

식물류를 이용한 생식용 천연복합식품이 고지방 식이에 의한 당뇨병 유발쥐의 혈청 glucose 함량 및 지질구성에 미치는 영향

이은*, 이미경¹⁾, 김판구¹⁾, 김수경¹⁾, 임상철

상지대학교 생명자원과학대학, (주)GMF¹⁾

Effect of Vegetal Complex Raw Food on Plasma Glucose and Lipid Composition in High Fat Diet-induced Diabetic Rats

Eun Lee*, Mi-Kyung Lee¹⁾, Pan-Gu Kim¹⁾, Soo-Kyung Kim¹⁾, Sang-Cheul Lim
College of Life Science and Natural Resources, Sang-ji University, Won-ju 220-702, Korea
GMF Corporation, Seoul 135-010, Korea¹⁾

ABSTRACT

This experiment was conducted to develop and design a product that is convenient and helpful to both patients and ordinary people who want to maintain their health. In this experimentation, the experimental rat have been given with high fat food to induce Diabetes. Organic brown rice was given as their main energy source and natural complex food, most of materials were freeze-dried, was given to observe its effects on their glucose amount in the plasma. The results are as follows. During 28 days of basal diets, as observing their weight variations, normal group gained weights, but the natural complex food(NCF) groups lost their weights. As comparing the amount of neutral fat levels in the plasma between the diabetes group who just had basal group and one who had NCF, group with NCF groups' level was much lower than the other group who just had basal food. As comparing total cholesterol levels in the plasma, with diabetes group with basal food, 50% and 100% NCF groups' levels were lowered than that group. Regarding HDL-cholesterol level, all NCF groups had around 30mg/dl and there were not much fluctuation among groups. As for LDL-cholesterol level, the 100% NCF group had the lowest level and showed almost the same as the normal group. The amounts of the glucose in the plasma were lowered in all NCF groups. Among those NCF groups, 100% NCF group had 120mg/dl to reach almost the same as the normal group.

Key words : Natural complex food(NCF), natural raw food, high fat diet-induced diabetic rat

*교신저자 : E-mail : elee@mail.sangji.ac.kr

서언

최근 들어 식생활의 변화 및 복잡한 사회적 요인에 의해 당뇨병환자가 급증하고 있으며, 그 연령층도 중년 및 노년층 뿐만 아니라 청소년층에 까지도 발병되고 있다. 당뇨병(diabetes mellitus)은 인슐린을 분비하는 췌장 β 세포의 파괴 혹은 기능저하로 인해 인슐린 분비에 이상이 있거나, 유전적 요인이나 비만으로 인한 조직내 인슐린 수용체의 거부반응으로 혈당이 조직으로 운반되지 않고 소변을 통해 배설되는 대사성 질환이며, 고혈당, 고당뇨를 주증상으로 한다. 또한 당뇨병은 생체내의 당 및 지질대사에 이상을 초래하여 고혈압, 동맥경화증 등의 순환기질환, 신장질환 및 백내장 등의 합병증을 유발한다(Coulston and Hollenbeck, 1988; Wolff, 1993). 특히 당뇨병에 의한 혈중 및 지질구성의 비정상(Witztum and Mahoney, 1982), 즉 혈중 중성지방의 증가, 고밀도지단백콜레스테롤의 감소 및 저밀도지단백콜레스테롤의 증가(Laako 등, 1986) 그리고 지단백의 산화(Wolfe and Dean, 1987)에 의한 지단백의 이상(Lopes-Virella 등, 1988)은 혈소판 응집의 증가 및 혈관질환 등의 각종 합병증의 원인으로 알려져 있다(Klein 등, 1990; Kennedy and Baynes, 1984). 그런데 최근의 당뇨병환자들은 주로 고에너지의 식생활과 운동부족에 따른 비만형 당뇨병이 증가하고 있으며 이에 대한 예방책으로 적당한 에너지 섭취와 운동으로 적당한 체중을 유지하길 권장하고 있다. 그러나 비만인을 비롯한 당뇨병환자들조차도 급박한 사회적 환경으로 인해 식이에 대한 주의를 간과하는 경우가 많다. 따라서 본 연구는 비만인과 당뇨병환자들이 간편하게 이용할 수 있는 분말형 생식품을 개발하기 위하여 고지방식에 의한 당뇨병 유발쥐에게 유기농현미를 주요 에너지원으로 하여, 각종 기능성 요소가 내재한다고 알려져 있는 51종류의 천연식품을 비타민, 미네랄, 효소 등의 파괴를 최소화하기 위해 동결건조하여 배합한

생식용 천연복합식품을 장기간 급여한 후 혈장내 glucose량 및 지질구성의 변동을 검토하였다.

재료 및 방법

실험동물

평균체중이 $200 \pm 5g$ 의 Sprague-Dawley 종 수컷쥐 70두를 정상군(기본식이, Table 1), 대조군(당뇨유발군, 기본식이), 특용식이(Table 2) 30% 군(당뇨유발군, 70% 기본사료 + 30% 특용식이), 특용식이 50% 군(당뇨유발군, 50% 기본식이 + 50% 특용식이), 특용식이 100%군(당뇨유발군, 100% 특용식이) 각각 10두씩 임의 배치하고 환경과 식이에 일주일 간의 적응기간을 가졌다.

당뇨병유발

정상군(10두)은 기본식이(Table 1)를, 60두의 당뇨병유발군쥐들은 고지방식이(Table 1)를 각각 8주간 급여한 후 12시간의 절식상태에서 꼬리정맥으로부터 채혈하여 혈당치가 250mg/dl 이상임을 확인한 후 당뇨유발쥐로 공시했다. 식

Table 1. Composition(%) of diets

	Basal diet	High fat diet
Casein	25.40	25.40
Cornstarch	40.50	29.30
Cellulose	18.80	5.00
Sucrose	5.00	5.00
Corn oil	5.00	30.00
DL-methionine	0.30	0.30
Choline chloride	0.20	0.20
AIN-76 miner mix	3.50	3.50
AIN-76 Vitamin mix	1.30	1.30

AIN-76 Miner mix(g/kg) : CaHPO₄ 500, NaCl 74, K citrate monohydrate 220, K₂SO₄ 52, MgO 24, Mn carbohydrate 3.5, Fe citrate 6.0, Zn carbonate 1.6, Cu carbonate 0.3, KIO₃ 0.01, Na₂SeO₃ · H₂O 0.01, CrK(SO₄)₂ · 12H₂O 0.55, Sucrose 118.

Table 2. Compostion of natural complex food

Materials	
Grains	Brown rice, Sprouted brown rice, Sprouted job's tear, Rice Brown, Barley, Sorghum, Glutinous millet, Wheat Soy bean, Black bean, black sesame
Vegetable	Potato, Carrot, Lotus root, Burdock, Radish Barley grass, Kale, <i>Angelica utilis</i> , Radish leaves, Pumpkin, Citron
Seaweeds	Laver, Brown seaweed, Tangle
Mushroom	Ganoderma Lucidum mushroom, Lentinus Edodes mushroom
Others	Pine needle, Siberian ginseng, Fruit of a Chinese matrimony vine Silk wrom, Mulberry leaves, Chlorella, Alpha brown rice, Yeast, <i>Lactobacillus Aciophilus</i> , Royal jelly, Maltitol

Table 3. Nutirition facts of natural complex food

	Content
Water Contents(%)	3.86
Carbohydrate(%)	72.36
Protein(%)	14.57
Fat(%)	4.37
Calorie(kcal/100g)	347.93
Dietry Fiber(%)	9.78
Vitamin A(IU/100g)	2440.00
Vitamin B1(mg/100g)	1.67
Vitamin B2(mg/100g)	1.59
Vitamin C(mg/100g)	74.96
Vitamin D(μ g/100g)	20.80
Vitamin E(mg/100g)	39.65
Niacin(mg/100g)	16.05
Calcium(mg/100g)	657.41
Iron(mg/100g)	9.59
Zinc(mg/100g)	21.99

이섭취는 자유 섭취시켰다.

시험식이급여

시험식이 급여는 전처리군 식이섭취량의 차이가 5% 이내로 균등급여 하였으며, 8주간의 당

뇨유발종료 시를 기점으로 하여 각 처리별 시험 식이를 4주간 급여했다. 물은 자유 섭취시켰다.

채혈

4주간의 시험식이사육을 마친 후 12시간의 절식상태에서 심장천자법에 의해 두당 5 ml 정도를 채혈하여 공시했다.

시료분석

혈장중성지질, 총콜레스테롤, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol 및 Glucose량은 혈액자동분석기(Auto lab., Boehringer Mannheim, Germany)에 의해 분석했다.

통계처리

실험결과는 SPSS package를 이용하여 one-way ANOVA 검정을 수행하였으며, 각 처리군간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의해 P<.05 수준에서 실시했다.

결과 및 고찰

체중 및 식이섭취량

28일동안 각 처리별 식이를 급여했을 때의 체중변화와 식이섭취량을 Table 4에 나타냈다. 각 처리별 체중변화를 검토해 보면 정상군에서는 체중이 증가하였으나 당뇨병 유발군 모두에서 체중의 감소현상이 나타났다. 체중감소량이 가장 많은 것은 -44.93g 으로 당뇨병 특용식을 100%급여한 군이었으며, 특용식을 전혀 급여하지 않았는 대조군은 -28.20g의 체중감소를 보였다. 일련의 실험결과에서 당뇨병 유발에 의해 체중감소현상이 보고되었는데(Odaka and Matsuo, 1992; Cameron-smith 등, 1997; Madar, 1983. Good man and Shihabi, 1990), 본 실험의 결과에서도 당뇨병유발군 모두에서 체중감소현상이 나타나서 다른 연구자들의 결과와 일치했다. 그러나 본 실험의 결과에서는 각 처리군별 체중감소폭에 상당한 차이를 나타냈는데 이러한 결과는 당뇨병 특용식의 혼합 비율에 따른 식이조성의 차이에서 기인한 것으로 생각된다. 또한 본 실험에서는 식이섭취량의 성적에서 나타난바와 같이 시험식이급여기간 동안은 전 처리군의 식이섭취량이 유사하도록 균등급여를 하였기에 각 처리군별 식이조성에 따른 체중의 변동폭이 더욱더 넓었으며, 특히 에너지가 낮은 특용식이 100%군에서 가장 많은 체중감소를 나타내었는 것으로 생각된다. 그러나 대조군의 경우 다른 처리군 보다 에너지가가 높은 기본식을 급여하였는데도 체중감소폭이 에너지가가 낮은 식이를 급여한 다른 처리군 보다 높게

나타났다. 이러한 결과는 당뇨병 특용식이을 전혀 급여하지 않은 대조군에서 체내 당대사의 이상정도가 당뇨병 특용식을 급여한 다른 처리군들 보다 심각함을 시사해준다. 각 처리별 평균 식이섭취량은 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않아(P>.05), 실험기간동안 처리군별 식이섭취량의 차이에 의한 에너지가의 차이는 없었음을 시사해 주었다.

혈장 중성지방총량

각 처리군별 혈장중성지방총량을 Table 5에 나타냈다. 전 처리군에서 64.10mg/dl에서 104.91mg/dl의 범위를 나타내었으며, 최고치는 기본식이만을 급여한 대조군에서, 최저치는 당뇨병 특용식이 100%처리군에서 보여주었다. 당뇨병유발군간의 성적을 비교해 보면, 특용식이 처리군 모두가 대조군 보다 낮은 경향을 보였으며, 특히 특용식이 100%, 50%군은 정상군의 수준을 유지했다. 본 실험에서 고지방식을 급여하여 당뇨병을 유발한 점을 고려해 볼 때 특용식에 의한 저에너지 급여가 혈장중성지질저하에 상당한 영향을 준 것으로 생각된다. 또한 당뇨유발실험에서 혈장내 중성지질의 급격한 상승현상을 보고한 다른 연구자(You and Chang, 1998; Winkler and Moser, 1992; Meenakshi and Latha Kumari, 1995)들의 결과와, 인슐린은 VLDL의 생성과 LDL의 활성화에 영향을 주므로(Meenakshi and Latha Kumari, 1995) 당뇨병의 경우에

Table 4. Body weight gain and Food intake

Treatment	Animals	Body weight gain(g/28days)	Food intake(g/rat/day)
Nor	10	92.55	25.42 ± 1.24
Co	10	-28.20	25.64 ± 1.71
D30	10	-17.89	25.58 ± 0.94
D50	10	-25.46	24.87 ± 1.55
D100	10	-44.93	24.38 ± 0.87

Nor: normal, basal diet, Co: diabetic, basal diet, D30: diabetic, 70%basal diet, 30%complex food
 D50: diabetic, 50%basal diet, 50% complex food, D100: diabetic, 100% complex food.

VLDL의 생성은 증가하고, LDL의 분해는 감소하여 혈장중성지질의 농도가 증가한다는 (Jeong, 1993) 점을 고려해 볼 때 대조군에 비해 상대적으로 혈장중성지질이 낮은 특용식이 급여군들에서 당뇨완화효과가 높았던 것으로 생각되어진다.

총 콜레스테롤량

Table 5에 혈장총콜레스테롤량의 변동경향을 나타냈다. 전 처리군에서 57.40mg/dl에서 112.27mg/dl의 범위를 나타냈으며, 대조군에서 최고치를, 특용식이 100%처리군에서 최저치를 보여주었다. 당뇨병유발군간에서는 대조군, 특용식이 30%처리군에는 유의한 차이를 나타내지 않았으나(P>.05), 특용식이 50%처리군, 특용식이 100%처리군에서는 대조군보다 낮은 값 (P<.05)을 나타냈다. 일반적으로 당뇨유발시에 혈장총콜레스테롤량이 증가하는데 (Chait 등, 1984; Saudek and Yong, 1981), 본 실험의 결과에서도 당뇨유발군으로 기본식이만을 급여한 대조군에서 가장 높은 총콜레스테롤 수치를 나타내어 일치하는 경향을 나타냈다. 각 처리군의 성적을 검토해 보면 특용식이 100% 및 50%처리군은 대조군에 비해 총콜레스테롤 수치가 상당히 낮은 경향을 보였으며 (P<.05), 정상군의 수준을 유지했다. 이러한 결과는 특용식이의 구성성분이 주요요인으로 작용했으리라 생각된다. 또

한 고탄수화물-고섬유식 시기가 당뇨병환자의 혈당조절을 개선하고 인슐린 요구량이 감소하고 혈장 총콜레스테롤의 농도가 하락했다는 실험결과 (Anderson and Chen, 1979; Anderson and Tietyen-clark, 1986; Wolever 등, 1986)를 고려해 보면 특용식이가 이와 유사한 생리적 기능을 바탕으로 하여 당뇨개선효과를 나타냄을 시사해 준다.

HDL-콜레스테롤량

Table 5에 HDL-콜레스테롤량에 대한 성적을 나타냈다. 전 처리군에서 30mg/dl 수준의 수치를 나타냈으며, 최고치는 대조군에서, 최저치는 특용식이 100% 처리군에서 보여 주었다. 일반적으로 HDL-cholesterol은 혈액내의 잔류콜레스테롤이 다시 간장으로 복귀하는 것으로, 혈관내의 콜레스테롤 축적을 감소시켜 심혈관 질환을 예방 혹은 개선시킨다는 점 (Overton 등, 1994)을 고려해 볼 때 당뇨병의 합병증으로 일어날 수 있는 순환계 질환을 개선하기 위해서는 높은 수치가 이상적이다. 그러나 HDL-cholesterol합성에 영향을 줄 수 있는 제 요인과 HDL-cholesterol량을 상승시키기 위한 실험에서 일관된 결과를 나타내지 않았으며, 총콜레스테롤량의 하락과 HDL-cholesterol의 증가라는 혈관내의 이상적인 상태를 위한 영양학적 제어에 대한 연구는 현재까지도 진행되고 있다.

Table 5. Effects of natural food complex on plasma triglyceride level in high fat diet induced diabetic rat

Treatment	No. of Animals	Triglyceride (mg/dl)	Totalcholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)
Nor	10	76.90 ± 8.91 ^b	72.80 ± 3.08 ^a	34.30 ± 5.07 ^{abc}	49.5 ± 3.54 ^a
Co	10	104.91 ± 10.60 ^c	112.27 ± 9.69 ^d	36.36 ± 5.61 ^{ab}	68.90 ± 3.30 ^c
D30	10	97.89 ± 11.31 ^c	104.33 ± 10.26 ^d	33.89 ± 3.48 ^{ab}	69.78 ± 4.71 ^c
D50	10	77.10 ± 7.31 ^a	65.80 ± 6.39 ^b	37.50 ± 4.14 ^{bc}	72.30 ± 2.50 ^c
D100	10	64.10 ± 7.69 ^a	57.40 ± 4.00 ^a	32.40 ± 3.57 ^a	49.60 ± 3.66 ^a

Nor: normal, basal diet, Co: diabetic, basal diet, D30: diabetic, 70%basal diet, 30%complex food

D50: diabetic, 50%basal diet, 50% complex food, D100: diabetic, 100%complex food

a,b,c,d : Means with different superscripts are significantly different (P<.05).

또한 당뇨유발실험에서도 HDL-cholesterol량의 변동은 당뇨병 유무에 관계없이 처리간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Park 등, 1994) 본 실험의 결과에서도 정상군, 대조군, 특용식이 100% 및 50% 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않아(P>.05), 다른 연구자의 결과와 일치했다. 따라서 HDL-cholesterol량을 증가시키기 위한 연구는 추후 계속되어야 할 것으로 생각되어지며, 이와 같은 실험결과를 바탕으로 HDL-cholesterol량을 증가시킬 수 있는 기능성 물질탐색에 대한 연구가 더욱더 필요함을 인식시켜준다.

LDL-콜레스테롤량

Table 5는 LDL-cholesterol량의 변동치를 나타냈다. 전 처리군에서 49.50mg/dl에서 72.30mg/dl의 범위를 나타냈다. 최고치는 특용식이 50%처리군에서, 최저치는 특용식이 100% 처리군에서 보여주었다. 일반적으로 혈중 LDL-cholesterol량의 증가 및 산화에 의해 당뇨병 합병증으로 순환계질환이 다발한다(Somogyi 등, 1994)고 알려져 있다. 따라서 당뇨병 유발 시에는 LDL-cholesterol을 하락시키는 것이 대단히 중요하다. 그러나 혈중 LDL-cholesterol량은 고 지방뿐만 아니라 다른 고에너지식을 취했을 때도 흔히 증가하므로 그 조절에 있어서 상당히 어렵다. 본 실험의 결과에서도 고지방식이에 의해 당뇨를 유발하는 과정에서 유도된 LDL-cholesterol량이 저에너지식이인 특용식이 처리에도 불구하고 저하하지 않고 특용식이 100%처리군을 제외한 다른 처리군에서 LDL-cholesterol량이 대조군과 유사한 수치(P>.05)를 보였다. 그러나 100%특용식이 처리군에서는 LDL-cholesterol의 급격한 저하를 나타내어 정상군의 수준(P>.05)을 유지했다. 본 실험에서는 당뇨를 유발하기 위하여 인위적으로 고지방식이를 급여하여 LDL-cholesterol농도가 비정상적으로 급격하게 상승하였다. 이러한 점을 고려하여 본 실험의 결과를 검토해 볼 때

저에너지 식이의 급여수준과 급여기간은 LDL-cholesterol의 하락폭에 영향을 줄 수 있으며, 한편으로는 본 실험에 사용한 특용식이가 혈중 LDL-cholesterol량의 하락에 효과를 나타낼 가능성을 시사해 주었다.

혈중 Glucose 양

Table 6에 각 처리군별 혈중Glucose량의 변동치를 나타냈다. 당뇨유발군 모두가 정상군 보다 높은 수치를 나타냈다(P<.05). 이러한 결과는 고지방식이의 급여에 의해 유발된 고혈당이 지속된데 기인한 것으로 생각된다. 당뇨유발군에서는 특용식이처리군 모두가 대조군 보다 낮은 경향을 보였으며, 특히 특용식이 30%, 50% 및 100% 처리군들 모두가 대조군보다 유의한(P<.05) 감소를 보여 특용식이의 혈당강하효과의 가능성을 인식시켜주었다. Zacharia (1983)의 실험에서 쌀과 대두의 식이섬유가 당뇨유발에 의한 체중감소를 완화하고, 셀룰로오스, 구아검, 펙틴 및 해조류 등이 혈당강하효과를 나타내어 당뇨병을 개선했다는 연구결과(Park 등, 1993, Lee 등, 1996)를 고려해 볼 때 천연성 기능성물질이 혈당강하효과를 내재하고 있을 가능성을 한층 더 높여준다. 본 실험에

Table 6. Effects of natural food complex on plasma glucose level in high fat diet induced diabetic rat

Treatment	Animals	Glucose(mg/dl)
Nor	10	5.80 ± 8.93 ^a
Co	10	213.36 ± 18.27 ^e
D30	10	190.78 ± 16.90 ^d
D50	10	157.30 ± 10.53 ^b
D100	10	20.80 ± 19.80 ^c

Nor: normal, basal diet, Co: diabetic, basal diet, D30: diabetic, 70%basal diet, 30%complex food

D50: diabetic, 50%basal diet, 50% complex food,

D100: diabetic, 100%complex food

a,b,c,d,e : Means with different superscripts are significantly different (P<.05).

서도 사용된 분말형 특용식이의 구성이 천연 기능성물질을 고려하여 짜여진 것으로 여러 연구자의 실험재료가 포함된 점으로 볼 때 본 실험의 결과에서 특용식이 급여군의 혈당강하효과는 다른 연구자(Park 등, 1993, Lee 등, 1996)의 실험결과와 일치한다. 그러나 본 실험의 결과에서 혈당강하의 폭은 처리에 따라 상당한 차이를 나타냈는데, 이러한 결과는 특용식이의 급여 비율 및 함께 급여된 여타 성분들이 영향을 준 것으로 생각된다. 또한 본 실험의 결과를 미루어 볼 때 추후 급여기간의 연장 및 급여량을 조절하여 보다 더 높은 혈당강하효과를 위한 체계적인 연구가 필요함을 인식시켜 준다.

적요

본 연구는 비만인과 당뇨병환자들이 간편하게 이용할 수 있는 특용식이를 개발하기 위하여 고지방식이를 급여하여 당뇨병을 유발시킨 쥐에게 유기농현미를 주요 에너지원으로 하고 각종 기능성 요소가 내재한다고 알려져 있는 50여종의 식품원료를 조성으로 한 분말형 식이를 급여한 후 혈장 glucose 농도 및 지질구성을 검토한 결과 다음과 같이 나타났다. 당뇨유발 후 28일동안 각 처리별 식이를 급여한 결과 정상군에서는 체중이 증가하였으나, 당뇨유발군 모두에서 감소했다. 당뇨유발군중에서는 특용식이100% 처리군에서 체중감소가 가장 많았다. 혈장 중성지질총량은 대조군과 비교하여 특용식이 처리군 모두에서 하락하는 경향을 보였으며, 특히 특용식이 50%, 100%에서는 정상군의 수준을 나타냈다. 혈장 총콜레스테롤량은 대조군과 비교하여 특용식이 50%, 100%에서 하락하는 경향을 보여주었다. HDL-cholesterol량은 전 처리군에서 30mg/dl 대의 수치를 나타내었으며, 각 처리에 따른 일정한 변동경향을 볼 수 없었다. LDL-cholesterol량은 특용식이 100%처리군에서 최저치를 나타내어 정상군의 수준을 나타

내었으며, 여타 처리군들은 대조군과 유사한 수치를 유지하였다. 혈장glucose량은 특용식이 처리군 모두가 대조군 보다 낮은 경향을 나타냈다. 특히 특용식이 100%처리군에서는 120 mg/dl의 수치를 나타내어 정상수준의 범주였다.

인용문헌

Anderson, J.W., W.J.L. Chen. 1979. Plant fiber carbohydrate and lipid metabolism. *Am. J. clin. Nutr.* 32 : 346-363

Anderson, J.W., J. Tietyen-clark. 1986. Dietary fiber : Hyperlipidemia, hypertension and coronary heart disease. *Am. J. Gastroent* 81 : 907-919

Cameron-smith, D., R. Habito, M. Barnett, G.R. collier. 1997. Dietary guar gum improves insulin sensitivity in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Nutr.* 127 : 359-364

Chait, A., D. Foster , T. Mazzone. 1984. In vivo stimulation of low-density lipoprotein degradation by insulin. *Diabetes* 33 : 333-338

Coulston, A.M., C.B. Hollenbeck. 1988. Source and amount of dietary carbohydrate in patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *Top clin. Nutr.* 3 : 17-24

Good man, H.O., Z.K. Shihabi. 1990. Supplemental taurine in diabetic rats : Effects on plasma glucose and triglycerides. *Biochem Med Metab, Biol.* 43 : 1-9

Jeong, S.W. 1993. A study on Changes of glucose and lipid metabolism on high calorie diet-induced KK mouse. Thesis of master degree at seoul National University Graduate School

Kennedy, L., J.W. Baynes. 1984. Non-enzymatic glycosylation and the chrinic complications of diabetes. *Diabetologia* 26 : 93-98

Klein, R.I., M.F. Lopes-virella, J.A. Colwell. 1990.

- Enhancement of platelet aggregation by the glycosylated subfraction of low-density lipoprotein isolated from patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes* 39(Suppl. 1) : 173A
- Laako, M., K. Pyorala, H. Sarlund, E. Voutilainen. 1986. Lipid and lipoprotein abnormalities associated with coronary heart disease in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Arteriosclerosis* 6(6) : 679-684
- Lee, H.S., M.S. Choi, Y.K. Lee, S.H. Park, Y.J. Kim. 1996. A study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patients(1)-Effect of seaweed supplementation on the gastrointestinal function and diabetic symptom control in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutrition* 29 : 236-295
- Lopes-Virella, M.F., R.L. Klein, T.J. Lycos, H.C. Stevenson, J.L. Witztum. 1988. Glycosylation of low-density lipoprotein enhances cholestery ester synthesis in human monocyte-derived macrophage. *Diabetes* 37 : 550-557
- Madar, Z. 1983. Effect of brown rice and soybean dietary fiber on the control of glucose and lipid metabolism in diabetic rats. *Amer J. clin. Nutr.* 38 : 388-393
- Meenakshi, C., K. Latha Kumari, 1995. Shyamala Devi CS. Biochemical studies on the effect of s-1,3-butanediol of diabetes induced rats. *Indian J. physiol. pharamacol* 39 : 145-148
- Odaka, H., T. Matsuo. 1992. Ameliorating effects of an intestinal disaccharidase inhibitor, Ao-128 streptozotocin-diabetic rats. *J. Japanese Soc. Food Nutr.* 45 : 33-38
- Overton, P.D., N. Furlonger, J.M. Beety, J. Chakraborty, J.A. Tredger, L.M. Morgan. 1994. The effects of dietary sugarbeet fibre and guar gum on lipid metabolism in wistar rats. *Bri. J. Nutr.* 72 : 385-395
- Park, S.H., Y.K. Lee, H.S. Lee. 1994. The effects of dietary fiber teeding on gastrointestinal functions and lipid and glucose metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutrition* 27 : 311-322
- Saudek, C.D., N.L. Yong. 1981. Cholesterol metabolism in diabetes mellitus. *Diabetes* 30(supple.2) : 76-81
- Somogyi, A., P. Pusztai, J. Prech J, Feher. 1994. Hypothetical connection between diabetes mellitus and free radical reactions in arteriosclerosis. *Orv. Hetil.* 135 : 1815-1818
- Winkler, R., M. Moser. 1992. Alterations of antioxidant tissue defense enzymes and related metabolic parameters in streptozotocin-diabetic rats-effects of iodine treatment. *Wien Klin Wochensch* 104 : 409-413
- Witztum, J.L., E.M. Mahoney. 1982. Branks MJ, Fisher M, Elam R, Steinberg D. Nonenzymatic glycosylation of low-density lipoprotein alters its biologic activity. *Diabetes* 31 : 283-291
- Wolfe, S.P., R.T. Dean. 1987. Glucose Autoxidation and protein modification : The potential role "autoxidative glycosylation" in diabetes mellitus. *Biochem. J.* 245 : 243-250
- Wolff, S.P. 1993. Diabetes mellitus and free radicals, transition metals and oxidative stress in the aetiology of diabetes mellitus and complication. *Br. Med Bull* 49 : 642-652
- Wolever, T.M.S., D.J.A. Jenkins, L.U. Thompson, G.S. Wong, R.G. Josse. 1986. Effect of canning the blood glucose response to beans in patients with type 2 diabetes. *Hum Clin. Nutr.* 41 : 135-140
- You, J.S., K.J. Chang. 1998. Effects of taurine supplementation on lipid peroxidation, blood glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced rats. *Adv. Exp. Med. Biol.* 443 : 163-168
- Zacharia, M. 1983. Effect 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

(접수일 2005. 1. 03)

(수락일 2005. 2. 16)