

## 밥 중심 식사가 마우스의 체중 및 혈중 지질 함량에 미치는 영향

최원희<sup>1</sup> · 엄민영<sup>1</sup> · 안지윤<sup>1</sup> · 정창화<sup>1</sup> · 서정숙<sup>2</sup> · 하태열<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국식품연구원 대사기능연구본부, <sup>2</sup>영남대학교 식품영양학과

### Effects of a Rice-Based Diet on Body Weight and Serum Lipid Levels in Mice

Won Hee Choi<sup>1</sup>, Min Young Um<sup>1</sup>, Ji Yun Ahn<sup>1</sup>, Chang Hwa Jung<sup>1</sup>, Jung Sook Seo<sup>2</sup> and Tae-Youl Ha<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Metabolism and Functionality Research, Korea Food Research Institute, Sungnam 463-746, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food & Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

#### Abstract

This study was designed to evaluate the effect of a rice-based diet on body weight and serum lipid levels. Thirty male C57BL/6 mice were randomly divided into three groups and fed a high-fat diet (HFD), rice-based diet (RD), or bread-based diet (BD) for five weeks. Our results showed that the RD group had a significantly lower final body weight, although there was no significant difference in daily food intake among the groups. There was a reduction in body weight gains, adipose tissues weight, and adipocyte size of epididymal adipose tissue in the RD group ( $p < 0.05$ ). Also, serum triglycerides and total cholesterol in the RD group were significantly decreased compared to the BD group. RD also reduced fasting glucose and insulin levels. These results indicate that the intake of RD attenuates increases in body weight and serum lipid concentrations in mice, suggesting its benefits for the dietary control of obesity and hyperlipidemia.

Key words : Rice-based diet, body weight, adipose tissue, triglyceride, cholesterol.

#### 서 론

최근 당뇨병, 심혈관계 질환 및 고지혈증 등의 발생빈도가 급격히 증가하고 있으며, 이러한 만성질환의 증가는 비만과 깊은 관련이 있다(McNaughton *et al* 2007). 보건복지부가 발표한 2010년 국민건강 영양조사 결과에 따르면 우리나라 20세 이상 성인 남자의 경우, 체질량지수를 기준으로 하는 비만 유병율은 36.3%로, 1998년 26.2%에 비하여 약 10%가 증가하였고, 우리나라 성인 남자의 24%가 허리둘레를 기준으로 하는 복부 비만에 해당하는 것으로 조사되어(<http://knhanes.cdc.go.kr> 2011), 비만 유병율이 꾸준히 증가하고 있다.

역학조사에 의하면 식생활 패턴과 만성질환은 깊은 관련이 있으며, 과일, 야채, 생선 및 whole grain이 풍부한 식사 패턴(healthy/prudent pattern)은 고지방, 고당질 또는 육류 위주의 식사 패턴(western pattern)에 비하여 비만, 당뇨병 및 심혈관계 질환을 예방하는 데에 있어서 효과적이라 알려져 있다(Fung *et al* 2001, Newby *et al* 2003, Newby *et al* 2004). 그러나 최근 빵, 육류 중심의 서양식 식사와 외식의 증가로

동물성 지방의 섭취비율이 증가하고, 그에 따른 섭취 칼로리 역시 대폭 증가하고 있는데, 이러한 식생활 패턴의 변화는 비만 유병율의 중요한 인자라 할 수 있다.

전통적으로 우리나라는 쌀을 주식으로 하는 밥 중심의 문화였으나 서구화된 식생활 문화로의 식생활 패턴의 변화와 더불어 다양한 종류의 음식이 소개되고, 탄수화물이 많은 식사의 기피 등으로 인해 쌀 소비량이 점점 감소하고 있다. 특히 쌀로 된 밥은 비만의 주범이라고 하여 청소년들이 밥을 기피하고, 패스트푸드나 빵 등을 주로 하는 서양식 식사 패턴의 소비가 증가하고 있다. 그러나 한국인의 전통적인 밥 중심 식사는 지방의 섭취가 적으며, 식이섬유, 비타민, 무기질이 풍부하고, 단백질이 적절히 조화를 이룬 형태로 알려져 있다. 비만 및 당뇨병의 경우, 생활습관과 식사관리가 매우 중요한 요인으로써 고탄수화물인 쌀밥이 혈당을 상승시키고 비만을 초래한다고 알려져 있으나(Lin *et al* 2003), 일반적인 식사 패턴이라는 관점에서 볼 때 우리들은 밥만을 먹는 것이 아니라, 반찬을 조합해서 먹기 때문에 쌀이나 쌀밥의 개념으로 보기보다는 “밥 중심 식사” 패턴으로 평가되어야 한다. 즉, 우리나라의 밥 중심 식사에서는 주식으로 먹는 콩이나 쌀밥에는 포화지방에 비해 불포화지방의 함량이 높으며, 생선구이, 나물에 넣는 참기름 등에도 불포화지방이 많이 함유되어 있다. 이러한 밥 중심 식사 패턴에서 볼 수 있는 고불포

\* Corresponding author : Tae-Youl Ha, Tel: +82-31-780-9054, Fax: +82-31-780-9225, E-mail: tyhap@krfi.re.kr

화지방산의 높은 함량은 고지혈증을 예방할 수 있다(Peters *et al* 2012). 또한, 농촌진흥청의 식품성분표(제7차 개정판)에 의하면 배추김치 등의 김치류와 콩나물 등의 나물류에는 100 g당 각각 약 3 g 및 2.6 g의 식이섬유가 함유되어 있으며(Rural Development Administration 2006), Son SM(2001)은 밥 중심 식사의 경우, 한 끼에 약 3.2 g의 식이섬유를 섭취하게 되는 반면, 빵 중심의 식사 시에는 육류 및 야채류를 충분히 섭취하더라도 약 1.1 g의 식이섬유만을 섭취하게 되어 밥 중심 식사가 빵 중심 식사에 비해 상대적으로 많은 식이섬유를 섭취한다고 보고하였다(Son SM 2001). William *et al*(2000)은 밥을 중심으로 하여 생선, 파스타와 함께 채소와 과일을 자주 먹을 경우, 나이, 성별, 흡연 여부, 비만도와 관계없이 복부 비만과 공복 혈당 및 혈중 중성지방이 감소한다고 보고하였다(William *et al* 2000). 이에 비해 빵을 중심으로 하는 식사의 경우, 다른 부식의 섭취가 줄게 되고, 이에 따라 식이섬유소의 섭취량 및 다른 철분, 비타민 등의 미량 영양소가 하루 권장량에 못 미치는 경우가 많아지게 되어 부실한 식사 패턴이라 할 수 있다(Son SM 2001). 또한 밥과 야채를 중심으로 하는 식사 패턴이 빵, 국수 등을 중심으로 하는 식사 패턴에 비해 복부 비만을 감소시키고(Kim *et al* 2012), 제2형 당뇨병환자의 혈중 지질 수준을 개선한다는 보고가 있으나(Lim *et al* 2011), 밥 중심 식사의 효능을 평가한 중재연구(intervention study)는 아직까지 보고된 바가 없다.

그러므로 본 연구에서는 밥 중심의 식사가 비만 및 혈중 지질농도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 C57BL/6 마우스에게 고지방, 밥 중심 및 빵 중심 식이를 공급하여 마우스의 체중, 체지방 및 혈액 중의 지질 수준의 개선효과를 비교, 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물의 사육 및 식이

실험에 사용된 동물은 생후 4주령 된 수컷 C57BL/6로서, 한림실험동물(株)로부터 구입하였으며, 고품 배합사료로 1주일간 환경에 적응시키기 위해 실험 식이 급여 전 1주일간 예비 사육하였다. 실험동물 사육실의 조건은 온도 21~25℃, 습도 50~60%가 유지되도록 하였다. 실험동물은 난괴법(randomized complete block design)에 의해 각 군당 10마리씩 고지방 대조군(HFD, high fat diet) 및 밥 중심 식사 급여군(RD, rice-based diet)과 빵 중심 식사 급여군(BD, bread-based diet)의 3군으로 분류하고, 각각의 실험 식이를 급여하여 5주간 사육하였다. 고지방 대조군(HFD)은 AIN 76 diet 구성에 의하여 제조하였으며, 5% corn oil, 20% lard 및 0.5% 콜레스테롤을 첨가하여 비만을 유도하였다(Table 1). RD와 BD의 구성은 국민건강영양조사에 의하여, 한국인의 섭취빈도가 높은 한

Table 1. Composition of high fat diet(HFD)

Ingredients	HFD (g/kg diet)
Casein	200
Corn oil	50
Lard	200
Cholesterol	5
Corn starch	145
Sucrose	300
Cellulose	50
Vitamin mix <sup>1)</sup>	10
Mineral mix <sup>2)</sup>	35
Methionine	3
Cholin bitartrate	2

<sup>1)</sup> AIN-76 vitamin mixture.

<sup>2)</sup> AIN-76 mineral mixture.

국인 다소비 식품으로 하루 분량의 한식 식단 및 서양식 식단을 Table 2와 같이 구성하여 각 식단대로 제조된 식이를 동결 건조하였다. 동결 건조된 식이에 10%의 수분을 첨가하여 혼합, 성형한 후 실험동물의 식이로 이용하였으며, 1인당 하루 동안 실제로 섭취하는 양에 근거하여 열량의 보정 없이 식이를 제조하였다.

### 2. 실험동물의 혈액 및 장기 적출

총 5주간의 실험 식이를 급여한 후 희생시키기 전 12시간 동안 절식시킨 후 diethyl ether로 마취시켜 안정맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리관에 담아 1시간 방치한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리(VS-500, Vision Scientific Co., Korea)하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 분석 시까지 -70℃에서 보관하였으며, 채혈이 끝난 후 회복하여 간 및 다른 장기를 적출하여 무게를 잰 후 -70℃에서 보관하였다.

### 3. 혈청 생화학적 분석

혈청 중 중성 지방, 총 콜레스테롤 및 glucose 농도는 (주)신양화학(Seoul, Korea)의 혈액 분석용 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다. 혈청 중 인슐린의 함량은 mouse insulin immunoassay kit(ALPCO Diagnostic, Salem, NH)를 이용하였다.

### 4. 지방조직의 형태학적 분석

지방조직 세포의 형태학적 관찰을 위해 동물희생 시 적출

**Table 2. The dishes of rice-based diet(RD) and bread-based diet(BD)**

Dietary pattern	Meal type	Name of food	Weight (g)	Energy (kcal)	
RD (1,500 kcal)	Breakfast	Cooked rice	150	234	
		Beef and radish soup	100	52	
		Grilled hairtail fish	80	128	
		Seaweed salade	50	36	
		Cabbage <i>kimchi</i>	60	10	
	Lunch	Cooked rice	150	234	
		Spinach-clams soup	100	58	
		Boiled beef with soy sauce	70	105	
		Lettuce salad	70	42	
		Young radish <i>kimchi</i>	50	11	
	Dinner	Tomato	200	28	
		Cooked rice	150	234	
		Dried pollack soup	100	124	
		Mixed vegetable salad with bean sprouts	100	108	
		Grilled, seasoned <i>deodeok</i>	85	81	
Breakfast	Cabbage <i>kimchi</i>	60	10		
	Chicken sandwich	276	640		
	Milk	200	120		
	BD (2,600 kcal)	Lunch	Beef Burger	245	654
		Fried chicken	100	258	
Dinner	Coke	250	100		
	Pizza	300	687		
	Coke	250	110		

한 부고환조직의 일부를 적출하여 10% formaldehyde 수용액에 24시간 고정한 다음 같은 용액으로 2회 교환하였다. 흐르는 물로 충분히 수세한 다음, 78%, 80%, 90% 및 100% 에탄올을 이용하여 단계적으로 탈수시킨 다음 paraffin 투과과정을 거쳐 포매하였다. 포매된 조직은 박절편기로 약 4  $\mu$ m 두께로 박절하여 hematoxylin-eosin(HE)으로 염색하고, xylene으로 투명화 시켜 봉입한 다음 광학현미경으로 관찰하였다.

## 5. 통계분석

실험에서 얻어진 결과들은 Graph pad Prism 5의 통계 프로그램 및 SPSS를 이용하여 실험군당 평균  $\pm$  표준오차로 나타내었다. 그룹간의 평균차에 대한 통계적 유의성을 one-way ANOVA로 분석한 후 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$  수준에서 유의성을 검증하였다.

## 1. 실험 식이의 성분분석

본 실험의 실험 식이로 사용한 밥 중심 식사(RD) 및 빵 중심 식사(BD)는 국민건강영양조사에 의한 한국인 다소비 식품을 기본으로 구성하였다. 제조된 RD 및 BD를 동결건조한 후 일반성분 분석법 및 Can pro 프로그램(version 4.0)에 의하여 각 diet의 성분분석을 실시하여 Table 3에 나타내었다. 분석 결과, 동결건조 시료 kg 중 HFD, RD 및 BD의 열량은 각각 4,830, 4,321 및 5,095 kcal로 BD의 g당 열량이 RD에 비하여 약 18% 높았다. 이러한 현상은 당질의 경우 RD가 BD에 비하여 약 1.2배 높았으나, BD의 지방함량이 RD에 비하여 1.9배 높은 것에 기인하는 것으로 사료된다. 또한 RD에는 BD에 비하여 섬유질의 함량이 4배 이상 높았으며, 이외에 칼륨 및 비타민 C, 엽산 및 비타민 E의 함량 역시 BD에 비하여 월등히 높았다.

## 2. 밥 중심 식사의 섭취가 체중 증가에 미치는 영향

밥 중심 식사(RD) 및 빵 중심 식사(BD)의 급여가 실험동물의 체중 및 식이섭취량에 미치는 영향을 Fig. 1 및 Table 4에 나타내었다. 실험 식이의 섭취 3주 이후부터 BD의 체중 증

**Table 3. Nutrient composition of experimental diet**

Unit/kg dry diet	HFD	RD	BD
Energy (kcal)	4,830	4,321	5,095
Protein (g)	200	204	255
Fat (g)	250	120	232
Carbohydrate (g)	445	605	497
Fiber (g)	50	70.3	17.3
Calcium (mg)	2,975	1,629	2,682
Zinc (mg)	984.2	23.1	11
Iron (mg)	48.3	40	39
Sodium (mg)	984.2	24,195	12,113
Potassium (mg)	3,388	11,921	3,992
Vitamin A (ug)	1,201	1,716	1,876
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	4.68	3.7	5.3
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	6	3.1	6.8
Vitamin C (mg)	-	433	33.9
Niacin (mg)	30	56	54.6
Folate (mg)	2	928	231.8
Vitamin E (mg)	50	60.1	7.8
Cholesterol (mg)	5,000	852	1,296

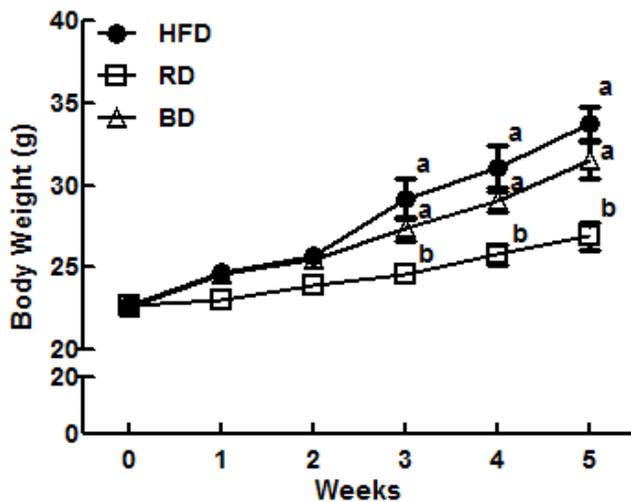


Fig. 1. Effect of rice-based diet on the increase of body weight in mice fed experimental diet for 5 weeks.

Data are expressed as mean  $\pm$  SE. HFD: high fat diet group, RD: rice-based diet group, BD: bread-based diet group. Values with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

가량은 RD에 비하여 유의하게 높게 나타났다. 즉, 총 5주간의 실험기간 동안 RD 및 BD 급여군은 각각 4.2 g 및 8.9 g의 체중이 증가하여 BD 급여군은 RD 급여군에 비해 체중 증가량이 약 2배 이상 높았다. 또한 식이섭취량을 측정된 결과, 모든 처리구에서 유의적인 차이가 나타나지 않은 것으로 미루어, RD 급여군의 체중의 감소는 식이섭취량의 감소에 기인하지 않는 것으로 사료되었다.

### 3. 밥 중심 식사의 섭취가 지방조직의 크기와 무게에 미치는 영향

밥 중심 식사(RD) 및 빵 중심 식사(BD)의 급여가 실험동물의 지방조직의 크기 및 무게에 미치는 영향을 Fig. 2에 나타내었다. 빵 중심 식사 급여군(BD)에 비하여 밥 중심 식사 급여군(RD)의 지방조직(부고환 주변 지방 및 신장 주변 지방)의 무게와 크기가 유의적으로 낮았다(부고환 주변 지방 : RD, 0.59 g vs. BD, 1.07 g, 신장 주변 지방 : RD, 0.24 g vs. BD,

0.47 g,  $p < 0.05$ ). 또한 부고환 지방 조직을 hematoxylin-eosin (HE)으로 염색하여 지방조직세포의 크기를 관찰한 결과, RD의 지방세포의 크기가 BD 급여군에 비하여 매우 작아졌다.

### 4. 밥 중심 식사의 섭취가 혈중 지질 농도에 미치는 영향

밥 중심 식사(RD) 및 빵 중심 식사(BD)를 급여한 실험동물 혈청의 중성지방 및 총콜레스테롤 함량을 측정하였다(Fig. 3). 중성지방의 함량은 RD 급여군과 BD 급여군의 경우, 각각 71.5 mg/dL 및 142.0 mg/dL로, RD 급여군의 혈중 중성지방의 함량이 BD 급여군에 비해 유의적으로 낮았으며( $p < 0.05$ ), BD의 급여는 고지방 대조군에 비해 혈중 중성지방의 농도를 약 30% 상승시키는 것으로 나타났다. 또한 RD 급여군의 혈중 총 콜레스테롤 함량은 131.4 mg/dL로써 BD 급여군(178 mg/dL)에 비하여 약 26% 낮았다.

### 5. 밥 중심 식사의 섭취가 혈중 Glucose와 Insulin의 농도에 미치는 영향

실험동물의 혈중 glucose 및 insulin의 함량을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. RD 급여군의 혈중 glucose 농도는 86.1 mg/dL로써 HFD 급여군(136.3 mg/dL)에 비하여 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다( $p < 0.05$ ). BD 급여군(111.2 mg/dL)에 비교했을 때, RD 급여군의 glucose 농도는 낮아지는 경향을 나타내었지만 유의적 차이는 나타나지 않았다. RD를 급여한 실험동물의 insulin의 농도 역시 344 pg/mL로써 HFD 급여군(1,280 pg/mL)에 비하여 유의적으로 낮은 농도를 나타내었고( $p < 0.05$ ), BD 급여군의 경우, 혈중 insulin의 농도가 768.3 pg/mL로, RD 급여군에 비하여 2배 이상 높은 농도를 나타내었다.

## 고 찰

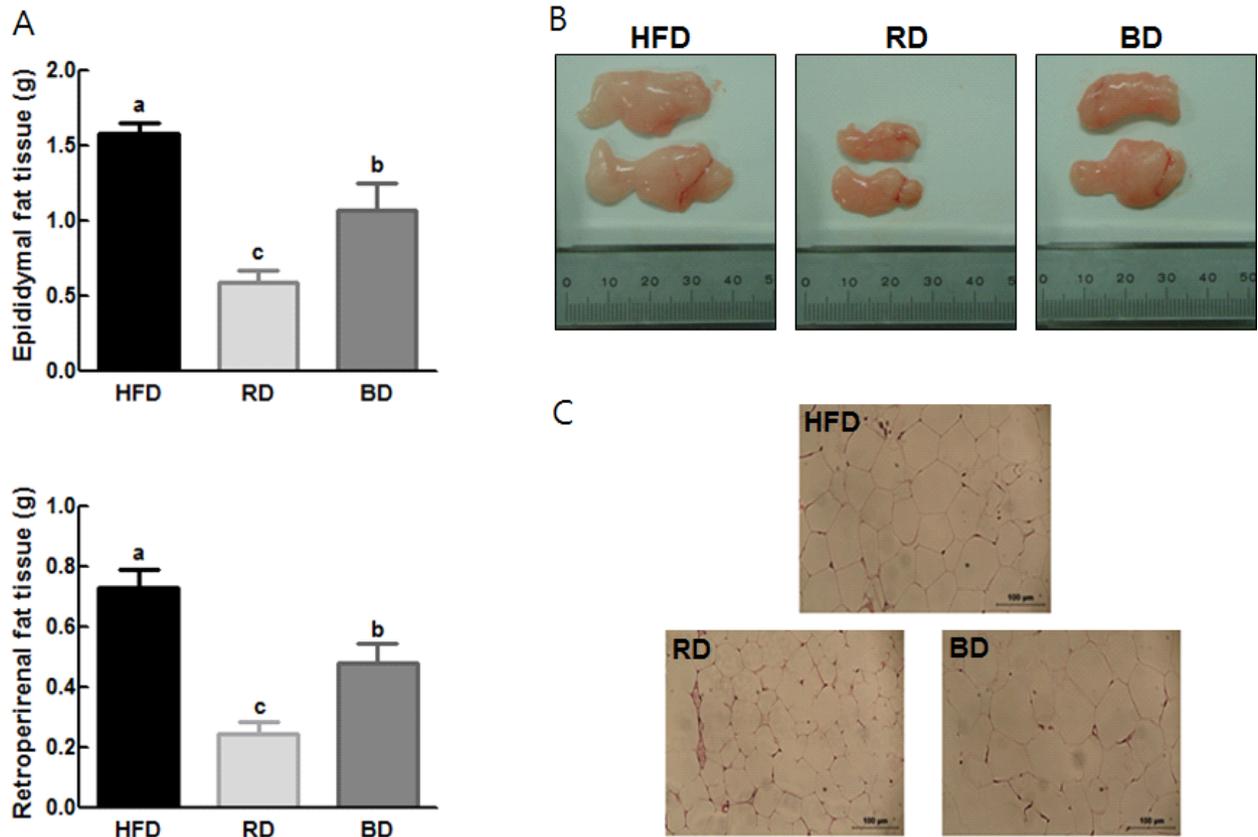
최근 소득의 증가와 더불어 외식이 증가하고 빵 및 육류를 기본으로 하는 서구식 식생활 패턴의 증가로 인해 과거의 전염병 위주였던 질병의 양상 또한 비만을 비롯한 제2형 당뇨병 및 고지혈증과 같은 만성질환 유형으로 이행되었다. 국민

Table 4. Effect of rice-based diet on the body weight gain and food intake in mice fed experimental diet for 5 weeks

Group	Initial body weight (g)	Final body weight (g)	Body weight gain (g)	Food intake (g/mouse/day)
HFD	23.45 $\pm$ 0.84 <sup>1)</sup>	34.60 $\pm$ 1.20 <sup>a</sup>	11.15 $\pm$ 1.74 <sup>a</sup>	2.81 $\pm$ 0.10
RD	22.70 $\pm$ 0.48	26.92 $\pm$ 0.83 <sup>b</sup>	4.21 $\pm$ 0.82 <sup>b</sup>	2.72 $\pm$ 0.11
BD	22.60 $\pm$ 0.41	31.51 $\pm$ 1.10 <sup>a</sup>	8.91 $\pm$ 1.29 <sup>a</sup>	2.92 $\pm$ 0.21

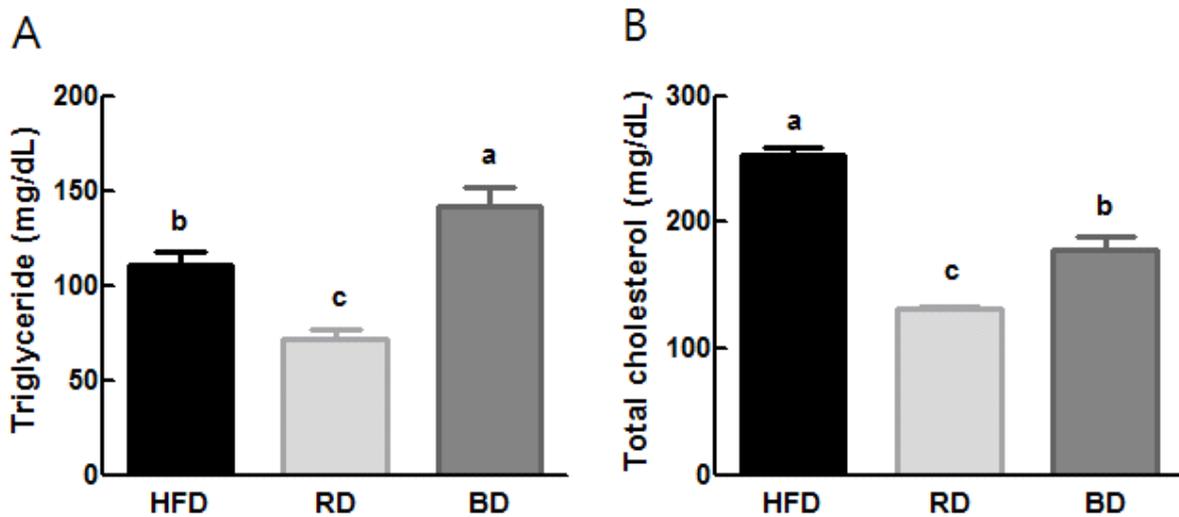
<sup>1)</sup> Data are expressed as mean  $\pm$  SE.

<sup>2)</sup> Values with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

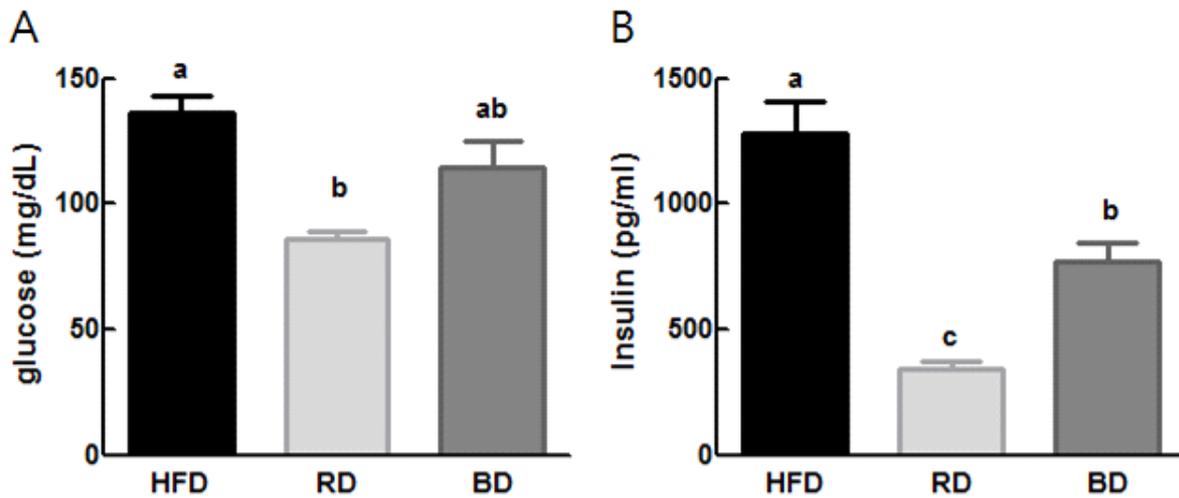


**Fig. 2.** Effect of rice-based diet on the weight of fat tissue and size of adipocyte of epididymal fat tissue in mice fed experimental diet for 5 weeks.

Weight of fat tissue (A), size of epididymal fat tissue (B) and representative HE staining of epididymal fat tissue (C) of experimental mice. Data are expressed as mean ± SE. HFD: high fat diet group, RD: rice-based diet group, BD: bread-based diet group. Values with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 3.** Effect of rice-based diet on the lipid concentration in the serum of mice fed experimental diet for 5 weeks. Data are expressed as mean ± SE. HFD: high fat diet group, RD: rice-based diet group, BD: bread-based group. Values with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 4. Effect of rice-based diet on the glucose (A) and insulin (B) level in the serum of mice fed experimental diet for 5 weeks.**

Data are expressed as mean  $\pm$  SE. HFD: high fat diet group, RD: rice-based diet group, BD: bread-based diet group. Values with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

영양조사 결과에 의하면 동물성 식품의 섭취비율이 1970년대 중반까지 10% 미만이었으나, 2005년에는 22%로 증가하였고, 그에 비해 식물성 식품의 섭취비율은 감소하였다. 쌀을 비롯한 곡류군의 섭취량도 감소하고, 이에 따라 탄수화물로부터 얻는 열량의 비율이 1940년에 81%이었던 것이 1995년에는 64%로 감소하는 반면, 지방으로부터 얻는 열량의 기여율은 점차 증가하고 있다(Lee *et al* 2001). 또한 우리나라의 전통적인 밥 중심의 식사 패턴에서 빵과 육류 위주의 고지방, 고열량의 서양식 식사 패턴으로의 변화는 비만의 유병율과 깊은 관계가 있어, 본 연구에서는 C57BL/6 마우스를 이용하여 밥 중심의 식사가 비만에 미치는 영향을 검토해 보았다.

각 식단에 의하여 식이를 제조한 후 동결 건조한 RD 및 BD의 kg당 탄수화물의 함량은 RD, BD 각각 605 g, 497 g으로 RD가 BD에 비하여 상대적으로 고탄수화물 식이이고, BD의 지질함량은 RD에 비하여 약 2배 높은 것으로 나타나, BD 식이가 상대적으로 고지방 식이인 것으로 나타났다. 이에 따라 RD, BD 식이의 열량은 식이 kg당 각각 4,321 kcal, 5,095 kcal로 BD의 단위열량이 RD에 비하여 월등히 높았다. 또한 RD 식이 중 함유되어 있는 식이섬유는 70.3 g으로 1.3 g의 BD에 비하여 4배 이상 높은 것으로 분석되고, 이외에 칼륨 및 비타민 C, 엽산 및 비타민 E의 함량이 BD에 비하여 월등히 높은 것으로 나타났다. 특히 비타민 C의 경우 RD에는 kg당 433 mg이 함유되어 있어, 33.9 mg의 BD에 비해 10 배 이상 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다. Thornton *et al* (2011)은 식이 중 비타민 C는 비만 쥐에 있어서 체지방의 축적을 억제한다고 보고하였는데(Thornton *et al* 2011), 비타민

C는 rat adipocyte에서 leptin의 분비를 억제하고, 당대사 및 지방합성을 억제함으로써 체지방의 축적을 억제하는 효과를 갖는다(Garcia-Diaz *et al* 2010). 본 연구 결과에 따라 RD의 급여는 체중 증가를 억제시켰으며, 실험동물의 체지방 감소를 초래하였는데 특히, RD 급여군의 부고환지방 조직의 무게와 지방세포의 크기는 HFD나 BD 급여군에 비하여 유의적으로 낮았다(Fig. 2). 흔히 이용되는 비만도의 평가는 다양한 방법을 적용하고 있는데, 단순한 체중의 증가보다 체지방의 증가, 특히 복강 내 축적되는 내장 지방조직의 증가가 건강상으로 더 위험요인이 될 수 있는 것으로 알려져 있다(Björntorp P 1988). 이처럼 지방의 섭취량을 감소시키고 식이섬유 및 비타민 등의 섭취를 증가시키는 밥 중심의 식사는 내장 지방의 축적을 억제하고, 지방세포의 크기를 감소시킴으로써 비만 억제에 있어서 보다 효과적인 것으로 사료되었다. 또한 RD의 섭취는 혈중 중성지방과 콜레스테롤 함량을 유의적으로 감소시켰는데, 이러한 결과는 쌀(백미 또는 현미)의 섭취가 혈액 중의 중성지방과 콜레스테롤 함량을 유의하게 저하시킨다고 보고한 하 와 김(1994)의 연구 결과와 일치한다(하 와 김 1994). 일반적으로 중성지방은 지방조직의 구성 성분으로써 생체 에너지 저장에 관여하고, 비만일 경우 함량이 증가하게 되며, 높은 수준의 콜레스테롤 및 중성지방의 농도는 고지혈증의 원인으로 알려져 있다. 본 실험의 결과로 볼 때, 밥 중심의 식사 패턴은 혈중 지질의 수준을 효과적으로 개선하는 것으로 사료된다. 또한 비만과 같은 대사성 질환의 경우, 섭취한 탄수화물과 지방 등의 에너지원이 제대로 이용되지 못하는 현상이 초래되어 간이나 근육 세포 등으로

포도당의 유입이 감소하고, 동시에 간세포에서 포도당의 과도한 생산으로 인해 혈당이 증가한다. 또한 체지방의 과다 축적은 고혈당과 더불어 혈중 인슐린의 농도를 증가시키고, 고인슐린증이 장기간 지속되면 인슐린 저항성을 야기하고, 혈액 내의 leptin의 농도가 증가되게 된다(Kolaczynski *et al* 1996). 본 실험에 나타난 대로 RD의 급여는 고지방식이 급여군인 HFD 및 BD 급여군과 비교하여 혈액 내 혈당의 상승을 효과적으로 감소시켰으며, 인슐린의 농도의 증가를 유의적으로 감소시켰다. Crapo *et al*(1981)은 비 인슐린 의존형 당뇨병환자를 대상으로 쌀밥, 찌 감자, 옥수수 및 빵을 섭취시켜 식후 혈당을 변화를 살펴본 결과, 빵을 섭취했을 때에 비하여 쌀밥의 섭취 시 낮은 혈당을 나타내었으며, 시간당 인슐린 반응 또한 낮았다고 보고하였다(Crapo *et al* 1981). 이러한 결과는 전분의 종류에 따라 인체의 혈당과 인슐린 반응이 다르게 나타나며, 쌀과 같이 혈당과 인슐린 반응이 낮은 전분을 가지고 있는 밥 중심의 식사가 혈당의 조절에 있어 효과적임을 나타내고 있다. 따라서 본 실험의 결과로 볼 때 밥 중심의 식사는 혈중 지질 수준의 개선 및 혈당을 저하시켜 비만 및 당뇨병 등의 대사성 질환을 개선시키는 데에 효과가 있는 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 밥 중심 식사 패턴이 비만에 미치는 영향을 조사하고자 C57BL/6 마우스를 고지방식이 대조군(HFD), 밥 중심 식사 급여군(RD) 및 빵 중심 식사 급여군(BD)으로 분류하여 각 실험 식이를 5주간 공급하여 마우스의 체중 변화, 혈중 지질 함량, 지방조직의 무게 및 혈중 glucose 및 insulin 함량을 비교 측정하였다. 실험 결과, 모든 처리군에서 사료 섭취량의 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, RD 급여군에서의 체중 증가량은 BD 급여군에 비하여 유의적으로 낮아졌다( $p<0.05$ ). 지방조직 무게 역시 RD 급여군에서 낮은 수치를 보였으며, 특히 부고환지방의 무게 및 지방세포의 크기는 BD 급여군에 비하여 현저하게 감소하였다. RD 급여군에서의 혈중 중성지방 및 총콜레스테롤, 포도당 및 인슐린 농도 역시 BD 급여군에 비하여 유의적으로 낮았다( $p<0.05$ ).

이상의 실험 결과를 종합해 볼 때, 밥 중심의 식사는 고지방 식이를 비롯한 빵 중심 식사에 비하여 체내 지방조직의 축적을 억제하고, 혈중 지질농도를 감소시키며, 혈당의 증가를 억제함으로써 비만 및 당뇨병 등의 대사성 질환을 개선하는 데에 있어서 효과적인 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부의 연구비 지원으로 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- 하태열, 김혜영 (1994) 쌀의 영양학적 특성에 관한 연구. 한국식품연구원보고서.
- Björntorp P (1988) The associations between obesity, adipose tissue distribution and disease. *Acta Med Scand Suppl* 723: 121-134.
- Crapo PA, Insel J, Sperling M, Kolterman OG (1981) Comparison of serum glucose, insulin, and glucagon responses to different type of complex carbohydrate in noninsulin-dependent diabetic patients. *Am J Clin Nutr* 34: 184-190.
- Fung TT, Willett WC, Stampfer MJ, Manson JE, Hu FB (2001) Dietary patterns and the risk of coronary heart disease in women. *Arch Intern Med* 161: 1857-1862.
- Garcia-Diaz DF, Campion J, Milagro FI, Boque N, Moreno-Aliaga MJ, Martinez JA (2010) Vitamin C inhibits leptin secretion and some glucose/lipid metabolic pathways in primary rat adipocytes. *J Mol Endocrinol* 45: 33-43.
- Kim JH, Lee JE, Jung IK (2012) Dietary pattern classifications and the association with general obesity and abdominal obesity in Korean women. *J Acad Nutr Diet* 112: 1550-1559.
- Kolaczynski JW, Nyce MR, Considine RV, Boden G, Nolan JJ, Henry R, Mudaliar SR, Olefsky J, Caro JF (1996) Acute and chronic effect of insulin on leptin production in humans: Studies *in vivo* and *in vitro*. *Diabetes* 45: 699-701.
- Lee HS, Kim BH, Jang YA, Kim CI (2001) Korean National Health and Nutrition Examination Survey -The change of dietary intakes and the intakes of fat. *Proceedings of 26th Korean Soc Lipid Atherosclerosis Conference*. Seoul, Korea 2003. Sep. pp 26-27.
- Lim JH, Lee YS, Chang HC, Moon MK, Song Y (2011) Association between dietary patterns and blood lipid profiles in Korean adults with type 2 diabetes. *J Korean Med Sci* 26: 1201-1208.
- Lin H, Bermudez OI, Tucker KL (2003) Dietary patterns of Hispanic elders are associated with acculturation and obesity. *J Nutr* 133: 3651-3657.
- McNaughton SA, Mishra GD, Stephen AM, Wadsworth ME (2007) Dietary patterns throughout adult life are associated with body mass index, waist circumference, blood pressure,

- and red cell folate. *J Nutr* 137: 99-105.
- Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, Andres R, Tucker KL (2004) Food patterns measured by factor analysis and anthropometric changes in adults. *Am J Clin Nutr* 80: 504-513.
- Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, Qiao N, Andres R, Tucker KL (2003) Dietary patterns and changes in body mass index and waist circumference in adults. *Am J Clin Nutr* 77: 1417-1425.
- Peters BS, Wierzbicki AS, Moyle G, Nair D, Brockmeyer N (2012) The effect of a 12-week course of omega-3 polyunsaturated fatty acids on lipid parameters in hypertriglyceridemic adult HIV-infected patients undergoing HAART: a randomized, placebo-controlled pilot trial. *Clin Ther* 34: 67-76.
- Rural Development Administration (2006) *Food composition tables*. 7th ed. Hyoil, Seoul.
- Son SM (2001) Rice based meal for prevention of obesity and chronic disease. *Korean J Community Nutr* 6: 862-867.
- Thornton SJ, Wong IT, Neumann R, Kozlowski P, Wasan KM (2011) Dietary supplementation with phytosterol and ascorbic acid reduces body mass accumulation and alters food transit time in a diet-induced obesity mouse model. *Lipids Health Dis* 10: 107-120.
- Williams DE, Prevost AT, Whichelow MJ, Cox BD, Day NE, Wareham NJ (2000) A cross-sectional study of dietary patterns with glucose intolerance and other features of the metabolic syndrome. *Br J Nutr* 83: 257-266.
- <http://knhanes.cdc.go.kr>. Accessed December 9 2012.

---

접 수: 2012년 11월 15일  
 최종수정: 2013년 1월 24일  
 채 택: 2013년 2월 19일