

비비만형 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에서 영양음료를 사용한 체중 증가의 효과*

이종호 · 윤지영 · 박은주 · 김희선
조경환** · 임현숙*** · 이현철**** · 허갑범****
연세대학교 생활과학대학 식품영양학과, 정식품 주식회사**
신촌세브란스병원 영양과,*** 연세대학교 의과대학 내과학교실****

The Effect of Enteral Nutrition Formula Supplement on Body Weight of Nonobese NIDDM Patients

Lee, Jong Ho · Yoon, Jee Young · Park, Eun Ju · Kim, Hee Son
Cho, Kyoung Hwan** · Lim, Hyun Suk*** · Lee, Hyun Chul**** · Huh, Kap Bum****
Department of Food & Nutrition, College of Human Ecology, Yonsei University, Seoul, Korea
*Dr. Chung's Food Company, Limited,** Seoul, Korea*
*Department of Dietetics,*** Yonsei University, Seoul, Korea*
*Department of Internal Medicine,**** College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea*

ABSTRACT

Nonobese NIDDM patients were studied with respect to changes in visceral protein status, serum glucose and lipids and insulin secretion capacity before and after intake of enteral formula. Patients with renal or hepatic disease, gastrectomy, malabsorption, weight gain over past 6 months and poorly controlled blood glucose level were excluded. Eighteen patients served as case and administered, in addition to their usual diet, 400ml of enteral formula for 8 weeks. Another 18 patients participated in controls and had usual food intake for 8 weeks. In the beginning, the levels of fasting and postprandial glucose, glycated hemoglobin, triglyceride, HDL, LDL, total cholesterol, albumin, total protein and transferrin and glucose response area on oral glucose tolerance test were not different between two groups. The response areas of insulin, C-peptide and free fatty acid and serum IGF-1 level were higher in the case than in the control group. Energy intake of patients given enteral formula exceeded their estimated energy requirements(108%) and they consumed a mean of 112g protein per day. Patients given enteral formula showed an increase in body weight(4.4%), serum transferrin(10%), IGF-1(13%) and triglyceride(34%) while controls showed no changes in those parameters at 8 weeks compared to initial values. There were no significant changes after 8 weeks in the levels of glucose, glycated hemoglobin, HDL, LDL, total cholesterol, total protein and albumin and

채택일 : 1994년 9월 14일

*본 연구는 주식회사 정식품이 지원한 연구비로 수행된 것입니다.

response areas of glucose, insulin, C-peptide and free fatty acid in both groups compared to initial values.

This study suggests that nutrition supplement with enteral formula can increase body weight and visceral protein status in nonobese NIDDM patients without changes in blood glucose. However, excessive calorie intake could temporarily increase serum triglyceride. In addition, this study indicates that serum transferrin and IGF-1 are more sensitive indicators to changes of protein intake than serum albumin and total protein.

KEY WORDS : nutrition formula supplement · diabetes mellitus · IGF-1 · transferrin.

서 론

최근에 생활수준의 향상, 진단 및 치료 방법의 개선으로 당뇨병 환자의 평균 수명이 연장되고 있고, 이환기간이 길어지면서 환자들의 영양상태와 합병증 발생 등이 중요한 건강문제가 되고 있다¹⁾. 우리나라 당뇨병 환자들 중 약 80%를 차지하는 인슐린 비의존형 당뇨병 환자들은 이환기간이 길어질수록 체중 감소를 보여주며 10년 이상의 장기 이환 환자들은 체중이 정상 범위내에 있을지라도 영양 부족을 보여주었다고 한다⁴⁾⁵⁾. 구미지역에서는 인슐린 비의존형 당뇨병 환자 중 II_b군(비만형)이 차지하는 비율이 70~80%이나 국내에서는 비만형이 약 30%를, 그리고 II_a군(비비만형)이 약 70%를 차지하며 그 중 10%내외는 저체중을 보이고 있다⁶⁻⁸⁾.

당뇨병의 이환기간이 길어지면서 체중감소나 영양 결핍의 원인은 혈당의 증가와 이에 따른 삼투성 이뇨, 인슐린 분비능의 감소, 엄격한 열량 제한 및 식이요법 등이 이유일 것이다⁵⁾⁹⁾. 저체중이나 영양결핍의 당뇨병 환자는 합병증에서 심장 순환기계통 질환 보다는 폐렴, 신우신염, 폐결핵등의 급성 혹은 만성 감염증이나 만성 간질환 등이 많은 것이 특징이다⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾. 영양불량자에게 정상적인 영양상태로 교정해주기 위해서 식욕이 없는 환자들의 경우 영양음료를 사용하여 영양보충을 하는 것이 권장되고 있다¹¹⁾¹²⁾. 그러나 일반적인 영양음료는 섬유소 양이 적고 단순 당질의 양이 많아서 위를 비우는 시간과 흡수 속도가 빠르기 때문에 당뇨병 환자들에게는 혈당 조절이 어려워 부적합하다¹³⁾¹⁴⁾.

본 연구에서는 비비만형 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에게 최근에 개발된 당뇨병 환자를 위한 영양음료를 간식으로 제공하므로써 하루 400kcal 열량을 더 섭취하게 하여 체중 증가의 효과를 조사하였다.

연구방법

1. 대 상

연구 대상자는 신촌 세브란스병원 내분비내과 외래 환자들로 인슐린 비의존형 당뇨병으로 진단 받은 환자들 중 성별에 관계없이 정상적인 소화능력을 가지고 있으며, 이상체중의 110% 이하로서 저체중이나 정상체중이고 지난 6개월 동안 체중 증가가 없었으며, 혈당이 잘 조절되는 환자들 가운데서 자발적인 참여로 이루어졌다. 이들 중 임상신상태의 환자는 없었으며 악성종양과 심각한 신장기능장애는 없었고 간기능은 정상인 환자들이었다.

대상자들은 영양보충 음료를 공급 받은 실험군(n=18)과 공급받지 않은 대조군(n=18)으로 구성되었다.

2. 방 법

연구 대상자들은 24시간 기억 회상법(24-hr recall method)을 사용하여 평상시의 음식섭취량을 조사하였다. 영양 섭취 상태 분석은 우리나라 식품 분석표¹⁵⁾를 사용하여 열량, 탄수화물, 지방, 단백질, 비타민, 무기질 등의 섭취 상태를 조사하였다. 연구가 진행되는 8주 동안에는 실험군과 대조군 모두

당뇨병환자에서 체중증가

평상시대로 음식을 섭취하도록 하였으며 실험군에 서만 당뇨병 환자를 위한 상업적인 영양음료를 1일 2단위씩 섭취하도록 하였다. 1단위당 용량 200ml의 영양음료는 200kcal의 열량과 단백질 10g, 지방 4.44 g, 탄수화물 30g, 칼슘 89mg, vitamin A 66.96 RE, D 0.56 μ g, E 3.4 TE, B₁ 0.16mg, B₂ 0.18mg, B₆ 0.25 mg, B₁₂ 0.34mg, C 6.7mg, nicotinamide 2.0mg, folate 44.5 μ g, pantothenate 1.1mg, biotin 34 μ g, 아연 1.7 mg, 인 89mg, 철분 1.1mg, 칼륨 126mg, 마그네슘 39mg, 나트륨 137mg, 식이 섬유소 2.26g 등의 영양소를 포함하였다. 단백질 급원은 총단백질 중 80%는 sodium caseinate이었고 20%는 soy protein이었다. 지방산 조성은 단일불포화지방산이 총지방의 80%, 다불포화지방산이 12%, 포화지방산이 8%를 차지하였으며 탄수화물 급원은 maltodextrin과 과당을 사용하였다.

각각의 대상자마다 기초대사량을 Harris-Benedict 방정식¹⁶⁾으로 구하고 하루 필요 열량은 육체적 활동량¹⁷⁾과 식품의 특이동적 작용을 위한 열량을 가산하였다. 육체적 활동량은 실험군과 대조군 모두 평상시대로 유지할 것을 권장하였다. 연구 진행중에는 섭취량을 일주일마다 삼일씩 자가 식사 기록 방법에 의해 기록하도록 하였다. 신체에 미치는 영향을 조사하기 위해서 정기적으로 인체계측과 혈액 검사를 시행하였다. 이러한 측정은 연구가 시작된 첫날을 0주로 하여 0주, 4주, 8주의 3회를 측정하였다. 인체계측으로 신장, 체중을 측정하였고 표준체중은 신장에서 100을 뺀 값에 0.9를 곱한 값을 사용하였고, 체지방량은 체지방 측정기(Futrex 5,000)로 측정하였다.

생화학적 검사로는 연구 대상자들의 공복시 혈액을 채취하여 hemoglobin, hematocrit를 측정하고, 총임파구 수는 Technicon H-1, H-2(Technoland Comp.)를 사용하여 분석하였다. Hydration 상태를 나타내는 혈청 osmolarity¹⁸⁾는 osmometer method로 분석하였다¹⁹⁾. 영양지표로 visceral protein status¹⁸⁻²³⁾ 변화를 측정하기 위하여 IGF-1(Insulin-like growth factor 1), transferrin, total protein, albumin을

측정하였다. IGF-1은 공복 혈청을 이용하여 radioimmunoassay kit(Byk-Sangtec Diagnostica, Germany)로 측정하였다. Transferrin은 potentiometry로 측정된 total iron binding capacity로부터 얻어진 값을 사용하였다. 혈청 total protein과 albumin은 각각 Biuret method와 BCG method로 측정하였다¹⁹⁾.

내당능 검사는 0주와 8주에 행해졌으며 검사 당일 아침 공복시 채혈한 후 75g의 포도당을 경구 투여하고 30, 60, 120분 후에 각각 채혈하였다. 혈당은 포도당 산화 효소법으로, C-peptide와 인슐린 농도는 INC(Immuno Nucleo Cooperation, USA)에서 제조한 kit를 사용하여 방사 면역법으로 측정하였다. 또한 혈청 유리지방산을 Hitachi 7150 Autoanalyzer로 측정하였다¹⁹⁾.

총콜레스테롤과 중성지방은 자동분석기를 이용하여 효소법으로 분석하였고, HDL(high density lipoprotein)-cholesterol은 침전제를 이용하여 chylomicron, LDL(low density lipoprotein), VLDL(very low density lipoprotein)을 침전시킨 후 상층액에 있는 HDL중에서 콜레스테롤을 다시 효소법으로 측정하였다¹⁹⁾.

혈청 total bilirubin, glutamate oxaloacetate transaminase(GOT), glutamate pyruvate transaminase(GPT), blood urea nitrogen(BUN), creatinine, uric acid는 Kyokuto kit(Kyokuto Pharmaceutical Industrial Co., Japan)을 사용하여 Gilford Autoanalyzer로 분석하였다.

3. 자료의 통계처리

인슐린 비의존형 당뇨병 환자에서 체중 감소의 효과를 보기 위하여 실험시작 0주, 4주, 8주 후에 모든 자료를 t-test와 one-way ANOVA를 실시하였고 모든 측정치는 평균과 표준오차로 표시하였으며 SPSS-PC 통계 package를 이용하여 통계처리 하였다²⁴⁾. 실험군과 대조군의 비교는 측정치의 평균차이의 유의성을 보기위해 t-test를 실시하였으며 검정시에는 P값이 0.05 미만일 때를 통계적으로 유의하다고 보았다²⁴⁾.

연구결과

1. 연령, 이환기간, 인체계측, 열량소모량 및 섭취량

8주 동안 체중을 유지하였던 대조군과 체중을 증가하였던 실험군 사이에 나이, 당뇨병 이환기간, 혈압, 남녀 비율은 유의한 차이가 없었다(Table 1). 실험 시작 전 대조군과 실험군에서 체중과 이상체중

Table 1. Comparison of age, duration of diabetes and blood pressure between weight maintenance and weight gain groups

	Control Weight maintenance (n=18)	Case Weight gain (n=18)
Age(yr)	51.5±2.8	51.7± 2.6
Duration of diabetes(yr)	7.0±1.7	7.4± 1.2
Systolic blood pressure(mmHg)	135 ± 8	120 ± 14
Diastolic blood pressure(mmHg)	87 ± 5	77 ± 9
Male(%)/Female(%)	12(67)/6(33)	12(67)/6(33)

Values are mean±SE

Table 2. Comparison of body weight, total energy expenditure and calorie intake between weight maintenance and weight gain groups

	Control Weight maintenancce(n=18)	Case Weight gain(n=18)
Body weight(kg)		
0 wcek	56.3± 2.7	54.8± 2.2
8 weeks	56.6± 2.7	57.2± 2.2***
% Ideal body weight		
0 week	97.3± 3.7	95.8± 3.9
8 weeks	97.7± 3.9	100.2± 3.9***
Total energy expenditure(kcal/d)		
0 week	2243 ± 77	2162 ± 66
8 weeks	2316 ± 117	2172 ± 95
Calorie intake(kcal/d)		
0 week	2180 ± 108	2130 ± 99
8 weeks	2204 ± 93	2355 ± 113 "

Values are mean±SE

*p<0.05, ***p<0.001, compared with initial values.

백분율은 비슷하였으나 8주 후에는 실험군에서는 처음과 비교하여 유의한 증가가 보여졌으며 대조군에서는 변화가 없었다(Table 2). 일일 열량 소모량은 실험 시작 전 실험군과 대조군 사이에서 비슷하였으며 8주 후에도 변화가 없었다. 일일 열량 섭취량과 단백질 섭취량(Fig. 1)은 실험 시작 전 실험군과 대조군 사이에 차이가 없었고 대조군에서는 8주 동안 열량과 단백질 섭취량의 변화가 없었으나 실험군에서는 유의한 증가가 있었다. 실험 기간 8주 동안 열량 섭취량(Table 2)은 대조군과 비교하여 실험군에서 많은 경향을 보여 주었으며 단백질 섭취량(Fig. 1)은 유의하게 많았다.

2. 포도당, glycated hemoglobin, 인슐린, C-peptide 및 유리지방산 농도

실험시작 전 대조군과 실험군의 공복 혈당과 gly-cated hemoglobin은 유의한 차이가 없었다(Table 3). 실험군, 대조군 모두에서 공복혈당과 gly-cated hemoglobin이 처음과 비교하여 8주 후 유의한 차이가 없었으며 실험군과 대조군 사이에도 차이가 없었다. 실험 시작 전 대조군과 실험군 간에 당부하시 포도당 면적은 비슷하였으며 8주 후 처음과 비교하여 변화가 없었다(Table 4). 공복 insulin과 C-peptide 농도는 실험 시작 전 대조군과 비교하여

실험군에서 많은 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었으며 8주 후 처음과 비교하여 유의한 변화가 없었다(Table 4). 실험 시작 전 당부하시 insulin과 C-peptide 면적은 대조군과 비교하여 실험군이 유의하게 많았다. 8주 후 실험군, 대조군 모두에서

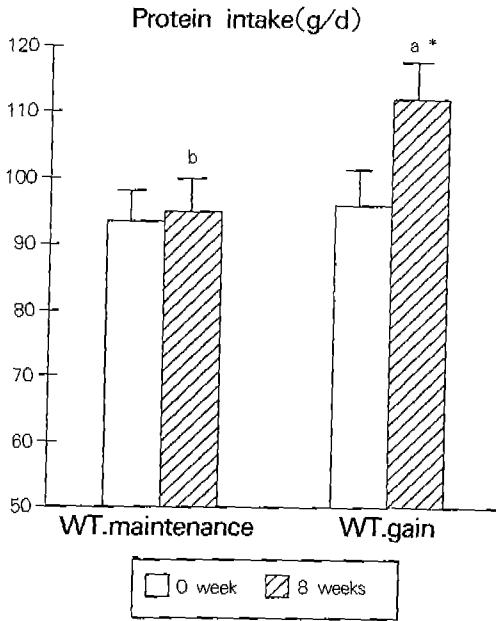


Fig. 1. Comparison of protein intake between weight maintenance and weight gain groups. Values are mean±S.E. *p<0.05, compared with initial values. Values at the same time with different superscripts are significantly different from each other.

Table 3. Comparison of fasting serum glucose and glycated hemoglobin between weight maintenance and weight gain groups

	Control Weight maintenance (n=18)	Case Weight gain (n=18)
Fasting serum glucose(mg/dl)		
0 week	159.4± 9.3	180.1± 12.7
8 weeks	166.5± 13.8	172.3± 11.6
Glycated hemoglobin(%)		
0 week	10.6± 0.3	11.0± 0.7
8 weeks	10.1± 0.8	9.9± 0.7

Values are mean±SE.

처음과 비교하여 당부하시 인슐린과 C-peptide 면적이 유의하게 변화하지 않았으므로 8주 후에도 대조군보다 실험군에서 인슐린과 C-peptide 면적이 유의하게 많았다(Table 4). 공복 유리지방산 농도와 당부하시 유리지방산 면적은 실험 시작 전 대조군과 비교하여 실험군에서 유의하게 많았으며 8주 후 처음과 비교하여 유의한 변화가 없었다(Table 4).

3. 혈청 지질 및 지단백질 농도

실험 시작 전 혈청 중성지방, HDL, LDL, total-

Table 4. Comparison of glucose, insulin, C-peptide and free fatty acid response to 75g oral glucose tolerance test between weight maintenance and weight gain groups

	Control Weight maintenance (n=18)	Case Weight gain (n=18)
Fasting Level		
s-insulin(μU/ml)		
0 week	7.2± 1.9	12.8± 4.9
8 weeks	9.4± 2.1	11.1± 3.8
C-peptide(ng/ml)		
0 week	1.6± 0.3	1.9± 0.3
8 weeks	1.8± 0.3	2.0± 0.3
FFA(uEq/L)		
0 week	633.2± 41.8 ^b	878.6± 57.6 ^a
8 weeks	507.3± 26.1 ^b	836.1± 77.4 ^a
Response area		
glucose(mg/dl×hr)		
0 week	564.5± 54.1	575.1± 47.9
8 weeks	547.4± 38.3	558.1± 32.3
Insulin(μU/ml×hr)		
0 week	34.0± 8.8 ^b	59.4± 11.4 ^a
8 weeks	43.9± 13.7 ^b	64.8± 11.0 ^a
C-peptide(ng/ml×hr)		
0 week	3.9± 0.9 ^b	6.0± 0.9 ^a
8 weeks	4.6± 1.1 ^b	6.9± 0.9 ^a
FFA(uEq/L×hr)		
0 week	750.4± 83.1 ^b	1073.9± 71.6 ^a
8 weeks	733.3± 98.2 ^b	1085.5± 90.0 ^a

FFA : Free fatty acid Values are mean±SE.

Values in the same row with different superscripts are significantly different from each other.

cholesterol은 실험군과 대조군 간에 차이가 없었다 (Table 5). 처음과 비교하여 8주 후 혈청 중성지방은 실험군에서 유의하게 증가하였으며 대조군에서는 변화가 없었으므로 실험 8주 후 대조군과 비교하여 실험군에서 중성지방이 유의하게 많았다. 혈청 HDL, LDL, total-cholesterol은 처음과 비교하여 8주 후 유의한 변화가 없었으며 실험군과 대조군 간에 차이도 없었다 (Table 5).

4. 혈색소, 헤마토크릿, osmolality, 총임파구수, visceral protein status

실험 시작 전 대조군과 실험군 간에 혈색소, 헤마토크릿, osmolality, 총임파구수, 혈청 총 단백질과 알부민은 유의한 차이가 없었다 (Table 6). 혈색소, 헤마토크릿, osmolality, 총임파구수, 혈청 총 단백질과 알부민은 처음과 비교하여 8주 후에 변화가 없었으며 8주 후 실험군과 대조군 간에 차이도 없었다 (Table 6).

혈청 transferrin은 실험 시작 전 실험군과 대조군 간에 차이가 없었으며 실험 8주 후 대조군은 처음과 비교하여 변화가 없었고 실험군은 유의한 증가를

Table 5. Comparison of serum lipids between weight maintenance and weight gain groups

	Control Weight maintenance (n=18)	Case Weight gain (n=18)
Triglyceride(mg/dl)		
0 week	108.6±14.0	121.5±10.8
8 weeks	108.6±10.7 ^b	162.4±22.6 ^{***}
Total-cholesterol(mg/dl)		
0 week	166.6±13.1	205.4±9.3
8 weeks	187.4±10.5	200.1±7.4
HDL-cholesterol(mg/dl)		
0 week	45.6±4.7	45.3±3.2
8 weeks	50.3±3.7	44.4±3.6
LDL-cholesterol(mg/dl)		
0 week	113.0±9.1	130.2±11.7
8 weeks	115.3±10.1	119.0±10.5

Values are mean±SE.

*P<0.05, compared with initial value.

Values in the same row with different superscripts are significantly different from each other.

보여주었다 (Fig. 2). 혈청 IGF-1은 실험 시작 전 대조군과 비교하여 실험군에서 유의하게 많았으며 처음과 비교하여 8주 후 대조군에서는 변화가 없었고 실험군에서는 유의하게 증가하였다. 실험 시작 8주 후 IGF-1은 대조군과 비교하여 실험군에서 유의하게 많았다 (Fig. 3).

고 찰

본 연구에서는 당뇨병 환자를 위한 영양 보충 음료를 비비만형 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에게 사용하여 혈당과 인슐린 분비량에 변화를 주지 않고 체중을 증가시킬 수 있다는 것을 보여주었다. 이러한 것은 실험군에서 열량 섭취량을 하루 225kcal 증가시키고 열량 섭취량 중 17%를 당뇨병 환자를 위한 영양음료로 공급한 결과 8주 후 체중이 2.4kg

Table 6. Comparison of hemoglobin, hematocrit, osmolality, total lymphocyte count, total protein and albumin between weight maintenance and weight gain groups

	Control Weight maintenance (n=18)		Case Weight gain (n=18)	
Hemoglobin(g/dl)				
0 week	12.9±0.6	14.2±0.4		
8 weeks	13.4±0.4	14.1±0.5		
Hematocrit(%)				
0 week	40.6±1.5	42.9±1.3		
8 weeks	40.8±1.2	42.2±1.6		
Osmolality(mOsm/kg)				
0 week	284.7±3.5	292.6±4.2		
8 weeks	280.1±3.3	288.8±1.9		
Total lymphocyte count(/mm ³)				
0 week	1959 ±155	1921 ±187		
8 weeks	2069 ±175	1830 ±133		
Total protein(g/dl)				
0 week	7.0±0.1	7.4±0.1		
8 weeks	7.2±0.2	7.3±0.1		
Albumin(g/dl)				
0 week	4.5±0.1	4.7±0.1		
8 weeks	4.6±0.7	4.8±0.1		

Values are mean±SE.

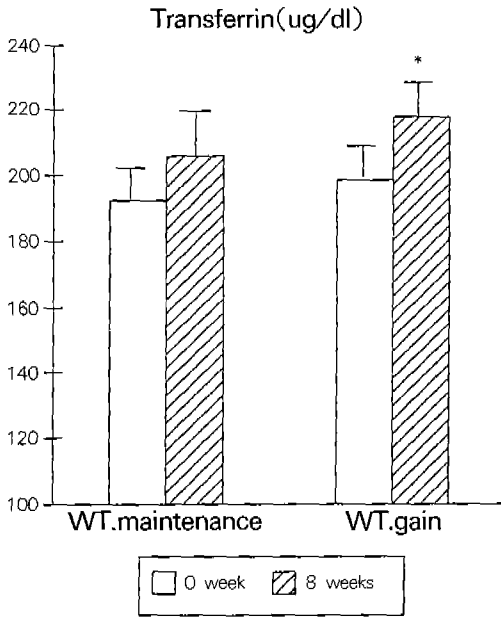


Fig. 2. Comparison of serum transferrin between weight maintenance and weight gain groups. Values are mean±S.E. * $p < 0.05$, compared with initial values.

증가하였으며 공복 혈당, 당부하시 포도당, 인슐린, C-peptide 면적은 유의하게 변화하지 않은 것으로 나타났다.

일반적으로 당뇨병 환자의 체중 증가를 위해서 필요한 열량보다 많이 섭취하게 될 경우 포도당과 열량 섭취의 증가로 인하여 혈당이 증가되어 혈당 조절이 어렵다고 한다²⁵⁾. 그러나 본 연구에서 섭취 열량의 증가에도 불구하고 혈당이 증가하지 않았던 것은 영양 음료 구성 성분에 기인하는 것으로 생각된다.

본 연구에서 사용한 영양음료의 당질 급원 중 90%는 당뇨병 환자의 경장 영양제의 탄수화물 급원으로 권장되는 glucose의 중합도가 높은 maltodextrin을²⁶⁾ 사용하였고 나머지 소량은 혈당 조절을 개선시키거나²⁷⁻²⁹⁾ 혹은 영향을 주지 않는다는³⁰⁾ 과당을 사용하였다. 또한 400kcal 영양음료 섭취시 혈당 조절에 도움을 주는 수용성 섬유소²⁶⁾³¹⁻³⁴⁾ 약 5g을 섭취할 수 있었으며 지방 급원 중 80%는 혈당 조절에 도움을 줄 수 있는 단일 불포화 지방산을³⁵⁾

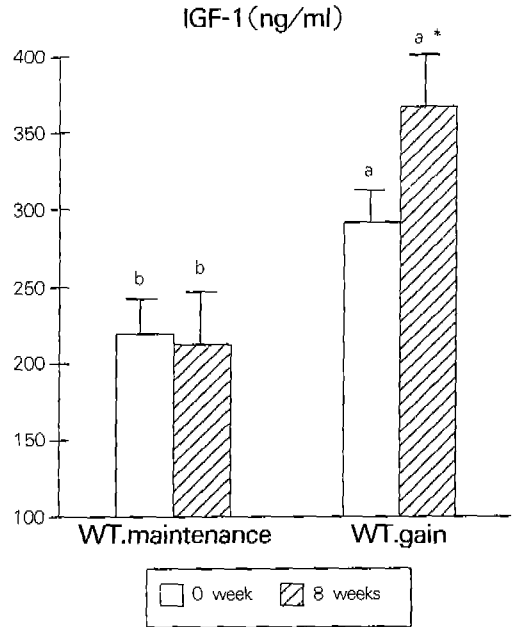


Fig. 3. Comparison of serum IGF-1 between weight maintenance and weight gain groups. Values are mean±S.E. * $p < 0.05$, compared with initial values.

Values at the same time with different superscripts are significantly different from each other.

사용하였다.

단백질 섭취량은 체중이 증가된 실험군에서 평상시 섭취보다 16g이 증가되었다. 이러한 증가된 단백질 섭취량이 8주 후 실험군에서 혈청 transferrin 농도를 10%, IGF-1 농도를 13% 증가시켰다고 생각된다. 혈청 transferrin은 철분 결핍이나 임신, 산소부족과 만성적인 혈액 손실로도 증가할 수 있는데¹⁸⁻²¹⁾ 본 실험에서는 8주 째에 hemoglobin과 hematocrit이 실험군에서 0주와 비교하여 유의한 변화가 없는 것으로 미루어 보아 transferrin 농도의 유의한 증가는 단백질 섭취량의 증가를 반영해 주는 것으로 간주되어진다.

IGF-1은 열량과 단백질 섭취량 특히 동물성 단백질 섭취량과 밀접한 관계가 있으며²²⁾²³⁾³⁶⁾, 단백질 섭취량의 변화에 대해 혈청 albumin과 transferrin 보다 민감하게 반응한다²²⁾²³⁾³⁷⁾³⁸⁾. 본 연구에서도 실험군에서 영양음료 섭취 후 혈청 transferrin

보다 IGF-1 농도의 증가 정도가 다소 많게 나타났다. 당뇨병 환자에서 IGF-1 농도는 영양 상태외에도 인슐린 분비능과 혈당 농도와도 관련이 있다고 한다. 그러나 본 연구의 실험군에서 실험 시작 전과 비교하여 8주 후 공복혈당과 당부하시 포도당과 인슐린 면적이 비슷하였으므로 IGF-1 농도의 증가는 단백질 섭취량의 증가 때문으로 생각된다.

IGF-1의 농도는 나이, 성별, 성장 호르몬, 인슐린, 영양상태 등에 의해서 영향을 받는다³⁹⁾. IGF-1의 합성은 인슐린에 의해서 자극되어지므로⁴⁰⁾, 저인슐린혈증시에 IGF-1의 농도는 감소한다고 한다²³⁾ 36)41). 본 연구에서는 대조군과 실험군 간에 실험 시작 전에 나이, 성별, 영양상태가 비슷하였으므로 실험시작 전 실험군과 비교하여 대조군에서 IGF-1의 농도가 적은 이유는 당부하시 C-peptide와 인슐린 면적이 유의하게 적었기 때문으로 사료된다.

실험군에서 단백질과 열량 섭취량이 증가하면서 8주 후 혈청 transferrin과 IGF-1이 증가한 반면에 혈청 albumin, 총 단백질, 그리고 총 임파구수가 변화가 없었던 이유는 실험 시작 시에 총 임파구수, albumin, 총단백질이 정상범위에 속하였기 때문일 것이다. 또한 IGF-1의 반감기는 3~4시간이고 transferrin 반감기는 4일~10일이기 때문에 2주~3주의 albumin 반감기 보다 짧아³⁷⁾³⁸⁾ 영양상태에 예민하게 반응하는 것도 실험군에서 IGF-1과 transferrin의 증가 이유를 설명할 수 있을 것이다.

체중 증가를 위해서 필요 열량보다 많이 섭취하였던 체중 증가군에서는 처음과 비교하여 8주 후에 혈청 중성지방이 유의하게 증가하였다. 이는 과도한 열량 섭취가 간내에서 중성 지방 합성을 증가시켰기 때문이고 일시적인 현상으로⁴²⁾ 섭취 열량 감소시에 중성지방 농도도 감소하리라 여겨진다.

결 론

비비만형 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에게 당뇨병 환자를 위한 영양음료를 사용하여 8주의 단기간 동안 5% 이하의 체중을 증가시킬 경우 혈청 당질, 인슐린 분비량, 지질 및 visceral protein 상태의

변화를 조사하였다. 체중 증가군인 실험군은 18명이 참여하였으며 섭취 열량을 증가시키기 위해서 간식으로 400kcal의 당뇨병 환자를 위한 영양음료를 섭취하였다. 체중 유지군인 대조군은 18명이 참여하였고 실험시작 전 평균 입환기간, 이상체중 백분율, 나이, 남녀 비율 등이 실험군과 유의한 차이가 없었으며 8주동안 정상시대로 섭취하였다.

실험 시작전 공복 혈당, glycated hemoglobin, 당부하시 포도당, 혈청 중성지방, HDL, LDL, 총 cholesterol, hemoglobin, hematocrit, 혈청 albumin, total protein과 transferrin은 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 당부하시 인슐린, C-peptide, 유리지방산 면적과 혈청 IGF-1 농도는 실험 시작 전 대조군과 비교하여 실험군에서 유의하게 많았다. 실험군은 처음과 비교하여 섭취 열량은 평균 225kcal, 단백질 섭취량은 평균 16g이 증가하였고 실험 시작 8주 후 4.4%의 체중이 증가하였다. 실험군에서 처음과 비교하여 실험 8주후 혈청 transferrin은 10%, IGF-1 농도는 13% 유의하게 증가하였고 대조군에서는 변화가 없었다. 혈청 중성지방은 실험군에서 처음과 비교하여 유의하게 증가하였으며 대조군에서 변화가 없었다. 체중 감소와 유지군 모두에서 처음과 비교하여 8주 후 공복혈당, glycated hemoglobin, 당부하시 포도당, 인슐린, C-peptide, 유리지방산, 혈청 HDL, LDL, total-cholesterol, hemoglobin, hematocrit, 혈청 총 단백질, 알부민은 유의한 변화가 없었다.

이상의 결과로 미루어 보아 비비만형 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에게 당뇨병 환자를 위한 영양음료의 사용은 혈당과 인슐린 분비량에 변화를 주지 않고 체중을 증가시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 과도한 열량 섭취는 일시적이기는 하지만 혈청 중성지방을 증가시켰다. 또한 혈청 transferrin과 IGF-1이 albumin이나 총 단백질보다 단백질 섭취 상태의 변화에 민감하게 반응하는 것을 보여주었다.

Literature cited

- 1) 허갑범 · 김현만 · 임승길 · 이은직 · 김도영 · 김정

- 래 · 이현철 · 최덕희. 한국인에서의 비전형적 당뇨병. *대한내과학회잡지* 33 : 762-770, 1987
- 2) 박해심 · 김상애 · 임승길 · 이현철 · 홍천수 · 허갑범. 인슐린 비의존형 당뇨병 환자의 단기간 식이 및 운동요법의 효과에 관한 연구. *대한내과학회잡지* 29 : 313-321, 1985
 - 3) 김영설 · 김광원 · 양인명 · 김성운 · 김진우 · 최영길 · 이홍규. 한국인 당뇨병의 역학적 특성. *당뇨병* 11 : 125-135, 1987
 - 4) 민현기 · 유형준 · 이홍규 · 김용진. Changing patterns of the prevalence of diabetes mellitus in Korea. *당뇨병* 6 : 1-4, 1981
 - 5) 최미숙 · 이종호 · 백인경 · 안광진 · 정윤석 · 이현철 · 허갑범. 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에서 이환기간이 영양상태에 미치는 영향. *당뇨병* 16 : 35-44, 1992
 - 6) Peters AL, Davidson MS, Issac RM. Lack of glucose elevation after simulated tube feeding with a low-CHO, High-fat enteral formula in patients with type I diabetes. *Am J Med* 87 : 178-182, 1989
 - 7) 정구혁 · 김기혁 · 한국형 · 방철환 · 최재휴 · 김용진 · 김영진. 당뇨병 환자에서의 한국인 주식의 식이요법. *대한내과학회잡지* 34 : 88-94, 1988
 - 8) 허갑범. 영양실조형 당뇨병. *대한의학협회지* 7 : 744-750, 1987
 - 9) 이광우 · 손호영 · 강성구 · 방병기 · 박주호 · 민병석. 한국인 18201명에서 당뇨병과 관련질환에 관한 연구. *당뇨병* 8 : 5-15, 1984
 - 10) Disbrow DD. The cost and benefits of nutrition services : a literature review. *J Am Diet Assoc* 89 : 547-552, 1989
 - 11) 조준구 · 김현만 · 임승길 · 황 용 · 이현철 · 허갑범. 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에 있어서의 체중변화에 관한 연구. *당뇨병* 10 : 89-92, 1983
 - 12) Shizgal HM. Parenteral and enteral nutrition. *Ann Rev Med* 42 : 549-565, 1991
 - 13) Anonymous. Nutritional recommendations and principles for individuals with diabetes mellitus. *Diabetes Care* 15 : 21-28, 1992
 - 14) Campbell SM, Schiller MR. Considerations for enteral nutrition support of patients with diabetes. *Top Clin Nutr* 7 : 23-32, 1991
 - 15) 농촌진흥청. 식품분석표. 4차 개정판. 1991
 - 16) Page CP, Hardin TC. Nutritional Assessment and Support. Williams & Wilkins, MD. 1989
 - 17) Christian JL, Greger JL. Nutrition for Living. 115-116, Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc., CA. 1985
 - 18) Grant A, Dehoog S. Biochemical assessment, In : Nutritional Assessment and Support. 35-72, WA, 1985
 - 19) Gowenlock. AH. Varley's Practical Clinical Biochemistry., CRC Press, FL, 1988
 - 20) Dikovics A. Laboratory data, In : Nutritional Assessment. 96-106, G.F. Stickley Comp., PA, 1987
 - 21) Hopkins B. Assessment of nutritional status. In : Gottschlich MM, Matarese LE, Shornts EP, eds. Nutrition Support Dietetics 15-70, ASPEN, MD, 1993
 - 22) Danahue SP, Phillips LS. Response of IGF-1 to nutritional support in malnourished hospital patients : a possible indicator of short-term changes in nutritional status. *Am J Clin Nutr* 50 : 962-969, 1989
 - 23) Clemmons DR, Underwood LE. Nutritional regulation of IGF-1 and IGF binding protein. *Ann Rev Nutr* 11 : 393-412, 1991
 - 24) Zar JH. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., NJ, 1984
 - 25) Henry RR, Scheaffer L, Olefsky JM. Glycemic effects of intensive caloric restriction and isocaloric refeeding in NIDDM. *J Endocrinol Metab* 61 : 917-925, 1985
 - 26) Gottschlich MM, Matarese LE, Shronts EP. Nutrition Support Dietetics. 2nd ed. ASPEN, MD, 1993
 - 27) Anderson JW, Story LJ, Zettwoch NC, Gustafson NJ, Jefferson BS. Metabolic effects of fructose supplementation in diabetic individuals. *Diabetes Care* 12 : 337-343, 1989
 - 28) Simonson DC, Tappy L, Jequier E, Felber JP, DeFonzo RA. Normalization of carbohydrate-induced thermogenesis by fructose in insulin-resistant states. *Am J Physiol* 254 : E201-207, 1988
 - 29) Tappy L, J quier E. Fructose and dietary thermogenesis. *Am J Clin Nutr* 58(suppl) 766s-770s, 1993
 - 30) Gerrits PM, Tsalikian E. Diabetes and fructose metabolism. *Am J Clin Nutr* 58(suppl) : 796s-799s, 1993
 - 31) Hollenbeck CB, Coulston AM. Effects of dietary

- carbohydrate and fat intake on glucose and lipoprotein metabolism in individuals with diabetes mellitus. *Diabetes Care* 14 : 774-785, 1991
- 32) Riccardi G, Rivelles AA. Effects of dietary fiber and carbohydrate on glucose and lipoprotein metabolism in diabetic patients. *Diabetes Care* 14 : 1115-1125, 1991
- 33) Anderson JW, Akanji AD. Dietary fiber-an overview. *Diabetes Care* 14 : 1126-1131, 1991
- 34) Riccardi G, Rivelles AA. An update on monounsaturated fatty acids. *Current Opinion in Lipidology* 4 : 13-16, 1993
- 35) Garg A. High-monounsaturated fat diet for diabetic patients. *Diabetes Care* 17 : 242-246, 1994
- 36) Isley WL, Underwood LE, Clemmons DR. Dietary components that regulate serum somatomedin-C concentrations in human. *J Clin Invest* 75 : 175-182, 1983
- 37) 손성국 · 한덕호 · 허갑범 · 이상용. 한국에 있어서의 당뇨병의 통계적 관찰. *당뇨병* 3 : 43-49, 1976
- 38) Clemmons DR, Underwood LE, Dickerrson RN, Brown RO, Hak LJ, MacPhee RD, Heizer WD. Use of plasma somatomedin-C/insulin-like growth factor I measurements to monitor the response to nutritional repletion in malnourished patients. *Am J Clin Nutr* 78 : 228-234, 1985
- 39) Ross RJM, Buchanan CR. Growth hormone secretion : its regulation and the influence of nutritional factors. *Nutr Res Rev* 3 : 143-162, 1990
- 40) Glass AR, Swerdtaff RF, Brady FA. Low testosterone and sex-hormone-binding hormone in massively obese men. *J Clin Endocrinol Metab* 45 : 1211-1219, 1977
- 41) Unterman TG, Vazques RM, Slas AJ, Martyn PA, Phillips LS. Nutrition and somatomedin. *Am J Med* 78 : 228-234, 1985
- 42) Zeman FJ. *Clinical Nutrition and Dietetics*. 339-397, Macmillan Publ Comp, NY, 1991