

Carbohydrate counting을 이용한 제2형 당뇨병 환자의 식사 관리

박선민 · 최수봉*

호서대학교 자연과학 대학 식품영양학과

건국대학교 의과대학 내과학*

The Meal Management of Korean Type 2 Diabetes Patients Using Carbohydrate Counting

Sunmin Park · Soo Bong Choi*

Department of Food & Nutrition, College of Natural Science, Hoseo University, ChungNam, Korea

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, KonKuk University, Chung Ju, ChungBuk, Korea**

ABSTRACT

Carbohydrate(CHO) counting is a meal planning approach used with diabetic patients that focuses on carbohydrate as the primary nutrient affecting post-prandial glycemic response. However, it has not been used in meal management of diabetic patients in Korea. CHO counting can be used by clients with type 1 and 2 diabetes. The purpose of the study was to determine the barriers to utilize the CHO counting when three levels of CHO counting were educated to type 2 diabetic patients who started continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) therapy by nutrition lectures and counseling. And the CHO-to-insulin ratios were determined for the individual patients who followed the carbohydrate counting as a meal management, and the factors to influence the CHO-to-insulin ratios were selected through the stepwise regression analysis. Twenty-four subjects were received three lectures, and one or two nutritional counseling for a month. The average age of the subjects was 50.7 years, and the duration of diabetes was 9.4 years. Their body mass index (BMI) was 21.5 kg/m². The difficulties of using CHO counting were 1) confusing the CHO exchange system to diabetic food exchange system, 2) lack of basic nutrition and not distinguishing nutrients such as CHO, fat and calorie, and 3) lack of motivation to make effort to count and record the amount of carbohydrates eaten. Nutritional counseling replenished the nutrition education and made patients practice CHO counting. Average CHO-to-insulin ratios at breakfast, lunch and dinner were 4.1±3.3, 2.9±2.6, and 2.9±3.0units/23g of CHO, respectively. CHO-to-insulin ratios were influenced by gender, age, BMI, post-prandial blood glucose levels and post-prandial c-peptide levels. The effective education and nutritional counseling of CHO counting can make CHO counting applicable to type 2 diabetic patients as meal management for improving glycemic control with less hypoglycemic episode.

KEY WORDS : carbohydrate counting, carbohydrate-to-insulin ratio, type 2 diabetes, continuous subcutaneous insulin infusion therapy

서 론

당뇨병 치료에 있어서 가장 중요한 것은 약물치료, 식사관리, 운동을 통해 정상 혈당을 유지할 수 있도록 혈당을 스스로 관리하는 것이다. 미국과 캐나다의 29개 센터에서 진행된 Diabetes Control and Complication Trial(DCCT) 연구 결과에 따르면 인슐린 의존형 당뇨병 환자들이 혈당을 정상으로 조절하면 합병증의 발생을 예방하거나 그 진행을 억제할 수 있다고 하였다^{1,2)}. 또한 미국 국립보건원의 Goden 박사는 인슐린 비의존형 당뇨병에서도 조기에 인슐린을 투여하여 혈당을 정상에 가깝게 조절하면 합병증을 예방할 수 있다고 하였다. 그러므로 제1형과 제2형 당뇨병 치료에 있어서 가장 중요한 것은 항상 정상 혈당을 유지하는 것이고, 이것은 적극적인 당뇨병 치료에 의해서 가능하다³⁾. 적극적인 약물 치료는 전통적인 약물 치료와는 달리 정상적인 사람에서 혈당의 고저에 따라 췌장에서 인슐린이 분비되는 형태로 외부에서 인슐린을 주입하는 것으로 다회 인슐린 투여법과 인슐린 펌프를 사용한 지속적 피하 인슐린 주입(continuous subcutaneous insulin infusion, CSII)이 포함된다⁴⁾. 적극적인 당뇨병 치료에 있어서 식사관리는 식후 혈당에 가장 영향을 미치는 탄수화물의 섭취량을 중점적으로 조절하고 그 섭취량에 따라 인슐린을 주입하여 정상 혈당을 유지할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 식사관리 방법을 Carbohydrate counting(탄수화물 계수법)이라고 한다⁵⁾. 탄수화물 계수법은 우리나라에서 아직까지 거의 사용되지 않고 있는 식사관리 방법인데, 우리나라는 탄수화물의 섭취량이 서구의 다른 나라보다 많고 개인에 따라 섭취하는 탄수화물 함량과 매끼 섭취하는 탄수화물 함량에도 차이가 있을 수 있으므로 탄수화물/인슐린의 비(carbohydrate-to-insulin ratio)를 계산하여 탄수화물 섭취량에 따라 인슐린을 주입하는 것이 필요하다. 탄수화물 계수법에서 환자의 당

뇨병 진단 상태에 따라 탄수화물/인슐린의 비가 다르므로 환자마다 개인에 맞는 탄수화물/인슐린 비를 결정해야 한다. 환자들에게 탄수화물 계수법을 교육할 때는 탄수화물 계수법의 정의와 목적을 확실히 이해시키고, 실생활에 이용할 수 있도록 적용 방법을 교육하는 것이 중요하다. 본 연구에 목적은 인슐린 펌프로 지속적인 피하 인슐린 주입치료를 시작하는 제2형 당뇨병 환자에게 교육과 상담을 통해 탄수화물 계수법을 이해시켜 환자들이 탄수화물 계수법을 실생활에서 적용하도록 하는 과정에서 나타나는 문제점이 무엇인지를 조사하고, 탄수화물 계수법을 실행한 결과에 의해서 분석할 수 있는 것인 탄수화물/인슐린의 비와 당뇨병의 진단 정도를 나타내는 요인 중 탄수화물/인슐린 비에 영향을 미치는 요인이 무엇인지를 조사하는 것이다.

연구 대상 및 방법

1. 실험 대상 및 디자인

탄수화물 계수법은 식사 전에 필요한 양의 속효성 인슐린이나 초속효성 인슐린인 lispro insulin(휴마로그, Lilly)을 주입하여 식후에 섭취하는 탄수화물을 동화시켜 혈당을 정상으로 유지할 수 있도록 하여야 하므로 식사관리 방법으로 탄수화물 계수법을 이용할 수 있는 대상은 인슐린 펌프로 CSII 치료를 하거나 다회 인슐린 주입으로 혈당을 조절하는 제2형 당뇨병 환자이었다. 본 연구에서는 1998년 5월부터 9월까지 건국대학교 부속병원의 당뇨병 센터에 입원하여 휴대용 인슐린 펌프(수일개발, 서울)로 지속적 피하 인슐린 주입 치료(continuous subcutaneous insulin infusion, CSII)를 시작한 환자 24명을 대상으로 하였다. 환자들은 입원을 하면 인슐린 펌프를 달고 소량의 인슐린을 투여하기 시작하여 점차 그 양을 늘려 가면서 정상 혈당을 유지하는데

필요한 인슐린 양을 결정하였다. 이러한 적응 기간은 당뇨병의 진전 정도에 따라 차이는 있지만 약 2주일이므로 이 기간 동안 1주일에 한 번 탄수화물 계수법을 이용하는 방법에 대한 영양교육을 실시하였고, 또한 1주일에 한 번씩 개별 영양상담을 통해 개인에게 적용하기 쉬운 방법을 모색하여 환자가 탄수화물 계수법을 이용할 수 있도록 하였다.

본 연구 대상자의 1일 열량 필요량은 정상 체중인 환자의 경우에는 남자는 정상 체중에 32kcal~34kcal을, 그리고 여자는 정상 체중에 30kcal~32kcal을 곱한 값으로 계산하였고, 1일 탄수화물 필요량은 대한당뇨병학회나 미국당뇨병학회에서 권장하는 탄수화물 비율인 총열량의 50~55%보다 좀 높은 60%로 설정하였다⁷⁾. 그 이유는 우리 나라는 전래부터 탄수화물을 주식으로 하여 탄수화물의 섭취량이 높아 섭취량을 감소시키면 다른 영양소의 섭취량도 감소하여 영양결핍증이 나타날 수 있고, 또한 탄수화물의 섭취가 감소하면 상대적으로 지방의 섭취가 증가하는데 이것은 인슐린 저항성을 증가시켜 당뇨병을 악화시킬 수 있기 때문이다.

2. 탄수화물 계수법의 교육과 상담

1주일에 5회에 걸쳐 적극적인 당뇨병 치료에 관한 강의 교육을 하였다. 이 강의 중의 하나가 식사관리인 탄수화물 계수법이었고, 강의 시간은 1회에 1시간 정도이었다. 적극적인 당뇨병 치료의 목적은 적절한 양의 인슐린 투여로 공복이나 식후에 모두 정상 혈당을 유지할 수 있도록 하는 것이고, 이 중 한 부분이 탄수화물 계수법으로 탄수화물의 섭취량에 따라 인슐린을 적절하게 주입하여 공복과 식후 혈당이 정상에서 벗어나지 않도록 하는 것이다. 식사 관리의 강의는 탄수화물 계수법을 중심으로 설정하였고 Table 1에 강의 내용의 목차를 기록하였다. 이 교육의 강의 내용은 1) 정상인에서 혈당 조절이 되는 과정과 혈당을 정상에 가깝게 유지하기 위한 혈당과 혈청 인슐린 농도와의 관계에 관한 것이었다. 2) 열량 영양소인 탄수화물, 지방 단백질은 모두 섭취 후에 혈당에 영향을 미치지만 식후에 가장

Table 1. Contents of meal management lecture

<ol style="list-style-type: none"> 1. How to control serum glucose and insulin levels in normal people 2. What is normal body weights 3. How to alter blood glucose levels after different kinds of nutrient intakes 4. How to follow carbohydrate counting <ul style="list-style-type: none"> - level 1 : Introduce the concept of carbohydrate counting and encourage to consume the similar amount of carbohydrate in meals - level 2 : Explain the relationships among food, medication, activity and blood glucose levels, and introduce the concepts of making adjustments based on blood glucose patterns - level 3 : Explain how to match short acting insulin to carbohydrate using carbohydrate-to-insulin ratios

직접적이고 비례적으로 혈당에 영향을 미치는 것이 탄수화물이므로(Fig. 1) 탄수화물의 섭취량을 정확하게 알면 식후 혈당의 변화를 판단할 수 있고, 혈당의 변화에 따라 인슐린을 투여하여 혈당을 항상 정상으로 유지할 수 있다는 것이었다. 그러므로 당뇨병의 식사 관리에서 탄수화물 계수법을 이용하는 것이 중요하다는 것을 인식시켰다. 3) 탄수화물 교환군과 교환단위의 개념이었다. 탄수화물 1교환단위는 당뇨병 식품교환군의 곡류군 1교환단위인 탄수화물 23g으로 정의하였다. 그러므로, 섭취한 식품의 탄수화물 함량을 탄수화물 교환단위로 계산할 때는 곡류군 1교환단위, 과일군 2교환단위나 우유 및 유제품 2교환단위는 모두 같은 탄수화물 1교환단위에 해당한다⁸⁾.

이러한 내용의 탄수화물 계수법에 대한 교육은 3단계로 나누어 실시하였다(Table 1). 제 1단계에서는 탄수화물을 함유한 식품이 무엇이고, 탄수화물 1교환단위에 해당하는 식품의 분량을 교육하고 매끼 식사마다 섭취한 탄수화물 식품과 그 분량을 파악하도록 하였다. 이것을 통해 환자가 입원하고 있는 동안 자신이 한 끼에 섭취하는 탄수화물 함량을 파악하고 기억하여, 퇴원 후에도 매끼 일정량의 탄수화물을 섭취할 수 있도록 하였다⁹⁾.

제 2단계는 1단계에서 수준을 한 단계 높여 1단계에서 교육받은 것을 바탕으로 식사나 간식에서 섭취한 혈당을 증가시키는 탄수화물이 많이 함유된 일품요리와 같은 복합적 음식과 음료수로부터의 탄수화물 섭취량

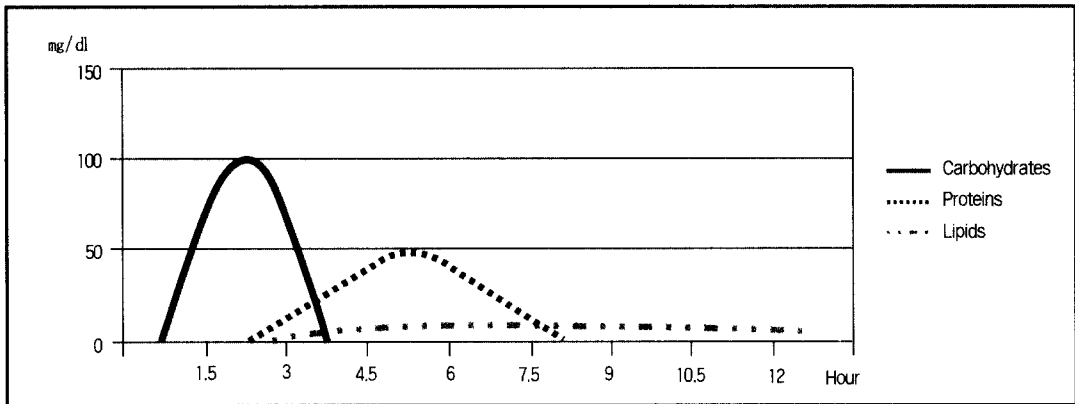


Fig. 1. Effect of nutrient intakes on post-prandial blood glucose concentrations

을 파악할 수 있도록 하였다. 섭취하는 탄수화물 식품 이외에 혈당에 영향을 미칠 수 있는 영양소인 식이 섬유소나 단백질의 과다 섭취, 지방의 섭취, 음주 등과의 상호작용과 운동의 효과를 설명하였다. 식사나 간식에 섭취한 탄수화물 섭취량을 기록하도록 하여 기록한 식품 섭취량과 식전 공복과 식후 혈당의 변화 형태를 비교, 설명하여 환자 자신의 혈당 변화 형태를 알도록 하였다¹⁰⁾.

제 3단계는 당뇨병 환자가 섭취한 탄수화물을 동화 시키는데 필요한 인슐린 함량을 계산하는 것이다. 이것을 탄수화물/인슐린의 비라고 하고 이것은 속효성 인슐린이나 최근에 나온 lispro insulin과 같은 초속효성 인슐린을 인슐린 펌프를 이용하여 지속적인 인슐린 피하 주입(CSII) 치료를 하거나 다회 인슐린 주입을 하는 환자 에게만 주로 적용될 수 있는 것이다. 탄수화물/인슐린의 비는 식사 30분 전에 주입한 속효성 인슐린이나 식사 직전에 주입한 lispro insulin의 함량과 식사 때에 섭취한 탄수화물의 양을 짝지어 계산하는 것이다. 본 연구에 참여한 모든 환자는 인슐린 펌프로 CSII 치료를 하여서 이 단계를 적용하기 쉬웠다. 환자는 혈당 적응 기간 동안 제 1, 2, 3단계를 모두 교육받고 혈당이 안정화되면 환자 자신의 탄수화물/인슐린의 비를 계산하여 식사나 간식에 섭취하는 탄수화물의 양에 따라 융통성 있게 인슐린을 주입하여 혈당을 정상적으로 조절하는데 이용할 수 있도록 하였다. 탄수화물/인슐린의 비는

탄수화물 1교환단위 또는 탄수화물 1g을 기준으로 할 수 있다. 탄수화물 1g을 기준으로 하면 좀더 정확하게 섭취한 탄수화물의 양을 계산할 수 있어서 인슐린 필요량도 정확하게 주입할 수 있지만 그 계산이 복잡하므로 탄수화물 1교환단위(탄수화물 23g)를 기준으로 계산하는 것이 실용적이므로 이 방법을 교육하였다. 또한 탄수화물/인슐린의 비는 한 번 결정되면 영원히 지속되는 것이 아니고 당뇨병이 호전되면 감소하고 당뇨병이 악화되면 증가한다. 특히 CSII 치료를 처음 시작할 때는 포도당 독성 때문에 인슐린 요구량이 높지만 CSII 치료를 계속하여 혈당이 정상화되면 점차 인슐린 요구량이 감소하므로 탄수화물/인슐린 비도 감소하게 되므로 환자가 혈당 변화에 대응하여 환자 자신이 스스로 이 값을 계산하고 상황의 변화에 대처할 수 있는 능력을 가지도록 교육하였다¹¹⁾.

탄수화물 계수법의 강의를 하기 전에 평상시에 많이 섭취하는 식품에 대해서 탄수화물 1교환단위에 해당하는 분량을 기록한 leaflet과 탄수화물 계수법의 제 1, 2, 3단계의 설명이 적힌 leaflet을 나누어 주었다.

대부분의 환자들이 탄수화물 계수법의 내용을 영양 교육을 통해 이해하였지만 이것을 실생활에 적용하기에는 부족하였다. 영양교육을 받은 환자를 대상으로 영양사와 환자가 개별적으로 만나서 영양상담을 약 30분 동안 1회 실시하여 탄수화물 계수법을 실제 생활에 적용할 수 있도록 도와 주었다. 이 과정에서 환자들이 식

사관리 방법으로 탄수화물 계수법을 실행하는데 문제점이 무엇인지를 파악하였다.

3. 탄수화물/인슐린의 비 계산과 생화학적 검사

환자는 매일 매끼 식사 전과 식사 2시간 후 그리고 취침 전에 손끝에서 채혈하여 휴대용 혈당 측정계 (Accutrend, Boehringer Mannheim)로 측정하였다. 모든 환자는 측정된 혈당과 공복에 주입하는 기초 인슐린 함량과 매끼 식사 때 주입하는 식사 인슐린 함량을 수첩에 기록하였다. 탄수화물 계수법을 실행하려면 탄수화물 식품의 종류와 그 분량을 알아야 하므로 CSII 치료를 시작한 후 혈당이 안정화되는 기간 동안 매끼마다 섭취하는 탄수화물 교환단위를 기록하여 자신이 매끼 섭취하는 탄수화물 함량을 알고 더 나아가 환자가 매끼마다 섭취하는 탄수화물의 양을 일정하게 하도록 하였다. 혈당이 정상화되면 영양교육과 상담을 통해 습득한 탄수화물 계수법을 이용하여 환자 스스로 탄수화물/인슐린의 비를 계산할 수 있도록 교육하였고, 영양상담을 할 때 영양사와 함께 환자 고유의 탄수화물/인슐린의 비를 계산하였다. 이 비는 당뇨병 상태가 호전 또는 악화되지 않으면 변하지 않으므로 퇴원하기 전에 계산한 값을 계속해서 실생활에 적용하도록 하였다. 즉, 환자들은 매끼 자신이 섭취할 탄수화물 교환단위만 계산하여 교환단위 수에 탄수화물/인슐린의 비를 곱하여 속효성 인슐린이나 초속효성 인슐린을 투여하도록 하였다. 그런데 많은 환자들이 적극적인 치료를 하면 당뇨병 상태가 호전되므로 이 탄수화물/인슐린의 비를 이용하여 인슐린을 투여하였는데 식후 혈당이 연속해서 2번 이상 120~130mg/dl보다 낮아지면 사용하던 탄수화물/인슐린의 비의 값을 감소시켜 식후에 혈당이 너무 낮게 떨어지는 것을 방지하도록 하였다.

혈청 지질을 분석하기 위해 입원한 다음날 공복에 EDTA가 함유된 튜브에 혈액을 채취한 후 4℃에서 30분간 원심분리하여 상층의 혈청을 분리하였다. 혈청 내의 총콜레스테롤과 혈청 내의 중성지방 농도는 영동제약의 kits를 이용하여서 비색정량하였다^{14,15}. HDL 콜레

스테롤은 침전시약을 이용하여서 LDL과 VLDL을 침전시킨 후¹⁶, 상등액의 콜레스테롤 함량을 영동제약의 kits로 비색정량하였다. LDL 콜레스테롤 농도는 Friedewald 식을 이용하여 계산하였다¹⁵. 혈장 내의 c-peptide 농도는 c-peptide 표준액을 이용하여 radioimmunoassay에 의해서 측정하였다¹⁰.

4. 통계적 처리

모든 자료는 Statistical Analysis System(SAS) program을 이용하여 통계처리하였다. 조사 대상자의 일반 사항, 혈당, 혈청 c-peptide 농도, 혈청 지질 농도, 그리고 매끼 식사의 탄수화물/인슐린의 비의 평균과 표준편차를 계산하였다. 또한 매끼 식사의 탄수화물/인슐린의 비에 영향을 미치는 요인은 다중 회귀분석 중 후진 선택법을 이용하여 선택하였고, 이 때 통계적 유의성은 $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

연구 결과 및 고찰

1. 조사 대상자의 일반 사항

조사 대상자들의 평균 연령은 51세이고, 평균 BMI는 21.5kg/m²로 정상 체격을 가진 제2형 당뇨병 환자이었다. 이들은 당뇨병 진단을 받은 지 평균 9.4년이었으며, 50%가 당뇨병 합병증을 가지고 있었다(Table 2). 합병증을 가진 조사 대상자의 50.1%가 신경 합병증을 가지고 있었고, 약 27.9%가 망막증이 있으며 약 11.5%가 신장 질환이 있었고, 10.5%가 심장혈관계 질환을 가지고 있었다.

Table 2. Characteristics of subjects

	Mean±SD
Age	50.7±14.2
Gender (Men %)	45
Duration of diabetes (years)	9.4±7.4
Body mass index (kg/m ²)	21.5±4.4
Complication (%)	50

CSII 치료받기 전에 조사 대상자의 공복 혈당은 $246.8 \pm 109.3 \text{mg/dl}$ 이고, 식후 2시간 혈당은 $339.3 \pm 112.4 \text{mg/dl}$ 이었다(Table 3). 장기간의 혈당 조절의 지표로 이용될 수 있는 HbA_{1c}치는 평균 $12.6 \pm 3.6\%$ 로 CSII 치료 전에 조사 대상자의 혈당은 정상적으로 조절되지 않고 있었다는 것을 반영하였다. 식전과 식후 혈청 c-peptide 농도로 보아 췌장의 베타 세포에서 인슐린이 분비되는 제2형 당뇨병 환자들이었다. CSII 치료 후에 공복 혈당은 $99.2 \pm 30.6 \text{mg/dl}$, 그리고 식후 2시간 혈당은 $148.1 \pm 59.5 \text{mg/dl}$ 로 정상화되었다.

조사 대상자의 평균 혈청 지질 농도는 미국의 National Cholesterol Education Program Expert Panel(NCEPEP)에서 심장혈관계 질환의 위험인자를 정할 때 기준값으로 정한 것인 혈청 총콜레스테롤 농도는 200mg/dl 이상이고, 혈청 LDL 콜레스테롤 농도는 130mg/dl 이상이며, 혈청 HDL 콜레스테롤 농도는 35mg/dl 미만이고, 혈청 중성지방 농도는 200mg/dl 이상인 범위에 포함되지 않았다(Table 3). 그러나 개인적으로 보았을 때 NCEPEP에서 정한 심장혈관계 질환의 위험인자의 기준 범위에 포함되는 환자들도 평균적으로 25% 정도 있어 식사관리를 교육할 때 포화지방과 콜레스테롤의 섭취를 주의해야 한다는 것을 무시할 수는 없었다.

Table 3. Serum glucose, c-peptide concentrations and lipid profiles prior to CSII therapy

	Mean ± SD
Fasting glucose (mg/dl)	246.8 ± 109.3
Post-prandial glucose (mg/dl)	339.3 ± 112.4
Fasting c-peptide (ng/ml)	1.5 ± 1.5
Post-prandial c-peptide (ng/ml)	2.6 ± 2.3
Hemoglobin A _{1c} (%)	12.6 ± 3.6
Total cholesterol (mg/dl)	198.1 ± 54.7
HDL cholesterol (mg/dl)	45.4 ± 10.2
LDL cholesterol (mg/dl)	108.3 ± 45.1
Triglyceride (mg/dl)	120.0 ± 68.2
Systolic blood pressure (mmHg)	135.2 ± 15.0
Diastolic blood pressure (mmHg)	85.5 ± 12.9

2. 탄수화물 계수법 교육에 있어서의 문제점

중전의 식품교환표를 이용한 당뇨병 식사관리는 환자에게 필요한 열량에 따라 각 식품군으로부터 하루에 섭취해야 하는 교환단위수를 모두 계산하여 이에 따라 섭취해야 하므로 환자가 각 식품군의 교환단위의 개념을 정확히 알아야 하고, 이것을 제대로 실행하기 위해서는 시간과 노력이 많이 들어 대부분 환자들이 이것을 지키는 것을 실패하고 자신이 지킬 수 있는 한두 가지만을 실행하면서 식사관리를 하고 있다고 생각하는 경우가 많았다¹⁷⁾. 또 다른 문제점은 이 식사관리 방법을 철저히 따르더라도 혈당에 주로 영향을 미치는 탄수화물의 섭취량이 매끼마다 차이가 있으면 식후 혈당이 정상 이상으로 높아지거나 정상 이하로 낮아지는 저혈당이 나타날 수도 있어 혈당 조절이 정상적으로 이루어지지 않을 수 있다는 것이다. 이에 비해 탄수화물 계수법은 모든 식품군의 섭취량을 각각 계산할 필요 없이 탄수화물이 많이 함유된 탄수화물 교환군의 섭취량만을 계산할 수 있으면 환자 자신의 생활 형태에 따라 섭취한 탄수화물을 이용할 수 있을 만큼의 인슐린을 투여하면 혈당을 정상적으로 조절할 수 있으므로 자유롭고 융통성 있게 식사관리를 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 모든 환자들은 식품교환표를 이용한 식사관리에 관해서는 여러 번 교육을 받았지만, 탄수화물 계수법에 대해서 처음 교육을 받는 것이어서 탄수화물 계수법의 개념을 이해하는데 여러 가지 어려운 점들이 있었다¹⁸⁾. 이러한 어려운 점을 극복하고 탄수화물 계수법을 이해하면 당뇨병 환자들도 당뇨병 식품교환군 표를 이용하는 식사관리보다 융통성 있고 이용하기 쉽다고 하였다.

탄수화물 계수법에 대한 교육을 한 번 받은 후에는 조사 대상자의 73%가 일반적인 식사관리에서 다루는 당뇨병 식품교환군 표를 이용하여 전체적인 열량 섭취량을 조절하는 방법과 탄수화물 계수법을 혼동하였다. 이것은 탄수화물을 비롯한 열량 영양소에 대한 개념이 부족하여 열량과 탄수화물을 구별하지 못하는 것에서 기인하는 것으로 여겨져 혈당은 열량을 섭취하였을 때 증가하였는데, 열량 영양소 중에서도 특히 탄수화물의

섭취가 혈당의 상승과 직접적인 관련이 있으므로 탄수화물의 섭취를 조절하는 것이 혈당 조절에 중요하다는 것을 강조하였다. 조사 대상자의 45%가 탄수화물 교환군과 교환단위에 대한 개념을 혼동하였다. 탄수화물 교환군의 정의가 추상적이어서 이것을 이해하는데 어려움이 있었다. 또한 대부분의 환자들은 탄수화물 1교환단위에 해당하는 식품 분량을 아는 것 같았지만 실제로 탄수화물 계수법을 실생활에 적용할 수 있는 조사 대상자는 21%밖에 없었다. 가장 큰 문제는 환자들이 탄수화물 계수법을 실생활에서 적용하고자 하는 동기 의식이 없어 영양교육 후에 처음에는 식사때마다 섭취한 탄수화물의 교환단위를 기록하도록 하여도 82%가 탄수화물 섭취량을 기록하지 않았다. 영양상담 후에는 기록하는 환자의 수가 점차 늘어 개선되었다. 본 연구에서는 환자가 탄수화물 섭취량을 기록하지 않았을 때는 연구 대상이 모두 병원에 입원한 사람이었으므로 간호사의 도움으로 탄수화물/인슐린의 비의 탄수화물 섭취량은 환자 개인에게 매끼 식사마다 주어지는 탄수화물 함량과 식단에 의해서 계산하였다.

Gregory와 Davis는 Vanderbilt University의 Medical Center Diabetes Research and Training Center(MCDRTC)에서 탄수화물 계수법을 이용한 임상 경험을 바탕으로 탄수화물 계수법을 교육하는 방법에 대해서 보고하였는데 이들은 본 연구와 유사하게 3단계로 나누어 교육하였지만, 그 교육기간과 교육 횟수에는 차이가 있었다. MCDRTC에서는 한 번에 한 단계씩 교육하고 한 단계마다 1~3번 정도의 교육 또는 상담하였고, 또한, 한 단계와 그 다음 단계에 1~2주씩 기간을 두고 교육하였다¹⁰⁾. 즉, 이들은 탄수화물 계수법을 교육하는데 3~6주에 걸쳐 3~9번의 강의나 상담을 하였다. 그러므로 본 연구에서는 강의나 상담 횟수가 너무 적고 단기적이어서 환자 스스로가 탄수화물 계수법을 실용화하기에는 어려운 상황이었다. 본 연구에서 교육 횟수나 기간이 짧았던 이유는 조사 대상자들이 병원에 입원한 기간이 평균 2주였고 퇴원하면 병원에 통원 치료를 자주 하는 것이 아니라 1~2개월에 한 번 정도 외래 진료를 받으므로 영양교육 상담을 정기적으로 할 수 없는 어려움 때문이

었다. 앞으로는 이러한 문제를 해결하여 탄수화물 계수법에 대한 좀더 체계적인 영양교육과 상담을 통해 환자 스스로가 실제로 생활에 적용할 수 있도록 도와주는 것이 필요하겠다.

3. 탄수화물/인슐린의 비

탄수화물 계수법을 교육의 마지막 단계에 환자 교육의 탄수화물/인슐린 비를 계산하여 실생활에 적용할 수 있는 것이 탄수화물/인슐린의 비이므로 이것은 탄수화물 계수법의 교육과 상담의 실제 결과라고 할 수 있겠다. 제2형 환자들은 아침, 점심, 저녁식사에 따라 탄수화물/인슐린 비가 달랐다. 아침식사의 탄수화물/인슐린 비는 4.1 ± 3.3 unit으로 점심식사의 2.9 ± 2.6 unit과 저녁식사의 2.8 ± 3.0 unit에 비해 높았고, 점심과 저녁식사의 탄수화물/인슐린 비는 유사하였다(Table 4). 이것은 점심이나 저녁식사에 비해 아침식사에는 탄수화물 1교환단위를 이용하는데 필요한 인슐린의 양이 높다는 것을 의미한다.

Table 4. Carbohydrate-to-insulin ratio of each meal

	Mean±SD
Breakfast (unit/23g CHO)	4.1±3.3
Lunch (unit/23g CHO)	2.9±2.6
Dinner (unit/23g CHO)	2.8±3.0

아침에는 포도당 대사에 관여하는 효소들이 약 12시간 동안 포도당의 섭취가 없어 작용을 하지 않다가 다시 작용해야 하므로 인슐린의 요구량이 점심이나 저녁 식사 후보다 높다고 여겨진다.

우리 나라의 제2형 당뇨병 환자들은 대부분 비만형으로 인슐린 저항성과 함께 췌장의 베타 세포에서 분비되는 인슐린의 양도 부족한 경우가 많아 인슐린을 공급해야 혈당이 정상적으로 조절되는 경우가 대부분이다¹¹⁾. 미국을 비롯한 서구의 제2형 당뇨병은 비만형이 주류를 이루고 혈당 조절에 체중 감량이 중요한 요인이다. 그러나 최근에 Goden 박사는 비만형 제2형 당뇨병도 조기에 인슐린을 치료하여 혈당을 정상에 가깝게 조절하는 것이 합병증 예방에 바람직하다고 하였다. 아직

까지 서구에서 제2형 당뇨병 환자에게 CSII 치료와 함께 탄수화물 계수법을 이용하여 혈당 조절을 한 보고는 없었다. 미국에서 제1형 당뇨병 환자의 탄수화물/인슐린의 비는 약 1~1.5단위로 보고하고 있다. 미국의 당뇨병 식품교환군 표에서 곡류군 1교환단위에 해당하는 탄수화물 함량이 15g이어서 탄수화물 1교환단위를 15g으로 정의하고 있다⁹⁾. 우리나라의 탄수화물 1교환단위는 탄수화물 23g이므로 이것을 15g으로 환산해서 계산하면 본 연구의 탄수화물/인슐린의 비인 약 1.5~2.5이므로 미국의 제1형 당뇨병 환자의 일반적인 탄수화물/인슐린 비로 알려진 1~1.5에 비해 높은 것을 알 수 있다⁹⁾. 이것은 같은 양의 탄수화물을 섭취하였을 때 이것을 동화하는데 필요한 인슐린의 양이 우리나라의 당뇨병 환자가 미국의 당뇨병 환자에 비해 많다는 것을 의미한다. 반면에 미국 당뇨병 환자의 기초 인슐린 주입량은 우리나라의 당뇨병 환자보다 2배 이상 높은 것으로 알려져 있다. 이것은 식이 섭취량과 관련이 있는 것으로 여겨지는데 미국 사람들은 지방이나 단백질의 섭취가 높아 식후 3~4시간에 혈당이 상승할 수 있어서 이것을 정상화하는데 기초 인슐린의 주입량이 증가하는 것으로 여겨진다.

4. 탄수화물/인슐린의 비에 영향을 미치는 요인 분석

독립변수인 성별, 나이, 체질량지수, 당뇨 경력, 식전과 식후 c-peptide 농도, 식전과 식후 포도당 농도, 혈청 지질 농도, 혈압 중 종속 변수인 아침, 점심, 저녁식사의 탄수화물에 영향을 미치는 요인을 다중 회귀분석 중 후진 선택법으로 선택하였다. 아침, 점심, 저녁식사에 관계없이 탄수화물/인슐린의 비는 성, 나이, 체질량지수 뿐만 아니라 CSII 치료 전의 식후 c-peptide 농도와 식

후 포도당 농도에 의해서 영향을 받았다(Table 5). 즉, 탄수화물/인슐린의 비는 환자 자신의 당뇨병 상태와 식후 혈당과 체내에서 분비되는 endogenous 인슐린 함량에 따라 영향을 받았다. 그러므로 적극적인 당뇨병 치료를 시작할 때 인슐린 투여량은 환자 개인의 성, 나이, 체질량지수, 식사 후의 c-peptide 농도와 식후 혈당에 의해서 결정해야 하는데 본 연구에서 결정한 회귀방정식이 도움이 될 것이다. 물론, 본 연구의 조사 대상자가 적으므로 계산한 회귀방정식이 적극적인 당뇨병 치료를 시작할 때 환자 개인에게 투여할 인슐린 양을 결정하는데 직접적으로 이용할 수는 없지만 지침이 될 수 있다. 앞으로 많은 환자를 대상으로 이러한 회귀방정식을 결정하면 적극적인 당뇨병 치료를 시작할 때 환자 개인에게 투여하기 시작해야 하는 인슐린 양을 결정하는데 직접적으로 활용할 수 있을 것으로 여겨진다.

결론 및 제언

본 연구의 목적은 인슐린 펌프로 지속적인 피하 인슐린 주입 치료를 시작하는 제2형 당뇨병 환자에게 탄수화물 계수법을 교육과 상담을 통해 이해시켜 환자들이 탄수화물 계수법을 실생활에서 적용하도록 하는 과정에서 나타나는 문제점이 무엇인지를 조사하고, 또한 탄수화물/인슐린의 비가 얼마이고, 당뇨병의 진전 정도를 나타내는 요인 중 탄수화물/인슐린 비에 영향을 미치는 요인이 무엇인지를 조사하는 것이다.

CSII 치료를 시작한 제2형 당뇨병 환자 24명을 대상으로 탄수화물 계수법에 대한 교육과 상담을 하여 환자들이 탄수화물 계수법을 이용하여 식사관리를 하도록 하였다.

조사 대상자가 탄수화물 계수법을 실생활에 적용하

Table 5. Regression equations of carbohydrate-to-insulin ratio

	Intercepts	Age	Gender	BMI	c-peptide after meal	Glucose after meal	R ²
Breakfast	-14.9*	0.11*	4.46*	0.26	-0.6	0.008	0.46
Lunch	-10.5*	0.05	3.32*	0.23	-0.38	0.007	0.35
Dinner	-13.7*	0.06	3.76*	0.28*	-0.36	0.008	0.39

* Significantly different from zero at $\alpha=0.05$.

는데 가장 큰 문제점은 탄수화물 계수법을 실행하고자 하는 동기 의식이 없는 것이었고, 이외에도 탄수화물 계수법이 당뇨병 식품교환군을 이용하는 식사관리 방법과 혼동하여 차이점을 인식하지 못하고, 탄수화물 교환군과 교환단위의 개념 정립과 1회분량을 정확하게 파악하지 못하는 것이었다.

조사 대상자의 탄수화물/인슐린의 비는 아침, 점심, 저녁식사이나에 따라 차이가 있었는데 아침이 점심이나 저녁식사에 비해 탄수화물/인슐린의 비가 높았다. 탄수화물/인슐린의 비에 영향을 미치는 요인에는 성, 나이, 체질량지수, CSII 치료 전의 식후 c-peptide 농도와 식후 혈당이 있었다.

결론적으로 좀더 체계적인 영양교육과 상담을 통해 탄수화물 계수법을 올바르게 이해하면 환자들이 식품교환군보다 더 쉽게 이용할 수 있고, 자신의 생활 형태에 따라 융통성 있게 실생활에 적용하기 쉬운 식사관리 방법이므로 적절한 영양교육 방법을 개발하여 많은 환자들이 탄수화물 계수법을 이용한 식사관리를 할 수 있도록 보급해야 하겠다. 탄수화물 계수법은 주로 적극적인 당뇨병 치료 방법인 CSII 치료나 다회 인슐린 주입방법에 적용할 수 있도록 개발되어 있지만, 전통적인 당뇨병 치료에도 이용할 수 있고 치료방법에 따라 인슐린의 종류와 투여 시간에 따라 체내에서 인슐린 작용력을 파악하고 이에 짝맞춰 섭취해야 하는 탄수화물 양을 계산하는 탄수화물 계수법을 개발하여 전통적인 치료에도 이용하는 것이 바람직하겠다.

참고 문헌

1. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group, The effect of intensive treatment of diabetes on the development of and progression of longterm complications in insulin-dependent diabetes mellitus, *New Engl. J. Med.*, 329:977, 1993.
2. The DCCT Research Group, Expanded role of the dietitian in the diabetes control and complications trial: Implications for clinical practice, *J. Am. Diet.*

- Assoc., 93:758, 1993.
3. Laurie, G., Rationale for and physiological basis of intensive diabetes management, In: *Intensive Diabetes management (2nd ed.)*, Va: American Diabetes Association, 1998.
4. Brackenridge, B.P., Counting carbohydrates: the key to proper bolusing. In: *Fredrickson K., ed. The Insulin Pump Therapy Book, Insights from the Experts*, CA: MeniMed Technologies, 1995.
5. Daly, A., Gillespie, S., Kulkarni, K., Carbohydrate counting: vignettes from the trenches, *Diabetes Spectrum*, 9:114, 1996.
6. 대한당뇨병학회, 한국인 당뇨병 환자를 위한 식사 지침, 1993.
7. American Diabetes Association, Position statement: nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus, *J. Am. Diet. Assoc.*, 94:504, 1994.
8. 최수봉, 박선민, 적극적인 당뇨병 치료와 영양, 1999.
9. Daly, A., Barry, B., Gillespie, S., Kulkarni, K., Richardson M., *Carbohydrate Counting: Getting Started*, Va and Il: American Diabetes Association and The American Dietetic Association, 1995.
10. Daly, A., Barry, B., Gillespie, S., Kulkarni, K., Richardson M., *Carbohydrate Counting: Moving On*, Va and Il: American Diabetes Association and The American Dietetic Association, 1995.
11. Daly, A., Barry, B., Gillespie, S., Kulkarni, K., Richardson M., *Carbohydrate Counting: Using Carbohydrate/Insulin Ratios*, Va and Il: American Diabetes Association and The American Dietetic Association, 1995.
12. Bucolo, G., David, H., Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes, *Clin. Chem.*, 20:470, 1973.
13. Allain, C.C., Poon, L.S., Enzymatic determination of

- total serum cholesterol, *Clin. Chem.*, 20:470, 1974.
14. Warnick, G.R., Benderson, J., Albers, J.J., Dextran sulfate-Mg²⁺ precipitation procedure for quantitation of high density lipoprotein cholesterol, *Clin. Chem.*, 28:1379, 1982.
 15. Friedewald, W.T., Levy, R.I., Fredrickson, D.S., Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge, *Clin. Chem.*, 18:499, 1972.
 16. 전준식, 구본정, 이진홍, 안미애, 송치운, 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에서의 인슐린 치료여부 결정에 있어서 C-펩티드 검사의 의의, *당뇨병*, 19:196, 1995.
 17. Park, S., Choi, E., Choi, S.B., Dietary habits in Korean type II diabetic patients, *Recent Advances on the Pathogenesis and Management of Diabetes Mellitus*, 9:332, 1998.
 18. Gregory R.P., Davis D.L., Use of carbohydrate counting for meal planning in type 1 diabetes, *Diabetes Educ.*, 20:406-409, 1994.
 19. 민현기, 한국인 당뇨병의 임상적 특징, *당뇨병*, 16:163, 1992.
 20. Gillespie, S., Kulkarni, K.D., Daly A.E., Using carbohydrate counting in diabetes clinical practice, *J. Am. Diet. Assoc.*, 98:897, 1998.