

거대배아미 식이에 의한 Streptozotocin 유발 당뇨 흰쥐의 혈당강하 효과

이연리 · 남석현¹ · 강미영*

경북대학교 식품영양학과, ¹아주대학교 자연과학부

Hypoglycemic Effect of the Giant Embryonic Rice Supplementation on Streptozotocin-induced Diabetic Rats

Youn Ri Lee, Seok Hyun Nam¹, and Mi Young Kang*

Department of Food Science and Nutrition, Kyunpook National University

¹Department of Biological Science, Ajou University

Abstract This study was performed to investigate the influence of giant embryo feeding on hypoglycemia in streptozotocin-induced diabetic rats. Streptozotocin -induced diabetic rats were fed four kinds of experimental diets such as corn starch diet as a control, polished rice diet, brown rice diet and giant embeyonic rice diet for 6 weeks. The body weight gain diabetic of control was significantly suppressed compared to that of the normal. The supplementation of giant embryo increased the survival rate. Feeding of giant embryo appeared to have ameliorating effects on diabetic symptoms including features such as polyphasia, polyuria. Giant embryo shortened gastrointestinal transit time and increased total fecal weight, total fecal dry weight and fecal water content compared with diabetic control. Giant embryo showed fasting blood glucose lowering effect compared with diabetic control. The disaccharidase activities in proximal part of intestine such as maltase sucrase and lactase in giant embryo feeding groups were lower than diabetic control. The results of this study show that giant embryo supplementation may have a beneficial Veffect on the hypoglycemia may be useful in the diet therapy for diabetic.

Key words: Giant embryo, hypoglycemic, diabetic symptomone

서 론

당뇨병은 인슐린과 글루카곤의 분비장애로 인하여 혈중의 포도당이 세포내로 이동되지 못하고 혈액속에 남게 되어 혈당농도가 증가되고, 당이 뇨로 배설되는 질병으로, 고혈당 상태가 만성화 될 경우 고지혈증, 고혈압 및 동맥경화 등의 심혈관성 장애를 비롯한 여러형태의 합병증이 초래된다(1-4). 2002년 현재 우리나라 성인들의 당뇨병 유병율은 10% 수준으로 300~500만명 정도이지만, 2010년 이후에는 1200만명 정도가 당뇨병으로 인한 직·간접적인 고통을 받을 것이라 예측하고 있다(5,6). 이러한 당뇨병의 예방 및 치료를 위해서는 식이요법, 운동요법, 경구혈당 강하제 및 인슐린 주사 등의 약물요법과 민간요법 등 다양하다(7). 이 중에서 식이요법은 혈당 수준에 가장 민감하게 반응한다는 특성상 기본적으로 실시하여야 하는 필수적인 방법인 것이다. 당뇨병의 식이요법으로는 저지방식이면서 glycemc index가 낮은 복합탄수화물 식품 섭취들이 권장되고 있다(8,9). 특히 식이섬유는 당뇨병 환자의 지질수준 감소에 효과적이며(10), 이러한 효과는 식이섬유의 급원에 따라서도 차이가 있음이 밝혀지고 있다(11,12). 그러나 일상적인 식생활을 통해서는 성인 1일 식이섬유소 권장

량인 20-25 g을 섭취하기는 어려운 실정(13-16)이기 때문에, 우리들의 주식인 밥의 형태로 안정적으로 식이섬유를 섭취함으로써 당뇨병을 비롯한 각종의 성인병의 예방에 적극적으로 활용하기 위한 다양한 형태의 특수미가 개발(17,18)되고 있는 실정이다. 이러한 맥락에서 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 관상 심혈관 질환의 위험성을 감소시키는 식물성 스테롤류의 함량이 높고(19,20), 저자 등에 의한 선행 연구(21,22)에서 항산화 활성 및 항변이원성이 있음을 관찰한 바 있다. 본 연구에서는 흰쥐에게 streptozotocin을 투여하여 당뇨를 유발시킨 후 거대배아미를 급여함에 따른 혈당 강하 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

실험동물및 식이

실험동물은 생후 4주령 수컷 흰쥐(Sprague Dawley)를 고형사료와 물을 공급하면서 일주일간 적응시킨 후, 평균체중이 280±10 g인 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 분

*Corresponding author: Mi Young Kang, Department of Food Science and Nutrition, college of Human Ecology Kyunpook 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 ¹⁾	R-D ¹⁾	BR-D ¹⁾	GER-D ¹⁾
Carbohydrate	65	65	65	65
Corn starch	(15.4)	0	0	0
Sucrose	(49.7)	0	0	0
Rice sources ²⁾	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 ³⁾	(5)	(4.4)	(2.1)	(1.2)
Rice sources	(0.7)	(2.9)	(3.8)	
Vitamin mix ⁴⁾	1	1	1	1
Mineral mix ⁵⁾	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

¹⁾C: Control diet, C-D; Control diet (for STZ-induced diabetes rats), R-D: Rice supplemented diet (for STZ-induced diabetes rats), BR-D: Brown rice supplemented diet (for STZ-induced diabetes rats), GER-D: Giant embryonic rice supplemented diet (for STZ-induced diabetes rats).

²⁾Shinzi Co. (Seoul Korea).

³⁾CMC (sodium carboxyl methyl cellulose, Sigma Chemical Co.).

⁴⁾Vitamin mixture according to AIN-76 (Teklad, USA).

⁵⁾Mineral mixture according to AIN-76 (Teklad, USA).

석치를 참고로 하면서 탄수화물, 단백질, 지질, 섬유소의 함량을 환산한 급여 식이로 각각 구분하였다(Table 1).

당뇨 유도

실험동물의 대퇴부 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. 당뇨유도후 실험식이로 6주간 사육하면서 1주일 간격으로 체중을 측정하면서 동물의 체중변화 상태를 측정하였다.

당뇨 증세 측정

실험식이 개시일로부터 1주일 간격으로 체중을 달아, 실험식이 종료일까지 동물의 체중 변화 상태를 비교하였으며, 식이 섭취량, 수분 섭취량, 뇨 배설량들을 측정하기 위해서는 실험식이 5주째부터는 한 마리씩 대사 cage에 수용하여 충분한 양의 물을 제한 없이 급여하였다. 수분의 급여량과 잔여량의 차이로부터 1일 평균 수분섭취량을 측정하였고, 뇨 배설량은 대사 cage로부터 수집된 소변의 총량을 배설량으로써 계산하였다.

장통과 시간(Gastrointestinal transit time)측정

0.5%-Carmine red(Sigma Chem Co, USA)를 marker로 사용하여 실험식이 22일째에 식이와 함께 급여하고, 매시간 마다 marker의 변 중 배설 정도를 체크하면서 실험식이 급여시간과 marker가 변 중에 처음 나타나기까지의 시간 간격을 장통과 시간으로 하였다.

경구 당부하 검사(Oral Glucose Tolerance Test: Oral GTT)

실험식이 6주째에, 24시간 절식시킨 후 혈당치를 측정할 시점을 0시간으로 하여, 포도당액(2 mg/Kg, BW)을 경구투여하고, 30, 60, 120, 180분이 경과한 후 꼬리정맥으로부터 채취한 혈액을 혈당계 (Acctrend GC, Boehringer Mannheim Germany)로 측정하여 혈당치로 하였다.

혈액 및 장기 채취

실험식이 6주째에 18시간 절식시킨 동물의 복강에 1%-ketamin hydrochloride를 체중 100 g 당 0.2 mL의 양으로 주사하여 마취시킨 후 개복하였다. 복부대동맥으로부터 혈액을 채취한 후 즉시 소장, 대장을 채취하였다. 혈액은 실온에서 30분간 방치한 다음 3000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 혈청을 분리하여 분석시 까지 냉동보관 하였다. 소장 대장 등은 장 내용물을 비워낸 후 길이를 각각 측정하였다.

이당류 분해 효소활성 측정

소장점막 중의 maltase, sucrase 및 lactase활성은 Dahlquist(24) 방법에 의해서 측정하였다. 희생 직후 소장 상부 10-60 cm 사이를 절개하여 냉장시킨 후, 생리식염수로 깨끗하게 씻어 cheese cloth로 수분을 제거하였다. 냉각관에서 microscope glass를 사용하여 점막을 긁어서 무게를 달고, 4배량의 증류수를 넣어 homogenizer로 균질화시켜, 4°C 7000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후의 상층액으로 부터 효소활성을 측정하였다. 활성측정은 희석시킨 시료를 0.1 mL와 0.056 M-disaccharide solution/0.01 M-sodium malate buffer(pH 6.0) 기질용액 0.1 mL를 시험관에 넣고 잘 혼합해서, 37°C 수욕 중에서 60분간 반응시킨 다음, 증류수 0.8 mL를 첨가하고, 2분간 끓여 반응을 중지시킨다. 이것 0.5 mL를 시험관에 취

하고, glucose oxidase 용액 3 mL를 첨가한 후, 37°C 수욕 중에서 60분간 반응시켜, 420 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 이당류 효소 활성도는 specific activity(unit of activity/g protein)로 나타내었으며, 장 점막의 단백질 함량은 bovine serum albumin을 표준물질로 사용하여 Bradford(25)법에 의해서 정량하였다.

통계처리

모든 실험결과에 대한 통계처리는 각 실험군별로 표준차이가 있는가를 검증하기 위해 분산분석을 수행하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 행하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

실험동물의 성장상태 및 장기의 무게

당뇨유발 6주 동안 실험동물의 체중변화, 맹장무게, 생존률은 Table 2와 같다. 체중변화는 streptozotocin을 투여한 후 정상군은 215 g에 비해 당뇨군은 -33 g의 체중감소를 보였고 백미군은 7 g, 현미군은 23 g, 거대배아미군은 30 g의 체중증가를 나타내었다. 당뇨군에서는 -33 g의 체중 감소현상은 당뇨병 상태에서 세포의 포도당 이용이 현저하게 저하되어 나타난 현상으로 보이는데(26) 이는 Daniei(27), Zacharia(28)의 실험결과에서도 나타났다. 거대배아미군이 체중증가가 높게 나타난 것은 당뇨로 인한 체중감소현상이 거대배아미를 섭취함으로써 체중손실 방지 및 당뇨병증세의 호전효과가 있는 것으로 추정된다. 맹장의 경우 당뇨대조군에 비해 당뇨실험군인 백미군 20% 감소하였고 현미는 10%, 거대배아미는 7% 무게가 증가되었는데 이같이 정상군에 비해서 당뇨군에서 맹장이 증가하는 것은 높은 식이섭취량과 관계가 있으며, 맹장에 세균의 증식을 의미하며 이 세균에 의해 소화되지 않은 난소화성 다당류는 대장세포성장을 촉진시키고 이어서 단쇄지방산으로 변화하여 체내로 흡수되어 콜레스테롤이나 혈당을 저하시키는 작용을 하는 곳으로 알려져 있다. 당뇨유발 6주 동안 쥐의 생존률을 측정한 결과 정상군을 100으로 보았을 때 거대배아미군이 86%로 가장 높은 생존률을 나타내었다.

당뇨증세 호전 효과

식이섭취량, 수분섭취량, 소변배설량은 Table 3와 같다. 식이섭취량은 정상군에 비해 당뇨실험군들이 높게 나타나지만 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 이것은 당뇨증상인 다식(polyphagia) 현상으로 보인다. 수분섭취량은 정상군에 비해 당뇨대조군이 수분 섭취량증가가 나타났다. 당뇨실험군 내에서는 당뇨대조군에 비해 거대배아미군이 수분섭취량이 감소하였다. 뇨 배설량은 정상군에 비해 당뇨대조군이 유의적으로 높게 나타났으며 당뇨대

조군에 비해서 거대배아미군이 감소하였다. 본 실험결과 당뇨 쥐가 정상쥐에 비해서 수분섭취량, 소변배설량, 혈당이 유의적으로 높게 나타났는데 이것은 Lee 등(29)의 연구결과와 일치한다. 정상쥐에 비해 당뇨쥐가 수분섭취량, 소변배설량 유의적으로 높게 나타났는데 당뇨병의 주요증세가 다갈(polydipsia), 다뇨(polyuria), 다식(polyphagia), 고혈당인점에서 당뇨군에 비해서 거대배아미는 당뇨증세가 어느 정도 호전효과가 있음을 보여주고 있다

장 기능에 미치는 영향

백미, 현미, 거대배아미 급여가 장 내용물의 통과시간, 대장 및 소장 길이에 미치는 효과는 Table 4와 같다. 장통과 시간은 평균 17시간에서 9시간으로 정상군 17시간, 당뇨군의 16시간에 비해서 당뇨실험군인 백미군 12시간, 현미군 10시간, 거대배아미는 9시간으로 단축이 되었다. 당뇨실험군에서도 당뇨군에 비해서 당뇨실험군인 거대배아미가 7시간이나 단축된 것은 식이섬유소에 의해서 장통과 시간이 단축된다는 것을 알 수 있다. 장 길이중 소장의 길이는 정상군, 당뇨군, 당뇨실험군간에도 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 당뇨대조군에 비해 거대배아미는 17.2% 소장의 길이가 길었다. 대장의 경우 평균 14-16 cm로서 각 실험군간에 유의적 차이는 없었으나 거대배아미가 당뇨대조군에 비해서 4.3% 대장의 길이가 길었다.

분변배설량, 분변중의 고형물량과 수분함량은 Table 5와 같다. 분변중의 총량은 정상군과 당뇨대조군, 당뇨실험군간의 유의적인 차이가 나타났다. 당뇨군은 정상군에 비해 180.9% 높게 나타났. 당뇨실험군에서는 당뇨군에 비해 거대배아미가 21% 무게가 증가하였다. 분변중의 고형물량은 당뇨군에 비해서 거대배아미가 10% 무게가 증가하였다. 이는 식이섬유소가 장에서 액체를 흡수하여 부피를 증가하고 배설물을 만들며 배설을 할 수 있도록 자극을 주는 결과로 볼 수 있다(30). 분변중의 수분함량은 모든 당

Table 3. Food intake, water intake and urine volume in normal and diabetic rats

Group	Food intake (g/day)	Water intake (g/day)	Urine volume (ml/day)
C	25.59 ± 5.99 ^a	28.54 ± 6.06 ^a	11.61 ± 2.290 ^a
C-D	33.83 ± 3.01 ^{bc}	208.4 ± 29.37 ^c	180.6 ± 10.08 ^{cd}
R-D	32.19 ± 5.84 ^b	194.4 ± 28.41 ^b	170.7 ± 23.29 ^c
BR-D	32.88 ± 3.01 ^b	200.8 ± 26.21 ^c	162.9 ± 23.19 ^c
GER-D	34.10 ± 1.76 ^c	184.5 ± 20.13 ^b	147.9 ± 21.42 ^b

Values are mean ± SE. Values within the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) among group by the Duncan's multiple range test.

Table 2. Body weight change, cecum weight and survival rate of rats fed experimental diets for 6 weeks

Group	Body weight gain (g/42 day)	Cecum (g/100 gBW)	Survival rate (%)
C	215.6 ± 30.14 ^d	0.576 ± 0.092 ^a	100
C-D	-33.0 ± 21.99 ^a	1.434 ± 0.303 ^d	60
R-D	7.19 ± 9.44 ^b	1.096 ± 0.57 ^b	53
BR-D	23.52 ± 13.39 ^c	1.389 ± 0.442 ^c	73
GER-D	30.68 ± 11.55 ^c	1.339 ± 0.523 ^c	86

Values are mean ± SE. Values within the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) among group by the Duncan's multiple range test.

Table 4. Effects of various diets on gastrointestinal transit time, small intestine length, large intestine length in normal and diabetic rats

Group	Gastrointestinal transit time (hr)	Small intestine length (cm)	Large intestine length (cm)
C	17.40 ± 0.96 ^{bc}	108.8 ± 10.18 ^a	15.83 ± 0.98 ^{NS}
C-D	16.25 ± 0.86 ^b	115.5 ± 7.51 ^b	16.67 ± 2.29
R-D	12.0 ± 1.51 ^b	118.1 ± 14.85 ^b	14.84 ± 4.06
BR-D	10.30 ± 1.56 ^b	120.2 ± 11.67 ^{bc}	15.63 ± 2.70
GER-D	9.08 ± 1.50 ^a	127.04 ± 5.46 ^c	15.72 ± 1.77

Values are mean ± SE. Values within the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) among group by the Duncan's multiple range test.

Table 5. Effects of rice cultivars on total fecal weight, total fecal dry weight, fecal water content, in normal and diabetic rat

Group	Total fecal weight (g/day)	Total fecal dry weight (g/day)	Fecal water content (%)
C	0.351 ± 0.111 ^d	0.259 ± 0.093 ^d	25.98 ± 11.39 ^a
C-D	0.986 ± 0.141 ^c	0.676 ± 0.115 ^c	30.68 ± 12.48 ^b
R-D	0.782 ± 0.217 ^b	0.535 ± 0.141 ^b	30.90 ± 6.179 ^b
BR-D	1.014 ± 0.215 ^d	0.693 ± 0.155 ^c	30.11 ± 16.35 ^b
GER-D	1.198 ± 0.165 ^c	0.748 ± 0.135 ^c	37.23 ± 9.454 ^c

Values are mean ± SE. Values within the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) among group by the Duncan's multiple range test.

Table 6. Effect of various diets on lactase, maltase and sucrase activities of small intestine in normal and diabetic rats

Group	(unit/g protein)		
	Lactase	Maltase	Sucrase
C	13.75 ± 0.66 ^a	171.6 ± 6.90 ^a	136.2 ± 3.35 ^a
C-D	87.30 ± 22.21 ^d	385.3 ± 77.81 ^c	294.2 ± 90.83 ^d
R-D	42.86 ± 3.26 ^c	323.4 ± 55.27 ^c	228.0 ± 29.29 ^c
BR-D	26.96 ± 3.91 ^b	181.5 ± 22.48 ^a	195.7 ± 36.72 ^{ab}
GER-D	23.25 ± 2.77 ^b	193.6 ± 10.51 ^b	206.8 ± 14.23 ^c

Values are mean ± SE. Values within the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) among group by the Duncan's multiple range test.

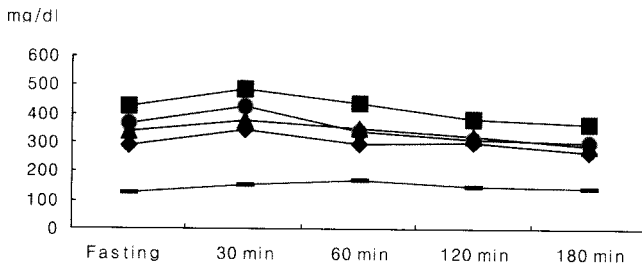


Fig. 1. Oral glucose tolerance test in normal and diabetic rats. ■: normal control, ■: diabetic control, ●: diabetic rice, ▲: diabetic brown rice, ◆: diabetic giant embryo.

당뇨인들이 정상군에 비해 많았으나 유의적인 차이는 당뇨실험군들 중 당뇨군 30.6% 거대배아미 37.2%의 분변수분함량을 포함하고 있었다. 위 실험에 따라 장통과 시간과 분변고형물의 양에는 역의 상관관계로 나타났다. 본 실험결과에서도 식이섬유소의 함량이 높은 쌀 품종인 거대배아미는 장통과 시간이 짧으며 분변고형물의 양을 유의적으로 증가시켰으며 변의 수분보유량도 정상군에 비해 당뇨실험군의 높았으며 당뇨실험군들 중 거대배아미, 현미군이 전반적으로 높은 것은 식이섬유 자체의 수분흡수성 이외에도 당뇨쥐들의 수분섭취량이 정상군에 비해서 높은 것과 관계가 있다고 생각이 된다.

당질대사에 미치는 영향

당뇨쥐의 내당능(glucose tolerance)에 미치는 경구 당부하검사에 의해 관찰된 결과는 Fig. 1과 같다. 공복시 혈당은 정상군은 128 mg/dl 비해서 당뇨실험군들은 428-346 mg/dl에 이르는 고혈당치를 보였다. 당뇨대조군과 백미군은 높은 혈당치를 보인 반면에 거대배아미는 공복시 혈당은 낮았다. 포도당 섭취 후 30분에는 모든 당뇨실험군들이 정상군에 비해서 높은 혈당수준을 보였으며 거대배아미, 현미가 당뇨대조군에 비해서 낮은 혈당수준을 나타내었다. 60분 후에는 모든 군의 혈당 수준이 감소하기 시작하였고 120분 후에는 정상군에 비해 당뇨대조군이 여전히 유의적으로 높은 수준이었고 당뇨실험군에서는 거대배아미가 낮은 수준이었고 180분에는 당뇨대조군, 백미에 비해서 거대배아미, 현미가 유의적으로 낮은 수준을 보였다. 경구당부하검사의 결과에서 거대배아미, 현미의 급여가 당뇨동물의 공복시 혈당 수준을 유의적으로 낮추는데 효과가 있음을 알 수 있고 이러한 결과는 식이섬유소의 급여가 당뇨환자의 혈당을 낮춘다는 Southgate(31), Kiehm(32), Anderson 등(33)의 보고를 뒷받침하고 있다.

소장점막의 이당류 분해효소 활성

소장내의 당의흡수와 혈당상승과의 관계에 거대배아미가 미치는 효과를 알아보고자 소장용모막의 lactase, maltase, sucrase의 활성도를 관찰해본 결과가 Table 6과 같다. Lactase활성은 당뇨군은 정상군에 비해 534.9% 현저하게 증가하였다. 당뇨실험군에서는 당뇨군에 비해서 거대배아미는 73.4%가 감소되었다. Maltase활성은 당뇨군은 정상군에 비해 124.4% 증가하고 당뇨군에 비해서 현미군 52.8%, 감소되었다. Sucrase활성은 당뇨군은 정상군에 비해 116.0%, 증가하고 당뇨군 비해서 현미군 33.4%, 거대배아미는 29.6%가 감소되었다. 이와 같이 정상군에 비해서 당뇨군이 lactase, maltase sucrase활성이 현저하게 증가되었지만 당뇨군에 비해 거대배아미군보다는 현미군의 활성이 감소되었지만 유의적인 차이는 아니다. 이 결과 거대배아미 현미 등이 소장점막부분의 lactase, maltase, sucrase의 활성을 저해시킴으로서 혈당상승을 억제시키는 것으로 볼 수 있었다.

요 약

췌장에 β-cell에만 특이적으로 작용하고 다른 기관에는 영향을 주지 않는 것으로 보고되어 있는 streptozotocin을 흰쥐에게 투여하여 당뇨병을 유발시킨 다음 백미, 현미, 거대배아미를 6주간 급여한 후 혈당강화 효과를 알아보았다.

실험기간동안 모든 당뇨군들의 체중증가는 정상군에 비해서는 유의적으로 낮았다. 당뇨대조군에 비해서는 거대배아미를 급여한 군에서 체중감소현상이 억제되었다. 장기중 맹장의 경우 2배 이상의 비대현상이 나타났고 정상쥐에 비해 당뇨쥐가 수분섭취량, 소변배설량, 혈당이 유의적으로 높게 나타났는데 당뇨병의 주요 증세가 다갈(polydipsia), 다뇨(polyuria), 다식(polyphagia), 고혈당 인점에서 당뇨군에 비해서 거대배아미는 당뇨증세가 어느 정도 호전효과가 있음을 보여주고 있다. 식이섬유량은 정상군에 비해 당뇨실험군들이 높게 나타났으며 수분섭취량은 정상군에 비해 당뇨대조군이 수분 섭취량증가가 나타났다. 당뇨실험군 내에서는 당뇨대조군에 비해 거대배아미군이 수분섭취량이 감소하였다. 노 배설량은 정상군에 비해 당뇨대조군이 유의적으로 높게 나타났으며 당뇨대조군에 비해서 거대배아미군이 감소하였다. 장 기능 조절로서 장통과 시간과 분변고형물의 양에는 역의 상관관계로 식이섬유소의 함량이 높은 쌀 품종인 거대배아미는 장통과 시간이 짧으며 분변고형물의 양을 유의적으로 증가시켰으며 변의 수분보유량도 정상군에 비해 당뇨실험군들중 거대배아미군 전반적으로 높았다. 의 결과에서 거대배아미 급여가 당뇨동물의 공복시

혈당 수준을 유의적으로 낮추는데 효과가 있었으며 이당류 분해 효소 활성의 경우 정상군에 비해서 당뇨군이 lactase, maltase, sucrase 활성이 현저하게 증가 되었지만 당뇨실험군중에는 거대 배아미가 소장점막부분의 lactase, maltase, sucrase 의 활성을 저해시킴으로서 혈당상승을 억제시키는 것으로 볼 수 있었다. 이상의 결과로 백미, 현미에 비해서 거대배아미를 급여한 당뇨동물에서 혈당을 억제시키는 효과를 보았다.

문 헌

1. Seo JS, Lee KS, Jang JH. Effect of dietary supplementation of β -carotene on lipid peroxide level and antioxidative vitamins of diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 72-77 (2004)
2. Ha AW, Kim HM. The study of lipid-peroxidation, antioxidant enzymes and the antioxidant vitamin in NIDDM patients with microvascular-diabetic complications. *Korean J. Nutr.* 31: 1139-1150 (1999)
3. Lee DM, Hoffma WH, Carl GF, Cornwell PE. Lipid peroxidation vitamin prior to during and after correction of diabetes ketoacidosis. *J. Korean Diabetes Complications.* 16: 294-300 (1999)
4. Son HY, Hotta N, Sukamoto N, Natenoka S, Ohishi N, Yagi N. Lipoprotein(a) and diabetes mellitus. *J. Korean Diabetes Assoc.* 16: 275-280 (1992)
5. 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)
6. Vahouny GV, Roy T, Gallo LL, Story J, Kritchevsky D, Cassidy M, Grund BM. Dietary fiber and lymphatic absorption of cholesterol in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.* 31: 208-212 (1978)
7. Arky RA. National management of diabetic. pp. 539-566. In: *Diabetes Mellitus: Theory and practice.* 3rd ed., Medical Examination Publishing Co., NY, USA (1983)
8. Crapo PA, Insel J, Sperling M, and Kolterman OG. Comparison of serum glucose, insulin, and glucagon responses to different types of complex carbohydrate in noninsulin-dependent diabetic patients. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 184-190 (1981)
9. Jenkins DJA, Wolever TMS. Slow release carbohydrate improves second meal tolerance. *Am. J. Clin. Nutr.* 35: 1339-1346 (1982)
10. Gordon DI. The importance of total dietary fiber in human nutrition and health. *Korean J. Nutr.* 25: 75-82 (1992)
11. Kim MJ, Lee SS. The effect of dietary fiber on the serum lipid level and bowel function in rats. *Korean J. Nutr.* 28: 23-32 (1995)
12. Schweizer TH, Wursch P. The Physiological and nutritional importance of dietary fiber. *Experientia* 47: 181-186 (1987)
13. Hwang SH, and Park YJ. Assessment of dietary fiber intake in Korean college students. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25: 205-213 (1996)
14. Rhie SG, Park YJ. The comparison of health status and dietary health practice with or without hypertension of middle-aged rural

- adults in Kyungi province. *Korean J. Rural Living Sci.* 8: 131-143 (1997)
15. Na HJ, Kim YN. The prevalence of constipation and dietary fiber intake of 3rd grade high school girls. *Korean J. Nutr.* 33: 675-683 (2000)
16. Baek JW, Koo BK, Kim KJ, Lee YK, Lee HS. Nutritional status in the ling-live elderly people in Kyungpook Sung-Ju area (I): Estimation of nutritions intake. *Korean J. Nutr.* 33: 438-453 (2000)
17. Lee SH, Park HJ, Cho SY, Han GJ, Chun, HK, Hwang, HG Choi HC. Supplementary effect of the high dietary fiber rice on lipid metabolism in diabetic KK rice. *Korean J. Nutr.* 37: 81-87 (2004)
18. Lee YT. Preparation and hypoglycemic effect of reconstituted grain added with selected medicinal herb extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 527 -531 (2003)
19. Sato H, Omura T. New endosperm mutations induced by chemical mutagens in rice. *Jpn. J. Breed.* 31: 316-326 (1981)
20. Kang MY, Lee YR, Nam SH. Some Physical properties of starch granules from giant embryonic rice endosperm. *J. Korean. Soc. Agric. Chem. Biot.* 46: 117-122 (2003)
21. 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)
22. Kang MY, Kim SY, Koh HJ, Jin JH, Nam SH. Antioxidative activity of germinated specialty rices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 624-630 (2004)
23. Lazarus SS, Shapiro SH. Streptozotocin-induced diabetes and islet cell alteration in rabbits. *Diabetes* 21: 129-137 (1972)
24. Dahlquist A. Assay of intestine disaccharides scand. *J. Clin. Lab. Invest.* 44: 169-172 (1984)
25. Bradford MM. A rapid and sensitivities method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.* 72: 248-254 (1976)
26. Best JD. Diabetic dyslipidaemia-current treatment recommendations. *Drugs* 59: 1101-1111 (2000)
27. Daniel DG, Saari C, Don WS, Judith MO. Diabetes increase excretion of urinary malonaldehyde conjugates in rats. *Lipid* 28: 663-666 (1993)
28. 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)
29. Lee WJ, Kim SS. Preparation of brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 101-106 (1998)
30. Shon KH, Kim SH, Chio JW. Pretreatment with nicotinamide to prevent pancreatic enzymes changes by streptozotocin in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 117-123 (1992)
31. Southgate DAT. The relationship between composition and properties of dietary fiber and physiological effects In: *Dietary fiber basic and clinical aspects plenum.* 35-48 (1986)
32. Kiehm TG. Beneficial effects of a high carbohydrate fiber diet on hyperglycemic diabetic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 29: 895-899 (1976)
33. Anderson JW, Ward K. High carbohydrate fiber diet on hyperglycemic diabetic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 32: 2312-2321 (1979)