

제2형 당뇨병 환자에서 배달형 당뇨도시락 섭취 후 혈당 개선 효과

최종한^{1,2}, 민세희^{1,2}, 임경혜¹, 신윤정², 김민선^{1,2}

¹울산대학교 의과대학 서울아산병원 내분비내과, ²서울아산병원 당뇨병센터

Glucose-Lowering Effect of Home-Delivered Therapeutic Meals in Patients with Type 2 Diabetes

Jong Han Choi^{1,2}, Se Hee Min^{1,2}, Kyeong Hye Lim¹, Uoon Jeong Shin², Min-Seon Kim^{1,2}

¹Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine,

²Diabetes Center, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

Background: Medical nutrition therapy is a fundamental part of diabetes management; however, it is very difficult for patients to maintain the recommended diet programs. We investigated whether providing home-delivered therapeutic meals designed by registered dietitians could be useful in lowering blood glucose levels in patients with type 2 diabetes.

Methods: During a 12-day study period, we monitored the blood glucose levels of 19 patients with type 2 diabetes by continuous glucose monitoring. For the first six days, the participants maintained their usual lifestyles and were allowed to eat freely (free meal period). During the last six days, two out of the three main meals per day were replaced with home-delivered therapeutic meals designed for diabetes management (therapeutic meal period), during which snacks and exercise were freely allowed. Blood glucose levels and estimated glycated hemoglobin (eHbA1c) were compared between the two periods.

Results: Between the free meal period and the therapeutic meal period, mean blood glucose level and eHbA1c dropped by 11.9 mg/dL ($P < 0.001$) and 0.4% ($P = 0.002$), respectively. These results were mainly due to the decrease in postprandial glucose levels rather than preprandial glucose levels.

Conclusion: Providing home-delivered therapeutic meals designed for diabetes management was effective

Corresponding author: Min-Seon Kim

Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Korea, E-mail: mskim@amc.seoul.kr

Received: Nov. 21, 2019; Revised: Jan. 31, 2020; Accepted: Feb. 10, 2020

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2020 Korean Diabetes Association

in lowering the blood glucose levels in patients with type 2 diabetes.

Keywords: Blood glucose self-monitoring, Diabetes mellitus, type 2, Nutrition therapy

서론

다양한 당뇨병 약제의 개발로 혈당조절과 당뇨병 관리에 많은 진전이 있었지만, 당화혈색소(glycated hemoglobin, HbA1c) 조절 목표인 6.5% 미만을 달성한 환자는 4명 중 1명에 불과하다[1]. 모든 당뇨병 치료의 권고안들은 생활습관관리(lifestyle management)를 치료의 근간으로 제시하고 있으며, 그 중에서도 임상영양요법(medical nutritional therapy)의 중요성을 특히 강조하고 있다[2-4]. 임상영양요법은 당뇨병의 예방과 치료 전반에 있어 중심적인 역할을 하며, 혈당 감소 효과가 약물 치료와 견줄 만하거나 더 우수하면서도 부작용이 없다는 장점이 있다[2-4]. 또한 체중 감량 효과와 함께 이상지질혈증과 고혈압 등을 호전시키고 심혈관계 질환의 위험성을 감소시키며, 나아가 당뇨병 환자의 삶의 질을 향상시킨다[5]. 그러나 임상영양요법에 따른 식사를 지속적으로 유지하는 것은 당뇨병 치료에 있어 가장 어려운 부분 중 하나이다. 그 이유는 전문가에 의한 충분하고 지속적인 교육이 이루어지지 못하고 있고, 충분한 교육을 받았다고 하더라도 이를 지속하기 위해서는 환자와 가족들의 많은 노력이 필요하기 때문이다.

따라서 당뇨병 환자들을 위해 임상영양사(registered dietitian)에 의해서 설계된 식사를 집으로 배달해 주는 것은 이러한 한계를 극복하는 좋은 대안이 될 수 있다. 최근 당뇨병을 포함하여 다양한 질환식의 상업화 시도가 이루어지고 있지만 아직 그 효과가 입증되지 않았고 시장 규모도 미미한 상태이다. 그러나 최근 1인 가구가 빠르게 증가하면서 대도시를 중심으로 도시락을 집으로 배달해주는 시장이 빠르게 성장하고 있어 배달형 당뇨식의 임상적 효과와 시장성이 입증된다면 이러한 환경을 기반으로 많은 업체들의 참여와 경쟁을 유도할 수 있다. 이는 비용 절감 효과로 이어져

환자들에게 저렴하면서도 양질의 식사가 가능하게 하고 나아가 당뇨병 관리 전반의 개선을 기대할 수 있다.

이에 저자들은 당뇨병 환자들의 평소 식사를 임상영양사에 의해 설계된 배달형 당뇨식으로 대체하는 것이 환자의 혈당을 실질적으로 개선시킬 수 있는지 확인해보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 환자 및 표본 수 산출

본 연구는 서울 지역 단일 3차 병원의 당뇨병센터에서 제2형 당뇨병으로 의사에 의해 진단받고 3개월 이상 약물 치료 중인 20세 이상 75세 이하의 성인 환자들 중, 본 연구를 위해 임상영양사에 의해 설계된 혈당 개선을 위한 당뇨환자용 도시락(이하 당뇨도시락)의 제작 당일 배송이 가능한 서울과 경기도 지역에 거주 중인 사람들을 대상으로 하였다. 연구 배제기준은 1) 임신부, 2) 연구 시작 시점 이전 3개월부터 연구 종료 시점까지 혈당강하약물이나 그 외 혈당에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단되는 약물의 변경이 있었던 경우, 3) 속효성 인슐린(regular insulin, insulin lispro, insulin aspart, insulin glulisine) 또는 지속형 인슐린과 속효성 인슐린의 복합제를 사용하고 있는 경우, 4) 최근 1년 내의 위장관 수술 과거력이 있거나 그 외 소화 및 흡수에 영향을 줄 수 있는 위장관 질환이 있는 경우, 5) 정신지체, 알코올을 포함한 약물 의존의 과거력, 그 외 의사의 판단에 의해 연구의 순응도에 영향을 줄 수 있는 정신 질환이 있는 경우로 하였다. 연구대상 환자 수를 결정하기 위하여 본 연구와 설계가 유사한 연구에서 당뇨병 환자들을 대상으로 임상영양치료를 시행한 15명의 환자에서 연속혈당측정기로 측

정한 평균 혈당 결과를 보면, 섭취 전 혈당이 176.4 ± 38.1 mg/dL, 섭취 3일 후 139.9 ± 29.0 mg/dL로 평균 36.5 mg/dL가 호전되었다[6]. 이 연구 결과를 토대로 당뇨도시락 섭취 후 평균 혈당이 평균 36.5 mg/dL 정도 감소시키는 것을 검정한다고 할 때, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.18689$ 로 하는 필요한 대상자수는 16명이었다(PASS 15 Power Analysis and Sample Size Software 2017, NCSS; LLC, Kaysville, UT, USA). 따라서 20% 탈락률(4명)을 고려한 전체 대상자수는 20명으로 하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 연구대상의 기준에 부합하는 20명의 환자들을 대상으로 시행한 전향적 임상연구로, 당뇨도시락의 섭취 전후로 환자의 혈당 변화를 연속혈당측정(continuous glucose monitoring)을 통해 평가하였다. 첫 6일 동안은 평소와 같이 생활하면서 6일간 연속혈당측정을 하였으며, 두 번째 6일 동안은 당뇨도시락을 섭취하면서 연속혈당을 측정하였다. 당뇨도시락은 식사 1회당, 평균 총 열량 542.1 kcal, 탄수화물 75.8 g, 단백질 26.3 g, 지방 17.8 g, 나트륨 914.7 mg으로 구성되었으며, 제작 당일 아침 6시경에 거주지로 배송하였다. 연구 전 식재료에 대한 알레르기 반응의 과거력을 조사하여 개인별로 알레르기 유발이 가능한 식재료는 다른 식재료로 변경하여 제공하였다. 참여자들이 출근이나 기타 업무 등으로 제공된 3회의 식사 모두를 섭취하기 어려운 경우가 많은 점을 고려하여 하루 2회분, 6일 간 총 12회분을 제공하였으며, 아침, 점심, 저녁 중에 환자의 개인 환경에 따라 자유롭게 선택하여 섭취하도록 하였다.

연구 1주차 월요일에 당뇨병센터 교육실에서 연구에 대한 교육을 시행하고, 연속혈당측정기 센서를 부착하였다. 본 연구에 사용된 연속혈당측정기(iPro™2 Professional Continuous Glucose Monitoring; Medtronic, Minneapolis, MN, USA)는 5분 간격으로 혈당이 측정되었다. 연구 1주차 화요일 기상 직후부터 다음 주 월요일 기상 직전까지의 자유식 기간(free meal period)에는 평소

와 비슷한 수준의 식사 및 간식, 운동량을 유지하면서 혈당측정기(ACCU-CHEK® Performa; Roche, Basel, Switzerland)로 1일 4회의 혈당을 측정하고 식사일지를 작성하도록 하였다. 식사일지에는 주식사를 포함하여 간식 섭취 내용 및 기상시간, 취침시간을 기록하도록 하였다. 2주차 월요일에 내원하여 연속혈당측정기 센서를 교체하고, 자유식 기간에 작성한 혈당기록지 및 식사일지를 제출하였다. 2주차 화요일 기상 직후부터 다음 주 월요일 기상 직전까지의 치료식 기간(therapeutic meal period)에는 매일 아침 6시에 당뇨도시락 2회분을 배송하여 당일 섭취하도록 하였다. 3주차 월요일에 내원하여 연속혈당측정기를 제거하고 치료식 기간에 작성한 혈당기록지 및 식사일지를 제출 후 설문지를 작성하고 연구를 종료하였다.

전 연구 기간 동안 혈당에 영향을 줄 수 있는 약물의 추가나 종류, 용량의 변경은 제한하도록 하였으며 의사에 의해 해당 약물이 꼭 필요한 경우로 판단된 경우에는 연구진에게 알리도록 하였다. 연구 1주차 동안의 식사 및 간식, 운동을 포함한 신체활동, 음주 등은 평소 수준으로 유지하도록 하였으며, 2주차 동안에는 신체활동 및 음주 등은 1주차와 동일한 수준으로 유지되 식사는 1끼는 자유식으로 하고 나머지 2끼는 연구용 당뇨도시락을 섭취하도록 하였다. 당뇨도시락만으로 식사량이 부족하다고 느껴 추가로 먹는 식사나 간식 등의 섭취는 자유롭게 허용하였다. 각 그룹별로 10명씩, 총 2그룹으로 나뉘어 2019년 3월 11일부터 4월 15일까지 진행되었다.

연구의 일차결과지표(primary outcome)로는 자유식 기간과 치료식 기간에 연속혈당측정계로 측정된 전체 혈당치의 평균(total mean blood glucose)과 추정당화혈색소(estimated glycated hemoglobin, estimated HbA1c) [7]의 변화로 하였다. 이차결과지표(secondary outcome)로는 자유식 기간과 치료식 기간 사이의 매 식전, 매 식후 2시간 혈당의 변화로 하였다.

본 연구의 모든 절차는 임상연구심의위원회(institutional review board, IRB)의 검토와 승인을 받은 후 진행하였으며, 승인된 방법에 의해서만 연구를 진행하였다(IRB 과제

번호 2019-0095). 환자들에게 연구에 대한 전반적인 내용과 함께 연구를 통해 얻을 수 있는 이득 및 발생될 수 있는 손실에 대해 자세히 설명하고, 충분히 생각할 시간을 준 후에 자발적으로 동의한 환자들을 대상으로 연구를 진행하였다.

3. 통계 분석

연구 참여자의 기본 특성은 평균 \pm 표준편차로 표시하였으며, 추정당화혈색소 및 혈당(전체평균혈당, 매 식전 및 식후 2시간 혈당)은 평균 \pm 표준오차로 표시하였다. 자유식 섭취기간과 치료식 섭취기간의 임상 지표들의 비교를 위해 자료들의 정규성 검정 후에 대응표본 t 검정을 시행하였다. P 값이 0.05보다 작을 때 통계적으로 유의하다고 정의하였고, 통계 분석을 위하여 IBM SPSS Statistics 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다.

결과

1. 연구 참여자의 특성

20명의 환자가 연구에 참여하였으며, 이 중 1명의 환자가 연속혈당측정기 사용의 불편함 때문에 연구에서 탈락하여 총 19명의 환자가 연구를 종료하였다. 본 연구에 참여한 총 19명의 연구 대상자들의 기본 특성은 Table 1과 같다. 여성 환자의 비율이 63.2%로 다소 많았고, 평균 연령은 62.8세였다. 평균 당뇨병 유병기간은 10.0년이었으며, 평균 체질량지수(body mass index)는 25.1 kg/m²였다. 평균 공복혈당은 143.7 mg/dL, 평균 당화혈색소는 7.3%였다.

2. 당뇨도시락 섭취 전후의 혈당 변화

자유식 기간 동안 연속혈당측정기로 측정된 전체평균혈당은 161.0 mg/dL였고, 이를 통해 계산된 추정당화혈색소

의 평균은 7.2%로, 연구 참여 직전에 시행한 평균 당화혈색소 7.3%와 거의 일치하였다. 연속혈당측정기에 의해 5분 간격으로 측정된 혈당들을 1시간 간격으로 평균 계산하여 연구 대상자들의 혈당 변화를 그래프로 나타내었을 때, 자유식 기간에 비해 치료식 기간에 전반적인 혈당이 더 낮았고, 이는 낮 시간 동안의 식후 혈당에서 더욱 두드러졌다(Fig. 1). 자유식 기간과 비교하였을 때 치료식 기간의 전체평균혈당은 11.9 mg/dL, 추정당화혈색소는 0.4%가 감소하였고 이는 통계적으로 유의하였으며(total meal blood glucose: $P < 0.001$; estimated HbA1c: $P = 0.002$) (Table 2), 대부분의 환자(94.7%)에서 평균혈당과 추정 당화혈색소가 감소하였다. 그리고 본 연구 계획 당시에 결과지표로 목표하지는 않았으나 최근 연속혈당측정을 통한 혈당조절 정도의 지표로 많이 활용되고 있는 혈당 70 mg/dL에서 180 mg/dL 사이의 목표혈당 내 시간(time-in range) [8]에 있어서도 자유식 섭취기간 71.7%, 치료식 섭취기간 78.1%로 통계적으로 유의하게 개선되었으며($P = 0.005$) (Table 2), 많은 환자(68.4%)들이 목표혈당 내 시간이 증가하였음을 확인할 수 있었다.

식전혈당은 치료식 섭취기간에 아침 3.4 mg/dL, 점심 3.0 mg/dL 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았지만(아침: $P = 0.330$; 점심: $P = 0.457$), 저녁는 12.5 mg/dL로 통계적으로 유의하게 감소하였다($P = 0.039$) (Table 2). 식후 2시간 혈당은 아침과 저녁식사 후에 각각 22.1 mg/dL, 22.0 mg/dL씩 통계적으로 유의하게 감소하였고(아침: $P = 0.003$; 저녁: $P = 0.002$), 감소폭도 공복혈당 감소에 비해 더 컸다(Table 2). 점심 식후 2시간 혈당은 10.7 mg/dL가 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다($P = 0.210$) (Table 2). 치료식 섭취기간에 당뇨도시락 2개의 식후 2시간 혈당은 169.5 mg/dL로 자유식 1개의 식후 2시간 혈당 180.1 mg/dL보다 낮았으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다($P = 0.071$).

Table 1. Baseline clinical characteristics of the subjects

Characteristic	Value
Total number of subjects	19 (100.0)
Female	12 (63.2)
Age (y)	62.8 ± 7.9
Duration of diabetes (y)	10.0 ± 6.0
Anti-diabetic medications	
Metformin	19 (100.0)
Sulfonylureas	6 (31.6)
Thiazolidinediones	2 (10.5)
DPP-4 inhibitors	13 (68.4)
GLP-1 receptor agonists	1 (5.3)
Basal insulin	2 (10.5)
Height (cm)	162.5 ± 6.2
Weight (kg)	66.4 ± 10.9
Body mass index (kg/m ²)	25.1 ± 3.3
Systolic blood pressure (mm Hg)	134.7 ± 13.5
Diastolic blood pressure (mm Hg)	76.3 ± 6.0
Fasting plasma glucose (mg/dL)	143.7 ± 31.7
Glycated hemoglobin (HbA1c, %)	7.3 ± 1.2
Total cholesterol (mg/dL)	154.7 ± 21.9
HDL-C (mg/dL)	46.6 ± 8.3
LDL-C (mg/dL)	99.3 ± 21.7
AST (IU/L)	25.9 ± 16.7
ALT (IU/L)	20.8 ± 12.7

Values are presented as number (%) or mean ± standard deviation.

DPP-4, dipeptidyl peptidase-4; GLP-1, glucagon like peptide-1; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol; AST, aspartate transaminase; ALT, alanine transaminase.

고찰

본 연구는 당뇨병 환자들이 자유로운 생활 속에서 임상영양사에 의해 설계된 혈당 개선을 위한 당뇨 환자용 도시락의 형태로 배달하여 하루 2회 섭취하는 것만으로도

혈당을 유의하게 개선시킬 수 있음을 확인하였다는 점에서 그 의미가 있다. 이러한 결과는 연구에 제공된 식사 이외의 추가적인 식사와 간식, 운동 등 혈당에 영향을 줄 수 있는 다른 요소들은 모두 자유롭게 허용하였음에도 불구하고 유의한 차이를 보였다. 이와 같이 자유롭게 허용한 이유는 본

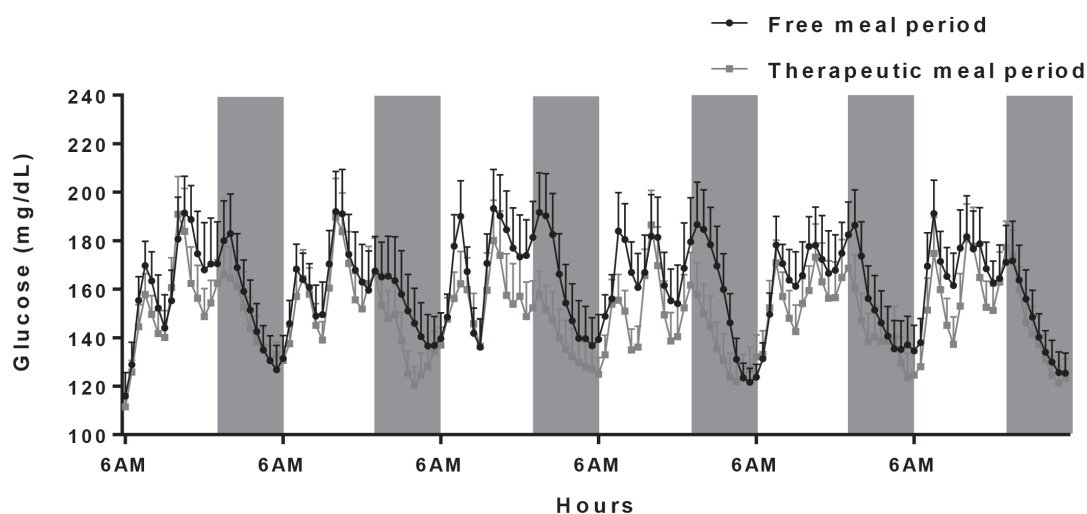


Fig. 1. Comparison of diurnal patterns in blood glucose levels between the free meal and the therapeutic meal period. Values are presented as mean \pm standard error of the mean.

Table 2. Changes in blood glucose levels during the intake of therapeutic meals

	Free meal	Therapeutic meal	P-value
Total mean blood glucose (mg/dL)	161.0 \pm 10.1	149.1 \pm 9.0	< 0.001
Estimated glycated hemoglobin (estimated HbA1c, %)	7.2 \pm 0.3	6.8 \pm 0.3	0.002
Time in range (%)	71.7 \pm 6.1	78.1 \pm 6.0	0.005
Preprandial blood glucose (mg/dL)			
Breakfast	138.6 \pm 8.2	135.1 \pm 7.9	0.330
Lunch	136.1 \pm 10.9	133.1 \pm 9.9	0.457
Dinner	155.2 \pm 13.5	142.7 \pm 10.2	0.039
Postprandial blood glucose (mg/dL)			
Breakfast	195.0 \pm 15.2	172.9 \pm 13.2	0.003
Lunch	197.7 \pm 14.6	187.0 \pm 15.5	0.210
Dinner	187.6 \pm 12.8	165.6 \pm 11.5	0.002

Values are presented as mean \pm standard error of mean.

Time in range: the percentage of time that a person spends with their blood glucose levels in a target range, blood glucose \leq 180 mg/dL. We performed a paired t-test to statistically verify the differences between the free meal period and the therapeutic meal period after a normality test.

연구의 목적이 환자와 보호자의 영양치료에 대한 추가적인 노력 없이 평소 식사를 당뇨도시락으로 대체하여 섭취하는 것만으로도 혈당 개선을 시킬 수 있는지를 확인하는 것에 있었기 때문이다. 그리고 연속혈당측정기를 이용하여 2주

간의 혈당 변동을 면밀히 비교하였다는 점도 본 연구의 또 다른 강점이라고 할 수 있다. 본 연구와 같은 탐색적 단계의 단기간 연구는 혈당조절 정도를 평가할 적절한 지표가 많지 않다. 혈당조절 정도를 평가하기 위해 주로 사용되는 당화

혈색소는 3개월 정도의 평균혈당을 반영하기 때문에 이 이하의 기간 동안 시행된 연구에서 지표로 삼기에는 부적절하고, 혈당변동성을 효과적으로 반영하지 못한다는 제한점이 있다[9]. 따라서 본 연구에서 사용한 연속혈당측정은 전반적인 혈당조절 정도를 파악하고 혈당의 변동성을 확인하기 위한 가장 적절한 방법이라고 할 수 있다.

본 연구와 같이 임상영양사에 의해 설계된 당뇨병 치료식을 환자의 집으로 배달하여 일상생활 속에서 자유롭게 섭취하도록 한 후의 혈당 강하 효과를 확인한 연구는 이전에 거의 없었다. 기존의 임상영양요법의 혈당 감소효과를 비교한 연구들은 대부분 임상영양사들에 의한 집중적인 영양교육과 관리 후의 혈당 강하 효과를 비교하였는데, 한 메타 분석 결과를 보면 제 2형 당뇨병 환자에서 이러한 임상영양요법에 의한 당화혈색소 감소효과는 0.3~2.0%였다[5]. 또한 한 연구에서는 본 연구와 유사하게 당뇨병 치료식을 제공하여 섭취하도록 하고 혈당 강하 효과를 연속혈당측정을 통해 비교하였지만, 본 연구와는 달리 환자들이 입원한 상태에서 시행한 연구였는데, 이 연구에서는 평균 연속혈당이 36 mg/dL 정도 감소하였다[6]. 본 연구에서는 평균혈당 11.9 mg/dL, 추정당화혈색소 0.4%가 감소하였고 목표혈당 내 시간도 6.4% 상승하였으며 이는 모두 통계적으로 유의하였다(Table 2). 비록 연구 방법에 차이는 있으나 앞선 연구 결과들과 비교하였을 때, 이러한 결과는 앞서 언급한 연구들의 혈당 감소에 비해서는 상대적으로 낮은 편이다. 이러한 결과는 제공된 당뇨도시락 외에 추가적인 부식이나 간식이 자유롭게 허용되었고, 3끼 중 2끼만을 제공하고 다른 1끼는 자유식을 허용하여 자유식의 섭취량이 상대적으로 증가했을 가능성이 있다. 또한 연구 전 당화혈색소 7.3%, 자유식 기간의 추정당화혈색소 7.2%로 평소 혈당조절이 비교적 양호한 사람들이 연구에 참여한 것도 기대보다 적은 혈당 감소의 원인 중 하나일 수 있다. 앞서 언급한 영양요법의 연구들이나 경구혈당강하제의 혈당 감소 효과에 대한 임상 연구들은 대부분 평균 당화혈색소 8.0% 이상에서 시행되었고[5,10,11], 기저 당화혈색소가 낮을수록 치료에 따른 당화혈색소 감소효과가 낮다는 것은 잘 알려져 있다[12]. 따

라서 본 연구와 같이 낮은 당화혈색소를 보이는 환자에서는 혈당 감소 효과가 낮게 나타나는 것이 일반적이다. 이렇게 혈당조절 상태가 양호한 환자들이 연구에 모집된 것은 연구 참여자가 6일간 12회의 식사를 규칙적으로 섭취하면서, 일 4회의 혈당측정과 식사일지의 작성하고 1주일 간격으로 총 3회의 병원 방문이 가능하여야 했는데, 이러한 환자들은 평소에도 이러한 생활 습관의 조절에 보다 주의를 기울이는 환자였을 가능성이 높기 때문에 생각해볼 수 있다. 이러한 점에도 불구하고 통계적으로 유의한 혈당 감소를 보여준 것은 환자와 보호자가 임상영양요법을 포함한 생활습관 관리에 추가적인 부담없이 당뇨도시락을 섭취하는 것만으로도 혈당강하효과를 보여주는 의미있는 결과라고 하겠다.

이러한 혈당의 감소는 식전 혈당보다는 식후 혈당의 감소에서 기인하는 바가 컸다. 아침, 점심 식전 혈당은 유의한 차이가 없었으며, 저녁 식전 혈당은 유의하게 감소한 결과를 보였으나 감소 정도는 식후 혈당보다 작았다(Table 2). 식후 혈당은 아침과 저녁에 통계적으로 유의하게 감소하였고 저녁 식전 혈당의 감소 정도에 비해서도 상당히 크게 나타났다(Table 2). 그러나 점심 식후 혈당에는 유의한 변화가 없었는데, 이는 19명의 연구참여자 중 11명이 당뇨도시락을 주로 아침과 저녁식사로 섭취하였고, 점심식사는 출근 등의 이유로 외부에서 식사하는 경우가 많았기 때문으로 판단된다. 이러한 식후 혈당의 감소가 제공된 치료식의 혈당 강하 효과에 의한 것임을 보다 명확하게 확인하기 위해, 치료식 기간 중에 2회의 당뇨도시락을 섭취하고 난 후의 2시간 혈당과 1회의 자유식을 섭취하고 난 후의 2시간 혈당을 비교하였을 때 당뇨도시락 2끼의 식후 2시간 혈당은 169.5 mg/dL로 자유식 1끼의 식후 2시간 혈당 180.1 mg/dL보다 10.6 mg/dL 더 낮았으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다($P = 0.071$). 그러나 당뇨도시락 섭취에 대응하는 자유식 기간 식사의 식후 혈당은 194.4 mg/dL로, 치료식 기간의 자유식 섭취에 대응하는 자유식 기간 식사의 식후 혈당 190.0 mg/dL와 비교하여 더 높았다. 따라서 당뇨도시락은 식후 2시간 혈당을 194.4 mg/dL에서 169.5 mg/dL로 24.9 mg/dL 감소시켰으며 이는 통계적으로 유의하였지만

($P < 0.001$), 자유식은 190.0 mg/dL에서 180.1 mg/dL로 9.9 mg/dL 감소하는데 그쳤고 이는 통계적으로 유의하지 않았다($P = 0.146$). 따라서 당뇨도시락은 치료식 섭취기간에 자유식과 비교하여 15.0 mg/dL 더 감소시켰으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다($P = 0.045$). 결론적으로 본 연구에서의 혈당 감소 효과는 당뇨도시락에 의한 식후혈당 감소가 더 크게 기여한다고 할 수 있다.

본 연구는 단일 기관에서 19명이라는 적은 표본 수의 환자들을 대상으로 6일 간의 단기간의 임상영양요법만으로 혈당 강하 효과를 비교한 연구라는 제한점이 있다. 또한 적절한 대조군의 설정 없이 동일 대상자들에서 제공된 연구용 당뇨식 섭취 전후의 결과만을 비교하였다는 점 역시 제한점이다. 이러한 점을 보완하기 위해 향후에 보다 많은 수의 환자들을 대상으로 적절한 대조군과의 비교를 통해 보다 명확하게 효과를 입증할 필요가 있다. 또한 3개월 이상의 장기간 연구를 통해 실제 당화혈색소의 감소 효과를 확인하고, 체중과 체지방률, 허리둘레 등의 신체계측 지표와 이상지질혈증, 비알코올성 지방간질환 등의 동반질환들의 개선여부 등 다양한 임상 지표들의 개선 여부 등에 대해서도 동시에 평가해 볼 필요가 있다[13,14]. 장기적으로는 시판 후 조사를 통해 이러한 형태의 새로운 임상영양치료의 혈당 강하 효과가 지속될지, 현실적으로 많은 환자에서 지속 가능한지에 대해서도 확인할 필요가 있다.

본 연구 결과는 바쁜 일상 속에서 적절한 식사를 섭취하지 못하고 있는 수많은 당뇨 환자들에게 손쉽게 양질의 식사를 제공하는 현실적인 방안을 제시하고 그 효과를 확인하였다는 점에서 가장 큰 의의가 있다고 하겠다. 배달형 당뇨식의 효과에 대한 근거가 더 입증되어 많은 환자들이 배달형 당뇨식을 찾게 되면 시장 규모가 확대되고 가격경쟁력이 확보될 수 있다. 그리하여 보다 많은 환자들이 적절한 임상영양요법을 통해 개선된 당뇨병 관리를 받을 수 있을 것으로 기대되며 이것은 새로운 당뇨병 약제 하나를 개발하는 것 이상의 효과를 기대할 수 있다.

감사의 글

This study was conducted by the Diabetes Center of Asan Medical Center at the request of Hyundai Green Food. The design and progress of the study were carried out by the medical staff at the Asan Diabetes Center. Hyundai Green Food Co., Ltd. was in charge of providing research funds and designing, manufacturing, and delivering the therapeutic meals for research.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflicts of interest relevant to this article were reported.

REFERENCES

1. Won JC, Lee JH, Kim JH, Kang ES, Won KC, Kim DJ, Lee MK. Diabetes fact sheet in Korea, 2016: an appraisal of current status. *Diabetes Metab J* 2018;42:415-24.
2. Aschner P. New IDF clinical practice recommendations for managing type 2 diabetes in primary care. *Diabetes Res Clin Pract* 2017;132:169-70.
3. Kim MK, Ko SH, Kim BY, Kang ES, Noh J, Kim SK, Park SO, Hur KY, Chon S, Moon MK, Kim NH, Kim SY, Rhee SY, Lee KW, Kim JH, Rhee EJ, Chun S, Yu SH, Kim DJ, Kwon HS, Park KS; Committee of Clinical Practice Guidelines, Korean Diabetes Association. 2019 Clinical practice guidelines for Type 2 diabetes mellitus in Korea. *Diabetes Metab J* 2019;43:398-406.
4. American Diabetes Association. 5. Lifestyle management: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. *Diabetes Care* 2019;42(Suppl 1):S46-60.
5. Franz MJ, MacLeod J, Evert A, Brown C, Gradwell E, Handu D, Reppert A, Robinson M. Academy of

- nutrition and dietetics nutrition practice guideline for type 1 and type 2 diabetes in adults: systematic review of evidence for medical nutrition therapy effectiveness and recommendations for integration into the nutrition care process. *J Acad Nutr Diet* 2017;117:1659-79.
6. Matsumura M, Nakatani Y, Tanka S, Aoki C, Sagara M, Yanagi K, Suzuki K, Aso Y. Efficacy of additional canagliflozin administration to type 2 diabetes patients receiving insulin therapy: examination of diurnal glycemic patterns using continuous glucose monitoring (CGM). *Diabetes Ther* 2017;8:821-7.
 7. Nathan DM, Kuenen J, Borg R, Zheng H, Schoenfeld D, Heine RJ; A1c-Derived Average Glucose Study Group. Translating the A1C assay into estimated average glucose values. *Diabetes Care* 2008;31:1473-8.
 8. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, Amiel SA, Beck R, Biester T, Bosi E, Buckingham BA, Cefalu WT, Close KL, Cobelli C, Dassau E, DeVries JH, Donaghue KC, Dovc K, Doyle FJ 3rd, Garg S, Grunberger G, Heller S, Heinemann L, Hirsch IB, Hovorka R, Jia W, Kordonouri O, Kovatchev B, Kowalski A, Laffel L, Levine B, Mayorov A, Mathieu C, Murphy HR, Nimri R, Nørgaard K, Parkin CG, Renard E, Rodbard D, Saboo B, Schatz D, Stoner K, Urakami T, Weinzimer SA, Phillip M. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care* 2019;42:1593-603.
 9. Chehregosha H, Khamseh ME, Malek M, Hosseinpanah F, Ismail-Beigi F. A view beyond HbA1c: role of continuous glucose monitoring. *Diabetes Ther* 2019;10:853-63.
 10. Chaudhury A, Duvoor C, Reddy Dendi VS, Kraleti S, Chada A, Ravilla R, Marco A, Shekhawat NS, Montales MT, Kuriakose K, Sasapu A, Beebe A, Patil N, Musham CK, Lohani GP, Mirza W. Clinical review of antidiabetic drugs: implications for type 2 diabetes mellitus management. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2017;8:6.
 11. Palanisamy S, Yien ELH, Shi LW, Si LY, Qi SH, Ling LSC, Lun TW, Chen YN. Systematic review of efficacy and safety of newer antidiabetic drugs approved from 2013 to 2017 in controlling HbA1c in diabetes patients. *Pharmacy (Basel)* 2018;6:E57.
 12. Giugliano D, Maiorino M, Bellastella G, Chiodini P, Esposito K. Relationship of baseline HbA1c, HbA1c change and HbA1c target of < 7% with insulin analogues in type 2 diabetes: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Int J Clin Pract* 2011;65:602-12.
 13. Kelly RB. Diet and exercise in the management of hyperlipidemia. *Am Fam Physician* 2010;81:1097-102.
 14. Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, Charlton M, Cusi K, Rinella M, Harrison SA, Brunt EM, Sanyal AJ. The diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease: Practice guidance from the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology* 2018;67:328-57.