

## Streptozotocin 유발 당뇨 쥐의 거대배아미 식이에 의한 혈액 및 간조직의 지질조성

이연리 · 김채은 · 남석현<sup>1</sup> · 강미영\*

경북대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>이주대학교 자연과학부

### Supplementary Effect of the Giant Embryonic Rice on Serum and Hepatic Lipid levels of Streptozotocin-induced Diabetic Rats

Youn Ri Lee, Chae Eun Kim, Seok Hyun Nam<sup>1</sup>, and Mi Young Kang\*

Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University

<sup>1</sup>Department of Biological Science, Ajou University

**Abstract** This study was carried out to investigate the supplementary effects of giant embryonic rice, which has over two times of embryo size compared the normal rice, on lipid metabolism of insulin dependent diabetic rats. Streptozotocin induced diabetic rats were fed four kinds of experimental diets corn starch diet as a control (C-D), a polished rice diet (R-D), a brown rice diet (BR-D) and a giant embryonic rice diet (GER-D) respectively, for 6 weeks. Diet intake body weight, organ weights and lipid levels of serum, liver and feces were measured. There was significant difference in diet intake and body weight among experimental groups. The concentrations of serum triglyceride and total serum cholesterol of BR-D and GER-D groups were lower than those of others. The total hepatic cholesterol level was the lowest in GER-D group. The contents of total lipid and total cholesterol excreted in feces of BR-D and GER-D groups were higher than those of C-D and R-D groups. These results suggested the giant embryonic rice diets can effectively reduce serum triglyceride level and total hepatic cholesterol level in insulin dependent diabetic rats, and hypolipidemic effects be due to increasing fecal lipid excretion.

**Key words:** giant embryonic rice, hypolipidemic, diabetic rats

## 서 론

암 및 순환기계 질환과 더불어 3대 질병의 하나인 당뇨병은 고혈당을 특징으로 하는 대사성 질환으로서 혈당 농도의 증가와 함께 당질대사, 단백질과 지질대사 및 전해질 대사에 이상을 초래한다(1,2). 특히 지질대사 이상의 결과 고지혈증, 고콜레스테롤혈증 및 지방간이 야기되고, 항산화계 효소 활성의 감소 결과 체내 지질과산화물이 축적되어 각종 심혈관계 합병증이 유발되고 있다(3,4). 이러한 의미에서 당뇨병의 예방 및 치료를 위해서는 복합 탄수화물과 식이섬유의 섭취는 높이고, 포화지방산과 콜레스테롤의 섭취를 낮추는 식이요법을 하여야 한다. 즉 복합 탄수화물을 섭취함으로써 혈당치의 완만한 상승을 유도하여야 할 것이며, 콜레스테롤의 체내흡수 방해할 뿐만 아니라, 담즙산의 배설작용에 의한 혈중 콜레스테롤 수준 저하 효과를 동시에 가지고 있는 식이섬유(5-8)가 다량 함유된 식품을 식이요법의 주요 품목으로 활용하여야 할 것이다. 밥을 주식으로 하는 우리나라의 경우에는 당뇨병 등의 만성 대사성 질환의 예방 및 치료를 위해서는 식이섬유가 다량 함유된 현미식 및 잡곡밥을 중심으로 하

는 식단을 권장하고 있는 실정이다. 이러한 의미에서 일반품종의 현미보다 배아의 크기가 2-3배 정도 크고 식이섬유의 함량이 높은 거대배아미를 당뇨병을 비롯한 만성 대사성 질환의 예방 및 치료를 위해서 적극적으로 활용함은 바람직할 것이다. 거대배아미에는 단백질, 지질, 비타민 등의 영양소가 매우 풍부할 뿐만 아니라 콜레스테롤 저하와 관상동맥 심혈관 질환의 위험성을 감소시키는 식물성 스테롤류의 함량이 높고(9,10), 저자 등에 의한 선행 연구(11,12)에서 항산화 활성 및 항변이원성이 있음을 관찰된 바 있다. 본 연구에서는 흰쥐에게 streptozotocin을 투여하여 당뇨를 유발시킨 후 거대배아미를 급여함으로써 당뇨에 의한 지질대사 이상과 간 손상에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물 및 식이

실험동물은 생후 4주령 수컷 흰쥐(Sprague Dawley)를 고품사료와 물을 공급하면서 일주일간 적응시킨 후, 평균체중이 280±10g 인 것을 난괴법에 따라 15마리씩 정상군(Nondiabetic), 당뇨대조군(Diabetic), 백미군(Diabetic-R), 현미군(Diabetic-BR), 거대배아미군(Diabetic-GER)으로 나누어 stainless steel cage에 한 마리씩 분리·사육하였다. 사육환경은 온도 20-22°C, 습도 50±1%, 명암주기 12시간 간격을 유지하였다. 실험식은 AIN-76 식이를 근거로 하여 백미, 현미, 거대배아미에 함유되어 있는 일반성분의 분석치를 참고로 하면서 탄수화물, 단백질, 지질, 섬유소의 함량을 환산한 급여 식이로 각각 구분하였다(Table 1). 실험동물의 대퇴

\*Corresponding author: Mi Young Kang, Department of Food Science and Nutrition, College of Human Ecology, Kyungpook National University, 1370, Sankuk-dong, Puk-ku, Taegu 702-701, Korea  
 Tel: 82-53-950-6235  
 Fax: 82-53-952-8263  
 E-mail: mykang@knu.ac.kr

Received December 21, 2005; accepted May 16, 2006

Table 1. Composition of experimental diets (%)

	C or C-D <sup>1)</sup>	R-D <sup>1)</sup>	BR-D <sup>1)</sup>	GER-D <sup>1)</sup>
Carbohydrate	65	65	65	65
Corn starch	(15.4)	0	0	0
Sucrose	(49.7)	0	0	0
Rice sources <sup>2)</sup>	0	(82.9)	(82.9)	(89.2)
Protein	20	20	20	20
Casein	(20)	(14.2)	(17.9)	(13.5)
Rice sources	-	(5.8)	(2.1)	(6.5)
Fat	5	5	5	5
Corn oil	(5)	(3.3)	(2.8)	(2.6)
Rice sources	-	(1.7)	(2.2)	(2.4)
Cellulose	5	5	5	5
Cellulose <sup>3)</sup>	(5)	(4.4)	(2.1)	(1.2)
Rice sources	-	(0.7)	(2.9)	(3.8)
Vitamin mix <sup>4)</sup>	1	1	1	1
Mineral mix <sup>5)</sup>	3.5	3.5	3.5	3.5
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2
Energy (kJ)	1612	1612	1612	1612

<sup>1)</sup>C: Control diet, C-D; Control diet (for STZ-induced diabet rats), R-D: Rice supplemented control diet (for STZ-induced diabet rats), BR-D: Brown rice supplemented control diet (for STZ-induced diabet rats), GER-D: Giant embryonic rice supplemented control diet (for STZ-induced diabet rats).

<sup>2)</sup>Shinzi Co. Seoul Korea.

<sup>3)</sup>Sigma Chemical Co. CMC (sodium carboxyl methyl cellulose, non-nutritive fiber).

<sup>4)</sup>Vitamin mixture according to AIN-76 (Teklad, USA).

<sup>5)</sup>Mineral mixture according to AIN-76 (Teklad, USA).

부 근육에 streptozotocin(Sigma Chemical Co, USA)을 신선한 0.1 M citric acid buffer(pH 4.5)에 용해시켜 체중(kg)당 50 mg을 주사하여 당뇨를 유도하였다. 당뇨병의 확인은 streptozotocin을 주사 24시간 후부터 공복시 꼬리정맥으로부터 채취한 혈액의 혈당을 혈당계(Acctrend GC, Boehringer Mannheim Germany)로 측정하여 혈당이 180 mg/dL 이상인 것을 당뇨쥐로 간주하였다. 당뇨유도 후 실험식이로 6주간 사육하면서 1주일 간격으로 체중을 측정하면서 동물의 체중변화 상태를 측정하였다.

#### 시료 채취

6주간 실험식이를 공급한 실험동물은 18시간 절식시킨 후, 체중을 측정하고, 1% ketamin hydrochloride를 0.2 mL/체중 100 g의 양으로 복강 내에 주사하여 마취시켰으며, heparin(1000 unit/mL) 처리가 된 주사기로 복부 대동맥으로부터 혈액을 채취하여 분리한 혈청을 분석시 까지 냉동 보관하였다. 이어서 간, 신장을 적출하여 지방을 제거하고 냉장 식염수로 여러번 세척 후 물기를 제거하고, 무게를 평량한 후 일정 분량씩 급속 냉동시켜 -70°C로 냉동 보관 하였다.

#### 혈중 지질함량 및 혈장 GOT 및 GPT 측정

혈중 중성지방은 Bucolo방법(13)에 의한 분석용 Kit(아산제약)를 사용하였고, 혈중의 총콜레스테롤의 정량은 Allain 등(14)의 효소법을 응용한 분석용 Kit(아산제약), HDL-cholesterol은 효소법(15)에 의한 분석용 Kit(아산제약), 그리고 혈장도 아산제약의 분석용 Kit를 사용하여 각각 측정하였다. 그리고 동맥경화지수(Atherogenic Index, AI)(16)는  $AI = \frac{[Total-C] - [HDL-C]}{[HDL-C]}$ 로 계산하였다.

#### 간 조직중의 지질성분 분석

Folch 등(17)의 수정된 방법을 사용하여, 중성지방과 콜레스테롤 측정용 효소시약에 유화제로서 0.5% triton X-100와 3 mM sodium cholate를 혼합하면서 간조직의 triglyceride와 cholesterol 농도를 각각 측정하였다.

#### 변종의 중성스테로이드 및 담즙산 함량 측정

건조시킨 분변 중의 coprostanol, cholesterol의 함량을 Caubayco 등(18)의 방법으로, 변종의 담즙산 함량은 Micheal의 방법(19)을 보완한 효소법으로 각각 측정하였다.

#### 통계처리

모든 분석수치는 mean±SE로 표시하였고, one way ANOVA에 의해  $p < 0.05$  수준에서 유의성 여부를 검증하였으며, 유의성이 나타날 경우 Duncan's multiple range test에 의해서 하여 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

#### 식이섭취량, 체중 변화 및 장기 무게

Streptozotocin으로 유발시킨 당뇨 흰쥐의 사육 6주 동안의 식이 섭취량과 실험초기 및 최종 체중을 Table 2에 제시하였다. 하루 평균 식이섭취량은 당뇨유발군들이 정상군에 비해서 높았으며, 당뇨 유발군 중에서는 거대배아미 급여군이 유의적으로 식이 섭취량이 높게 나타났다. 당뇨가 유도 된 후의 체중 변화는 당뇨유발군들이 일반적인 경향(20-22)과 유사한 정도로 체중 감소현상을 나타내고 있었다. 그리고 당뇨가 유발된 쥐들 중에서는 대

**Table 2. Food intake, food efficiency ratio and body weight of STZ-induced diabetic rats fed experimental diets for 6 weeks**

Groups	Food intake (g/day)	Body weight		
		Initial (g)	Final (g)	Body weight gain (g/42 days)
C	25.59 ± 5.99 <sup>a</sup>	289.9 ± 9.93 <sup>NS</sup>	504.3 ± 34.81 <sup>d</sup>	215.6 ± 30.14 <sup>d</sup>
C-D	33.83 ± 3.01 <sup>bc</sup>	288.8 ± 14.35	229.3 ± 25.52 <sup>a</sup>	-33.0 ± 21.99 <sup>a</sup>
R-D	32.19 ± 5.84 <sup>b</sup>	292.4 ± 14.43	299.6 ± 14.00 <sup>b</sup>	7.19 ± 9.44 <sup>b</sup>
BR-D	32.88 ± 3.02 <sup>bc</sup>	281.2 ± 18.17	326.4 ± 22.41 <sup>c</sup>	23.52 ± 13.39 <sup>c</sup>
GER-D	34.10 ± 1.76 <sup>c</sup>	282.4 ± 13.51	313.9 ± 14.57 <sup>bc</sup>	30.68 ± 11.55 <sup>c</sup>

Values are mean ± SE.

Means with different alphabets are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 3. Organ weights of STZ-induced diabetic rats fed experimental diets for 6 weeks**

Group	Liver (g)	Kidney (g)	Heart (g)	Lung (g)
C	2.74 ± 0.13 <sup>a</sup>	0.62 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.32 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.48 ± 0.07 <sup>a</sup>
C-D	5.01 ± 1.14 <sup>c</sup>	1.74 ± 0.22 <sup>d</sup>	0.49 ± 0.13 <sup>b</sup>	0.74 ± 0.09 <sup>c</sup>
R-D	3.66 ± 0.79 <sup>b</sup>	1.18 ± 0.23 <sup>c</sup>	0.35 ± 0.08	0.55 ± 0.26 <sup>b</sup>
BR-D	3.67 ± 0.61 <sup>b</sup>	1.05 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.32 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.57 ± 0.11 <sup>b</sup>
GER-D	3.47 ± 0.59 <sup>b</sup>	1.06 ± 0.11 <sup>bc</sup>	0.03 ± 0.04	0.52 ± 0.08 <sup>a</sup>

Values are mean ± SE.

Means with different alphabets are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 4. Comparison of serum triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and atherogenic index in STZ-induced diabetic rats fed experimental diets for 6 weeks**

Group	Triglyceride (g/dL)	Total cholesterol (g/dL)	HDL cholesterol (g/dL)	AI
C	108.8 ± 3.50 <sup>c</sup>	102.5 ± 3.59 <sup>bc</sup>	44.6 ± 0.46 <sup>a</sup>	1.20 ± 0.09 <sup>c</sup>
C-D	124.4 ± 3.35 <sup>d</sup>	112.3 ± 2.68 <sup>c</sup>	43.1 ± 0.41 <sup>a</sup>	1.59 ± 0.07 <sup>d</sup>
R-D	105.0 ± 2.77 <sup>c</sup>	103.2 ± 5.77 <sup>bc</sup>	43.3 ± 2.87 <sup>a</sup>	1.47 ± 0.14 <sup>d</sup>
BR-D	100.1 ± 9.36 <sup>ab</sup>	95.5 ± 5.21 <sup>a</sup>	45.1 ± 0.49 <sup>a</sup>	1.04 ± 0.12 <sup>b</sup>
GER-D	91.3 ± 1.36 <sup>ab</sup>	87.4 ± 2.20 <sup>a</sup>	47.8 ± 0.32 <sup>ab</sup>	0.81 ± 0.04 <sup>a</sup>

Values are mean ± SE.

Values within the same column with different alphabets are significantly different ( $p < 0.05$ ) among group by the Duncans multiple range test.

조 식이군에 비해서 백미를 급여한 경우에 체중 감소의 정도가 낮았으며, 특히 현미 및 거대배아미 급여의 경우에는 체중 증가의 현상이 뚜렷하게 나타났다. 그리고 당노를 유발시키면 대조식이군의 경우 간장, 신장, 심장, 허파 등 모든 장기의 무게가 증가하였으나, 백미, 현미 거대배아미 등 쌀을 급여한 경우에 장기의 비대 현상이 억제되고 있음을 알 수 있었다(Table 3). 일반적으로 당뇨병에서 간의 비대현상은 streptozotocin에 의한 체내 인슐린 농도의 저하로 당질대사가 정상적으로 일어나지 않는 대신에 acetyl-Co A에서의 지질대사 체계가 형성이 되기 때문에, 간에서 중성 지질이 합성되고 이것이 간장내에서 축적되기 때문이며 (23,24) 신장의 비대현상은 혈장내의 높은 농도의 포도당이 세포막의 비대를 가져오는 UDP-galactose 또는 glycogen으로 대사되어 사구체내의 mesangial cells에 축적되는 결과 신장의 비대현상이 초래되거나, 혈장내의 높은 농도의 포도당이 pentose phosphate 경로를 거쳐 phosphoribosyl pyrophosphate(PRPP)를 공급하여 RNA 및 DAN의 합성이 증가되어 결과적으로 신장의 세포분열이 촉진되어 비대현상을 가져오는 것이다(25,26). 당노가 유발됨에 따라 장기가 비정상적으로 비대해지는 현상을 백미, 현미 및 거대배아미 등 쌀을 식이로 하는 경우 억제되고 있음은 상당히 주목할만한 결과라 할 수 있겠다.

#### 혈청 지질 함량

정상군, 당노 유발군 및 실험식이군의 혈청 중성지방과 총 콜레스테롤 함량, HDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수를 Table 4에 제시하였다. 일반적으로 당뇨병에서 가장 빈번하게 관찰되는 지질 대사 이상은 혈중 중성지방과 콜레스테롤의 증가, HDL-콜레스테롤의 감소 및 LDL-콜레스테롤의 조직으로의 이동 속도 감소들 수 있으며, 이와 같은 지질대사의 이상으로 인해 당뇨병환자에 있어서 혈관계 합병질환의 발병율은 정상인에 비해서 2-5배 높게 나타나며, 이들 질환은 당노로 인한 사망의 70-80%를 차지한다(27,28). 일반적으로서 당노가 유발되면 당대사의 이상으로 인하여 acetyl-CoA가 축적되고, 지방합성이 증가되기 때문에 혈액중의 총지질과 중성지방의 함량이 증가한다(29). 본 실험에서도 당노 유발군들은 정상군에 비해서 혈중 중성지방의 함량이 증가되고 있음을 알 수 있었고, 당노 실험군들 간에서는 대조 식이군에 비해서 백미군, 현미군, 거대배아미 급여군 모두가 감소하고 있었다. 또한 혈중 콜레스테롤 함량은 당노 유발군이 정상군에 비해서 증가하였으나 실험식이 급여군에서는 감소하고 있었고, 특히 현미 및 거대배아미군에서 유의적으로 감소하고 있음을 알 수 있다. 아마도 현미 및 거대배아미에 함유되어 있는 식이섬유가 체내 콜레스테롤의 대사에 영향을 주었기 때문인 것으로 보

**Table 5. Comparison of plasma GOT, GPT activities and hepatic triglyceride, hepatic cholesterol contents in STZ-induced diabetic rats fed experimental diets for 6 weeks**

Group	GOT	GPT	Hepatic TG (g/dL)	Hepatic cholesterol (g/dL)
C	87.7 ± 3.40 <sup>ab</sup>	31.7 ± 3.14 <sup>a</sup>	34.7 ± 4.46 <sup>c</sup>	13.7 ± 1.89 <sup>a</sup>
C-D	120 ± 10.10 <sup>c</sup>	64.8 ± 6.23 <sup>d</sup>	20.3 ± 2.80 <sup>a</sup>	21.8 ± 2.24 <sup>b</sup>
R-D	103 ± 5.02 <sup>b</sup>	57.6 ± 3.64 <sup>c</sup>	26.4 ± 2.71 <sup>ab</sup>	17.7 ± 2.66 <sup>ab</sup>
BR-D	88.0 ± 2.45 <sup>ab</sup>	48.2 ± 4.23 <sup>b</sup>	27.4 ± 1.22 <sup>ab</sup>	17.0 ± 1.87 <sup>ab</sup>
GER-D	81.7 ± 5.44 <sup>a</sup>	41.5 ± 4.64 <sup>b</sup>	32.0 ± 1.12 <sup>c</sup>	14.3 ± 1.79 <sup>a</sup>

Values are mean ± SE.

Values within the same column with different alphabets are significantly different ( $p < 0.05$ ) among group by the Duncans multiple range test.

**Table 6. Fecal excretion of neutral steroids and bile acids of STZ-induced diabetic rats fed experimental diets for 6 weeks (mg/day)**

Group	Total cholesterol	Coprostanol	Bile acid
C	0.851 ± 0.111 <sup>a</sup>	0.259 ± 0.093 <sup>a</sup>	20.98 ± 11.39 <sup>a</sup>
C-D	0.986 ± 0.141 <sup>b</sup>	0.376 ± 0.115 <sup>b</sup>	25.68 ± 12.48 <sup>ab</sup>
R-D	0.982 ± 0.217 <sup>b</sup>	0.535 ± 0.141 <sup>b</sup>	30.90 ± 6.17 <sup>b</sup>
BR-D	1.014 ± 0.215 <sup>bc</sup>	0.693 ± 0.155 <sup>c</sup>	30.11 ± 16.35 <sup>b</sup>
GER-D	1.198 ± 0.165 <sup>c</sup>	0.748 ± 0.135 <sup>c</sup>	37.23 ± 9.45 <sup>c</sup>

Values are mean ± SE.

Values within the same column with different alphabets are significantly different ( $p < 0.05$ ) among group by the Duncans multiple range test.

이며, 식이섬유가 담즙산을 흡착하여 총 콜레스테롤의 장관 순환을 감소시킴으로써 혈중 콜레스테롤 수준을 낮추거나, 대장의 미생물이 식이섬유를 분해하였을 때 생성되는 단쇄지방산들이 간의 콜레스테롤 합성 능력을 감소시키기 때문인 것이다(30-35). 실험식이를 6주 동안 섭취시킨 당뇨쥐의 혈청 HDL-콜레스테롤 농도는 현미 및 거대배아미 식이 섭취군에서 대조군보다 높은 경향을 보였다. 그리고 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤로 계산된 동맥경화지수는 당뇨 유발군이 정상군에 비해서 증가하였고, 실험식이 급여군에서는 현미 및 거대배아미군에서 유의적으로 감소하여 당뇨 유발 전의 수준으로 회복되고 있었다.

### 간 조직 손상 및 지질함량

혈장중의 GPT, GOT는 간장 장애의 지표가 되고 있는 이들 효소의 활성은 간세포에 장애가 발생하여 혈중으로 효소의 방출이 항진되어 나타나는 것으로써(36), 당뇨가 유발됨에 따라 상당히 증가되어 간 조직의 손상정도가 큰 것을 짐작할 수 있다(Table 5). 당뇨가 유발된 쥐에 백미를 급여하면 유의적으로 간 조직의 손상 정도가 억제됨을 알 수 있었고, 현미를 급여하면 당뇨 유발 전 단계까지 손상이 회복되고 있었으며, 거대배아미를 급여한 결과는 정상군보다 효소 활성이 낮아 손상된 간 조직의 회복 효과가 우수한 것으로 나타났다. 그리고 간 조직의 중성지방 함량은 당뇨가 유발됨에 따라 감소하였다. 이는 혈중 중성지방 함량의 경우와는 반대의 결과이었으며, 일반적으로 STZ투여로 인하여 인슐린 분비가 저하되면서 정상적인 당대사가 원활히 일어나지 않아, acetyl-CoA축적으로 인한 지방합성이 증가하여 간장내 지질이 축적된다는(37) 보고도 있다. 그리고 당뇨 실험군들 간에서도 대조 식이군에 비해서 백미군, 현미군, 거대배아미 급여군에서 모두가 증가하는 결과를 얻었다. 이에비해서 간조직의 콜레스테롤 함량은 혈액의 경우와 마찬가지로, 당뇨 유발군이 정상군에 비해서 증가하였고, 실험식이 급여군에서는 감소하고 있었으며, 특히 거대배아미군에서 유의적으로 감소하고 있었다.

### 대변 중의 지질 배설량

3종류 쌀의 실험식이를 당뇨쥐에게 6주간 급여하였을 때, 대변으로 배설되는 중성스테로이드 및 담즙산 함량을 Table 6에 나타내었다. 배설되는 총 콜레스테롤량은 정상군에 비해서 당뇨 유발군이 증가하였으며 당뇨 실험군 중에서는 특히 거대배아미군이 대조식이군 및 백미급여군에 비해서 유의적으로 증가하는 결과를 얻었다. 그리고 변으로 배설되는 coprostanol은 당뇨 유발군이 정상군에 비해서 유의적으로 증가하였으며, 당뇨 실험군간에는 대조군에 비해서 백미군, 현미군, 거대배아미군의 순으로 각각 유의적으로 증가하고 있음을 알 수 있었다. 또한 변으로 배설되는 담즙산도 정상군에 비해서 당뇨 대조군이 증가하고 있었으며, 실험식이군 간에는 거대배아미군이 유의적으로 증가하고 있었다. 담즙산은 콜레스테롤로부터 합성되는 물질로서 변의 담즙산 함량과 대장암의 발생기전에는 상관관계가 있으며 이에 담즙산은 결장암의 촉진인자로 담즙산이 많이 배설이 되면 대장암의 위험도 낮춘다고 할 수 있다. 따라서 본 실험결과를 보면 거대배아미에 수용성 식이섬유소가 담즙산과 직접 결합하여 이들의 배설을 증가시킴으로써 담즙산과 중성스테로이드의 체내 콜레스테롤 전환을 촉진시켜 혈장의 콜레스테롤을 저하시키는데 효과적인 것으로 추측된다.

### 요 약

본 연구는 거대배아미 급여가 당뇨모델의 지질대사에 미치는 영향을 검토하고자 수행되었다. 실험모델은 스트렙토조토신으로 유발된 인슐린 의존형 당뇨 흰쥐를 이용하여, 실험식이를 6주간 급여한 후의 체내 지질함량 및 대변으로의 배설량을 각각 조사하였다. 거대배아미를 급여한 경우에는 당뇨가 유발되었음에도 불구하고 체중 증가의 현상이 나타났고, 장기 비대 현상은 억제되고 있었다. 혈청 중성지방 및 간의 총 콜레스테롤 함량도 현미 및 거대배아미 급여군에서 억제효과가 있었다. 그리고 대변으로

배설되는 총지질 및 콜레스테롤의 양도 거대배아미 급여군에서 대조군보다 유의하게 많은 것으로 나타났다. 이상의 결과들로부터 거대배아미 식이는 인슐린 의존형 당뇨병에서 대변중의 총 지질 및 총 콜레스테롤 배설량의 증가와 연관지워 당뇨병 모델의 체내 지질대사에 개선효과가 있음을 알 수 있다.

## 문 헌

- Morel DW, Chisolm GM. Antioxidative treatment of diabetic rats inhibitor lipoprotein oxidation and cytotoxicity. *J. Lipid Res.* 30: 1827-1834 (1989)
- Wada K, Miki H. The inhibitory effect of lipid peroxidase on activity of the membrane bound and the solubilized lipoprotein lipase. *Clin. J.* 47: 837-824 (1993)
- Rhee SJ, Choe WK. Effects of vitamin E and selenium on the antioxidative defense system in STZ-induced Diabetes Rats. *Korean J. Nutr.* 29: 22-31 (1996)
- Patil GS, Corewell DG. Intergral oxidation of  $\alpha$ -tocopherol the surface propeties of its oxidation products. *J. Lipid Res.* 19: 416-422 (1978)
- Klofenstein CF. The role of cereal  $\beta$ -glucans in nutrition and human health. *Cereal Food World* 33: 865-869 (1998)
- Kerby RW, Anderson JW, Sieling B, Rees ED, Chen W, Miller RE, Kay RM. Oat-bran take selectively were serum low-density lipoprotein cholesterol concentrations of hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 824-828 (1990)
- Kiehm TG. Beneficial effects of a high carbohydrate fiber diet on hyperglycemic diabetic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 29: 895-899 (1976)
- Newmak HL. Hypothesis for dietary components as blocking agents of chemical carcinogenesis plant phenolics and pyrrole pigments. *Nutr. Cancer* 6: 58-70 (1984)
- Sato H, Omura T. New endosperm mutations induced by chemical mutagens in rice. *Jpn. J. Breed.* 31: 316-326 (1981)
- Chang SM, Nam SH, Kang MY. Screening of the antioxidative activity, antimutagenic activity and mutagenic activity of the ethanolic extracts from legumes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 1115-1122 (2002)
- Kang MY, Lee YR, Nam SH. Antioxidative and Antimutagenic activity of ethanolic extracts from giant embryonic rices. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 61-66 (2004)
- Kang MY, Kim SY, Koh HJ, Jin JH, Nam S. Antioxidative activity of germinated specialty rices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 624-630 (2004)
- Bucolo G, David, H. Quantitative determination of serum triglyceride by use of enzyme. *Clin. Chem.* 19: 476-482 (1973)
- Allain CC, Poon LS, Chen CFG, Richmond W. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem.* 20: 470-475 (1974)
- Finley PR, Schiffman RB, William J, Lichti DA. Cholesterol in high density lipoprotein: Use of  $Mg^{2+}$ /dextran sulfate in its measurement. *Clin. Chem.* 24: 931-933 (1978)
- Yamajaki K, Murata M. Frequency of atherogenic risk factors in Japanese obese children. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 10: S211-S219 (1990)
- Folch JM, Lee M, Stanely GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 26: 497-509 (1957)
- Czubayko F, Beumers B, Lutjohann D, Von Bergman K. A simplified micromethod for quantitation of fecal excretion for neutral and acidic sterols for outpatients in humans. *J. Lipid Res.* 32: 1861-1867 (1992)
- Michael JC, Ian AM. Enzymatic determination of  $3\alpha$ ,  $7\alpha$  and  $12\alpha$  hydroxyl groups of fecal bile salts. *Clin. Chem.* 26: 1298-1304 (1980)
- Best JD. Diabetic lipidemia-current treatment recommendations. *Drug* 59: 1101-1111 (2000)
- Daniel DG, Saari C, Don WS Judith MO. Diabetes increase excretion of urinary malonaldehyde conjugates in rats. *Lipid* 28: 663-666 (1993)
- Zachania M. Effects of brown rice and soybean dietary fiber on the control of glucose and lipid metabolism in diabetic rats. *Am. J. Clin. Nutr.* 38: 388-393 (1983)
- Wesson LG. Compensatory growth and other growth response of the kidney. *Nephron* 51: 149-184 (1989)
- Goldsterin JL, Brown MS. The low density lipoprotein pathway and its relation to atherosclerosis. *Ann. Rev. Biochem.* 46: 897-930 (1997)
- Park SH, Lee YK, Lee HS. The effects of dietary fiber on gastrointestinal functions and lipid and glucose metabolism in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.* 27: 311-322 (1994)
- Choi TW, Son KH, Kim SH. The effect of nicotinamide on plasma lipid compositions in streptozotocin induced rats. *Korean J. Nutr.* 20: 306-311 (1991)
- Choi YS, Ahn C, Shim HH, Choe M, Oh SY, Lee SY. Effects of buckwheat noodle on digestibility and lipids profiles of liver and serum in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 478-483 (1992)
- Chio TW, Son KH, Kim SH. The effect of nicotinamide on plasma lipid compositions in streptozotocin induced rats. *Korean J. Nutr.* 20: 306-311 (1991)
- Steiner G, Chow A, Litte JA. Hypertriglyceridemia associated with deficiency of apolipoprotein C-II. *New Eng. J. Med.* 298: 1256-1273 (1978)
- Anderson JW, Bryant CA. Dietary fiber: Diabetes and obesity. *Am. J. Gastroenterol.* 81: 898-906 (1986)
- Tomas RB, Curtis DJ. Dietary fiber: Its role for diabetics. *Food Technol.* 2: 118-126 (1986)
- Kiehm TG. Beneficial effects of a high carbohydrate fiber diet on hyperglycemic diabetic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 29: 895-899 (1976)
- Anderson JW, Tietzen-Clark J. Dietary fiber: Hyperlipidemia, hypertension, and coronary heart disease. *Am. J. Gastroenterol.* 81: 907-919, 1986
- Igarshi K, Ohmune M. Effects of isohamnetin and quercetin on the concentration of cholesterol and lipoperoxide in the serum and liver and on the blood and liver antioxidative enzyme activities or rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 59: 595-601 (1995)
- Greenwaid P, Lanza E, Eddy GA. Dietary fiber in the reduction of colon cancer risk. *J. Am. Diet Assoc.* 87: 1178-1188 (1987)
- Anderson JW, Jones AE, Riddell-Mason S. Ten different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats. *J. Nutr.* 124: 78-83 (1994)