

홍국균접종 쌀배아 섭취가 중등도 비만 초등학생의 체지방 및 혈중지질의 개선에 미치는 영향*

강순아 · 권순주¹⁾ · 최영숙²⁾ · 임용호¹⁾ · 박동기^{1)†}

건국대학교 분자생명공학과 생명분자정보학센터, 응용생물화학과,¹⁾
건국대학교 의과대학 임상병리과학교실²⁾

The Effects of Monacolin-Inoculated Rice Embryo on the Body Fat and Serum Lipid Profiles of Obese Elementary School Students

Soon Ah Kang, Soon-Ju Kwoun,¹⁾ Young-Sook Choi,²⁾ Yoongho Lim,¹⁾ Dong Ki Park^{1)†}

Department of Molecular Biotechnology, BMIC, Applied Biology and Chemistry,¹⁾ Konkuk University, Seoul, Korea
Department of Laboratory Medicine,²⁾ College of Medicine, Konkuk University Hospital, Seoul, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of Monacolin-inoculated rice embryo on the body fat and serum lipid profiles in 61 obese elementary school students. The subjects divided into two groups 31 obese children had the experimental diet (rice embryo inoculated Monacolin) and 30 obese children had the control diet three times a day after meals. The mean age, height, weight, and BMI of 61 subjects were 10.5 ± 0.5 years, 143.6 ± 6.8 cm, 55.0 ± 8.9 kg, and 26.1 ± 3.9 , respectively. The changes of body fat mass (kg) in experimental group and control group after 6 weeks were -0.60 kg and -0.03 kg, respectively. The changes of body fat (%) in experimental group and control group after 6 weeks were -1.44% and -0.25% , respectively. These changes of body fat in experimental group were significantly higher than in control group ($p < 0.05$). The change of total-cholesterol in experimental group and control group during 6 weeks were -17.52 mg/dL and -1.70 mg/dL, respectively. The change of LDL-cholesterol in experimental group and control group during 6 weeks were -17.06 mg/dL and -2.80 mg/dL, respectively. The change of triglyceride in experimental group and control group after 6 weeks were -9.58 mg/dL and 11.67 mg/dL. Total-cholesterol, LDL-cholesterol and triglyceride of experimental group after 6 weeks significantly decreased compared to control group ($p < 0.05$). After experimental diet (6 weeks), total-cholesterol was negatively correlated with body water contents, soft lean mass and fat free mass ($p < 0.05$). Triglyceride showed a significantly positive correlation with body weight and body fat mass, however, it was negatively correlated with fat free mass ($p < 0.05$). HDL-cholesterol showed a significantly positive correlation with fat free mass ($p < 0.05$). These results show that Monacolin-inoculated rice embryo is effective in decreasing body fat and blood lipid in obese children. (*Korean J Community Nutrition* 10(5) : 565~573, 2005)

KEY WORDS : monacolin-inoculated rice embryo · serum lipids · body fat · obese · children

서론

우리나라 경제성장에 따라 식생활의 변화를 가져오면서 소

아비만이 사회적 문제로 나타나고 소아비만이 성인비만의
로의 전환율이 높아지면서 비만을 질병으로 진단하고 있다.
비만은 그 자체의 단순비만 뿐만 아니라 당뇨병, 고지혈증,
고혈압 등의 각종 만성질환의 발병원인이 되면서(Dattilo

접수일 : 2005년 6월 9일

채택일 : 2005년 8월 2일

*This work was supported by the Ministry of Commerce, Industry and Energy through the Bio-Food and Drug Research Center at Konkuk University, Chungju, Korea.

†Corresponding author: Dong Ki Park, Department of Applied Biology and Chemistry, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea

Tel: (02) 458-6106, Fax: (02) 3437-6106, E-mail: sakang@kku.ac.kr

1992; Heidi 1995) 국민건강을 위협하고 있는 큰 요소 중 하나이다. 최근에는 소아비만의 빈도가 점점 증가하는 추세에 있고(Park & Choi 1990; Yoon & Kim 1992) 점차 비만증이 발생하는 연령이 낮아져, 소아비만증이 높아지고 있다(Lee & Lee 1986; Jung & Lee 1987; Cho 등 1989). 특히 지방섭취 증가로 인한 소아비만증의 증가(Lee 1995; Lee & Jang 1999)와 소아비만아의 성인병질환 유병율의 증가는 식생활 개선으로 건강증진을 하고자하는 인식을 확장시키고, 비만 개선 식이요법에 도움이 되는 기능성 식품에 대한 관심이 높아지고 있다.

Monascus 속의 사상균을 쌀 등의 곡류에 배양시켜 제조한 홍국은 그 자체로 진한 홍색을 띠는 Koji로 중국남부나 대만을 중심으로 600여년 이상 전부터 식품소재 뿐 아니라 한방생약으로 이용되어 왔다(Endo 1985a). 홍국의 약리효과 중 순환기계와 관련된 성분 분석에 관한 연구(Endo 1979; Endo 1980)도 진행되었으며, 1979년 Ruber가 강력한 콜레스테롤 생합성 저해물질인 Monacolin K를 생산하는 것을 발견하면서 Monacolin K와 유사한 구조를 갖는 다른 활성 물질도 같은 균주에서 분리하였다(Endo 1985b, Endo 1985c). 이들 물질은 모두 독성이 극히 낮으며 동시에 강한 콜레스테롤 저하작용을 갖는 것으로 HMG-CoA (3-hydroxy-3-methyl-glutaryl Co A) reductase를 저해하면서 콜레스테롤 농도를 저하하는 효과를 보이며 성분 중 saponin이나 이소플라본을 함유하고 있어서 생리활성을 지닌 기능성 식품소재이다. Monacolin K에 대해서는 특히 연구가 진행되어 소량투여로 각종동물(토끼, 개, 원숭이 등)의 혈중 콜레스테롤을 저하시킬 뿐 아니라(Endo 1979; Endo 1980; Ha & Kim 2003; Lim 등 2004) 중증의 고콜레스테롤 혈중환자에 대해서도 극히 유효한 것으로 보고되었다(Kroom 등 1982). 특히 동맥경화 중에서도 가장 나쁜 것으로 되어 있는 LDL-cholesterol을 우선적으로 낮추는 작용이 있는 것이 큰 특징이다.

현미는 왕겨라 불리우는 벼의 겉껍질만 제거되었을 뿐 쌀겨와 배아가 그대로 남아있기 때문에 배아가 제거된 백미에 비해 각종 비타민과 필수 지방산의 함량이 높아 영양적으로 더 우수하다. 또한, 현미는 도정된 백미에 비하여 섬유질 함량이 약 2배정도 더 높아 만성질환에 대한 예방효과가 있고 특히 콜레스테롤 재흡수와 배설에 영향을 줌으로서 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 있음이 보고되었다(Kim & Won 1984; Akiba 1980; Burkitt 등 1974; Trowell 1975).

본 연구에서는 비만증의 예방과 치료를 위하여 비만아동의 식이섭취를 분석하고 혈중지질과 체지방 개선 등의 체

내 대사 조절작용이 있는 홍국균과 쌀배아를 이용한 홍국균 점종 쌀배아 섭취에 의한 비만 아동의 체지방 함량 및 혈중 지질의 변화를 살펴봄으로써 소아비만예방을 위한 기초적 자료를 제시하고자 한다.

연구내용 및 방법

1. 연구 대상자 및 실험설계

서울지역에 거주하는 남·여 초등학생(만 10~만 11세)의 비만도를 조사하여 중등도이상(% body fat \geq 25%) (Hunenmann 등 1966) 비만 학생 61명을 대상으로 선택하였다. 연구기간은 2004년 5월부터 8월까지 선별된 학생들의 부모님의 동의서를 받고 2004년 11월 5일부터 2004년 12월 24일까지 6주간 동안 실시하였다. 실험군 31명과 대조군 30명으로 각각 나누어 실험 군에게는 실험식이(홍국균점종 쌀배아) 3 g을 대조군에게는 대조식이(maltodextrin) 3 g을 각각 6주간 1일 3회 식후 30분에 복용하도록 하였다. 연구대상자에게 실험 시작 전과 후에 혈액 채취와 신체계측을 위하여 저녁 식사 후 12시간 금식 후 혈액 및 뇨를 채취하였으며 채혈한 시료는 3000 rpm에서 10분간 원심분리 후 혈청을 분리하여 분석 할 때까지 -20°C 에서 보관하였다.

2. 홍국균점종 쌀배아 제조방법

50~60%의 함수 배아미를 121°C 에서 30분간 멸균시킨 다음, 5%의 홍국균(*Monascus pilasus*)을 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 에서 50~70일간 배양시켰다. 이를 90°C 에서 30분간 살균시킨 다음, 60°C 에서 48시간 건조시켰다.

3. 실험 식이조성

실험군에게 공급된 홍국균점종 쌀배아의 영양소 함량 조성은 다음과 같다. 열량은 100 g당 325.2 kcal로 수분의 함량은 4.6%, 조단백 27.3%, 조지방 5.6%, 조섬유 10.4%, 당질은 41.4%를 함유하고 있다. 대조군은 하루에 공급되어지는 총량의 1%는 미숫가루, 5%는 steviatv, 1%는 청국장 가루를 넣어서 색깔과 맛을 내고 주성분은 maltodextrin을 공급하였다. 실험식으로 만들어진 것을 하루에 3봉지(3 g/봉지)를 공급하였다. 학생들의 섭취를 균일화 하기 위하여 점심때 제공하는 것은 학교에서 영양사가 직접 공급하였다.

4. 신체 계측 및 체성분 분석

비만도 평가는 BIA method로 Inbody 4.0 (Biospace, Korea)을 이용하여 신장(Height, cm), 체중(Weight, kg),

체수분(Total Body Water), 제지방(Fat Free Mass), 근육량(Lean Body Mass), BMI (Body Mass Index), 체지방률(Percent Body Fat), 복부지방률(Waist-Hip Ratio)로 신체 계측 및 체성분을 분석하였다.

5. 혈액제취 및 혈중지질 분석

12시간 정도의 공복을 유지시킨 후 정맥에서 5 ml 혈액을 채혈하여 3000 rpm에서 10분간 원심분리 후 혈청을 분리하여 분석 할 때까지 -20℃에서 보관하였으며, 혈청 내 중성지방(TG), HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, Total-콜레스테롤, AST (Glutamate-Oxalate transaminase, ALT (GLutamate-Pyruvate transaminase) Glucose, Total-protein, albumin을 측정하였다.

6. 통계처리

모든 자료의 분석 결과는 평균과 표준편차(Mean ± SD)

Table 1. General characteristics of the subjects

	Total (n = 61)
Age (Year)	10.5 ± 0.5
Height (cm)	143.6 ± 6.8
Weight (kg)	55.0 ± 8.9
BMI	26.1 ± 3.9
% Body fat (%)	
Experimental group	39.7 ± 3.8
Control group	39.1 ± 5.7

로 나타내었고, Statistical Analysis System (SAS) program을 이용하여 실험식이를 공급하기 전과 후의 차이를 Student's t-test 분석을 통해 각 실험 군간의 차이를 α = 0.05 수준에서 유의성을 검증하였다. 혈중 지표와 신체계측 값과의 상관관계를 보기위하여 Pearson correlation test 에 의하여 상관계수를 구하고 유의성을 검증하였다.

결 과

1. 조사대상자의 일반사항

본 연구대상자들의 평균 연령 및 신체적 특성은 Table 1에 제시하였다. 실험대상자는 초등학교 4~5학년(만 10~11세)으로 평균 연령은 10.5 ± 0.5세였고, 평균 신장, 체중, BMI는 143.6 ± 6.8 cm, 55.0 ± 8.9 kg, 26.1 ± 3.9이며, 실험군의 신장은 평균 144.5 cm, 체중 56.2 kg, BMI 26.7 kg/m², 체지방률은 평균 39.7 ± 3.8%였으며, 대조군의 신장은 평균 142.6 cm, 체중 53.7 kg, BMI 26.2 kg/m², 체지방률은 39.1 ± 5.7%였다.

2. 영양소 섭취 상태

연구대상자의 열량 및 영양소 섭취량은 Table 2에 제시하였다. 연구 시작 시 대상자의 1일 평균 총 열량 섭취량은 대조군과 실험군 각각 1792.9 ± 566.6 kcal, 1652.3 ± 479.2 kcal이었으며 연구 종료 시에는 각각 2006.1 ± 481.6

Table 2. Changes of daily nutrient intakes of the subjects after supplementation

	Control group			Experimental group		
	Before	After	Change	Before	After	Change
Calorie (kcal)	1792.93 ± 566.67	2006.11 ± 481.61*	213.18 ± 516.08	1652.31 ± 479.22	2009.93 ± 397.21*	357.62 ± 502.55
Protein (g)	72.51 ± 45.35	71.07 ± 19.97*	-1.44 ± 42.21	62.42 ± 28.16	70.58 ± 16.10	8.16 ± 27.20 [†]
Fat (g)	53.21 ± 34.08	63.25 ± 24.11**	10.04 ± 31.16	46.39 ± 16.51	62.07 ± 19.06*	15.68 ± 19.79 [†]
CHO (g)	258.86 ± 55.88	295.54 ± 77.57	36.68 ± 86.76	253.65 ± 74.49	356.65 ± 45.71	102.99 ± 50.43
Fiber (g)	4.17 ± 1.48	4.60 ± 1.73	0.42 ± 1.96	4.11 ± 1.89	4.79 ± 1.51**	0.68 ± 1.74 [†]
Ash (g)	16.83 ± 6.55	23.78 ± 34.45	6.96 ± 35.32	17.47 ± 9.38	17.71 ± 2.97	0.24 ± 10.63
Ca (mg)	503.02 ± 167.52	615.90 ± 143.21	112.88 ± 187.98	631.18 ± 592.39	642.05 ± 217.42*	10.87 ± 545.53 [†]
P (mg)	989.80 ± 282.05	1054.37 ± 217.57**	64.57 ± 265.58	944.24 ± 306.31	1080.37 ± 196.05	136.13 ± 329.44 [†]
Fe (mg)	10.96 ± 4.82	43.78 ± 177.04	32.81 ± 177.12	9.11 ± 3.40	40.28 ± 163.60	31.17 ± 163.33
Na (mg)	3879.52 ± 2353.69	3675.99 ± 1938.79	-203.54 ± 3272.40	4297.81 ± 3096.49	3351.77 ± 690.27	-946.03 ± 3094.16
K (mg)	2051.11 ± 570.90	2291.44 ± 473.18	240.34 ± 669.45	2132.94 ± 888.59	2299.30 ± 453.28	166.37 ± 1090.66
Vit. A (ug)	452.21 ± 154.13	536.18 ± 165.17	83.97 ± 196.38	411.70 ± 154.01	557.71 ± 207.53	146.02 ± 286.95
Vit. B1 (mg)	1.11 ± 0.04	4.09 ± 21.73**	2.98 ± 21.69	1.41 ± 7.29	4.98 ± 19.16**	3.56 ± 13.81 [†]
Vit B2 (mg)	1.21 ± 0.92	1.25 ± 0.63	0.05 ± 1.01	1.33 ± 6.81	3.06 ± 16.33**	1.74 ± 9.51 [†]
Niacin (mg)	13.72 ± 5.69	15.30 ± 7.59*	1.58 ± 7.43	11.71 ± 4.00	14.10 ± 3.48	2.39 ± 5.51
Vit. C (mg)	80.60 ± 42.92	101.60 ± 61.31*	21.00 ± 60.25	74.61 ± 44.42	92.84 ± 54.38	18.23 ± 66.50
Cholesterol (mg)	195.87 ± 141.24	217.55 ± 117.09	21.68 ± 166.74	164.38 ± 79.65	210.53 ± 82.16	46.15 ± 113.22

*: p < 0.05, **: p < 0.01 Significantly different between before and after supplementation as determined by Student's t-test, †: Significantly different compared to the change of the experimental group at p < 0.05

kcal, 2009.9 ± 397.2 kcal를 섭취하였다. 실험군이나 대조군에서의 지방의 섭취량은 실험식을 섭취하기 전과 섭취 후의 변화량이 증가하였으나 체지방 함량과 혈중 지질의 함량이 유의적으로 감소하였다. 식이섬유소 섭취량은 대조군과 실험군 각각 4.17 ± 1.48 g, 4.60 ± 1.73 g이었으며 연구 종료 시에는 각각 4.11 ± 1.89 g, 4.79 ± 1.51 g를 섭취하였다. 실험군의 식이섬유소 섭취량의 변화는 대조군보다 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 단백질, 지방, fiber, Ca, P, vitamin B₁, vitamin B₂ 섭취량에서도 실험식이 섭취 전후의 변화량에서 실험군이 대조군에 비하여 유의적인 증가를($p < 0.05$) 보였다.

3. 신체계측치의 변화 : 체지방, BMI, 체지방률의 변화

비만은 체지방 축적에 의한 증상으로 신체 구성성분의 변화를 살펴보았다. 6주간의 실험 후 실험군의 체중 변화량은 0.47 ± 0.82 kg, 대조군 변화량 0.36 ± 0.62 kg으로 나타났다(Table 3). 실험 전에 측정된 체지방 함량은 실험군은 22.52 kg, 대조군은 21.41 kg로 실험 전의 두 군간의

유의적인 차이가 없게 골고루 선택되어졌다. 실험군의 체지방 증가율은 -0.60 kg으로 대조군의 변화율 -0.03 kg에 비하여 유의적으로($p < 0.05$) 감소함을 보였고, BMI는 실험군이 -0.29% 감소하고 대조군은 -0.27% 감소로 실험군이 유의적으로($p < 0.05$) 감소함을 보였다. 체지방률의 변화는 실험군이 -1.44% 로 대조군의 변화량 -0.25% 에 비하여 유의적으로($p < 0.05$) 감소함을 보였다(Table 3).

Inbody 4.0 (BIA method, Biospace, Korea)을 통한 체성분 지표들의 분석을 측정한 결과 6주간의 홍국균접종 쌀배아 섭취 후에 체수분 함량은 실험군이 0.80 L 증가, 대조군이 0.24 L 증가 하였고 근육량은 실험군이 1.02% 증가, 대조군이 0.33% 증가하였다(Table 3).

4. 혈액 지질수준 변화

혈중지질 대사관련 지표들의 생화학적 분석을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 6주간의 홍국균접종 쌀배아를 투여한 후에 혈중 총콜레스테롤 함량은 158.13 mg/dl로 실험 전보다 17.52 mg/dl 감소하였고, HDL-콜레스테롤은

Table 3. Changes of anthropometric measurements of the subjects after supplementation

	Control group			Experimental group		
	Before	After	Change	Before	After	Change
Height (cm)	142.66 ± 7.80	143.88 ± 7.87	1.21 ± 0.68	144.59 ± 5.62	145.96 ± 5.97	1.37 ± 1.08
Weight (kg)	53.75 ± 8.84	$54.11 \pm 8.85^{**}$	0.36 ± 0.62	56.27 ± 8.78	$56.74 \pm 8.94^{**}$	$0.47 \pm 0.82^{\dagger}$
Body fat mass (kg)	21.41 ± 4.63	21.44 ± 4.75	0.03 ± 0.85	22.52 ± 5.08	$21.92 \pm 5.34^{*}$	$-0.60 \pm 1.45^{\dagger}$
Total body water (L)	23.63 ± 3.57	23.87 ± 3.62	0.24 ± 0.65	24.67 ± 3.21	$25.47 \pm 3.33^{**}$	0.80 ± 0.94
Lean body mass (kg)	29.94 ± 4.48	$30.26 \pm 5.61^{*}$	0.33 ± 0.81	31.26 ± 4.02	$32.28 \pm 4.19^{**}$	$1.02 \pm 1.21^{\dagger}$
Fat free mass (kg)	32.34 ± 4.75	$32.67 \pm 4.84^{*}$	0.33 ± 0.87	33.75 ± 4.26	$34.82 \pm 4.45^{**}$	$1.07 \pm 1.28^{\dagger}$
BMI (kg/m ²)	26.23 ± 2.28	$25.97 \pm 2.32^{*}$	-0.27 ± 0.41	26.77 ± 2.67	$26.48 \pm 2.65^{*}$	$-0.29 \pm 0.53^{\dagger}$
% Body fat (%)	39.61 ± 3.18	39.36 ± 3.77	-0.25 ± 1.56	39.67 ± 3.75	$38.23 \pm 4.35^{**}$	$-1.44 \pm 2.49^{\dagger}$
WHR	0.96 ± 0.03	0.96 ± 0.04	0.00 ± 0.02	0.96 ± 0.05	0.95 ± 0.05	-0.01 ± 0.02

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ Significantly different between before and after supplementation as determined by Student's t-test, †: Significantly different compared to the change of the control group at $p < 0.05$

Table 4. Changes of plasma parameters level of the subjects after supplementation

	Control group			Experimental group		
	Before	After	Change	Before	After	Change
Triglyceride (mg/dL)	91.47 ± 46.09	103.13 ± 63.05	11.67 ± 43.27	89.23 ± 41.78	$79.65 \pm 32.97^{*}$	$-9.58 \pm 34.18^{\dagger}$
T-cholesterol (mg/dL)	173.57 ± 23.50	171.87 ± 19.24	-1.70 ± 19.24	175.65 ± 30.18	$158.13 \pm 27.32^{**}$	$-17.52 \pm 22.80^{\dagger}$
HDL-cholesterol (mg/dL)	43.50 ± 7.33	45.27 ± 7.39	1.77 ± 6.43	41.71 ± 7.39	44.71 ± 7.41	3.00 ± 4.41
LDL-cholesterol (mg/dL)	105.20 ± 19.06	102.40 ± 18.01	-2.80 ± 14.57	108.52 ± 28.14	$91.45 \pm 26.34^{**}$	$-17.06 \pm 19.28^{\dagger}$
Glucose (mg/dL)	93.60 ± 6.27	$98.57 \pm 8.46^{*}$	4.97 ± 7.96	94.39 ± 5.31	$96.90 \pm 5.31^{**}$	$2.52 \pm 5.84^{\dagger}$
T-protein (mg/dL)	7.32 ± 0.27	$7.47 \pm 0.32^{**}$	0.15 ± 0.25	7.35 ± 0.30	7.43 ± 0.30	0.08 ± 0.24
Albumin (mg/dL)	4.65 ± 0.21	$4.73 \pm 0.21^{*}$	0.08 ± 0.16	4.65 ± 0.23	$4.74 \pm 0.20^{*}$	0.09 ± 0.18
AST (U/L)	25.13 ± 9.31	27.20 ± 16.09	2.07 ± 13.80	25.90 ± 14.40	24.87 ± 14.08	-1.03 ± 5.58
ALT (U/L)	29.77 ± 23.91	38.57 ± 52.96	8.80 ± 49.86	32.32 ± 36.69	32.94 ± 38.57	0.61 ± 11.22

AST: Glutamate-Oxalate transaminase, ALT: GLutamate-Pyruvate transaminase. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ Significantly different between before and after supplementation as determined by Student's t-test, †: Significantly different compared to the change of the control group at $p < 0.05$

44.71 mg/dl로 실험 전보다 3.00 mg/dl 증가, LDL-콜레스테롤은 91.45 mg/dl로 17.06 mg/dl 감소하였다. 동일한 기간동안 대조군에서는 대조식을 공급한 후 혈중 총콜레스테롤 함량은 171.87 mg/dl (변화량 : -1.70 mg/dl), HDL-콜레스테롤이 45.27 mg/dl (변화량 : 1.77 mg/dl), LDL-콜레스테롤이 91.45 mg/dl (변화량 : -2.80 mg/dl)로 나타났다. 실험 전과 후의 지표들 값의 변화량은 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도가 실험군이 대조군에 비하여 유의적으로(p < 0.05) 감소하였고, HDL-콜레스테롤은 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다.

혈중 중성지방은 실험군이 대조군 보다 유의적으로 감소하여 6주 후에 실험군이 변화량이 -9.58 mg/dl로 대조군의 변화량 11.67 mg/dl에 비하여 유의적으로(p < 0.05) 감소하였다.

5. 혈중 glucose, T-protein, albumin, AST, ALT 농도 변화

6주간의 홍국균접종 쌀배아를 투여한 후에 Glucose 농도 변화는 실험군이 2.52 mg/dl 증가, 대조군이 4.97 mg/dl 증가함으로써 실험 전 후의 변화량은 실험군이 대조군에 비하여 변화량의 값이 유의적으로(p < 0.05) 적음에 따라 혈당의 변화를 조절함을 보였다. 혈중 T-protein의 함량의 실험 전 후의 변화량, 혈중 Albumin 농도 변화량, AST 변화량과 ALT 변화량은 군간의 차이가 없었다(Table 4).

6. 뇨중의 비중과 pH의 변화

조사대상자들의 홍국균접종 쌀배아를 섭취하기 전과 섭취 후의 뇨중의 비중과 pH의 변화를 알아보았다(Table 5). 뇨 분석 결과 실험군의 비중은 0.001 증가 하였고 대조

Table 5. Changes of urine parameters level of the subjects after supplementation

	Control group			Experimental group		
	Before	After	Change	Before	After	Change
Gravity	1.022 ± 0.004	1.020 ± 0.005	-0.002 ± 0.006	1.021 ± 0.003	1.022 ± 0.005	0.001 ± 0.005
pH	5.42 ± 0.58	5.42 ± 0.58	0.00 ± 0.29	5.48 ± 0.56	5.32 ± 0.53*	-0.16 ± 0.40†

*: p < 0.05 Significantly different between before and after supplementation as determined by Student's t-test, †: Significantly different compared to the change of the control group at p < 0.05

Table 6. Correlation coefficient between plasma parameters level and anthropometric measurements of the control group after supplementation

	Weight	Body fat mass	Body water	Soft lean mass	Fat free mass	BMI	% body fat	Visceral fat area
Glu	-0.319	-0.445*	-0.131	-0.126	-0.124	-0.329	-0.486**	-0.301
T-Pro	0.360	0.352	0.310	0.299	0.298	0.205	0.242	-0.034
Albumin	0.136	0.158	0.094	0.084	0.084	0.045	0.162	-0.048
T-Chol	0.093	0.112	0.055	0.049	0.052	0.139	0.111	0.000
AST	-0.085	0.013	-0.181	-0.185	-0.183	-0.042	0.179	0.194
ALT	-0.080	0.009	-0.169	-0.172	-0.171	-0.038	0.167	0.201
TG	-0.025	-0.053	0.023	0.015	0.012	-0.047	-0.053	-0.062
HDL	-0.092	0.004	-0.196	-0.193	-0.188	0.003	0.124	-0.010
LDL	0.212	0.212	0.175	0.169	0.171	0.242	0.159	0.097

n = 30, *: p < 0.05, **: p < 0.01

Table 7. Correlation coefficient between plasma parameters level and anthropometric measurements of the experimental group after supplementation

	Weight	Body fat mass	Body water	Soft lean mass	Fat free mass	BMI	% body fat	Visceral fat area
Glu	-0.110	-0.185	-0.007	0.003	0.000	-0.079	-0.255	-0.194
T-Pro	-0.012	0.112	-0.155	-0.158	-0.159	-0.007	0.252	0.162
Albumin	0.054	0.107	-0.026	-0.022	-0.020	0.075	0.137	0.086
T-Chol	-0.258	-0.131	-0.362*	-0.360*	-0.361*	-0.082	0.029	0.152
AST	0.061	0.039	0.065	0.073	0.076	0.131	0.020	0.182
ALT	0.126	0.111	0.110	0.118	0.121	0.198	0.087	0.226
TG	0.439*	0.399*	0.407*	0.403*	-0.404*	0.320	0.224	0.039
HDL	-0.281	-0.135	-0.400*	-0.400*	0.402*	-0.093	0.103	0.115
LDL	-0.200	-0.113	-0.267	-0.266	-0.266	-0.072	-0.016	0.108

n = 31, *: p < 0.05, **: p < 0.01

군은 변화량이 -0.002 로 감소하는 것으로 나타났으며, pH는 실험군은 변화량이 -0.161 로 감소하였고 대조군은 변화가 없는 것으로 나타나 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내었다.

7. 신체계측치와 혈중 생화학지표와의 상관

조사대상자들의 신체계측 지표와 혈중 생화학지표와의 상관관계를 살펴본 결과는 Table 6, 7과 같다. 실험식이를 제공 한 후 신체계측 지표와 혈중 지질지표와의 관계에서 대조군의 체지방함량은 혈중 glucose 함량과 유의적인 음의 상관관계($p < 0.05$)를 보였고, 체지방율도 혈중 glucose 함량과 유의적인 음의 상관관계($p < 0.01$)를 보였다(Table 6).

실험군에서는 실험식이를 제공 후의 체수분량, 근육량, 체지방함량은 혈중 콜레스테롤과 유의적인 음의 상관관계($p < 0.05$)를 보였고, 혈중 지질의 함량은 체중과 체지방량과 유의적인 양의 관계($p < 0.05$)를 보인 반면 체지방량과는 유의적인 음의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 또한 혈중 HDL-콜레스테롤 함량은 근육량과는 유의적인 음의 상관관계($p < 0.05$)를 체지방량과는 유의적인 양의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다(Table 7).

고 찰

연구에 참여한 학생은 중등도 이상 비만 학생으로 특이 체질 및 기타 질병이 없는 초등학교로 조사대상자들의 신체적 특성인 평균 신장과 체중은 한국인 아동의 기준치(The Korean Nutrition Society 2000)인 신장 144 cm, 체중 38 kg에 비하여 신장은 정상범위였으나 체중은 55 kg으로 표준치 보다 47%가 더 높게 나타났다. 아동의 비만을 판정하는 방법은 BMI (body mass index, BMI = 체중(kg)/신장(m²)를 이용하기도 하지만 비만이 단지 과체중에 국한된 것이 아니라 근육에 비해 체지방이 많은 체성분의 불균형이라는 것을 인식해야 하므로 본 연구에서는 체지방율을 비만의 판정 지표로 삼았다. 체지방율에 의한 비만의 판정은 Huenemann 등과 Buskirk가 제안한 기준으로 본 연구에서도 체지방율이 25% 이상을 비만(obese)으로 판정하였다(Son 2003; Son 2002; Huenemann 등 1966; Buskirk 1974). Son 등(2003, 2002)의 연구결과에서 비만아의 신체계측치 및 체성분 측정 결과 평균 신장은 비만군이 비비만군보다 높게 나타났으나 유의적인 결과는 아니었고, 평균 체중은 비만군이 비비만군보다 높게 나타나 두 군간에 유의적인 차이를 보였다고 보고하였으며 남아가 여아보다 비비만군과 비만군과의 체중 차이가 더 컸으며 또한

체지방율, 복부지방율, 체질량 지수가 비만군에서 유의적으로 높게 나타났다고 보고하였다.

영양소 섭취상태를 보면 열량섭취량은 1일 권장량(2,200 kcal : 남자, 2,000 kcal : 여자) 보다 대조군은 한국인 영양 권장량 대비 81.4%, 실험군은 75.1%로 권장량에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이결과는 Lee (1995) 연구에서 열량 섭취량은 비만아에서 유의적으로 높지 않았으나 활동량이 적어 활동량에 비해서는 많은 열량을 섭취하고 있었다는 것과 유의적 관계였다는 논문을 참고하면 활동량의 감소로 섭취한 에너지에 비하여 소비에너지의 감소로 비만아 비율이 높은 것으로 사료된다. 또한 비만 아동의 열량 섭취량은 정상인 보다 많지 않다는 보고와(Dreon 등 1988; Romieu 등 1988; Miller 등 1990; Dietz 1987). 같은 결과를 보여 주고 있었으며 본 연구에서도 열량섭취량이 낮은 것으로 나타났다. 실험식이(홍국균접종 쌀배아)를 제공 받은 후 열량의 변화량은 대조군보다 실험군이 변화량은 높았으나 통계적으로 유의적인 결과는 아니었다. 식이섬유소, 칼슘, 비타민 B₁, 비타민 B₂의 섭취량은 실험식이를 섭취 하면서 실험군이 대조군에 비하여 유의하게 증가하였다. 이는 쌀배아에 함유된 식이섬유소와 비타민 영양소의 함량이 반영되었다는 것을 보여주었다.

연구기간동안의 신체계측의 변화를 보면 홍국균접종 쌀배아 섭취로 인한 체지방 축적 억제 효과로 체지방 함량, 체지방률의 감소가 유의적($p < 0.05$)이었다. 이 결과는 Ha & Kim (2003)의 연구에서 현미를 주원료로 한 생식을 비만여성에게 8주간 먹인 연구에서 체지방률은 33.8%에서 31.6%로 유의적으로 감소($p < 0.05$)하였으며, 체지방도 23.9 kg에서 8주 후 20.6 kg으로 유의적으로 감소($p < 0.05$)한 연구와 비슷한 결과를 보이고 있다.

Krotiewski 등(1979)의 연구보고서에 의하면 체지방의 축적은 복부, 엉덩이 둘레에 많이 축적 한다고 알려져 있다. 또한 비만과 관련된 질병들의 경우 체내 총지방 함량보다 지방 분포 유형과 더 밀접한 관련성이 있어 신체의 다른 부위보다 특히 신체의 중심부위에 지방 축적이 각종 퇴행성 질환의 발병률과 관계가 있다고 한다. 본 실험에서는 BMI, 체지방률, 복부지방률의 감소가 실험군이 대조군에 비해 차이가 큰 것으로 나타나 홍국균접종 쌀배아 섭취가 비만의 개선에 효과적일 것으로 사료된다.

연구기간동안의 체성분의 변화를 보면 체내의 지방은 감소하면서 수분량과 근육량은 증가 하였고, 따라서 체지방량이 증가한 것으로 나타나 6주간의 단기간 실험에도 나타난 체성분의 변화는 홍국균접종 쌀배아가 체지방 개선 효과가

있음으로 사료되었다.

본 연구결과에서 홍국균접종 쌀배아 섭취가 중성지방의 감소 효과에 효능이 있는 것으로 나타났다. 홍국의 주요 활성물질인 Monacolin K는 HMG-CoA reductase를 길항적으로 저해하는 강력한 콜레스테롤 생합성 저해물질로 혈중 콜레스테롤을 저하시킬 뿐 아니라 중증의 고콜레스테롤 혈중환자에 대해서도 극히 유효한 것으로 보고되었다(Kroom 등 1982). 특히 동맥경화증 증상을 악화시키는 LDL-콜레스테롤을 우선적으로 낮추는 것으로 알려져 있고 섬유질 함량 높은 현미 또한 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 있음이 보고 되었다(Kim & Won 1984; Akiba 1980; Burkitt 등 1974; Trowell 1975). 고지혈증은 콜레스테롤, 중성지방 등이 혈중에 고농도로 존재하는 상태로 중풍, 고혈압, 심장질환등과 밀접한 관계가 있다(Kang 등 2003). 홍국균접종 쌀배아는 혈중 중성지방을 감소시키고 HDL-콜레스테롤 수준을 증가시켜 지질 대사를 개선시키고 체지방을, 복부지방율이 유의적으로 감소하여 체지방 축적이 억제 되는 것을 확인하였으므로 홍국균접종 쌀배아가 혈중지질과 체지방의 축적으로 인한 비만, 고지혈증, 동맥경화의 유발을 낮추며, 심혈관계의 발병을 낮추는 예방 효과가 있을 것으로 사료된다.

혈중의 총단백량, glucose량의 실험 전 후의 변화량을 보면 실험군이 대조군에 비해 적게는 나타났으나 홍국균접종 쌀배아 섭취에 의하여 T-protein, glucose, albumin의 수치가 증가함은 지방조직에 저장되어 있던 중성지방이 분해되면서 당 생성작용을 통한 항상성을 유지하려는 체내 대사 작용에 기인한다고 사료된다.

실험 전 후의 뇨 결과로 볼 때, Lee 등(2004)의 연구에서 폐경기 이후의 여성에게 8 g의 이눌린을 매일 섭취한 후 장내 pH를 저하시킴으로써 장내환경개선효과와 혈중 지질의 개선효과의 연관성을 보인 결과를 응용하면 홍국균접종 쌀배아 섭취에 의하여 뇨의 pH의 변화가 유의적으로 감소하는 것으로 보임으로써 장내 미생물에 의해 발효되어 pH를 저하시키는 것으로 사료되어 홍국균접종 쌀배아는 장내 환경이 산성화 되는 특성이 있는 것으로 관찰되었으며 향후 장내대사에 관한 연구의 필요성이 강조된다.

Lee 등(2002)은 인천시 비만 초등학생의 혈중지질농도와 신체계측과의 상관관계에서 혈중 총 콜레스테롤농도는 체지방, 복부지방률, 체질량지수와 유의적인 양의 상관관계를, HDL-콜레스테롤은 체지방과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈으며 중성지방은 체중, 체지방, 복부지방률, 체질량지수와 유의적인 양의 상관관계를, 동맥경화지수는

신장을 제외한 모든 신체계측치와 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다고 보고하였다. 이와 비슷한 경향으로 본 연구의 결과는 신체계측지표에 의하여 혈중 지질의 변화의 상관성 있는 변화를 말해주며 특히 혈중 중성지질의 함량은 체중, 체지방 함량이 높을수록, 체지방 함량이 낮을수록 높게 나타남을 보였고 total-콜레스테롤 함량은 총수분함량, 근육량, 체지방의 함량이 적을수록 높게 나타남을 보였다.

이상과 같은 연구결과로 홍국균접종 쌀배아 섭취에 의하여 체지방 개선 효과, 혈중 지질개선 효과를 보임으로써 새로운 비만개선 기능성 소재로의 가능성을 보였으며, 향후 장내개선 연구, 비만 개선 기전 연구가 요구되어지는 바이다. Lee (1995)의 연구에서는 비만의 경우 혈청지질이 높고 위험군 비율이 높아 질환과 생활습관에 대한 교육이 필요하다고 보고된 바 있어 영양교육의 중요성 또한 강조된다.

요약 및 결론

본 연구는 중등도 이상 비만학생 4~5학년(만 10~11세) 61명을 실험군 31명과 대조군 30명으로 각각 나누어 실험군에게 홍국균접종 쌀배아 3 g을 대조군에게는 대조식이(maltodextrin) 3 g을 각각 6주간 1일 3회 식후 30분에 복용하도록 한 후 체지방율, 혈청지질 성분과 관련된 지표를 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 연구대상자들은 초등학교 4~5학년(만 10~11세)으로 평균 연령은 10.5 ± 0.5 세였고, 평균 신장, 체중, BMI는 143.6 ± 6.8 cm, 55.0 ± 8.9 kg, 26.1 ± 3.9 로 중등도 이상 비만 학생들로 구성되었다.

2) 실험군의 실험 전 후의 체지방 변화량은 -0.60 kg으로 대조군의 변화율 -0.03 kg에 비하여 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였고, 체지방율의 변화는 실험군이 -1.44% , 대조군은 -0.25% 로 실험군이 유의적으로($p < 0.05$) 감소함을 보였다. 이 결과는 홍국균접종 쌀배아 섭취로 인한 체지방 축적 억제 효과로 체지방 함량, 체지방율의 변화가 있는 것으로 사료된다.

3) 혈중지질 대사관련 지표들의 생화학적 분석은 6주간의 홍국균접종 쌀배아를 투여한 후에 지표들 값의 변화량은 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤이 실험군이 대조군에 비하여 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였고, HDL-콜레스테롤은 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다.

4) 홍국균접종 쌀배아를 섭취하기 전과 후의 뇨 분석 결과 pH의 변화량은 실험군이 대조군에 비하여 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내었다.

5) 신체계측 지표와 혈중 생화학지표와의 상관관계를 살펴본 결과 실험군에서는 실험식이를 제공 후의 체수분량, 근육량, 체지방 함량은 혈중 콜레스테롤과 유의적인 음의 상관관계($p < 0.05$)를 보였고, 혈중 지질의 함량은 체중과 체지방량과 유의적인 양의 관계($p < 0.05$)를 보였다.

이상의 결과로 고려해볼 때, 홍국균접종 쌀배아의 섭취는 혈중지질과 체지방 개선과 더불어 다이어트식품으로서 가치가 있을 것으로 생각된다. 또한 연구대상자가 비만의 문제점을 아직 인식하지 못하는 아동인 점과 비만도의 감소를 단순히 체중의 감소뿐 만 아니라 체지방울의 감소가 동반되어야 한다는 점을 감안할 때 본 연구의 가치는 더욱 높을 것으로 사료된다. 이에 본 연구를 토대로 홍국의 용량별 섭취에 따른 혈중 지질 수준 개선 효과에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고 문헌

- Akiba Y (1980): Matusmoto of dietary fibers on lipid content in liver and plasma, nutrient retentions and plasma transaminase activities in force-fed growing chicks. *J Nutr* 110: 1112-1121
- Burkitt DP, Walker AR, Painter NS (1974): Dietary fiber and disease. *JAMA* 229: 1068-1074
- Buskirk ER (1974): Obesity: a brief review with emphasis on exercise. *Fed Proc* 33(8): 1948-1950
- Cho GB, Park SB, Park SC, Lee DW, Lee SJ, Suh SG (1989): A study on the prevalence of obesity among adolescent, schoolchildren and adolescent. *Kor J Pediatrics* 32(5): 597-605
- Dattilo MA, Kris-Etherton PM (1992): Effects of weight reduction on blood lipids and lipoprotein. A meta analysis. *Am J Clin Nutr* 56: 320-328
- Dreon DM, Frey-Hewitt B, Williams PT, Terry RB, Wood PD (1988): Dietary fat : carbohydrate ratio and obesity in middle - aged men. *Am J Clin Nutr* 47: 995-1000
- Dietz WH (1987): Nutrition and obesity, In Grand RJ, Sutphen JL, Dietz WH, Pediatric Nutrition, Stoneham Buterwort Publishers, pp.525-538
- Endo A (1979): Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. *J Antibiotics* 32: 852-854
- Endo A (1980): Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits 3-hydroxy-3-methylglutaryl Co-enzyme A reductase. *J Antibiotics* 33: 334-336
- Endo A (1985a): Trends in *Monascus koji* and *Monascus* strains. *Hako To Kogyo* 43: 544-552
- Endo A (1985b): Compactin (ML-236B) and related compound as potential cholesterol-lowering agents that inhibits HMG CoA reductase. *J Medicinal Chem* 28: 401-405
- Endo A (1985c): Regulation of HMG-CoA reductase. B. Press (ed.), Academic Press, S.F.(U.S.A.)
- Heidi O (1995): Attitude of dietetics students an registered dieticians toward obesity. *J Am Diet Assoc* 95(8): 914-916
- Huenemann RL, Sharpiro LR, Hamptom MC, Mitchell BW (1966): A longitudinal study of gross body composition an body conformation and their association with food and activity in a teen aged population. *Am J Clin Nutr* 18: 325-338
- Ha TY, Kim NY (2003): The effects of uncooked grains and vegetables with mainly brown rice on weight control and serum components in Korean overweight/obese female. *Kor J Nutrition* 36(2): 183-190
- Jung MT, Lee SG (1987): A follow-up study for the change of the body shape of girl's high school. *Kor J Public Health* 13(1): 61-68
- Kroom PA, Hand KM, Huff JW, Alberts AW (1982): The effect of Mevinolin on serum cholesterol levels of rabbits with endogenous hypercholesterolemia. *Atherosclerosis* 44: 41-48
- Kim MK, Won EJ (1984): Effects of feeding polished or brown rice diet with different kinds of lipids on the metabolism in rats. *Kor J Nutrition* 17: 154-162
- Krotkiewski M, Anianssom A, Grimby G, Bjomtorp P, Sjostorm L (1979): The effect of unilateral isokinetic strength on local adipose and muscle tissue morphology, thickness, and enzymes. *Europ J Appl Physio* 42: 271-281
- Kang SA, Jang KH, Lee JC, Chang BI, Lim YA, Song BC (2003): The effects of fructose polymer on the body fat accumulation and serum lipid profiles of Korean Women. *Korean J Community Nutrition* 6: 986-992.
- Kim SK (2000): A study on the Nutritional status of the Korean school-children. *Public Nutrition* 4: 14-19
- Lee IY, Lee IH (1986): Prevalence of obesity among adolescent girls in Seoul and its relationship to dietary intakes and environmental factors. *Korean J Nutrition* 19(1): 41-51
- Lee YN (1995) : The effects of the nutritional education on the body fat, serum lipids and dietary habits in obese children. *The Ph.D dissertation of the Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University*
- Lee YJ, Jang KH (1999): A comparative study of obese children and normal children on dietary intake and environmental factors at an elementary school in Incheon. *Korean J Community Nutrition* 4(4): 504-511
- Lee MY, Kim SK, Jang KJ (2002): Dietary behaviors, health-related lifestyle and blood lipid profile of obese children in Incheon. *Korean J Community Nutrition* 7(6): 803-813
- Lee EY, Kim YY, Jang GH, Kang SA, Choue RW (2004): The effect of inulin supplementation on blood lipid levels, and fecal excretion of bile acid and neutral sterol in Korean postmenopausal women. *Korean J Nutrition* 37(5): 352-363
- Lim BO, Yamada K, Cho BG, Jeon T, Hwang AG, Park T, Kang SA, Park DK (2004): Comparative study on the modulation of IgE and cytokine production by *Phellinus linteus* grown on germinated brown rice, *Phellinus linteus* and germinated brown rice in murine splenocytes. *Biosci Biotechnol Biochem* 68(11): 353-356
- Miller WC, Linderman AK, Wallace J, Nieder-pruem M (1990): Diet composition, energy intake and exercise in relation to body in men and women. *Am J Clin Nutr* 52: 426-430
- Park GS, Choi MS (1990): A Study on Prevalence of Obesity and Its Related Factors in Housewives Residing in Apartments in Taegu. *Korean J Nutrition* 23(3): 170-178

- Romieu I, Willett WC, Stampfer MJ (1988): Energy intake and other determinants of relative weight. *Am J Clin Nutr* 47: 406-412
- Son SJ, Lee HJ, Choi BS, Lee IK, Park MH, Lee EJ (2003): A study of dietary behavior and serum leptin levels of obese children. *Korean J Community Nutrition* 8(1): 102-111
- Son SJ, Lee HJ, Lee IK, Choi BS, Park MH, Lee EJ, Seo JY (2002): A study of dietary behavior and serum leptin levels in obese children - The relationship between the obesity index and the serum leptin levels based on eating habits and eating behaviors. *Korean J Community Nutrition* 7(4): 475-483
- Trowell H (1975): Letters to the editor: coronary heart disease and dietary fiber. *Am J Clin Nutr* 28: 798-800
- Yoon JS, Kim SY (1992): Effect of Body Fat Distribution on Percentage of Body Fat Serum Insulin Lipids and Energy Intake in Adult Female. *Korean J Nutrion* 25(7): 617-627