

글루코만난을 첨가하여 제조한 국수가 고지방식이를 급여하여 유도된 비만흰쥐의 체중 감소에 미치는 영향

박수진* · 강명화†

호서대학교 자연과학부 식품영양전공

*호서대학교 벤처전문대학원 첨단산업기술학과

The Effect of Dietary Nuddle with Glucomannan on the Weight Loss in High Fat Diet-Induced Obese Rats

Soo-Jin Park* and Myung-Hwa Kang†

Dept. of Food and Nutrition, Hoseo University, Chung-Nam 336-795, Korea

*Innovative Industrial Technology, Graduate School of Venture for BK 21,
Hoseo University, Chung-Nam 336-795, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of body weight reduction of nuddle contained glucomannan in high fat diet-induced obese rats. Male Sprague-Dawley rats were randomly assigned to control and high fat diets groups for 4 weeks. Four weeks later, the control and high fat diet groups were rearranged into 4 groups by different levels of nuddle containing glucomannan. After 5 weeks of feeding, serum and whole blood was analyzed. Obesity index was significantly lower in the group fed nuddle contained glucomannan than that of high fat diet groups. The status of white blood cells in hematological examination was significantly higher in rats fed high fat diet and was not significantly different by fed nuddle. Serum albumin levels were not significantly different although glucose levels in serum was significantly different among groups. Serum tri-glyceride and Total cholesterol levels were the highest levels in rats fed high fat diets and showed the lowest levels in rats fed nuddle.

Key words: konjak glucomannan, obesity index, high fat diet

서 론

비만은 심혈관계, 당뇨, 고혈압 및 암과 같은 질병의 합병증을 유발시킬 수 있는 위험한 질병의 원인으로 알려져 사회 문제의 하나로 주목받고 있다(1-3). 1970년대 이후 국민 소득의 증대와 식생활 양식의 간편화 및 서구화로 활동량은 감소하였고, 탄수화물 섭취량은 줄어든 반면 지방의 섭취가 증가하였다(1-5). 2001년 통계청 자료에 의하면, 사망자 사망 원인의 순위는 암, 뇌혈관질환, 심장질환, 당뇨병 및 간질환 순으로 나타나 순환기계 질환 과 암이 주요 사망의 원인이었고, 전체 사망자의 50.4%를 차지하여 10년 전과 비교하여 볼 때, 심장질환, 대장암 및 당뇨병은 증가하였고, 감염성 질환은 감소한 것으로 조사되었다. 뿐만 아니라, 순환기 질환 환자 42%, 당뇨 환자 35%, 간 질환 환자 48%가 비만인 것으로 보고되어, 비만은 성인병 이환율과 밀접한 관계가 있는 것으로 밝혀졌다.

식이섬유는 인간의 소화효소에 의하여 가수분해되지 않

는 식물세포의 잔여물로 정의되며 종류에 따라 소화관에서 나타내는 생리효과와 그 대사적 기능도 다르다. 일반적으로 수용성 식이섬유는 불용성 식이섬유에 비해 보습력이 크고 식후 만족감을 지속시켜 주고 에너지 섭취량을 감소시켜 체중감소를 더 용이하게 한다(6,7). Psyllium, gur guam, oat bran 및 펙틴과 같은 수용성 식이섬유는 콜레스테롤 흡수를 억제시키고 담즙산 분비를 증가시켜 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시킨다. Gallaher 등(8)은 글루코만난(glucomannan) 과 키토산을 과체중인 사람에게 동량을 동시에 공급한 결과 혈중 콜레스테롤 농도는 감소하였으나, 체중 감량에는 효과를 나타내지 않은 것으로 보고하였다. 또한 고콜레스테롤 급여 흰쥐에게 셀룰로오스, 키토산 및 글루코만난과 키토산을 혼합하여 급여 18일 후 셀룰로오스에 비해 글루코만난, 키토산 및 키토산과 글루코만난 혼합식 순으로 체중 감소 효과가 나타나 식이섬유소의 종류에 따라 생리적 효과를 다르게 나타내는 것으로 조사되었다(9).

구약감자(*Amorphophallus Konjac*)는 양질의 수용성 식

†Corresponding author. E-mail: mhkang@office.hoseo.ac.kr
Phone: 82-41-540-5973. Fax: 82-41-548-0670

이 섬유인 글루코만난이 다량 함유되어 있어 일본에서는 전 통식품의 소재로 국수 및 어육제품 등의 첨가재료로 사용되고 있다. β -D-manopyranose와 β -D-glucopyranose가 7:3의 비율로 결합되어 있고 97.3%가 수분으로 보통 탄수화물 급원의 1/4정도(1 kcal/g)의 열량을 낸다. 끈약을 얇게 저며 건조한 후 가루로 분쇄하여 이물질을 제거하면, 글루코만난을 주성분으로 한 전분이 제조되며, 이는 물을 흡수하여 swelling colloid 상태가 된다. 특히 글루코만난은 특유의 겔 형성 능력, 증점 특성, 필름 형성 능, 다른 검류와 상승능력 및 유동성을 가지고 있어 식품산업계에서 널리 사용되고 있다(10, 11). 글루코만난은 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키고,식이섬유로 장내에서 정장작용을 하고, 식후 만족감을 지속시키며(7) 에너지 섭취량을 감소시켜 체중감소를 더 용이(6)하게 하며 내당 능력을 개선시키는 특성이 있어(12), 시중 다이어트 제품 및 각종 건강 기능성식품의 새로운 소재로 주목받고 있다(13).

따라서 본 연구에서는 글루코만난 100%를 함유하는 swelling된 국수(nuddle)를 제조하여 고지방 식이에 국수의 양을 달리하여 실험용 흰쥐에게 제공하면서 식사대용 시 체중 감소 효과를 나타내는지를 측정하고, 그들의 혈액 및 혈청 영양생화학적 상태를 분석하여 최적 대체 비율을 결정하여, 체중 감소 식품소재로 개발가능한지 검토하였다.

재료 및 방법

글루코만난 함유 국수제조

증류수에 글루코만난이 100%가 되도록 첨가한 후 교반하면서 서서히 용해시킨 후 제면기를 사용하여 3.7 mm로 고정하여 국수를 제조하였다.

실험동물 사육 및 실험식이

실험실동물은 8주령의 Sprague-Dawley종 수컷 rat(체중 200 ± 10 g) 40마리를 대한 실험동물에서 구입하여 실내온도 $20 \pm 5^\circ\text{C}$, 습도 55~60%, 12 hr light-dark cycle의 조건에서 표준식사와 물을 충분히 공급하면서 2주간 환경에 적응시킨 후 Table 1과 같이 casein 기본식이(대조군, n=10)와 기본식에 lard 10%와 콜레스테롤 0.5%를 첨가한 고지방식이(실험군, n=30)를 조제한 식이를 4주간 급여하면서 비만을 유도하였다.

4주간의 비만 유도 후 10마리씩 3군으로 나누어 글루코만난 함유 국수의 양을 다르게 혼합하여 급여하였다. 실험군의 식이조성은 Table 2에 나타난 바와 같이 국수의 양을 달리하여 일반식이군(Control군), 고지방식이군(N0군), 고지방식이 75%와 국수 25%급여군(N25군), 고지방식이 50%와 국수 50%급여군(N50군)으로 나누어 5주간 급여하였다

식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율

식이섭취량은 일주일에 3번 체중은 일주일에 한번 같은

Table 1. Compositions of experimental diets

Component		High fat diet (n=30)	Control (n=10)
Carbohydrate	Corn starch	34.375	44.875
	Sucrose	15.000	15.000
	Cellulose	5.000	5.000
Lipid	Lard	10.000	-
	Corn oil	10.000	10.000
	Cholesterol	0.500	-
Protein	Casein	20.000	20.000
Vitamin mixture		1.000	1.000
Mineral mixture		3.500	3.500
DL-Methionine		0.300	0.300
Choline chloride		0.200	0.200
Taurocholic acid		0.125	0.125
Total		100.000	100.000

Table 2. Grouping of experimental animals

Dietray group	Control diet	High fat diet	Amount of nuddle
Control	100%	-	-
N0	-	100%	-
N25	-	75%	25%
N50	-	50%	50%

시간에 측정하였다. 식이섭취량 조사는 식이에 의한 체중의 변화를 줄이기 위해 3시간 전에 절식시킨 후 실시하였다. 식이 효율은 일주일간 측정된 체중과 같은 기간의 식이섭취량을 이용하여 계산하였다.

$$\text{식이효율 (FER)} = \frac{\text{총 실험기간의 체중 증가량(g)}}{\text{총 실험기간의 식이 섭취량 (g)}}$$

비만지수 평가

4주간 비만 유도 후 그리고 실험식이 급여가 끝난 후 실험동물의 코에서 항문까지의 길이와 체중을 측정하여 Röhler index, Lee index, T.M. index로 그리고 체지방 함량은 T.M. index를 이용하여 비만지수를 산출하였다. Röhler index는 $[(\text{Body weight (g)}/\text{Naso-anal length (cm)})^3] \times 10^3$, Lee index는 $[(\text{Body weight (g)})^{1/3}/\text{Naso-anal length (cm)}] \times 10^3$, T.M. index는 $[(\text{Body weight (g)}/\text{Naso-anal length (cm)})^{2.823}]$ 식에 따라 계산하였으며, 체지방 함량은 $[0.581 \times \text{T.M. index} - 22.03]$ 으로 계산하였다(3).

장기 채취

실험동물을 24시간 절식 후 ethyl-ether로 마취시켜 바로 개복한 후, 간과 신장을 적출하여 차가운 PBS buffer(pH 7.4)에 세척 후 여과지로 물기를 제거하고 무게를 측정하였다.

혈액생화학적 분석

실험동물을 24시간 절식 후 ethyl-ether로 마취시켜 간정맥에서 채혈하였고, 채혈 즉시 자동혈액계산기(Chlnon Diagnostic Corporation East Walpole, MA, USA)를 이용하여 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 평균적혈구용적, 평균적혈구

혈색소량, 평균적혈구혈색소농도, 적혈구용적을 측정하였다.

혈청 생화학적 분석

채취한 혈액은 4°C에 보관 후, 4°C 3,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후, 자동 혈청 분석장치(Bio-chem Immunosystems, Inc., Baker 9118 Cop. Allentown PA., USA)에 의하여 albumin, 혈당, 총 콜레스테롤 및 중성 지질 농도를 측정하였다.

통계분석

본 실험의 결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, 측정된 모든 값들은 SAS(Statistical Analysis System)프로그램을 이용하여 GLM(general linear model) 분석하였으며, Duncan's multiple range test를 이용하여 $\alpha=0.05$ 에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

식이섭취량, 체중 증·감량 및 식이효율

콜레스테롤과 lard를 투여하여 비만을 유발시킨 흰쥐에게 글루코만난의 체중 감소 효과를 측정하기 위해 글루코만난 100%로 제조한 국수의 투여량을 달리하면서 체중에 미치는 영향을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

Control군은 423.2 g에서 490.26 g으로 주당 11 g, N0군은 466.83 g에서 576.79 g으로 주당 22 g의 높은 증가량을 보인 반면, N25군은 467.20 g에서 483.93 g로 주당 3.4 g의 적은 증가량을, N50군은 470.90 g에서 418.07 g으로 주당 10.6 g의 큰 체중 감소량을 보여, 글루코만난 함유 국수의 섭취량이 증가할수록 체중 감소량이 큰 것으로 나타났다. 5주간의 실험 식이를 섭취시킨 후 측정된 체중 증·감량, 식이효율은 Table 3에서 보듯이 Control군을 100%로 볼 때, N0군은 163.9%, N25군은 23.8%, N50군은 -78.8%의 증가량을 보여, N0군이 다른 실험군보다 유의적으로 높았으며, 국수의 비율이 높은

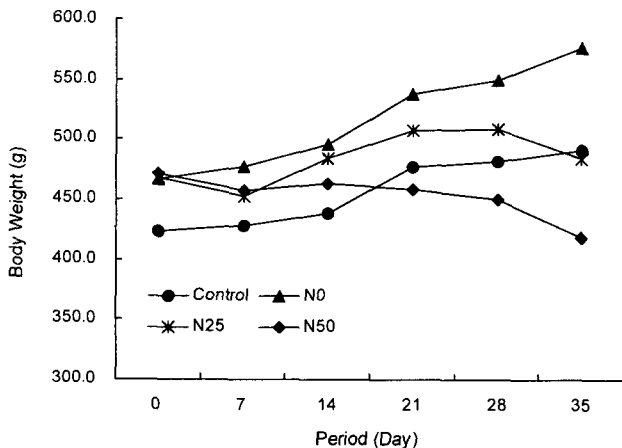


Fig. 1. Body weight changes in rats fed different diet during 35 days.
Each value is the mean of experimental group, n=10.

Table 3. Food intake, weight gain and feed efficiency ratio in rats fed experiment diet for 35 days

Dietray group	Total food intake	Total weight gain	FER ¹⁾
Control	875 (100.0%)	67.06 ± 38.46 ^b (100.0%)	0.08 ± 4.40 ^b (100.0%)
N0	875 (100.0%)	109.95 ± 25.92 ^a (163.9%)	0.13 ± 2.96 ^a (164.0%)
N25	875 (100.0%)	16.00 ± 31.45 ^c (23.8%)	0.02 ± 3.78 ^c (24.9%)
N50	875 (100.0%)	-52.83 ± 20.00 ^d (-78.8%)	-0.06 ± 2.40 ^d (-78.8%)

Each value is mean ± SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

¹⁾Feed efficiency: Body weight gain (g) / total food intake (g).

식이를 섭취한 군일수록 식이효율이 낮았다. 이는 난소화성 전분의 비율을 달리하여 동물을 사육하였고, 난소화성 전분의 비율에 상관없이 실험군 간의 식이효율이 유의적으로 차이가 없다고 보고한 Jeong 등(14)의 결과와는 상반된 결과라 할 수 있다. 본 연구에서 식이효율이 국수의 비율에 따라 감소하는 이유는, 국수의 비율이 높을수록 체중의 증·감량이 크기 때문이라고 할 수 있다. 모든 실험군이 일정한 양의 식이를 급여했고, 100% 섭취를 했지만, 이러한 결과가 체중 증·감량에는 영향을 주지 않는 것으로 보아, 글루코만난이 식후 만족감을 지속시켜 에너지 섭취량을 감소시켜서 체중 감소에 효과가 있는 것으로 추정된다(11,12).

장기 중량

실험동물의 간 중량은 고지방을 섭취한 N0군이 유의적으로 크게 나타난 반면, 신장의 무게는 작게 나타났으며, 국수를 섭취한 군의 간 중량이 다른 식이를 섭취한 군에 비해 유의적으로 작게 나타났다(Table 4). Kim 등(15)은 셀룰로오스와 펙틴을 급여한 흰쥐가 대조군에 비해서 장기 중량이 작은 것으로 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 한편 Gallaher 등(8)이 셀룰로오즈, 글루코만난과 키토산을 혼합하여 급여한 후 간의 무게를 측정한 결과 셀룰로오스 급여군의 간의 무게가 글루코만난이나 키토산에 비해 유의적으로 높게 보고되어 식이섬유소의 종류에 따라 간의 무게가 다르게 나타났다.

Table 4. Organ weight in rats fed different diet

Dietary group	Liver	Kidney
	(g/100 g B.W)	
Control	3.42 ± 0.48 ^{ab}	0.63 ± 0.03 ^a
N0	3.79 ± 0.55 ^a	0.56 ± 0.03 ^b
N25	2.78 ± 0.43 ^c	0.57 ± 0.04 ^b
N50	3.29 ± 0.56 ^b	0.64 ± 0.05 ^a

Each value is mean ± SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

비만지수 평가

실험식이 시작 전과 후 비만지수 측정 결과는 Table 5와 같다.

Röhrer index를 용이한 비만도 평가에서 30이상을 비만으로 판정한다(3). Control군을 제외한 N0·N25·N50군은 4주간의 비만유도 과정을 거쳤기 때문에 실험식이 시작 전의 지수는 유의적인 차이가 없었으나, 실험식이 공급 후 Control군은 22.27 ± 2.45 에서 24.42 ± 1.76 로 2.15 증가하였고, N0군은 24.55 ± 2.55 에서 27.19 ± 2.04 로 2.64, N25군은 26.76 ± 2.38 에서 26.21 ± 1.95 로 0.55 감소하였으며, N50군은 25.21 ± 2.12 에서 21.06 ± 2.63 으로 4.15 감소하였다. Kim과 Sung(3)은 20%의 지방비를 갖는 식이를 10주간 동물에게 급여했을 때, Röhrer index가 고지방 식이군이 33.36 ± 14.82 , 정상 식이군이 28.85 ± 4.32 로 나타나, 본 실험의 결과와 비교해 보았을 때, 높은 지방비를 갖는 식이를 오랜기간 섭취하였을 때 Röhrer index가 더 높게 나타남을 보였다. Kim과 Choi(16)는 25%의 지방을 실험동물에게 12주간 급여했을 때, 고지방에 의한 비만 유도 정도는 적었으나, 고지방식이로 비만이 유도된 군의 실험 전 지수가 정상식을 급여한 군에 비해서 높고 비만지수에 가까웠으며, 실험 후 지수가 크게 감소하여 체중감소에 효과를 나타냈다고 보고하였다. 이는 고지방으로 비만을 유도한 N0군의 비만지수가 정상식을 급여한 control군의 비만지수보다 높았으며, 고지방으로 비만이 유도된 N25·N50군이 실험 후 지수 감소 정도가 다른 군에 비해서 크게 나타난 본 실험의 결과와 유사하다고 할 수 있다.

쥐의 경우 Lee index는 300이하일 때가 정상이고, 그 이상인 경우를 비만으로 간주하고 있다(3). Control군은 실험 전 281.14 ± 7.67 에서 289.85 ± 9.40 로 비만지수와 비슷하였고, 고지방식을 급여한 N0군의 Lee index는 300.43 ± 9.77 로 비만지수에 가까웠고, 실험 전 290.43 ± 8.15 보다 증가하였다. N25군은 298.94 ± 7.17 에서 296.81 ± 8.84 로 약간 감소하였으며, N50군은 292.86 ± 10.51 에서 275.81 ± 9.40 로 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 고형사료를 섭취한 마우스와 비만 마우스

의 Lee index 측정 시 비만 마우스가 식이에 대한 체중증가량의 비율이 더 컸기 때문에 Lee index가 높다고 보고한 Dubuc(17)의 결과와 유사한 결과로 나타났다.

T.M index로 평가할 경우, 체지방 함량이 10이상일 때 비만으로 판정한다(3). Control군은 1.11 ± 1.81 에서 3.42 ± 2.48 로 2.31 증가하였고, N25군은 5.63 ± 1.97 에서 5.16 ± 2.40 으로 0.49 감소하였으며, N50군은 4.13 ± 2.56 에서 -0.16 ± 1.95 으로 크게 감소하였다.

비만지수로 측정된 비만도 평가 결과 4종류로 측정된 비만지수에서 N50군에서 몸무게 감소가 가장 현저한 것으로 나타났다. 또한, 고지방 식이를 섭취한 N0군의 체지방량은 6.41 ± 2.66 으로 다른 군에 비해서 현저히 높아 비만지수와 비슷하게 나타났다.

혈액 생화학적 분석

혈액생화학적 분석결과는 영양상태를 객관적으로 판정하는 지표가 된다. 글루코만난으로 제조한 국수를 급여한 쥐의 영양상태를 측정하기 위해 혈액 생화학적 분석을 한 결과는 Table 6과 같다. 국수 급여에 의한 백혈구는 N0군이 13.01 ± 2.06 THSN/CU MM으로 가장 높았고, N25군과 N50군은 비슷한 수준이었고 control군이 가장 낮게 나타났다. 장기간의 영양결핍증인 빈혈의 가장 큰 원인은 철분결핍으로부터 발생하며, 철분 저장고의 고갈단계(iron depletion), 빈혈을 나타내지 않는 경증의 철분 결핍증(mild iron deficiency), 철분 결핍성 빈혈(iron-deficient anemia) 3단계를 거쳐 빈혈의 증상을 나타낸다. 빈혈의 마지막 단계(iron-deficient anemia)에서는 철분의 공급이 제한되기 때문에 헤마토크리트치 및 평균 혈구부피, 평균 혈색소, 평균 혈구혈색소 농도가 감소한다(18). 본 실험 결과, control군보다 N50군이 적혈구수 및 혈색소량, 헤마토크리트치가 현저히 낮게 나타난 반면, N25군과 control군은 유사한 수치로 나타났다. 즉, 25% 국수를 5주

Table 5. Obesity index of rats fed experimental or control diet

		Control	N0	N25	N50
Röhrer index ¹⁾	before	22.27 ± 2.45^c	24.55 ± 2.55^b	26.76 ± 2.38^a	25.21 ± 2.12^{ab}
	after	24.42 ± 1.76^b	27.19 ± 2.04^a	26.21 ± 1.95^{ab}	21.06 ± 2.63^c
Lee index ²⁾	before	281.14 ± 7.67^c	290.43 ± 8.15^b	298.94 ± 7.17^{ab}	292.86 ± 10.5^{ab}
	after	289.85 ± 9.40^{ab}	300.43 ± 9.77^a	296.81 ± 8.84^{ab}	275.81 ± 9.40^c
T.M. index ³⁾	before	39.82 ± 3.12^c	43.91 ± 3.54^b	47.61 ± 3.39^a	45.03 ± 4.42^{ab}
	after	43.81 ± 4.27^b	48.95 ± 4.59^a	46.79 ± 4.13^{ab}	37.84 ± 3.59^c
Fat contents ⁴⁾	before	1.11 ± 1.81^c	3.48 ± 2.05^b	5.63 ± 1.97^a	4.13 ± 2.56^{bc}
	after	3.42 ± 2.48^b	6.41 ± 2.66^a	5.16 ± 2.40^{ab}	-0.61 ± 1.98^c

Each value is mean \pm SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

¹⁾Röhrer index = {Body weight (g)/Naso-anal length (cm)}³ $\times 10^3$.

²⁾Lee index = {Body weight (g)}^{1/3}/Naso-anal length (cm) $\times 10^3$.

³⁾T.M. index = Body weight (g)/Naso-anal length (cm)^{2.823}.

⁴⁾Fat contents = $0.581 \times$ T.M. index - 22.03.

Table 6. Effects of nuddle on hematological indices in high fat diet-induced obese rats

	Control	N0	N25	N50
WBC ¹⁾ (THSN/CU MM)	8.93 ± 2.09 ^b	13.01 ± 2.06 ^a	11.02 ± 3.07 ^{ab}	10.57 ± 3.22 ^{ab}
RBC ²⁾ (MILL/CU MM)	8.62 ± 0.71 ^a	8.45 ± 0.40 ^a	9.17 ± 0.73 ^a	6.76 ± 2.47 ^b
HGB ³⁾ (GRAMS/DL)	14.59 ± 0.78 ^a	13.49 ± 0.25 ^a	14.30 ± 0.93 ^a	10.89 ± 3.29 ^b
HCT ⁴⁾ (%)	45.12 ± 2.00 ^a	43.45 ± 2.80 ^a	45.31 ± 3.26 ^a	36.77 ± 10.76 ^b
MCV ⁵⁾ (CU MICRONS)	53.79 ± 1.54 ^a	49.98 ± 2.79 ^b	49.63 ± 1.12 ^b	49.98 ± 2.03 ^b
MCH ⁶⁾ (PICO GRAMS)	17.10 ± 0.69 ^a	15.59 ± 0.69 ^b	15.85 ± 0.59 ^b	16.08 ± 0.59 ^b
MCHC ⁷⁾ (%)	31.69 ± 0.57 ^b	31.41 ± 0.34 ^b	31.58 ± 0.54 ^b	32.64 ± 1.74 ^a

Each value is mean ± SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

¹⁾WBC: white blood cells. ²⁾RBC: red blood cells. ³⁾HGB: hemoglobin. ⁴⁾HCT: hematocrit. ⁵⁾MCV: mean corpuscular volume. ⁶⁾MCH: mean corpuscular hemoglobin. ⁷⁾MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration.

Table 7. Effect of nuddle on serum nutritional profiles in high fat diet-induced obese rats

	Control	N0	N25	N50
Albumin (g/dL)	4.62 ± 0.59 ^a	4.19 ± 0.30 ^{bc}	4.24 ± 0.29 ^{bc}	4.34 ± 0.28 ^{ab}
Glucose (mg/dL)	151.78 ± 24.05 ^a	106.18 ± 25.41 ^b	59.44 ± 8.62 ^d	83.25 ± 20.95 ^c
TC (mg/dL)	99.50 ± 21.44 ^a	104.67 ± 19.04 ^b	68.67 ± 13.47 ^b	44.67 ± 12.23 ^b
TG (mg/dL)	56.80 ± 16.90 ^b	64.50 ± 23.22 ^a	44.12 ± 8.15 ^c	40.00 ± 10.72 ^c

In the abbreviated expressed TC and TG indicated, total cholesterol, triglyceride, respectively. Each value is mean ± SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

간 대체 시 크게 영양불량이 나타나지 않았으나 50% 국수 섭취는 영양불량이 발생하는 것으로 나타났다.

혈청 생화학적 측정

혈청은 최근의 식이섭취 상태를 반영하는 지표가 된다. 글루코만난을 함유한 국수의 섭취비율을 달리하여 사육한 흰쥐의 영양상태에 미치는 영향을 판정하기 위해 albumin, 혈당, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 농도를 측정된 결과 Table 7과 같다.

단백질 영양상태를 판정하는 albumin 농도는 control군과 N50군이 비슷하였다.

혈당은 control군에 비해 N0군이 낮았고, 국수 25%를 섭취한 N25군이 국수를 50% 섭취한 N50군에 비해 현저히 낮았다. 혈청 중성지방의 함량과 총 콜레스테롤의 함량은 성인병의 지표로 사용된다(19). 총콜레스테롤은 고지방식이를 급여한 N0군이 가장 높게 나타났으며, 국수의 비율이 높을수록 그 정도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 사포닌 첨가 식이와 고지방 식이를 급여했을 때 고지방식이를 한 군의 총콜레스테롤치가 사포닌을 급여한 군들에 비해서 높게 나타난 Bea 등(20)의 연구와 유사하였다. 중성지방의 농도는 고지방식이를 급여한 N0군이 유의적으로 높았고, 국수의 섭취 수준에 따라 차이가 없는 것으로 나타나, 글루코만난은 혈청 중성지방의 농도는 감소시키나 섭취 수준에는 영향을 받지 않는 것으로 판단된다. 이는 Kim 등(21)의 혈청 중성지방의 농도는 알긴산의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다고 보고한 결과가 유사한 반면, 식이섬유소 급여는 무급여군에 비해 중성지방이 유의적으로 증가하고, 식이섬유소의 종류에 따라 혈청지질 패턴에 영향을 미치나 급여 수준에 따른 차이는 없다고 보고한 Kim 등(15)의 연구결과와는 상반된다.

이상의 결과, 국수 25%를 섭취한 N25군은 누들을 50% 섭취한 N50군보다 체중감소율은 적었지만, 영양상태는 양호하였다. Mattson 등(22)은 식이 중의 지방산 조성이 혈중 지방 함량에 큰 영향을 미치되 특히 포화지방산의 섭취 증가가 혈중 콜레스테롤과 중성지방 증가 요인이라고 하였다. 따라서, 글루코만난이 체중 감소효과가 있고, 총 콜레스테롤과 혈당치를 낮춰주어 성인병에 효과가 있지만, 포화지방산의 섭취를 줄이고, 적당한 비율로 글루코만난을 섭취했을 때 즉, 올바른 식생활 태도를 갖고 있을 때 체중 감량의 효과 뿐 아니라 건강상에 문제가 없을 것으로 보인다.

요 약

100% 글루코만난으로 제조된 국수의 체중감소 효과를 측정하기 위해 고지방식이에 의해 유도된 비만 흰쥐에게 35일간 급여 수준을 달리하여 공급하면서 비만지수, 혈청 및 혈액 영양생화학적 분석을 실시하였다. 그 결과, 고지방식이군인 N0군이 높은 체중증가량을 보였고, N25군, N50군 순으로 체중 감소정도가 컸다. 비만지수와 체지방 함량의 변화도 같은 경향이었으며, 혈액 및 혈청 생화학적 분석으로 영양상태를 측정된 결과, 대체적으로 국수를 25% 섭취한 N25군이 국수를 50% 섭취한 N50군에 비해 영양상태가 양호하게 나타났다. 본 연구 결과, 섬유성분이 대부분인 국수는 적은 양, 적은 칼로리로도 포만감을 주어 체중감량에 효과가 크나, 섭취 비율이 다른 식이와 적절할 때 영양상에도 문제가 없을 수 있었다. 따라서, 글루코만난으로 제조된 식품인 '국수'는 다이어트 식품소재로 좋은 효과가 있는 것으로 시사되었다.

감사의 글

본 실험에 협조하여 주신 (주) 다이어트 캠프에 감사드립니다.

문헌

- Ahn HS, Park JK, Lee DH, Paik IK, Lee JH, Lee YJ. 1994. Clinical and nutritional examination in obese children and adolescents. *Korean J Nutr* 27: 79-89.
- Larsson B. 1990. Obesity, fat distribution and cardiovascular disease. In *Progress in Obese Research*. Oomura Y, ed. John Liddey & Compbell Ltd., London. p 375-379.
- Kim HS, Sung CJ. 2001. Effects of dietary zinc and Iron levels on serum trace minerals and obesity index in high fat diet-induced obese rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 325-330.
- Moon HN, Hong SJ, Suh SJ. 1992. The prevalence of obesity in children and adolescents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 413-418.
- The Korean Nutrition Society. 1995. *Recommended dietary allowances for Koreans*. 6th revision. Seoul.
- Leinone KS, Poutanen KS, Mykkänen HM. 2000. Rye bread decreases serum total and LDL cholesterol in men with moderately elevates serum cholesterol. *J Nutr* 130: 164-170.
- Trowell H, Southgate DAT, Wolever TMS, Leeds AR, Gassull MA, Jenkins DJA. 1976. Dietary fiber redefined. *Lancet* 1: 967-968.
- Gallaher DD, Gallaher CM, Mahrt GJ, Carr TP, Hollingshead CH, Hesslink RH, Wise JJ. 2002. A glucomannan and chitosan fiber supplement decreases plasma cholesterol and increases cholesterol excretion in overweight normocholesterolemic humans. *J American Nutr* 21: 428-433.
- Gallaher CM, Munion J, Hesslink R, Wise JJ. 2000. Cholesterol reduction by glucomannan and chitosan is mediated by changes in cholesterol absorption and bile acid and fat excretion in rat. *J Nutr* 130: 2753-2759.
- Yoo MH, Lee HG, Lim ST. 1991. Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus Konjac*. *Korean J Food Sci Tech* 29: 255-260.
- Wallingford L, Labuza TP. 1983. Evaluation of the water binding properties of food hydrocolloids by physical/chemical methods and in a low fat meat emulsion. *J Food Sci* 48: 1-5.
- Lee HS, Choi MS, Lee YK, Park SH, Kim YJ. 1996. A study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patient Effect of seaweed supplementation on the gastrointestinal function and diabetic rat. *Korean J Nutr* 29: 286-295.
- Lee HY. 1997. A study on effects of aloe added diet control program S-28 on obese women. *Korean Soc Obesity* 6: 75-84.
- Jeong MK, Kim MH, Kang NE, Kim WK. 2002. Effect of resistant starch on gut functions and plasma lipid profiles in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 271-276.
- Kim MJ, Jang JY, Lee MK, Park JY, Park EM. 1999. Effect of fiber on lipid concentration in hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 12: 20-25.
- Kim JI, Choi JH. 1992. Effect of brown algae component on obese rats induced by a high fat diet. *Korean J Gerontol* 2: 142-147.
- Dubuc PU. 1981. Non-essential role of dietary factors in the development of diabetes in ob/ob mice. *J Nutr* 111: 1742-1748.
- Chung HR, Moon HK, Song BH, Kim MK. 1991. Hemoglobin, hematocrit and serum ferritin as markers of iron status. *Korean J Nutr* 24: 450-457.
- Kim MJ, Lee SS. 1995. The effect of dietary fiber on the serum lipid level and Bowel function in rats. *Korean J Nutr* 28: 23-32.
- Bea MJ, Sung TS, Choi C. 1990. Effect of Ginseng fraction components on plasma, adipose and feces steroid in obese rat by a high fat diet. *Korean J Ginseng Sci* 14: 404-415.
- Kim JI, Kim IS, Moon YS, Choi JH. 1993. Effect of brown algae component on lipid metabolism in obese rats induced by a high fat diet. *Korean J Gerontol* 3: 33-38.
- Mattson FH, Hollenbach EJ, Kligman AM. 1975. Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels of man. *Am J Clin Nutr* 28: 726-731.

(2003년 4월 26일 접수; 2003년 7월 8일 채택)