

## 쌀눈기름의 급여가 KK 당뇨 마우스의 혈당 수준에 미치는 영향

이 성 현 · 박 홍 주 · 전 혜 경 · 이 승 교<sup>1)</sup> · 이 연 숙<sup>2)</sup>  
농촌진흥청 농업과학기술원 농촌생활연구소,  
수원대학교 식품영양학과<sup>1)</sup>, 서울대학교 식품영양학과<sup>2)</sup>

### Supplementary effect of the rice germ oil on blood glucose in Diabetic KK Mice

Lee, Sung Hyeon · Park, Hong Ju · Chun, Hye Kyung · Rhie, Seung Gyo<sup>1)</sup> · Lee, Yeon Sook<sup>2)</sup>

National Rural Living Science Institute, NIAST, RDA, Suwon, Korea

Department of Food and Nutrition, The University of Suwon, Suwon, Korea<sup>1)</sup>

Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul, Korea<sup>2)</sup>

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the supplementary effects of the rice germ oil compared with soy bean oil on blood glucose level of non-insulin dependent diabetic mice. Forty diabetic KK mice were fed two kinds of experimental diets with 20% lipid from soy bean oil as a control(CO) and rice germ oil(RG) for 8 weeks, respectively. Diet intake, body weight, organs weights and lipids levels of serum, liver and feces were measured. There was no significant difference in food and water intake, body weight gain and organs weights between experimental groups. The concentrations of fasting and random blood glucose were similar between CO and RG groups. There was no significant difference in blood glucose levels after glucose treatment during the glucose tolerance test between two groups. The levels of HbA<sub>1c</sub> as the index of blood glucose status, and insulin were similar in two groups. These results suggested that rice germ oil can't reduce blood glucose concentration of non-insulin dependent diabetic mice compared with soybean oil. But we need to investigate the hypoglycemic effect of rice germ oil by changing supplementary level and period.

Key words: lipid source, rice germ oil, soybean oil, diabetic mice, blood glucose

#### I. 서론

당뇨병(Diabetes mellitus)은 고혈당으로 특징지어질 수 있는 대사이상 질환으로, 인슐린(insulin)의 절대적 또는 상대적 부족 및 조직에서의 작용

저하로 인해 발병된다. 당뇨병 관리가 잘 되지 않은 환자에서는 말초혈관 질환, 관상동맥 질환, 동맥경화 등의 합병증을 동반하며(Dong et al., 1988), 당뇨병은 암 및 순환기계질환과 더불어 3대 질병의 하나로 지목되고 있다(Kim et al., 1998).

접수일: 2003년 10월 30일    채택일: 2003년 11월 30일

Corresponding Author: Lee, Sung Hyeon, Tel: 82-31-299-0561

Fax: 82-31-299-0553    E-Mail: lshin@rda.go.kr

경제발전과 생활양식의 변화에 따른 당뇨병 유병률의 증가는 잘 알려진 사실로, 통계청의 사망원인통계연보(1999)에 의하면 당뇨병의 사망률은 1990년 인구 십만 명당 11.8명에서 2001년 23.8명으로 증가하는 추세이다. 따라서 당뇨병에 관련된 문제는 개인 뿐 아니라 사회·경제적으로 미치는 영향이 크고(Cho NH, 2000), 그 예방과 관리에 대한 관심이 높아지고 있다.

당뇨병 관리의 목적은 정상 혈당 유지와 합병증을 예방하는 데 있으며, 식사요법 외에 인슐린 및 경구혈당강화제와 같은 약물요법이 이용되고 있다(Kim et al., 1998). 그러나 약물보다는 자연 식품을 이용한 식사요법에 관심이 높아지고 있고, 인슐린비의존형 당뇨병 환자는 식사요법으로 혈당 조절이 되기도하여(박해심 등, 1985; 윤지영 등, 1995; Wing et al., 1994), 식품 및 식사요법에 의한 혈당 관리가 중요하게 여겨진다(Kim et al., 2000). Linn 등(1989)은 streptozotocin으로 유발시킨 당뇨 마우스에게  $\omega$ -3계 지방산 함량이 많은 어유를 급여한 후 혈당 저하 효과를 보고하였고, 정윤석 등(1993)은 인슐린비의존형 환자에게 어유를 하루 3.1g씩 급여하였을 때, 혈청 당질에는 변화가 없다고 하였다. Rasmussen 등(1996)은 인슐린비의존형 당뇨병 환자에게 버터를 급여한 경우에 올리브유보다 인슐린에 대한 반응이 증가하고 혈당이 유의하게 감소했다고 하였으나 Thomsen 등(1999)은 정상 성인에게 버터를 급여한 경우에 올리브유를 공급하였을 때보다 혈당 및 혈장 인슐린 수준의 변화 없이 중성지방 농도가 증가하고 HDL-콜레스테롤 수준이 감소한다고 하여 당뇨병 환자들의 지방 급원 선정은 매우 중요하다. 또한 쌀눈기름의 급여는 일부 당뇨병 환자의 체내 지질 및 혈압 강하 효과(Lee et al., 2001), 인슐린 의존형 당뇨 마우스에서 체내 지질 수준을 저하 효과(Lee et al., 2003)가 밝혀졌고, 쌀눈기름에 들어있는  $\beta$ -sitosterol은 혈당을 감소시키는 것으로 보고되었다(Ivorra et al., 1988). 그러나 쌀눈기름이 당뇨병 모델의 혈당 수준에 영향을 미칠 수 있는지에 대한 연구는 없어 쌀눈기름을 섭취하고 있는 당뇨병 환자들에서 연구에 대한 필요성이 제기되고 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 가장 널리 이용되고 있는 대두유와 최근 당뇨병 환자들에서 혈당 관리를 목적으로 이용되고 있는 쌀눈기름을 인슐린 비의존형 당뇨마우스에 급여하면서 혈당 수준의 변화를 관찰하고, 당뇨병 관리 측면에서 지방 급원에 따라 혈당에 미치는 영향 비교를 위한 참고자료로 제공하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험동물의 종류와 사육

본 실험에서는 생후 3개월된 100마리의 수컷 KK 마우스에 대두유 20%로 배합한 고지방식을 2주간 급여하여 당뇨를 발현시켰고, 비공복 혈당이 200mg/dl 이상인 당뇨 마우스 40마리를 선별하였다. 혈당은 일정한 시간에 꼬리정맥에서 채취한 혈액을 가지고 blood glucose sensor (Medisense, USA)로 측정하였다. 본 실험에서는 혈당과 체중을 기준으로 실험군당 20마리씩 완전 임의 배치하였으며, 실험에 이용된 마우스는 stainless steel wire cage에서 한 마리씩 분리 사육하였다. 실험동물 사육실의 환경은 온도  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도  $60 \pm 5\%$ 로 조절하였고, 명암은 12시간 주기(light: 6:00 a.m.~6:00 p.m.)가 되도록 하였다. 모든 실험식은 자유섭취방법(ad libitum)으로 급여하였고, 실험식이 및 음용수 섭취량은 주 2~3회, 체중은 주 1회 일정한 시간에 측정하였다.

### 2. 실험식이의 종류

실험식이는 고지방·고콜레스테롤(지방 20%, 콜레스테롤 0.5%)을 함유하고, 지방의 급원이 다른 대두유(CO) 및 쌀눈기름(RG) 첨가식이 2종으로 구성하였다(Table 1). 특히 대조군은 쌀눈기름과 지방산 조성이 가장 유사한 대두유 첨가군으로 하였고, 대두유는 (주)동방, 쌀눈기름은 김포 쌀농산 제품을 사용하였으며, 비타민(AIN-93VX)과 미네랄혼합물(AIN-93M)은 ICN(USA)에서 구입하여 사용하였다.

### 3. 시료 채취 및 분석 준비

실험식이 급여 8주 째에는 14시간 절식시킨

**Table 1.** Composition of experimental diets<sup>1)</sup>

Ingredient	Groups (g/kg diet)	
	CO	RG
Casein	140	140
Corn starch	556.2	556.2
Soy bean oil	200	-
Rice germ oil	-	200
α-Cellulose	50	50
L- Cystein	1.8	1.8
Cholin chloride	2	2
Mineral Mix. <sup>2)</sup>	35	35
Vitamin Mix. <sup>3)</sup>	10	10
Cholesterol	5	5

<sup>1)</sup> CO : Soybean oil 20%, RG : Rice germ oil 20%

<sup>2)</sup> AIN-93M Mineral mixture(ICN, USA)

<sup>3)</sup> AIN-93VX Vitamin mixture(ICN, USA)

후 안정맥에서 혈액을 채취하였고, 혈액 일부는 EDTA 처리된 시험관에 담아 4℃에서 냉장보관 하였다가 1주일 이내에 당화혈색소 분석용으로 사용하였다. 나머지 혈액은 3000rpm에서 20분간 원심분리한 후 혈청 인슐린 농도 분석에 이용하였고, 간, 신장, 심장 및 부고환주위의 지방은 적출하여 무게를 측정하였다.

**4. 분석 항목 및 방법**

공복 및 비공복 혈당은 격주로, 내당능은 실험식이 급여 7주 후에 검사하였다. 당화혈색소 수준은 EDTA 처리된 시험관에 보관하였던 혈액을 Micromat™ II hemoglobin A<sub>1c</sub> Test Cartridge로 측정하였고, 혈청 인슐린 수준은 rat insulin specific radioimmunoassay(RIA) kit(Linco, USA)를 가지고 γ-counter(Cobra, USA)로 측정하였다.

**5. 통계 분석**

실험결과는 SAS 8.1 프로그램을 이용하여 평균과 표준오차(mean±SE)로 표시하였고, ANOVA test 후 Student's t-test하여 대두유와 쌀눈기름의 급여효과에 대한 차이를 검증하였다.

**III. 결과 및 고찰**

**1. 식이 및 음용수 섭취량과 체중의 변화**

대두유(CO)와 쌀눈기름(RG) 첨가 식이를 당뇨 KK 마우스에게 8주간 급여하였을 때, 실험동물의 식이 및 음용수 섭취량과 체중증가량 및 식이 효율을 Table 2에 제시하였다. 실험 8주 동안의 평균 식이 및 음용수 섭취량은 RG군에서 낮은 경향을 보였으나, 대조군과 유의한 차이는 없었다. 체중은 8주의 실험기간 동안 모든 실험군 사이에 유의한 차이가 없었으나(Figure 1), 체중증가량은 RG군에서 낮은 경향을 보였다(Table 2).

**2. 조직의 무게**

당뇨 마우스의 간, 심장, 신장 및 부고환주위 지방조직 무게는 실험군 사이에 유의적인 차이가 없었다(Table 3). 그러나 고지방 식이 급여시 인슐린비의존형 당뇨쥐에서는 정상쥐에 비해 체중, 간 및 부고환주위 지방 조직의 무게가 크게 나타나는 것으로 보고되고 있다(Lewandowski et al., 1998).

**3. 혈당과 내당능**

**1) 공복 및 비공복 혈당의 변화**

당뇨 KK 마우스에서 대두유와 쌀눈기름 첨가

**Table 2.** Food or water intake, body weight gain and food efficiency ratio in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>

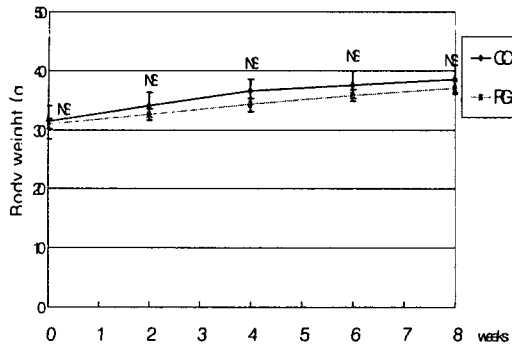
Group	Food intake (g/day)	Water intake (ml/day)	Body weight gain (g/day)	FER <sup>2)</sup>
CO	7.22±1.12 <sup>NS</sup>	5.49±0.86 <sup>NS</sup>	0.17±0.01 <sup>NS</sup>	0.024±0.001 <sup>NS</sup>
RG	6.02±0.98	5.26±0.60	0.14±0.01	0.023±0.002

<sup>1)</sup> CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)

<sup>2)</sup> Food efficiency ratio = Body weight gain(g/day)/Food intake(g/day)

Values are mean±SE(n=20)

NS: Not significant



<sup>1)</sup> CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)  
NS: Not significant

**Fig. 1.** Changes of body weight of diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>

식이의 급여에 따른 공복 및 비공복 혈당의 변화를 Fig. 2와 Fig. 3에 제시하였다. 실험식이 급여 1주 후의 공복 혈당은 RG군에서 유의적(p<0.01)으로 낮았고, 대조군보다 22% 낮게 나타났다. 그러나 그 이후의 실험식이 급여 기간 동안 공복

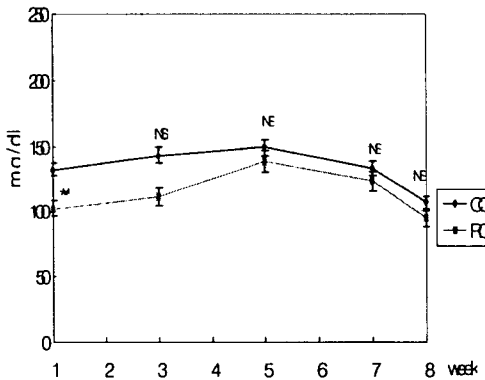
혈당은 두 실험군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 대두유와 쌀눈기름 첨가식을 섭취한 당뇨 KK 마우스의 비공복 혈당도 실험기간 동안 실험군 사이에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

당뇨병에서는 인슐린의 작용 및 분비가 저하되고 상대적으로 글루카곤(glucagon) 분비는 증가되어 말초조직에서의 포도당 이용률이 저하되며, 해당작용이 촉진, 포도당 신생합성이 증가되어 혈당이 높아지게 된다(안유현, 1993). 본 연구에서는 당뇨병 환자들에서 혈당 저하효과가 있는 것으로 알려진 쌀눈기름을 인슐린 비의존형 당뇨 마우스에게 급여하고 당뇨병의 판정지표로 많이 이용되는 공복 및 비공복 혈당을 검사하였으나 유의한 효과를 발견할 수 없었다. Joanic 등(1997)은 단일불포화지방산과 다가불포화지방산으로 구성된 식이를 정상 성인에게 급여한 후 매 30분, 3시간동안 혈당 및 인슐린 수준의 변화를 관찰하였고, 다가불포화지방산 식이가 단일불포화

**Table 3.** Weight of liver, heart and kidney in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>

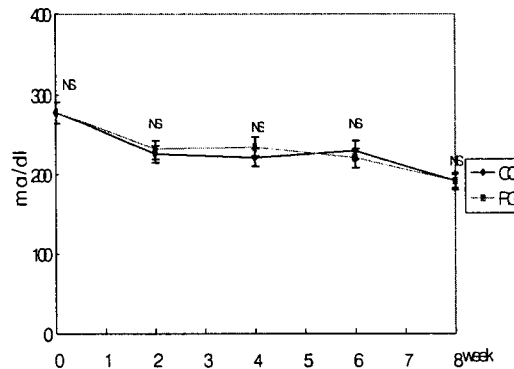
Groups	Liver (g/100g body wt.)	Heart (g/100g body wt.)	Kidney (g/100g body wt.)	Epididymal fat pad (g/100g body wt.)
CO	4.68±0.21NS	0.53±0.01NS	1.32±0.03NS	3.32±0.13NS
RG	4.15±0.09	0.56±0.03	1.35±0.03	3.52±0.15

<sup>1)</sup> CO: Soybean oil 20%, RG: Rice germ oil 20%  
Values are mean±SE(n=20), NS: Not significant



<sup>1)</sup> CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)  
NS: Not significant, \*\* p < 0.01

**Fig. 2.** Changes of fasting blood glucose level in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup> CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)  
NS: Not significant

**Fig. 3.** Changes of random blood glucose level in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>

지방산 식이보다 혈당 및 인슐린 반응이 낮다고 하였다. 그러나 Westerveld 등(1993)은 900mg과 1800mg의 eicosapentaenoic acid를 인슐린비의존형 당뇨병 환자에게 8주간 급여하였을 때, 혈당의 변화 없이 LDL-콜레스테롤 농도가 증가한다고 보고하였다.

2) 내당능의 비교

당뇨 KK 마우스에서 대두유와 쌀눈기름 첨가 식이 급여에 따른 내당능을 비교하기 위해 포도당을 투여하였고, 시간에 따른 혈당 변화를 Fig. 4와 Fig. 5에 제시하였다. 포도당을 투여하기 전의 당뇨 KK 마우스 공복 혈당은 RG군에서 낮은 경향을 보였으나 유의한 수준은 아니었고, 포도당 투여 30분 후에도 CO군과 RG군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 포도당 투여 후 120분의 혈당도 두 실험군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 포도당 투여 후의 혈당 변화를 면적으로 나타내었을 때, 혈당 면적은 RG군에서 대조군보다 낮은 경향을 보였으나 유의한 수준은 아니었다.

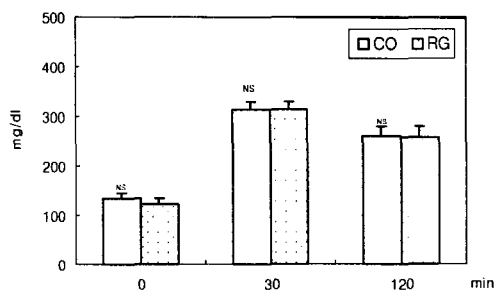
3) 당화 혈색소 및 혈청 인슐린 수준

쌀눈기름과 대두유 첨가식이를 8주간 급여한 후의 당화혈색소와 인슐린 수준을 Fig. 6에 제시하였다. 당화혈색소는 장기간의 혈당상태를 보여주는 지표로서 2-3개월 동안의 혈당 변화를 보여

주는데(박유경 등, 1994; 윤지영 등, 1995), 당뇨 KK 마우스에게 쌀눈기름을 식이의 20% 수준에서 급여한 RG군은 CO군과 유의한 차이를 보이지 않았다.

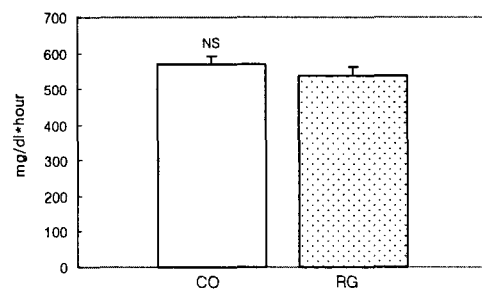
혈청 인슐린은 지방 급여에 의해 유의한 영향을 받지 않았지만, RG군은 CO군보다 132%가 높게 나타났고, 이것은 쌀눈기름에 많은  $\beta$ -sitosterol이 인슐린 분비량 증가에 관여한 것으로 보인다(Ivorra, 1988). 따라서 당뇨 KK 마우스에게 쌀눈기름을 8주간 급여한 경우 당화혈색소 및 인슐린 수준에 유의적인 영향을 주지 못했지만, 인슐린 농도가 대조군보다 높은 경향을 보였다.

당뇨병 환자 및 당뇨병이 유발된 흰쥐에서 당화혈색소의 수준이 높아지는 것으로 보고되고 있는데(박유경 등, 1994; 윤지영 등, 1995; 전복실, 2001), 정상적인 구조를 가지고 있는 것을 hemoglobin A<sub>0</sub> 라고 하고, 구조가 변환되어 전기적으로 음전하를 작게 띠는 것을 hemoglobin A<sub>1</sub>(HbA<sub>1</sub>)라고 한다. HbA<sub>1</sub>은 음전하량이 적기 때문에 chromatography나 electrophoresis에서 정상적인 hemoglobin에 비해 빨리 이동하게 되며, 이것을 이동속도에 따라 다시 hemoglobin A<sub>1a</sub>(HbA<sub>1a</sub>), hemoglobin A<sub>1b</sub>(HbA<sub>1b</sub>), hemoglobin A<sub>1c</sub>(HbA<sub>1c</sub>, 당화혈색소)로 분류한다. 혈당은 적혈구 막을 자유롭게 통과할 수 있기 때문에 혈당 농도가 높아지면, hemoglobin이 당화되어 구조와 전하가 바뀌면서 당화혈색소가 증가하게 된다(김용진 등,



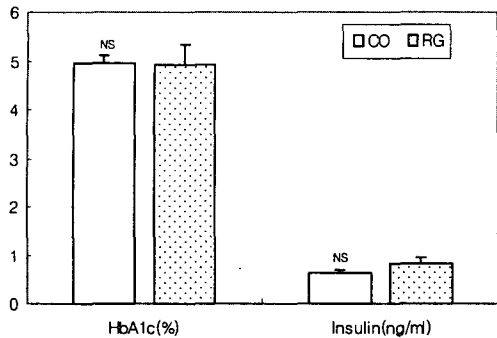
<sup>1)</sup> CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)  
NS: Not significant

Fig. 4. Change of blood glucose level in glucose tolerance test of diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup> CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)  
NS: Not significant

Fig. 5. Comparison of blood glucose area in glucose tolerance test of diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup> CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)  
NS: Not significant

**Fig. 6.** Comparison of hemoglobin A<sub>1c</sub> and insulin levels in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks<sup>1)</sup>

1998).

쌀눈기름에 많은  $\gamma$ -oryzanol은 인슐린 분비량을 증가시켜 혈당을 낮추는 것으로 보고되었는데 (이성현, 2001), 본 연구에서 쌀눈기름이 혈당 저하효과를 보이지 않은 것은 쌀눈기름에 함유된  $\gamma$ -oryzanol 수준이 본인의 선행연구에서 보다 적기 때문으로 생각된다. 따라서 금후 쌀눈기름의 추출 및 운반 관련 등 쌀눈기름의  $\gamma$ -oryzanol 함량 유지 및 향상을 위한 연구가 보완되어야 쌀눈기름의 혈당 저하 효과도 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 최근 당뇨병 환자에서 소비되고 있는 쌀눈기름이 한국인의 주요 식물성 지방 급원인 대두유와 비교할 때, 인슐린 비의존형 당뇨 모델의 혈당 감소에 영향을 줄 수 있는지 알아보려 수행하였다. 즉, 인슐린 비의존형 당뇨 모델인 KK 당뇨 마우스에게 쌀눈기름을 8주간 급여하고, 공복 및 비공복 혈당과 내당능 그리고 장기간의 혈당 상태 지표와 인슐린 수준을 분석하였다. 그 결과 실험동물의 식이섭취량과 체중 변화 및 장기의 무게는 실험군 사이에 유의한 차이가 없었고, 혈당 관련 모든 인자에서 두 실험군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다.

따라서 쌀눈기름을 실험식이의 20% 수준에서 인슐린비의존형 당뇨마우스에게 8주간 급여하였을 때, 혈당 관련 인자에는 유의한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 당뇨병 모델에서 쌀눈기름의 혈당 관리 효과는 쌀눈기름의 급여 기간 및 수준의 변화 뿐 아니라  $\gamma$ -oryzanol 함량 유지 및 향상을 위한 쌀눈기름의 제조방법과 유통 관리 등에 대한 연구가 함께 보완되어야 할 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

박해심 · 임승길 · 김현만 · 이현철 · 홍천수 · 허갑범 (1985). 인슐린 비의존형 당뇨병환자의 단기간 식이 및 운동요법의 효과에 관한 연구. 대한내과학회잡지 29: 313-318.

안유현(1993). 당뇨병의 진단. 당뇨병 17(1), 7-12.

윤지영 · 송영득 · 이종호 · 박은주 · 김석민 · 임현숙 · 이현철 · 허갑범(1995). 인슐린비의존형 당뇨병환자에서 당질 및 지방 섭취량의 변화가 혈당 및 지질에 미치는 영향. 당뇨병 19(2), 208-218.

전복실(2001). 두릅나무추출물과 비타민 E가 streptozotocin으로 당뇨를 유도한 백서의 신장과 수정체에서 항산화 효소계와 폴리올 대사에 미치는 영향. 서울대학교 석사학위논문.

허갑범(1992). 인슐린 저항성과 만성퇴행성 질환. 당뇨병 16, 93-98.

홍숙희 · 함건주(1989). 혈당 조절 지표로서 HbA1c와 Fructosamine Assay의 유용성에 관한 비교 연구. 인제의학 10(2), 169-174.

Cho NH(2000). Analysis of epidemiological characteristic and dangerous factor, Kor J Lipid and Arteriosclerosis. 11-16.

Chung YS, Park SW, Kim JA, Lee EJ, Lim SK, Kim KR, Lee HC, Huh KB, Paik IK, Yoon JY, Kim HS, Chang HJ, Lee JH(1993). Effects of  $\omega$ 3 fatty acid supplementation on serum lipids in patients with non-insulin dependent diabetes mellitus. J Kor Diabetes 17(3), 267-274.

Dong SH, Oh DH, Kim SW, Yang IM, Kim JW, Kim YS, Choi YG(1988). Relationship among complications serum lipids and lipoprotein profiles in diabetics. Kor J Internal Medicine 35, 510-519.

Ivorra MD, D'oCON MP, Paya M, Viller A(1988). Antihyperglycemic and insulin-releasing effects of  $\beta$ -sitosterol 3- $\beta$ -D-glucoside and its aglycone,  $\beta$ -sitosterol. Arch int Pharmacodyn 296, 224-231.

Joannic JL, Auboiron S, Raison J, Basdevant A, Bornett F, Guy-Grand B(1997). How the degree of unsaturation of dietary fatty acids influences the glucose and insulin responses to different

- carbohydrates in mixed meals. *Am J Clin Nutr* 65, 1427-1433.
- Kim WJ, Min HG, Choi YK, Lee TH · Huh KB, Shin SH(1998). Diabetes. Kor Diabetes Association.
- Lee SH, Chun HK, Lee YS(2001). The effects of rice germ oil supplement on blood glucose, serum lipid and blood pressure levels in diabetic patients. *Kor J Lipid and Arteriosclerosis* 11(4), 548-557.
- Lee SH, Chun HK, Park HJ, Lee YS(2003). Effect of different kind of plant oil sources on serum lipid and hepatic lipid levels of streptozotocin-induced diabetic mice. *J Kor Soc Food Sci and Nutr* 32(5), 710-714.
- Lewandowski PA, Cameron-Smith D, Jackson CJ, Kultys ER, Collier GR(1998). The Role of Lipogenesis in the Development of Obesity and Diabetes in Israeli Sand Rats. *J Nutr* 128, 1984-1988.
- Linn T, Noke M, Woehrl M, Kloer HU, Hammes HP, Litzlbauer D, Bretzel RG, Federlin K(1989). Fish oil-enriched diet and reduction of low-dose streptozotocin-induced hyperglycemia, Inhibition of macrophage activation. *Diabetes* 38, 1402-1411.
- Rasmussen O, Lauszus FF, Christiansen C, Thomsen C, Hermansen K(1996). Differential effects of saturated and monounsaturated fat on blood glucose and insulin response in subjects with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 63, 249-253.
- Summary Report of the Cause of Death Statistics in 2001(2001). Korea national statistical office, Seoul.
- Thomsen C, Rasmussen O, Lousen T, Holst JJ, Fenselau S, Schrezenmeir J, Hermansen K(1999). Differential effects of saturated and monounsaturated fatty acids on postprandial lipemia and incretin response in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 69(6), 1135-1143.
- Westerveld HT, Graaf JC, Breugel HH, Akkerman JW, Sixml JJ, Erkelens DW, Banga JD(1993). Effects of low-dose EPA-E on glycemic control, lipid profile, lipoprotein(a), platelet aggregation, viscosity, and platelet and vessel wall interaction in NIDDM. *Diabetes Care* 16, 683-688.
- Wing RR, Blair EH · Bononi P, Marcus MD, Watanabe R, Bergman RN(1994). Caloric restriction *per se* is a significant factor in improvements in glycemic control and insulin sensitivity during weight loss in obese NIDDM patients. *Diabetes Care* 17(1), 30-36.