

## 로얄제리가 Streptozotocin 유발 당뇨 흰쥐의 치료 및 예방에 미치는 영향

우주연 · 백경연 · 한준표<sup>†</sup>  
대구효성가톨릭대학교 식품공학과

### Effect of Royal Jelly on Therapy and Prevention of Streptozotocin Induced Diabetic Rats

Joo-Yeon Woo, Kyung-Yeon Baek and Joon-Pyo Han<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung,  
Kyungsan 712-702, Korea

#### Abstract

In order to investigate the preventive and therapeutic of royal jelly on diabetes, the levels of blood glucose and serum lipids as well as the number of blood cells were determined in streptozotocin(STZ)-diabetic rats. Rats were divided into seven groups. The RJ group was administered royal jelly and the STZ group was treated with streptozotocin to induce diabetes. To determine the preventive effect, diabetes was induced after administration of royal jelly for 2 weeks in group RS1/RS2. In group SR1/SR2 diabetic rats were administered royal jelly for 2 weeks to investigate the therapeutic effect. After 3 weeks, the body weight was reduced in STZ and SR1 groups and food intake was increased in the STZ, RS1 and SR1 groups. The blood glucose level was similar to the control group in the RJ, RS1 and RS2 groups and there was no effect in the other groups. The total lipid and triglyceride level were lower in the SR1 group as compared to STZ, and the total cholesterol level was higher in the STZ group. The index of atherogenesis was lower in the RJ and SR1 groups compared to the normal group. The number of red blood cells and hemoglobin was higher in the RJ and SR1 groups and the number of white blood cells was higher in the RJ and SR2 groups.

**Key words:** rat, streptozotocin, royal jelly

#### 서 론

현대인은 가공식품의 등장으로 인한 식생활과 동물성 식품의 섭취 증가에 따른 식물성 식품 섭취의 감소로(1,2) 인해 동맥경화, 고혈압, 당뇨병 등 성인병 문제가 크게 대두되고 있으며, 그 중 당뇨병은 날이 갈수록 증가하는 추세를 보여 심각한 문제로 등장하고 있다. 당뇨병이란 췌장 Langerhan섬의  $\beta$ -cell에서 분비되는 인슐린의 분비 부족으로 인해 당분해가 이루어지지 않아 고혈당이 되는 질환으로 지속될 때 합병증을 야기하게 되며 초래되는 증상으로는 다뇨, 갈증, 피로, 체중 감소, 다식증 등이 있다. 이와 같은 당뇨병의 치료 요법으로는 식이 요법, 인슐린 요법, 운동 요법, 경구 혈당 강하제나 인슐린 주사 등의 방법이 있으나 경구 혈당 강하

제나 인슐린 주사 등의 방법은 안전성에서 많은 문제점(3)으로 야기되고 있어 근래에 와서는 인슐린 등의 약물 치료 이외에 민간요법(4)이나 자연식품이 각광을 받고 있는 실정이다.

로얄제리(Royal Jelly)란 일령이 3~12일 사이인 일벌들이 꿀과 꽃가루를 섭취한 뒤 인두선에서 분비하는 유백색의 불투명한 크림상의 물질로 갓 부화한 애벌레를 제외하고는 여왕벌만이 섭취하게 되므로 왕유(王乳)라 불려지는 것으로 주요 성분(5)은 분석자에 따라 조금씩 차이가 있으나 평균적으로 수분 66%, 단백질 13%, 탄수화물 14.5%, 지방 4.5% 및 기타 2%으로 구성되어 있다. 로얄제리에 대한 작용으로는 항암작용(6), 강정작용·보혈작용·혈압조절(7) 등 많은 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 당뇨병은 병 자체보다는 고혈

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

당으로 인한 합병증 때문에 더욱 문제가 되므로 당뇨에 있어서 가장 중요한 것은 혈당 농도의 조절이라 할 수 있다. 따라서 본 실험에서는 streptozotocin 유발 당뇨 흰쥐의 치료 및 예방에 미치는 로얄제리의 효과에 대하여 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

당뇨 유발은 streptozotocin(Sigma Co., USA)을 사용하였고 로얄제리는 생로얄제리(대만산)를 사용하였다. 로얄제리는 실험기간 동안 냉동상태로 보관하였으며 신선한 상태를 유지하기 위해 투여하기 몇 시간 전에 냉장상태로 바꾸어 경구투여하였다.

### 실험동물의 사육

실험동물은 체중이 200g 내외의 Sprague-Dawley 중 음성 흰쥐를 환경에 적응시키기 위해 1주일간 예비 사육하였다. 실험동물군은 Table 1과 같이 정상군(normal),

RJ군(Royal Jelly), 당뇨 유발군(STZ) 및 치료 효과를 보기 위하여 당뇨 유발 1주일 후 로얄제리를 2주간 투여한 군(RS1, RS2)과 예방효과를 보기 위하여 로얄제리를 2주간 투여한 후 당뇨를 유발시킨군(SR1, SR2)으로 나누었으며 치료 효과군과 예방 효과군은 로얄제리의 투여량을 공급 수준에 따라 두군(3g/kg · b.w./day, 6g/kg · b.w./day)으로 나누어 사육하였다. 실험기간 중의 실험동물의 사육조건은 온도를 25±1°C, 습도를 50% 전후로 하였으며, 12시간 주기로 명암을 조절하였다. 그리고 식이는 모든 군에 있어서 일반 배합 사료(pellet diet, 삼양사료 주식회사)를 물과 함께 자유롭게 섭취하게 하였다.

### 당뇨 유발

당뇨 유발은 췌장의 β-cell에만 특이적으로 작용하여 다른 기관에는 영향을 주지 않으며(8), 인슐린의 결핍으로 고혈당을 유발시킨다(9)고 알려져 있는 streptozotocin을 주사하기 바로 직전에 0.1M citrate에 용해(10)시켜 복강(60mg/kg · body weight)주사하였으며, 당뇨 유발 확인은 streptozotocin을 주사한 다음 1주일 후 꼬리 정맥에서 채혈한 혈액의 혈당량이 200mg/dl 이상(3)인 동물을 당뇨쥐로 간주하여 본 실험에 사용하였다.

### 체중 변화, 식이 섭취량 및 식이 효율

체중과 식이 섭취량은 실험기간을 통하여 2일에 한번씩 일정한 시간에 측정하였으며, 식이 효율은 전 식이 섭취량(g)에 대한 전 체중 증가량(g)의 비로 나타내었다.

$$\text{식이 효율} = \frac{\text{체중 증가량(g)}}{\text{식이 섭취량(g)}}$$

### 혈당 측정

혈당 농도는 streptozotocin을 주사한 다음 1주일 후 꼬리 정맥에서 채혈한 혈액을 혈당 측정계(glucocard, 일본)로 측정하였다.

### 지질 농도 측정

사육 마지막 날 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 diethyl ether로 마취시키고 개복하여 복부 대동맥에서 채혈하였으며, 혈액은 약 1시간 정도 방치시킨 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리한 뒤 혈청을 취하여 본 실험에 사용하였다. 혈청 총 지질 수준은 sulfophospho-vanillin 법(11)으로 측정하였으며 혈청 중성지질 수준은 변형된 tri-24 triglyceride법(12)을 이용한 kit(국제시약, 일

Table 1. Classification of experimental group

Group <sup>1)</sup>	STZ <sup>2)</sup>	RJ <sup>3)</sup>	RJ	STZ	RJ
	1st week		2nd week	3rd week	
Normal	-	-	-	-	-
RJ	-	+	+	-	+
STZ	+	-	-	-	-
RS1	-	+	+	+	-
RS2	-	+	+	+	-
SR1	+	-	+	-	+
SR2	+	-	+	-	+

(+: Treatment, -: Non-treatment)

<sup>1)</sup>Normal: Normal diet

RJ: Normal diet, oral administration of royal jelly(3g/kg · b.w./day) for 3 weeks

STZ: Normal diet, injection of streptozotocin(60mg/kg · b.w.)

RS1: Normal diet, oral administration of royal jelly(3g/kg · b.w./day) for 2 weeks and then injection of streptozotocin(60mg/kg · b.w.)

RS2: Normal diet, oral administration of royal jelly(6g/kg · b.w./day) for 2 weeks and then injection of streptozotocin(60mg/kg · b.w.)

SR1: Normal diet, injection of streptozotocin(60mg/kg · b.w.) and then oral administration of royal jelly(3g/kg · b.w./day) for 2 weeks

SR2: Normal diet, injection of streptozotocin(60mg/kg · b.w.) and then oral administration of royal jelly(6g/kg · b.w./day) for 2 weeks

<sup>2)</sup>STZ: Streptozotocin

<sup>3)</sup>RJ: Royal jelly

본)를 사용하여 측정하였다. 혈청 총 콜레스테롤(13)과 HDL콜레스테롤(14)은 효소법에 의한 kit(국제시약,일본)를 사용하여 측정하였으며 LDL콜레스테롤은 계산식 [LDL콜레스테롤=총 콜레스테롤-HDL콜레스테롤-(중성지질/5)](15)에 의하여 구하였다.

**혈구수 측정**

채취한 혈액 중 2ml는 혈구수를 측정하기 위하여 EDTA(ethylenediaminetetra-acetic acid)가 처리된 tube에 취한 뒤 냉장상태를 유지시킨 후 다음날 Cell-dyn 1600(Abbott사)으로 적혈구, 백혈구, 헤모글로빈을 측정하였다.

**통계처리**

실험결과와 data는 각 군별 평균치와 표준편차를 계산하고 분산분석한 후에 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test(16)에 의하여 유의성을 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**체중 변화, 식이 섭취량 및 식이 효율**

실험기간 동안의 체중 변화, 식이 섭취량 및 식이 효율은 Table 2와 같다. 체중 변화의 경우에는 모든 군에 있어서 STZ군과 치료 효과를 위한 SR1군만이 실험기간 동안 심한 체중의 감소를 보였으며 이는 Furuse 등(17)과 Preston(18)의 실험에서 streptozotocin 유발 당뇨흰쥐의 경우 성장이 급격히 감소하여 체중의 감소가

일어난다는 결과와 일치하였다. 식이 섭취량의 경우에는 정상군에 비하여 RJ군과 예방효과를 위한 RS2군만이 낮은 수치를 나타내었으며 나머지 군들에 있어서는 모두 정상군 보다 높은 수치를 나타내었다. 이는 당뇨의 증상 중 다식증의 현상이 나타난 것이라 할 수 있으며 박 등(2)과 이 등(19)의 결과와 일치하였다. 식이 효율에서는 정상군에 비하여 모든 당뇨 유발군이 낮은 수치를 나타내었는데 그 중에서 STZ군과 SR1군만이 유의적인(p<0.05) 감소를 나타내었으며 이는 최와 이(20)의 실험에서 당뇨 유발군의 식이 효율이 정상군보다 낮게 나타난다는 결과와 일치하였다.

**혈당에 미치는 효과**

로얄제리 투여가 당뇨흰쥐의 혈당에 미치는 효과를 관찰한 결과는 Table 3과 같다. 로얄제리만을 투여한 RJ군과 예방효과를 위한 RS1군, RS2군에서는 혈당 7일째에 모두 정상군과 유사한 수치를 보였다. 따라서 로얄제리의 성분이 혈당을 높이지 않는 것으로 생각된다. 그러나 streptozotocin을 투여한 STZ군과 치료효과를 위한 SR1군, SR2군에서는 혈당이 200mg/dl 이상으로 정상군에 비하여 유의적인(p<0.05) 증가를 보였다. 당뇨 유발군에서는 모두 고혈당이 초래되었는데 이는 당뇨로 인하여 췌장 β-cell에서 분비되는 인슐린 분비의 감소로 인하여 당분해가 원활하게 이루어지지 않기 때문이라 생각된다. 혈당 측정 20일째를 보면 RJ군과 예방 효과를 위한 RS1군, RS2군에서는 streptozotocin을 투여한 후에도 혈당이 정상군과 비교해 볼 때 유의적인 차이를 나타내지 않는 것으로 보아 로얄제리는 포도당에 대한 인슐린의 감수성과 β-cell의 손상을 억제하여

**Table 2. Effect of royal jelly on body weight gain, food intake and food efficiency ratio(FER) of normal and diabetic rats**

Groups <sup>1)</sup>	Body weight gain	Food intake	FER <sup>2)</sup>
	(g/3weeks)	(g/3weeks)	
Normal	91.8±12.56 <sup>d,3)</sup>	409.2± 45.61 <sup>c</sup>	0.22±0.016 <sup>c</sup>
RJ	51.8± 9.45 <sup>c</sup>	358.6± 16.91 <sup>a</sup>	0.14±0.026 <sup>bc</sup>
STZ	-64.3±23.40 <sup>b</sup>	427.3± 47.80 <sup>bc</sup>	-0.15±0.057 <sup>a</sup>
RS1	58.3±12.26 <sup>c</sup>	428.0± 38.32 <sup>bc</sup>	0.13±0.032 <sup>bc</sup>
RS2	69.7±13.22 <sup>c</sup>	379.0± 8.01 <sup>ab</sup>	0.18±0.032 <sup>bc</sup>
SR1	-93.0±39.61 <sup>a</sup>	472.3±100.17 <sup>c</sup>	-0.18±0.050 <sup>a</sup>
SR2	52.0± 9.90 <sup>c</sup>	436.0± 70.71 <sup>bc</sup>	0.12±0.007 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>FER: Food efficiency ratio

<sup>3)</sup>All values are mean±SD(n=5).

Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

**Table 3. Effect of royal jelly on blood glucose change of normal and diabetic rats**

Groups <sup>1)</sup>	Blood glucose(mg/dl)	
	7th day	
	7th day	20th day
Normal	85.0± 7.81 <sup>a,2)</sup>	73.2± 15.77 <sup>a</sup>
RJ	93.2±14.65 <sup>a</sup>	83.0± 11.02 <sup>a</sup>
STZ	328.8±82.45 <sup>b</sup>	391.0± 92.66 <sup>b</sup>
RS1	100.0±18.06 <sup>a</sup>	72.4± 10.39 <sup>a</sup>
RS2	94.6±37.53 <sup>a</sup>	73.1± 15.30 <sup>a</sup>
SR1	429.0±74.46 <sup>b</sup>	369.3±171.03 <sup>b</sup>
SR2	327.0±85.96 <sup>b</sup>	387.3± 83.68 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>All values are mean±SD(n=5).

Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

혈당을 정상적으로 유지시킨 것으로 생각된다. 또한, STZ군과 치료효과를 위한 SR1군, SR2군은 계속해서 고혈당을 나타내는 것으로 보아 이미 당뇨가 유발된 경우에는 로얄제리를 투여하더라도 혈당 조절에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 따라서 이미 당뇨병에 걸린 사람에게서는 크게 치료효과가 없으나 당뇨병의 예방면에서는 혈당 조절에 매우 효과적이라 할 수 있다.

#### 혈청내 지질 수준에 미치는 효과

로얄제리 투여가 당뇨쥐의 혈청내 지질 수준에 미치는 효과는 Table 4와 5에 나타난 바와 같다. 총 지질(total lipid) 수준을 보면 정상군에 비하여 STZ군과 예방 효과를 위한 RS1군, RS2군에서는 정상군에 비하여 높은 경향을 나타내었는데 이는 인슐린 분비 부족으로

**Table 4. Effect of royal jelly on total lipid and triglyceride level in serum of normal and diabetic rats**

Group <sup>1)</sup>	Total lipid (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)
Normal	287.2±95.64 <sup>ab2)</sup>	68.2±21.19 <sup>ab</sup>
RJ	255.2±28.76 <sup>ab</sup>	53.0±13.86 <sup>ab</sup>
STZ	352.0±83.67 <sup>b</sup>	88.0±37.66 <sup>b</sup>
RS1	321.1±25.89 <sup>ab</sup>	85.1±22.48 <sup>ab</sup>
RS2	363.5±46.18 <sup>b</sup>	85.3±21.55 <sup>ab</sup>
SR1	194.7±92.38 <sup>a</sup>	41.0±20.46 <sup>a</sup>
SR2	314.7±56.05 <sup>ab</sup>	71.0±16.00 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>All values are mean±SD(n=5).

Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

당대사 뿐 아니라 지질대사에도 이상을 초래한 것으로 생각되며, 치료효과를 위한 SR1군의 경우에는 정상군에 비하여 낮은 경향을 나타내었는데 유의성은 없는 것으로 나타났다.

중성지질(triglyceride) 수준의 경우에는 정상군에 비하여 STZ군이 증가되었는데 이는 당뇨쥐의 중성지질 수준이 정상보다 높았다는 Mardar(21)의 결과와 일치하였으며 이로 인해 혈관 합병증을 발생시킬 우려가 있다(22)고 보고하였다. 본 실험에서는 치료효과를 위한 SR1군이 STZ군에 비하여 수치가 유의적(p<0.05)으로 감소하였으므로 로얄제리가 중성지질 대사에 영향을 미치나, 부여량을 달리한 SR2군의 경우에는 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 streptozotocin만을 투여한 STZ군의 총 지질 수준과 중성지질 수준이 높게 나타난 것은 지방 조직의 과다한 분해로 혈중 지질 수준이 높아진 것으로 생각된다.

총 콜레스테롤(total cholesterol) 수준의 경우에는 STZ군이 정상군보다 높은 수치를 보이므로써 당뇨시 총 콜레스테롤 수준이 증가한다는 결과(23,24)와 일치하였다. 당뇨로 인한 총 콜레스테롤 수준은 STZ군에 비하여 치료효과를 위한 SR1군이 유의적으로 낮은 경향을 나타내었는데 이는 로얄제리의 비타민 B복합체가 혈관내의 콜레스테롤 침착을 방지하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 예방효과를 위한 RS1군과 RS2군에서는 정상군과 유사한 수치를 나타내었다.

HDL콜레스테롤 수준에서는 각 군간에 유의성이 없는 것으로 나타났으며, 많은 연구 결과에서도 당뇨병의 HDL콜레스테롤 수준은 일치하지 않는 것으로 나타났다(25). LDL콜레스테롤 수준에서는 치료효과를 위한 SR1군이 STZ군에 비하여 낮은 경향을 나타내었으며,

**Table 5. Effect of royal jelly on total-, HDL- and LDL-cholesterol level in serum and atherogenic index of normal and diabetic rats**

Group <sup>1)</sup>	Total cholesterol (mg/dl)	HDL cholesterol <sup>2)</sup> (mg/dl)	LDL cholesterol <sup>3)</sup> (mg/dl)	Atherogenic index <sup>4)</sup>
Normal	64.0±6.93 <sup>ab5)</sup>	18.8±1.92 <sup>a</sup>	34.6±6.08 <sup>b</sup>	2.4±0.31 <sup>a</sup>
RJ	51.8±18.14 <sup>ab</sup>	18.8±7.95 <sup>a</sup>	19.4±8.40 <sup>ab</sup>	1.8±0.22 <sup>a</sup>
STZ	71.2±15.79 <sup>b</sup>	20.6±4.77 <sup>a</sup>	33.0±9.55 <sup>ab</sup>	2.5±0.36 <sup>a</sup>
RS1	66.7±6.80 <sup>b</sup>	21.1±5.84 <sup>a</sup>	28.5±6.86 <sup>ab</sup>	2.3±0.59 <sup>a</sup>
RS2	68.9±9.28 <sup>b</sup>	20.3±4.71 <sup>a</sup>	31.6±7.58 <sup>ab</sup>	2.5±0.34 <sup>a</sup>
SR1	40.3±19.19 <sup>a</sup>	15.8±9.71 <sup>a</sup>	16.3±7.20 <sup>a</sup>	1.8±0.65 <sup>a</sup>
SR2	65.0±13.11 <sup>ab</sup>	21.7±2.52 <sup>a</sup>	29.1±13.01 <sup>ab</sup>	2.0±0.26 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>High density lipoprotein cholesterol

<sup>3)</sup>Low density lipoprotein cholesterol

<sup>4)</sup>Atherogenic index: (Total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol

<sup>5)</sup>All values are mean±SD(n=5).

Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

**Table 6. Effect of royal jelly on blood count of normal and diabetic rats**

Group <sup>1)</sup>	RBC <sup>2)</sup>	WBC <sup>3)</sup>	HGB <sup>4)</sup>
	(m/μl)	(k/μl)	(g/dl)
Normal	8.0±0.31 <sup>ab5)</sup>	10.0±2.86 <sup>a</sup>	15.8±1.69 <sup>ab</sup>
RJ	8.5±0.32 <sup>b</sup>	11.9±3.20 <sup>a</sup>	16.2±0.70 <sup>ab</sup>
STZ	7.5±0.20 <sup>a</sup>	9.0±2.53 <sup>a</sup>	14.3±0.54 <sup>a</sup>
RS1	7.9±0.25 <sup>ab</sup>	9.9±2.78 <sup>a</sup>	15.0±0.47 <sup>ab</sup>
RS2	7.5±0.31 <sup>a</sup>	7.4±1.54 <sup>a</sup>	14.3±0.54 <sup>a</sup>
SR1	8.5±0.71 <sup>b</sup>	8.2±2.14 <sup>a</sup>	16.4±1.45 <sup>b</sup>
SR2	8.0±0.28 <sup>ab</sup>	11.6±3.32 <sup>a</sup>	15.0±1.19 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>RBC: Red blood cell

<sup>3)</sup>WBC: White blood cell

<sup>4)</sup>HGB: Hemoglobin

<sup>5)</sup>All values are mean±SD(n=5).

<sup>ab</sup>Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

나머지 군들에 있어서는 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한, 동맥경화지수에서도 치료효과를 위한 SR1군이 STZ군에 비하여 낮게 나타났다.

**혈구수에 미치는 효과**

로얄제리가 streptozotocin 투여로 인한 당뇨 유발쥐의 혈구수에 미치는 효과는 Table 6과 같다. RBC(red blood cell)수에서는 정상군과 RJ군이 STZ군에 비해 조금 높은 수치를 나타내며, 치료효과를 보기 위한 SR1군, SR2군에서도 STZ군 보다 높은 경향을 나타내었다. 이는 로얄제리가 철의 운반을 자극하여 조혈작용을 하므로 당뇨로 인해 저하된 혈구수를 높이는 것으로 생각되며 HGB(hemoglobin)수 역시 적혈구 속에 함유되어 있으므로 RBC(red blood cell)수와 유사한 경향을 나타내었다. 또한, WBC(white blood cell)수에서는 RJ군이 STZ군보다 수치가 높게 나타났는데, 이는 문(26)의 결과와 일치하며 RS1군과 SR2군도 STZ군 보다 수치가 높게 나타났다.

**요 약**

본 실험은 로얄제리를 streptozotocin 유발 당뇨쥐에게 치료 및 예방효과로 나누어 투여시 나타나는 혈당과 혈청 지질수준 및 혈구수에 대하여 관찰하였다. 실험 동물은 정상군(Normal)과 로얄제리만을 투여한 RJ군(Royal Jelly), streptozotocin만을 투여한 군(STZ), 예방효과를 위해 로얄제리를 2주간 투여한 후 당뇨를 유발한 군(RS1, RS2), 치료효과를 위해 당뇨를 유발한

후 2주간 로얄제리를 투여한 군(SR1, SR2)으로 나누어 3주간 본 실험을 행하였다. 체중 변화량을 보면 STZ군과 SR1군만이 크게 감소하는 경향을 보였으며, 식이 섭취량은 STZ군과 RS1군, SR1군이 증가하였다. 혈당에 미치는 효과에서 RJ군과 RS1군, RS2군에서는 모두 혈당이 정상군과 유사하였고 나머지 군들에서는 효과가 없었다. 혈청내 지질 수준에서 총 지질량과 중성지질량은 STZ군에 비하여 SR1군이 낮게 나타났으며 총 콜레스테롤 수준은 STZ군이 높은 경향을 나타내었다. 또한 동맥경화지수는 RJ군과 치료효과를 위한 SR1군이 정상군에 비하여 낮은 경향을 나타내었다. 혈구수에 미치는 영향에서 RBC(red blood cell)수와 HGB(hemoglobin)수는 RJ군과 치료효과를 위한 SR1군이 높게 나타났고, WBC(white blood cell)수는 RJ군과 SR2군이 높은 경향을 나타냈다.

**문 헌**

1. 박미아, 김울상, 이규한, 문현경, 송인정, 채범석 : 한국인의 식품 및 영양 상태 추이(1969-1989). 한국영양학회지, 21, 509(1992)
2. 박수현, 이연경, 이혜성 : 식이섬유 첨가식이 streptozotocin 유도 당뇨흰쥐의 장기능과 지질 및 당질대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, 27, 311(1994)
3. 민현기 : 임상내분비학. 고려의학, 서울, p.225(1990)
4. Bailey, C. J. and Day, C. : Traditional plant medicines as treatments for diabetes. *Diabetes Care*, 12, 553(1989)
5. 유영수 : 건강, 미용, 장수를 위한 로얄제리와 꿀벌의 세계. 꿀벌을 연구하는 모임, 서울, p.286(1994)
6. 유영수 : 건강, 미용, 장수를 위한 로얄제리와 꿀벌의 세계. 꿀벌을 연구하는 모임, 서울, p.112(1994)
7. 유태종 : 음식궁합. 동지, 서울, p.190(1998)
8. Junod, A., Lambert, A. E., Orci, L., Pictet, R., Gonet, A. E. and Renold, A. E. : Studies of the diabetogenic action of streptozotocin. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 126, 201 (1967)
9. Lazarus, S. S. and Shapiro, S. H. : Streptozotocin-induced diabetes and islet cell alteration in rabbits. *Diabetes*, 21, 129(1972)
10. Like, A. A. and Rossini, A. A. : Streptozotocin-induced pancreatic insulinitis new model of diabetes mellitus. *Science*, 193, 415(1976)
11. Frings, C. S. and Dunn, R. T. : A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.*, 53, 89(1970)
12. Giegel, J. L., Ham, A. B. and Clema, W. : Serum triglyceride determined colorimetry with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *J. Clin. Chem.*, 21, 1575 (1975)
13. Allain, C. C., Poon, L. S. and Richmond, W. : Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem.*, 20, 470(1974)
14. Finley, P. R., Schifman, R. B., Williams, R. J. and Luchti,

- D. A. : Cholesterol in high-density lipoprotein: Use of  $Mg^{2+}$ /dextran sulfate in its measurement. *Clin. Chem.*, **24**, 931(1978)
15. National Cholesterol Education Program : Report of the national cholesterol education and treatment of high blood cholesterol in adult. *Arch. Intern. Med.*, **148**, 36 (1988)
  16. 채서일, 김범중, 이성근 : SPSS/PC+를 이용한 통계분석. 제2판, 학현사, 서울, p.101(1992)
  17. Furuse, M., Kimura, C., Mabayo, R. T., Takahashi, H. and Okumara, J. : Dietary sorbose prevents and improves hyperglycemia in genetically diabetic mice. *J. Nutr.*, **123**, 59(1993)
  18. Preston, A. M. : Diabetic parameters 58 weeks after injection with streptozotocin in rats fed basal diets or diet supplemented with fiber, minerals and vitamins. *Nutr. Res.*, **11**, 895(1991)
  19. 이정선, 손홍수, 맹영선, 장유경, 주진순 : 메틸급여가 streptozotocin 유발 당뇨쥐의 장기무게 및 당질과 지질대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, **27**, 819(1994)
  20. 최원경, 이순재 : Streptozotocin 유발 당뇨쥐에 있어서 metallothionein 합성에 미치는 비타민 E의 영향. 한국영양학회지, **24**, 183(1995)
  21. Madar, Z. : Effect of brown rice and soybean dietary fiber on the control of glucose and lipid metabolism in diabetic rats. *Am. J. Clin. Nutr.*, **38**, 388(1983)
  22. 최성근, 윤기현, 양인영, 김진우, 김영실, 김광원, 최영길, 박원근, 김선우 : 당뇨병 환자에서의 식후 HDL-subfraction 및 triglyceride 농도의 변화에 관한 연구. 당뇨병, **10**, 75(1988)
  23. Nikkila, E. A., Hutten, J. K. and Ehnholm, C. : Postheparin plasma lipoprotein lipase and hepatic lipase in diabetes mellitus. *Diabetes*, **26**, 11(1977)
  24. Kaufmann, R. L., Soeldner, J. S., Wilmschurst, E. G., Le-Maire, J. R., Gleason, R. E. and White, P. : Plasma lipid levels in diabetic children. *Diabetes*, **24**, 672 (1975)
  25. 이문규, 민용기, 이병두, 최상진, 조보연, 이홍규, 고창순, 민현기 : 당뇨환자에게서의 HDL-subfraction에 관한 연구. 당뇨병, **10**, 67(1986)
  26. 문경희 : 한국산 royal jelly의 일반성분 및 cyclophosphamide처리 마우스에 미치는 효과. 숙명여자대학교 석사학위논문(1988)

(1998년 7월 28일 접수)