) 김응진, 이상용, 민병석, 민헌기, 최영길, 이태희, 허갑범. 당뇨병학. 고려의학 P.23, 1992.
- 2) 이광우. 당뇨병과 비만증. 당뇨병. 14:5-11, 1990.
- 3) C. Russell Hoffman, S. Edwin Fineberg, Daniel C. Howey, Charles M. Clark, JR, And Zaneta Pronsky : Short term effects of high-fiber, high-carbohydrate diet in very obese diabetic individuals. Diabetes Care. 5:605-611 1982.
- 4) H. Trowell : Food and dietary fiber. Nutr. Rev. 35:7-11, 1977.
- 5) Clarie B Hollenbeck, Ann M Coulston, and Gerald M Reaven : To What extent dose increased dietary fiber improve glucose and lipid metabolism in patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM)? Am. J. Clin. Nutr. 43:16-24, 1986.
- 6) David J.A. Jenkins, Thomas M.S. Wolever, Anthony R. Leeds, Miguel A. Gassul, Peter Haisman, Jang Dilawari, David V. Goff, Geoffrey Lmetz, K.G.M.M. albreiti : Dietary fibers, fiber analogues, and glucose tolerance importance of viscosity. Br. Med. J. 1:1392-1394, 1978.
- 7) P.R. Eills and E.C. Apling, A.R. Leeds and N.R. Bolster : Guar bread acceptability and efficacy combined. Studies on blood glucose, serum insulin and satiety in normal subjects. Br. J. Nutr. 46: 267-276, 1981.
- 8) H.A Jarjis, N.A. Blackburn, J.S. Redfern and N. W. Read : The effect of ispaghula(Fybogel and Metamucil) and guar gum on glucose tolerance in man. Br. J. Nutr. 51:371-378, 1984.
- 9) Helena Vuorinen-Markkola, Mikko Sinisalo, and Veikko A Koivisto : Guar gum in insulin dependent diabetes : effects on glycemic control and serum lipoproteins. Am. J. Clin. Nutr.56:1056-1060, 1992.
- 10) Ulf Smith and Göran Holm : Effect of a modified guar gum preparation on glucose and lipid levels

- in diabetics and healthy volunteers. *Atherosclerosis*, 45:1-10, 1982.
- 11) B.C. Lalor, D. Bhatnagar, P.H. Winocour, M. Ishola, S. Arrol, M. Brading, P.N. Durrington ; Placebo-controlled trial of the effects of guar gum and metformin on fasting blood glucose and serum lipids in obese, type2 diabetic Patients. *Diabetic Medicine*. 7:242-245, 1990.
 - 12) P.R. Turner, J. Tuomilehto, P. Happonen, A.E. La Ville, M. Shaikh ; Metabolic studies on the hypolipidaemic effect of guar gum. *Atherosclerosis*, 81:145-50, 1990.
 - 13) C. Najemnik, H. kritz, K. Irsiqler, H. Laube, B. Knick, H.D. Klimm, P. Wahl, J. Vollmar, and C. Brauning ; Guar and its effects on Metabolic control in type II Diabetic Subjects. *Diabetes Care*. 7:215-220, 1984.
 - 14) J.A. Wilson, Mary M. Scott and R.S. Gray ; A comparison of metformin versus guar in combination with sulphonylureas in the treatment of non insulin dependent diabetes. *Horm. metabol. Res*, 21:317-319, 1989.
 - 15) David J.A. Jenkins, David Reynolds, Brenda Slavin, Anthony R. Leeds, Alexandra L. Jenkins, and Ewart M. Jepson ; Dietary fiber and blood lipids : treatment of hypercholesterolemia with guar crispbread. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:575-581, 1980.
 - 16) Peter R. Ellis and Fathy M. Dawoud, Edwin R. Morris ; Blood glucose, plasma insulin and sensory responses to guar-containing wheat breads : effects of molecular weight and particle size of guar gum. *Br. J. Nutr.* 66:363-379, 1991.
 - 17) P.R. Ellis, T. Kamalamathan, F.M. Dawoud, R. N. Strange and T.P. Coultate ; Evaluation of guar biscuits for use in the management of diabetes : Tests of physiological effects and palatability in non-diabetic volunteers. *Eur. J. Clin. Nutr.* 42: 425-435, 1988.
 - 18) T.M.S. Wolever, D.J.A. Jenkins, R. Nineham and K.G.M.M. Alberti ; Guar gum and reduction of postprandial glycaemia : effect of incorporation into solid food, liquid food, and both. *Br. J. Nutr.* 41:505-510, 1979.
 - 19) Official method of analysis of association of afficial analytical chemists. 13th ed Washington, DC, J of AoAc, 1980.
 - 20) Mongeau R., Brassard R. ; Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber : Collaborative study of a rapid gravimetric method. *Cereal Foods World*. 35:319-324, 1990.
 - 21) 식품성분표 ; 제4차 개정판. 농촌진흥청 농촌영양개선 연수원. 1991.
 - 22) Werner W., Rey H.G. & Wielinger H. ; On the properties of a new chromagen for the determination of glucose in blood according to the GOD/POD methods. *Zeitschrift für Analytische Chemie* 252:224-228, 1970.
 - 23) Soeldner J.S. & Stone D. ; Critical variables in the radioimmunoassay of serum insulin using the double antibody technique. *Diabetes* 14:771-779, 1965.
 - 24) 채서일, 김범중, 이성근. spss/pc*를 이용한 통계 분석. 학연사 1993.
 - 25) 모수미. 식사요법. 교문사. p.247-248, 1990.
 - 26) Tarun K. Ray, Kathi M. Mansell, Linda C. Knight, Leon S. Malmud, Oliver E. Owen, Guenther Bodeny fiber on glucose tolerance and gastric emptying in noninsulin dependent diabetic patients. *Am. J. Clin. Nutr.* 37:376-381, 1983.
 - 27) 김성운, 장영운, 양인명, 김진우, 김영설, 김광원, 최영길. 인슐린 비의존형 당뇨병에서 guar의 당질 및 지질대사에 대한 영향. *당뇨병*. 13: 153-161, 1989.
 - 28) P.R. Ellis, E.R. Morris ; Importance of the rate of hydration of pharmaceutical preparations of guar gum ; a new in vitro monitoring method. *Diabetic Medicine*. 8:378-381, 1991.
 - 29) P.R. Eills, E. R. Morris, A. G. Low ; Guar gum :

- the importance of reporting data on its physio-chemical properties. *diabetic medicine*, 3:490-491, 1986.
- 30) Gerald M. Reaven, Roger L. Lerner, Michael P. Stern : Role of insulin in endogenous hypertriglyceridemia. *J. Clin. Invest.* 46:1756-1767, 1967.
- 31) Angela A. Rivellese, Rosalba Giacco, Salvatore Genovese et al ; Effects of changing amount of carbohydrate in diet on Plasma Lipoproteins and Apolipoproteins in type II diabetic patients. *Diabetes Care* 13:446-448, 1990.
- 32) Michael E. McIvor, Charles C. Cummings, Mary Ann Van Duyn, Theresa A. Leo, Simeon Margolis, Kay M. Behall, Jane E. Michnowski and Albert I. Mendeloff ; Long-term effects of guar gum on blood lipids. *Atherosclerosis*. 60:7-13, 1986.
- 33) F. Requejo, L.O. Uttenenthal, S.R. Bloom ; Effects of α -glucosidase inhibition and viscous fiber on diabetic control and postprandial gut hormone responses. *Diabetic Medicine*. 7:515-520, 1990.
- 34) L.A. Simons, S. Gayst, S. Balasubramaniam and J. Ruys ; Long-term treatment of hypercholesterolemia with a new palatable formulation of guar gum. *Atherosclerosis*. 45:101-108, 1982.
- 35) Tatu A. Miettinen and Simo Tarpila ; Serum lipids and cholesterol metabolism during guar gum, *Plantago ovata* and high fiber treatments. *Clin. Chimica. Acta*. 183:253-262, 1989.
- 36) Pertti Ebeling, Hannele Yki-Järvinen, Antti Aro, Fero Helve, Mikko Sinisalo, and Veikko A. Koivisto ; Glucose and lipid metabolism and insulin sensitivity in type I diabetes : the effect of guar gum. *Am. J. Clin. Nutr.* 48:98-103, 1988.
- 37) Antti Aro, Matti Unsitupa, Erkki Voutilainen, and Timo Korhonen ; Effects of guar gum in male subjects with hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.* 39:911-916, 1984.
- 38) Abdur R. Khan, Ghazala Y. Khan, Alexandra Mitchel, Mohammed A. Qadeer ; Effect of guar gum on blood lipids. *Am. J. Clin. Nutr.* 34:2446-2449, 1981.
- 39) Kenneth H. Gabbay, Karen Hasty, Jan L. Breslow, R. Curtis Ellison, H. Franklin bunn, and Paul M. Gallop ; Glycosylated Hemoglobins and Long term blood glucose control in diabetes mellitus. *J. Clin. Endo. Metab.* 44:859-864, 1977.
- 40) L.Kathleen Mahan, Marian T. Arlin ; *Krause's Food, Nutrition & Diet therapy*. Saunders Co. p. 530-35, 1992.
- 41) 김은미. guar gum이 type-II 당뇨병 환자의 혈액 성분에 미치는 영향. 한양대학 석사학위 논문. 1988.
- 42) J.P. Sels, J.A. Flendrig and TH.J. Postmes ; The influence of guar gum bread on the regulation of diabetes mellitus type-II in elderly patients. *Br.J. Nutr.* 57:177-183, 1987
- 43) L.M. Morgan, T.J. Goulder, D.Tsiolakis, V. Marks, and K.G.M. Albert ; The effect of nonabsorbable carbohydrate on gut hormones. *Diabetologia*. 17:85-89, 1979.
- 44) 손영호 ; 인슐린 저항성. *당뇨병*. 10:119-125, 1986.