

2005 국민건강영양조사 자료 분석을 통한 한국 성인 남녀의 식이 중 Glycemic Index, Glycemic Load 및 탄수화물 섭취 수준과 당뇨 발병과의 관련성 연구

김은경 · 이정숙 · 홍희옥[§] · 유춘희

상명대학교 생활환경학부 외식영양학과

Association between Glycemic Index, Glycemic Load, Dietary Carbohydrates and Diabetes from Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2005

Kim, Eun Kyung · Lee, Jung Sug · Hong, Heeok[§] · Yu, Choon Hie

Department of Food Service Management and Nutrition, Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to establish an association between glycemic index (GI), glycemic load (GL), dietary carbohydrates and diabetes with the context of the current population dietary practice in Korea. The subjects of 3,389 adults (male 1,430, female 1,959) were divided into normal (serum fasting glucose < 100 mg/dL), impaired glucose tolerance (100 ≤ serum fasting glucose < 126 mg/dL), diabetes (serum fasting glucose > 126 mg/dL) by serum fasting glucose. Anthropometric and hematologic factors, and nutrient intakes, dietary glycemic index (DGI), dietary glycemic load (DGL) were assessed. Multiple logistic regression model was used to determine the odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals for relationship of DGI, DGL, carbohydrates intakes, and diabetes. DGI and DGL were not significantly correlated with impaired glucose tolerance and diabetes. However, the risk of impaired glucose tolerance and diabetes showed a tendency to increase as increase of DGI after multivariate adjustment (age, education, income, region area, diabetes family history, smoking, drinking, exercise, energy intake) in male. The risk of impaired glucose tolerance and diabetes showed a tendency to increase in the DGI 71.1–74.8 after multivariate adjustment in female. DGL was inversely related to impaired glucose tolerance and diabetes in male. In female, however, DGL was positively related to impaired glucose tolerance and diabetes. In particular, the risk of diabetes increased positively in level of DGL 260.5, and remained after multivariate adjustment (Q5 vs Q1 : 2.38, 0.87–6.48). When percent energy intakes from carbohydrates were more than 70%, the risk of impaired glucose tolerance and diabetes increased in both male and female. In particular, when percent energy intakes from carbohydrates were more than 69.9%, the risk of diabetes increased positively in male (Q4 vs Q1 : 2.34, 1.16–4.17). In conclusion, above 70% energy intakes from carbohydrates appeared to be a risk factor of diabetes. It seemed that the meal with high GI and GL value must be avoided it. And also, the macronutrients of the meal must be properly balanced. In particular, it may be said that it is a preventive way for treatment of the diabetes to avoid eating carbohydrates of much quantity. (Korean J Nutr 2009; 42(7): 622~630)

KEY WORDS: KNHANES, diabetes, glycemic index, glycemic load, carbohydrate intake.

서 론

전 세계적으로 당뇨병 환자의 발생률은 꾸준히 증가하는 추세에 있으며,¹⁾ 우리나라도 예외는 아니다. 국민건강영양조

사 결과 30세 이상 성인의 당뇨병 유병률은 2001년 8.6%, 2005년 9.2%, 2007년 9.5%로 보고되고 있으며,²⁾ 2007년 당뇨병으로 인한 사망이 인구 10만명당 22.9명(남자 23.1명, 여자 22.8명)으로 나타나 우리나라 사망원인 중 5위에 해당하였다.³⁾ 당뇨병은 여러 환경적인 요인뿐만 아니라 식이요인에 영향을 받는 것으로 보고되고 있다.⁴⁾ 선행연구에서 동물성 지방 및 단순당을 더 많이 섭취하는 경우 당뇨병의 발병률을 높일 수 있다고 하였으며,^{5,6)} 탄수화물의 과잉섭취 또는 채소나 과일의 섭취부족 역시 당뇨병의

접수일 : 2009년 9월 18일 / 수정일 : 2009년 10월 7일

채택일 : 2009년 10월 9일

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail: hhong5802@hanmail.net

발생과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.⁷⁾

최근 혈당지수 (glycemic index, GI)와 당뇨병 발병 사이에 관련성이 있는 것으로 밝혀지면서 혈당지수에 대한 관심이 증가하고 있다. GI는 Jenkins 등⁸⁾에 의해 제안된 것으로 기준이 되는 식품에 대해 비교하는 특정 식품의 식후 혈당의 반응 정도를 나타내며, 혈당부하지수 (glycemic load, GL)는 식이 중 탄수화물을 질적·양적으로 평가하기 위해 고안된 것이다.⁹⁾ 식이 중 GI, GL 수준과 당뇨병 예방 및 치료 사이의 관련성 파악을 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. Murakami 등¹⁰⁾은 식이 GI, GL의 섭취 수준 증가 시 공복기 혈당이 증가한다고 하였으며, Schulze 등¹¹⁾의 연구에서는 식이 GI 수준이 당뇨병 발생을 증가시키는 식이요인으로 밝혀졌으나, 식이 GI 수준이 높을지라도 곡류를 통한 식이섬유 섭취량이 많을 경우 당뇨병 발병의 위험을 낮추는 것으로 보고되고 있다. 또한 Du 등¹²⁾은 GI가 낮은 식이가 인슐린 민감성과 지질 대사를 개선시켜 만성질환을 예방하는데 효과적이라고 보고하였으며, GL은 탄수화물의 섭취와 높은 상관관계가 있으나 대사성질환 발생과의 관련성은 명확하지 않다고 하였다.

이와 같이 외국의 경우 식이 중 GI, GL 수준과 당뇨병과의 관련성 파악을 위한 다양한 연구들이 수행되고 있으나, 국내의 경우 특정 식품에 대한 혈당반응에 관한 연구들이 대부분이며, 혈당지수가 높은 쌀을 주식으로 하는 우리나라의 경우 식이 GI, GL 수준과 당뇨병 사이의 관련성에 관한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 2005 국민건강영양조사자료를 활용하여 한국 성인 남녀의 식이 중 GI, GL 수준 및 탄수화물 섭취비와 당뇨병 및 내당능장애 사이의 관련성을 파악하고자 하였다.

연구방법

조사대상자

본 연구에서는 보건복지가족부에서 전국적으로 실시한 2005 국민건강영양조사 자료를 이용하였다. 2005 국민건강영양조사에서 건강 설문조사, 검진조사 및 식이조사에 참여한 대상자 중 30~64세 성인 남녀 3,389명(남자 1,430명, 여자 1,959명)을 조사 대상으로 선정하였다.

혈당지수 데이터베이스 구축

혈당지수 (glycemic index, GI)의 데이터베이스는 2002년 Foster-Powell 등이 발표한 international table¹³⁾과 호주 시드니대학의 자료¹⁴⁾ 및 국내 GI 관련 사이트¹⁵⁾ 등을 통하여 수집 정리된 자료를 활용하여 구축하였다. 이렇게 구

축된 GI 자료를 활용하여 조사대상자들의 하루 총 식이섭취량을 통한 식이 GI (dietary glycemic index, DGI) 및 식이 GL (dietary glycemic load, DGL)⁹⁾을 계산하였다. 하루 총 식이를 통한 DGI와 DGL의 계산식은 아래와 같다.

$$\text{하루 총 DGI} = \sum_{i=1}^n (\text{식품GI} \times \text{식품탄수화물함량}) / \text{하루총섭취탄수화물함량}$$

$$\text{하루 총 DGL} = \sum_{i=1}^n (\text{식품GI} \times \text{식품탄수화물함량}) / 100$$

조사내용 및 통계분석 방법

체위자료는 검진조사자료 중에서 체중, 신장, 허리둘레를 이용하였고, 신장과 체중을 활용하여 BMI를 계산하였다. 혈압은 최종 수축기 혈압과 최종 이완기 혈압을 이용하였으며, 혈당은 공복기 및 당부하시험 (2시간 후) 혈당 자료를 활용하였다.

당뇨와 내당능장애 판정은 최근 대한당뇨병학회에서 발표한 자료¹⁶⁾를 기준으로 공복 시 혈장혈당 100~125 mg/dL 또는 75 g 당부하시험 시의 혈장혈당 140~199 mg/dL인 경우를 내당능장애로, 공복 시 혈장혈당이 126 mg/dL 이상이거나 75g 당부하시험 시의 혈장혈당이 200 mg/dL 이상인 경우를 당뇨로 분류하였다. 또한 건강설문조사 자료 중 당뇨병 의사진단을 받았거나 인슐린 치료 또는 경구 혈당강하제를 복용한다고 응답한 경우에도 당뇨병으로 분류하였다.

모든 자료의 통계처리는 SAS 9.13 (SAS Institute Inc, Cary, NC)과 SUDAAN 9.1 (SUDAAN, Research Triangle Institute, Research Triangle Park, NC)을 이용하였다. 국민건강영양조사는 2차 층화집락추출방법으로 표본을 추출하였기 때문에 이에 따른 가중치를 고려하여 평균과 표준오차를 구하였다. 체위, 혈당 및 영양소 섭취량에 따른 정상군 (normal), 내당능장애군 (impaired glucose tolerance), 당뇨군 (diabetes) 사이의 유의성 검증은 Bonferroni's multiple t-test를 이용하였다. 또한 DGI, DGL 및 탄수화물 섭취 비가 당뇨병과 내당능장애 (당뇨병 포함) 발생의 위험도에 미치는 영향을 파악하기 위해 로지스틱 회귀분석 (logistic regression analysis)을 이용하여 승산비 (odds ratio, ORs)와 95% 신뢰구간 (confidence interval, CI)을 구하였다. 로지스틱 회귀분석 시 여러 요인들이 당뇨병과 내당능장애 발생의 위험에 영향을 미칠 수 있으므로, 당뇨병 및 내당능장애에 영향을 미치는 인자로 알려진 요인, 즉 연령, 교육수준, 수입, 거주지역, 당뇨병 가족력, 흡연, 음주, 운동, 에너지 섭취량을 보정하였다.

결 과

조사대상자의 당뇨발생 비율

조사대상자의 내당능장애 및 당뇨병 발생 비율은 Fig. 1 과 같다. 남자의 경우 30~49세는 정상군 75.1%, 내당능장애군 19.4%, 당뇨병군 5.5%이었고, 50~64세는 정상군 58.7%, 내당능장애군 24.8%, 당뇨병군 16.5%이었다. 여자의 경우 30~49세는 정상군 87.2%, 내당능장애군 9.4%, 당뇨병군 3.5%이었으며, 50~64세는 정상군 73.8%, 내당능장애군 15.1%, 당뇨병군 11.1%로 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 내당능장애와 당뇨병 발생의 비율이 유의적으로 증가하였다

($p < 0.05$).

조사대상자의 일반적인 사항

조사대상자의 혈당수준에 따른 일반적인 사항 및 열량 영양소 섭취량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 연령을 보면 남녀 모두 정상군에 비해 내당능장애군과 당뇨병군의 연령이 유의적으로 높았으며, 정상군에 비해 당뇨병군의 체중, 허리둘레, BMI는 유의적으로 높았으나, 신장은 유의적으로 낮았다 ($p < 0.05$). 남녀 모두 수축기혈압과 이완기혈압 역시 정상군이 내당능장애 및 당뇨병군에 비해 유의적으로 낮았으나 ($p < 0.05$), 모든 군에서 수축기혈압은 130 mmHg 이하, 이완기혈압은 90 mmHg 이하로 나타나 정상범위에

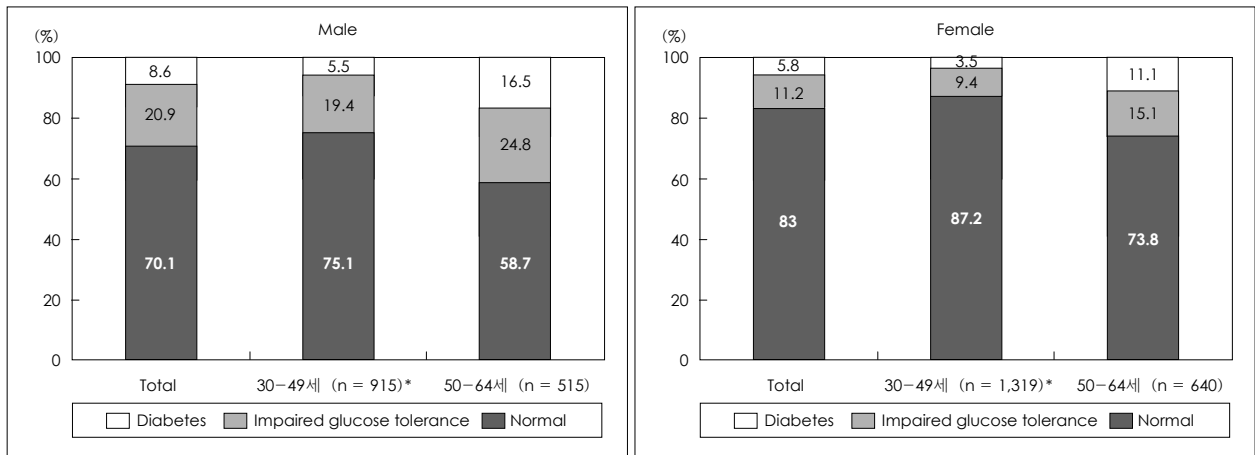


Fig. 1. Distribution of diabetes and impaired glucose tolerance of subjects. * : Significantly different between two age groups at $\alpha = 0.05$ by Chi-square test.

Table 1. General characteristics and macro-nutrient intake of subjects

Variables	Male			Female		
	Normal (n = 979)	IGT ¹⁾ (n = 305)	Diabetes (n = 146)	Normal (n = 1,616)	IGT (n = 235)	Diabetes (n = 108)
Age (year)	43.0 ± 0.4 ^{2)c}	46.7 ± 0.6 ^b	50.6 ± 0.8 ^a	43.7 ± 0.3 ^c	48.0 ± 0.7 ^b	51.7 ± 1.2 ^a
Weight (kg)	68.8 ± 0.4 ^b	71.4 ± 0.8 ^a	70.5 ± 1.1 ^a	57.8 ± 0.2 ^b	62.4 ± 0.6 ^a	61.2 ± 1.1 ^a
Height (cm)	169.6 ± 0.2 ^a	168.8 ± 0.4 ^{ab}	167.4 ± 0.6 ^b	157.4 ± 0.2 ^a	157.1 ± 0.4 ^a	155.4 ± 0.6 ^b
Waist (cm)	83.4 ± 0.3 ^b	87.2 ± 0.6 ^a	88.1 ± 0.8 ^a	77.4 ± 0.3 ^b	83.6 ± 0.7 ^a	85.3 ± 1.0 ^a
BMI (kg/m ²)	23.9 ± 0.1 ^b	25.0 ± 0.2 ^a	25.1 ± 0.3 ^a	23.3 ± 0.1 ^b	25.3 ± 0.2 ^a	25.3 ± 0.4 ^a
Systolic blood pressure (SBP: mmHg)	119.2 ± 0.5 ^b	124.9 ± 1.0 ^a	128.8 ± 1.4 ^a	112.2 ± 0.6 ^b	122.1 ± 1.4 ^a	123.0 ± 1.5 ^a
Diastolic blood pressure (DBP: mmHg)	80.6 ± 0.4 ^b	84.3 ± 0.8 ^a	84.2 ± 1.3 ^a	74.1 ± 0.4 ^b	79.4 ± 0.7 ^a	78.2 ± 1.0 ^a
Serum fasting glucose (FG: mg/dL)	88.8 ± 0.2 ^c	104.9 ± 0.5 ^b	156.9 ± 5.5 ^a	87.1 ± 0.2 ^c	105.1 ± 0.6 ^b	151.1 ± 5.9 ^a
Glucose tolerance test (GTT: mg/dL)	92.5 ± 1.2 ^c	122.8 ± 3.6 ^b	272.2 ± 17.9 ^a	92.3 ± 0.8 ^c	125.0 ± 3.0 ^b	240.1 ± 15.1 ^a
Energy (kcal)	2386.7 ± 33.4	2324.2 ± 66.8	2241.4 ± 77.1	1843.7 ± 22.7	1855.0 ± 41.4	1927.1 ± 68.3
Protein (g)	92.5 ± 1.6	89.8 ± 2.7	86.4 ± 5.0	70.3 ± 1.0	70.2 ± 2.2	72.2 ± 3.9
Fat (g)	52.1 ± 1.3 ^a	46.2 ± 2.0 ^{ab}	41.7 ± 2.9 ^b	38.2 ± 0.9	37.5 ± 2.3	34.3 ± 2.7
Carbohydrate (g)	353.2 ± 4.8	352.4 ± 12.3	328.8 ± 13.1	297.4 ± 3.6	300.8 ± 7.7	323.8 ± 11.8

1) Impaired glucose tolerance, 2) Mean ± SE

a, b, c: Significantly different between three groups at $\alpha = 0.05$ by Bonferroni's multiple t-test

속하였다. 공복기 및 당부하시험 시 혈당은 남녀 모두 당뇨병과 내당능장애군이 정상군에 비해 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$).

열량 섭취량은 남자의 경우 정상군 2,386.7 kcal, 내당능장애군 2,324.2 kcal, 당뇨병군 2,241.4 kcal이었고, 여자의 경우 정상군 1,843.7 kcal, 내당능장애군 1,855.0 kcal, 당

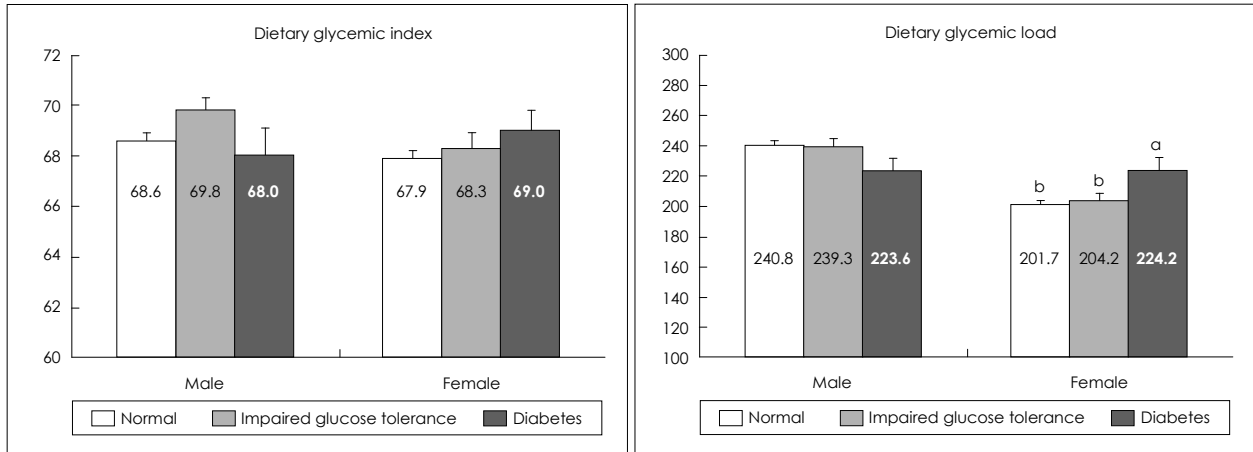


Fig. 2. Dietary glycemic index and dietary glycemic load distribution according to blood glucose level. a, b : Significantly different between three groups at $\alpha = 0.05$ by Bonferroni's multiple t-test.

Table 2. Odds ratios (and 95% confidence intervals) of diabetes and impaired glucose tolerance according to quintiles of dietary glycemic index

Variable	Dietary glycemic index					p for trend
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
Male						
Range	< 63.8	63.8–68.5	68.5–71.7	71.7–75.7	> 75.7	
Median	56.8	66.4	70.1	73.4	77.7	
Diabetes	25	29	22	34	36	
OR						
Crude	1	1.08 (0.60–1.95)	0.60 (0.31–1.18)	0.99 (0.53–1.86)	1.24 (0.66–2.31)	0.1168
Age adjusted	1	1.08 (0.59–1.96)	0.55 (0.28–1.09)	0.87 (0.46–1.65)	0.91 (0.48–1.72)	0.6918
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.09 (0.58–2.06)	0.54 (0.25–1.19)	0.92 (0.45–1.86)	0.89 (0.43–1.85)	0.7942
Diabetes and dysglycemia	76	85	90	99	101	
OR						
Crude	1	0.88 (0.55–1.41)	0.88 (0.60–1.31)	1.46 (0.98–2.19)	0.96 (0.61–1.51)	0.0088
Age adjusted	1	1.10 (0.73–1.66)	1.07 (0.68–1.66)	1.24 (0.80–1.93)	1.28 (0.79–2.07)	0.1384
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.11 (0.71–1.72)	1.12 (0.70–1.79)	1.26 (0.79–2.02)	1.25 (0.74–2.12)	0.3034
Female						
Range	< 62.3	62.3–67.5	67.5–71.1	71.1–74.8	> 74.8	
Median	55.5	65.0	69.4	72.9	77.5	
Diabetes	18	20	20	27	23	
OR						
Crude	1	1.03 (0.54–1.95)	0.96 (0.49–1.91)	1.62 (0.86–3.07)	1.08 (0.49–2.37)	0.2336
Age adjusted	1	0.93 (0.49–1.77)	0.83 (0.43–1.61)	1.37 (0.71–2.64)	0.80 (0.37–1.74)	0.7869
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.02 (0.53–1.95)	0.80 (0.38–1.67)	1.28 (0.64–2.56)	0.81 (0.36–1.80)	0.6158
Diabetes and dysglycemia	63	63	63	82	72	
OR						
Crude	1	0.88 (0.55–1.41)	0.88 (0.60–1.31)	1.46 (0.98–2.19)	0.96 (0.61–1.51)	0.1302
Age adjusted	1	0.82 (0.51–1.33)	0.80 (0.54–1.19)	1.31 (0.86–2.01)	0.78 (0.49–1.24)	0.9733
Multivariate adjusted ¹⁾	1	0.81 (0.50–1.32)	0.73 (0.48–1.10)	1.16 (0.75–1.78)	0.65 (0.39–1.09)	0.5285

1) Adjusted for age, education, income, region area, diabetes family history, smoking, drinking, exercise, energy intake

노균 1,927.1 kcal로 조사되었다. 남자의 경우 정상군에 비하여 당뇨군이 다소 낮게 섭취한 반면 여자의 경우 당뇨군이 다소 많이 섭취하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 단백질, 지방 및 탄수화물의 섭취량도 남녀에 따라 상이한 양상을 보였다. 즉 남자의 경우 정상군의 하루 단백질, 지방 및 탄수화물 섭취량이 당뇨군에 비해 많은 경향을 나타냈으며, 특히 정상군의 지방섭취량은 52.1 g으로 당뇨군 41.7 g에 비해 유의적으로 많았다 ($p < 0.05$). 여자의 경우 정상군의 단백질과 탄수화물의 섭취량은 당뇨군에 비해 적은 경향을 보였고, 정상군의 지방섭취량은 당뇨군에 비해 다소 많았으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다.

DGI, DGL 수준과 내당능장애 및 당뇨와의 관련성

혈당수준별 DGI와 DGL값을 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. DGI를 보면 남자의 경우 정상군 68.6, 내당능장애군 69.8, 당뇨군 68.0, 여자의 경우 정상군 67.9, 내당능장애군 68.3, 당뇨군 69.0으로 남녀 모두 67이상으로 나타났으

며 각 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. DGL을 보면 남자의 경우 정상군 240.8, 내당능장애군 239.3, 당뇨군 223.6으로 정상군과 내당능장애군에 비해 당뇨군이 낮은 경향을 보였으나, 여자의 경우 정상군 201.7, 내당능장애군 204.2, 당뇨군 224.2로 당뇨군이 정상군과 내당능장애군보다 유의적으로 높게 나타나, 성별에 따라 상이한 경향을 보였다 ($p < 0.05$).

DGI, DGL 및 탄수화물 섭취비 수준에 따른 당뇨병 및 내당능장애 발생 사이의 관련성을 분석한 결과는 Table 2, Table 3, Table 4와 같다. DGI 수준은 남녀 모두 당뇨병 및 내당능장애 발생에 영향을 미치지 않았으나 (Table 2), DGL의 경우 남녀에 따라 상이한 결과를 나타내었다. 즉 남자의 경우 연령 보정 시 당뇨 및 내당능장애의 발생 위험이 0.60 (Q2 vs Q1, 95% CI : 0.39-0.90), 0.66 (Q5 vs Q1, 95% CI : 0.45-0.96)으로 감소하였고, 연령과 그 외 요인 (교육수준, 수입, 거주지역, 당뇨병 가족력, 흡연, 음주, 운

Table 3. Odds ratios (and 95% confidence intervals) of diabetes and impaired glucose tolerance according to quintiles of dietary glycemic load

Variable	Dietary glycemic load					p for trend
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
Male						
Range	< 173.9	173.9–215.6	215.6–251.4	251.4–297.1	> 297.1	
Median	132.8	196.4	233.4	272.4	370.7	
Diabetes	42	23	23	32	26	
OR						
Crude	1	0.53 (0.30–0.93)	0.55 (0.29–1.02)	0.71 (0.38–1.34)	0.62 (0.34–1.12)	0.2025
Age adjusted	1	0.54 (0.31–0.95)	0.51 (0.27–0.97)	0.65 (0.33–1.26)	0.58 (0.32–1.06)	0.0807
Multivariate adjusted ¹⁾	1	0.61 (0.34–1.10)	0.58 (0.30–1.11)	0.78 (0.38–1.58)	0.64 (0.30–1.36)	0.2750
Diabetes and dysglycemia	113	75	87	97	79	
OR						
Crude	1	0.59 (0.39–0.88)	0.74 (0.51–1.08)	0.79 (0.53–1.20)	0.68 (0.47–0.99)	0.0658
Age adjusted	1	0.60 (0.39–0.90)	0.71 (0.49–1.05)	0.75 (0.49–1.14)	0.66 (0.45–0.96)	0.0199
Multivariate adjusted ¹⁾	1	0.61 (0.40–0.95)	0.73 (0.48–1.11)	0.78 (0.47–1.29)	0.64 (0.37–1.11)	0.2069
Female						
Range	< 141.1	141.1–178.1	178.1–215.1	215.1–260.5	> 260.5	
Median	110.9	159.9	196.3	235.8	315.0	
Diabetes	20	19	18	19	32	
OR						
Crude	1	1.01 (0.51–2.01)	0.97 (0.50–1.89)	1.08 (0.48–2.45)	2.34 (1.34–4.06)	0.0893
Age adjusted	1	0.95 (0.47–1.91)	0.89 (0.45–1.76)	1.02 (0.45–2.36)	2.15 (1.22–3.79)	0.2651
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.02 (0.48–2.15)	1.02 (0.45–2.29)	1.02 (0.39–2.69)	2.38 (0.87–6.48)	0.3773
Diabetes and dysglycemia	64	64	70	60	85	
OR						
Crude	1	1.13 (0.69–1.87)	1.18 (0.73–1.91)	1.07 (0.67–1.72)	1.75 (1.17–2.62)	0.1136
Age adjusted	1	1.09 (0.65–1.82)	1.12 (0.68–1.84)	1.03 (0.64–1.68)	1.66 (1.10–2.49)	0.3398
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.14 (0.65–2.01)	1.17 (0.66–2.07)	0.97 (0.56–1.70)	1.56 (0.84–2.91)	0.3612

1) Adjusted for age, education, income, region area, diabetes family history, smoking, drinking, exercise, energy intake

동, 에너지 섭취량)으로 보정 하였을 때에도 0.61 (Q2 vs Q1, 95% CI : 0.40-0.95)로 감소하였으나 전체적으로 유의적인 차이는 나타나지 않았다 여자의 경우 DGL 수준이 증가할 경우 연령 보정 시 당뇨병과 당뇨 및 내당능장애 발생 위험이 각각 2.15 (Q5 vs Q1, 95% CI : 1.22-3.79), 1.66 (Q5 vs Q1, 95% CI : 1.10-2.49)으로 증가하였으나, 연령과 그 외 요인을 보정하였을 경우 DGL 수준은 당뇨 및 내당능장애 발생에 영향을 미치지 않았다 (Table 3).

총 에너지 섭취량에 대한 탄수화물 섭취비가 대체로 70%를 초과할 때 남녀 모두 내당능장애 및 당뇨병 발생의 위험도가 증가하였다. 이러한 경향은 남자의 경우 연령과 그 외 요인을 보정한 후에도 유지되었으나, 여자의 경우에는 연령과 그 외 요인을 보정 하였을 때 탄수화물 섭취비의 증가가 당뇨 및 내당능장애 발생에 영향을 미치지 않았다. 즉, 남자의 경우 특히 탄수화물 섭취비가 69.9% 이상일 때, 당뇨병과 당뇨 및 내당능장애 발생 위험이 각각 2.46 (Q4 vs Q1, 95% CI : 1.32-4.59), 1.92 (Q4 vs Q1, 95% CI :

1.29-2.86)로 증가하였으며 연령과 그 외 요인을 보정한 후에도 2.34 (Q4 vs Q1, 95% CI : 1.16-4.71), 1.66 (Q4 vs Q1, 95% CI : 1.06-2.58)으로 발생위험이 증가하였다. 여자의 경우에는 탄수화물 섭취비가 75.7% 이상일 때, 당뇨병과 당뇨 및 내당능장애 발생 위험이 각각 2.95 (Q5 vs Q1, 95% CI : 1.31-6.61), 1.69 (Q5 vs Q1, 95% CI : 1.12-2.56)로 증가하였으나, 연령을 포함한 여러 요인들을 보정하였을 경우 탄수화물 섭취비는 당뇨 및 내당능장애 발생에 영향을 미치지 않았다 (Table 4).

고 찰

본 연구는 2005년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 30~64세 성인을 대상으로 DGI, DGL 및 탄수화물 섭취 수준이 당뇨병 발생에 미치는 영향을 조사하였다.

당뇨 발병률은 남자가 여자보다 더 높은 경향을 보였고, 50~64세의 당뇨 발병률이 30~49세보다 유의하게 높았다.

Table 4. Odds ratios (and 95% confidence intervals) of diabetes and impaired glucose tolerance according to quintiles of % energy from carbohydrate intake

Variable	% Energy from carbohydrate intake					p for trend
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
Male						
Range	< 58.5	58.5-65.1	65.1-69.9	69.9-75.3	> 75.3	
Median	51.5	61.9	67.6	72.5	80.3	
Diabetes	18	22	26	39	41	
OR						
Crude	1	1.63 (0.73-3.63)	1.44 (0.74-2.82)	2.46 (1.32-4.59)	2.90 (1.47-5.70)	0.0004
Age adjusted	1	1.67 (0.74-3.75)	1.33 (0.67-2.65)	2.16 (1.14-4.12)	1.98 (0.96-4.08)	0.0512
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.81 (0.74-4.41)	1.35 (0.65-2.78)	2.34 (1.16-4.71)	1.71 (0.75-3.92)	0.2645
Diabetes and dysglycemia	74	83	80	107	107	
OR						
Crude	1	1.25 (0.80-1.96)	1.15 (0.74-1.78)	1.92 (1.29-2.86)	1.86 (1.24-2.79)	0.0002
Age adjusted	1	1.26 (0.80-1.99)	1.10 (0.70-1.72)	1.79 (1.19-2.70)	1.48 (0.96-2.28)	0.0314
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.22 (0.76-1.94)	1.07 (0.68-1.69)	1.66 (1.06-2.58)	1.27 (0.79-2.03)	0.3280
Female						
Range	< 59.8	59.8-65.5	65.5-70.6	70.6-75.7	> 75.7	
Median	52.1	62.9	68.2	73.1	79.8	
Diabetes	11	20	20	23	34	
OR						
Crude	1	2.06 (0.89-4.75)	1.64 (0.77-3.51)	1.97 (0.95-4.10)	2.95 (1.31-6.61)	0.0009
Age adjusted	1	1.88 (0.81-4.40)	1.32 (0.62-2.81)	1.53 (0.75-3.14)	1.93 (0.88-4.27)	0.0898
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.95 (0.81-4.65)	1.39 (0.63-3.06)	1.61 (0.77-3.04)	2.11 (0.91-4.91)	0.1205
Diabetes and dysglycemia	55	68	60	73	87	
OR						
Crude	1	1.34 (0.88-2.06)	0.98 (0.63-1.53)	1.25(0.82-1.91)	1.69 (1.12-2.56)	0.0050
Age adjusted	1	1.27 (0.82-1.96)	0.85 (0.53-1.35)	1.05 (0.69-1.60)	1.25 (0.81-1.93)	0.3230
Multivariate adjusted ¹⁾	1	1.25 (0.80-1.95)	0.86 (0.53-1.37)	1.06 (0.68-1.65)	1.14 (0.72-1.79)	0.6357

1) Adjusted for age, education, income, region area, diabetes family history, smoking, drinking, exercise, energy intake

1998년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 실시한 당뇨병 및 공복혈당장애의 유병률에 관한 연구¹⁷⁾에서 20세 이상 성인의 당뇨 발병률은 남자 12%, 여자 9.7%로 나타났으며, 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 유병률이 증가하여 남자는 50~59세 (18.2%)에서, 여자는 60~69세 (15.9%)에서 가장 높은 유병률을 보여 본 연구결과와 비슷한 양상을 보였다.

체중, 허리둘레, BMI는 내당능장애군과 당뇨병군이 정상군에 비해 유의하게 높았고, 신장은 당뇨병군이 정상군에 비해 유의하게 낮았다. 특히, 여자의 경우 내당능장애군과 당뇨병군의 허리둘레가 각각 83.6 cm, 85.3 cm이었고, BMI는 내당능장애군과 당뇨병군 모두 25.3 kg/m²로 비만으로 판정되었다.¹⁸⁾ 남자의 경우 세군 모두 허리둘레는 90 cm 이하로 정상이었지만, BMI가 내당능장애군 25.0 kg/m², 당뇨병군 25.1 kg/m²로 조사되어 비만으로 판정되었다. Cho 등¹⁹⁾이 1998년도 국민건강영양조사 자료를 분석하여 당뇨병의 위험요인으로 허리둘레와 체중을 지적하였는데 이는 본 연구에서도 확인되었다. 혈액수치를 보면 당뇨병의 경우 공복기 및 당부하시험 시 혈당, 총콜레스테롤과 중성지방 수준이 증가하였고, HDL-콜레스테롤 수준이 감소하였다 (자료 제시하지 않음). 이는 내당능장애와 당뇨병환자의 경우, 정상군에 비하여 비만, 고 콜레스테롤혈증 그리고 고혈압 발병이 높았다는 Ryu 등²⁰⁾의 연구 결과와 일치하였다.

열량 섭취량 및 탄수화물 섭취량이 당뇨병 발병과 상관관계가 있다고 보고한 연구²¹⁾가 있으나, 본 연구에서는 내당능장애군과 당뇨병군의 열량 섭취량 및 탄수화물 섭취량이 정상군에 비해 남자는 다소 적은 경향을 보였고, 여자는 많은 경향을 보였다. 이러한 결과는 이미 자신이 당뇨병임을 알고 있는 환자들의 경우, 혈당 조절을 위해 열량과 당류 섭취를 조절하려는 경향이 있어 이로 인한 영향으로 생각된다.

DGI, DGL 및 혈당수준과의 관련성을 분석한 결과, 남자의 경우 혈당수준에 따른 차이가 나타나지 않은 반면, 여자의 경우 당뇨병군이 정상군과 내당능장애군에 비해 DGI, DGL 모두 증가하였다. 특히, DGL은 혈당수준이 증가함에 따라 유의하게 높아졌는데, DGL이 식품의 GI와 탄수화물의 섭취량을 반영한다는 점을 고려해 볼 때, 여자의 경우 당뇨병군이 정상군에 비해 GI가 높은 식품과 동시에 탄수화물의 섭취량이 더 많았다고 볼 수 있겠다. 고등학생을 대상으로 GI 및 GL과 체중과의 관련성에 관한 Chai 등⁹⁾의 연구에서 DGI는 정상체중군 67.7, 과체중군 68.2, DGL은 정상체중군 214.6, 과체중군 202.7이었다. 본 연구에서 BMI 25 kg/m² 이상이었던 당뇨병군과 Chai 등⁹⁾의 연구에서 과체중군의 DGI와 DGL을 비교해 볼 때, DGI의 경우 68~69로 비슷한 수준이었으나, DGL의 경우 본 연구에서는 223~224로 더 높았다.

DGI, DGL 및 총 에너지 섭취량에 대한 탄수화물 섭취 비율에 따른 내당능장애 및 당뇨병 발생의 승산비를 통해 각각의 요인이 미치는 영향을 조사하였는데 DGI의 경우 남녀 모두 내당능장애와 당뇨병 발생간의 관계가 분명하게 나타나지 않았다. DGL의 경우 남자는 DGL의 수준이 증가할수록 내당능장애 및 당뇨병의 발생위험이 감소하는 경향을 보였으나, 여자는 DGL의 수준이 증가할수록 내당능장애 및 당뇨병의 발생위험이 증가하는 경향을 보였다. 특히, DGL의 수준이 260.5 이상일 때 당뇨병 발생의 위험은 2배 이상 증가하였다.

Sahyoun 등²²⁾이 70세 이상의 노인을 대상으로 한 전향적인 코호트 연구에서 DGI와 DGL 수준이 당뇨병 발생의 위험에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 본 연구에서도 DGI는 남녀 모두 내당능장애 및 당뇨병 발생의 위험에 영향을 미치지 않아 Sahyoun 등²²⁾의 연구결과와 일치하였으나, DGL은 당뇨병 발생의 위험을 증가시키는 것으로 나타나 일치하지 않았다.

24~44세의 여자를 대상으로 한 Schulze 등¹¹⁾의 연구에서는 연령, BMI, 에너지 섭취량, 알코올 섭취량, 신체활동, 당뇨병 가족력, 흡연, 고혈압 병력, 고 콜레스테롤 병력, 폐경 후 호르몬 사용, 경구 피임제 사용을 보정했을 때, DGI의 수준이 77.9 이상일 경우 당뇨병 발생의 위험이 1.35배 이상 증가하였다. 또한 DGI수준은 본 연구의 DGI수준보다 높았는데, DGI quintile의 범위를 살펴보면 본 연구는 가장 낮은 군이 남자 63.8 이하, 여자 62.3 이하, 가장 높은 군이 남자 75.7 이상, 여자 74.8 이상인데 반해, Schulze 등¹¹⁾의 연구에서는 가장 낮은 군이 73.1 이하였고, 가장 높은 군은 80.2 이상으로 본 연구보다 높은 수준이었다. 이러한 결과는 본 연구의 조사대상자와 Schulze 등¹¹⁾의 연구 대상자가 섭취하는 식품종류의 차이에 기인되는 것으로 생각된다. 한편, DGL은 본 연구에서 더 높았는데 이는 조사 대상자가 GI가 낮은 식품을 섭취하여 하루 총 섭취하는 DGI는 낮았지만, 탄수화물의 섭취량은 더 많아 DGL이 높아진 것으로 사료된다.

최근에 Barclay 등²³⁾이 전향적인 코호트 연구들을 이용하여 GI, GL이 만성질환 발생에 미치는 위험도를 파악하기 위해 메타 분석을 실시한 결과 type 2 당뇨병 발생의 위험이 GI의 경우 1.40 (95% CI : 1.23-1.59), GL의 경우 1.27 (95% CI : 1.12-1.45)로 증가하였으며, Hodge 등²⁴⁾이 40~69세 남녀를 대상으로 한 전향적 연구에서도 GI가 10 unit 증가 시 type 2 당뇨병 발생의 위험이 1.32 (95% CI : 1.05-1.66)로 증가하였다고 보고하였다. 코호트 연구 결과 DGI, DGL 수준의 증가가 당뇨병 발생의 위험을 증

가시키는 것으로 보고되고 있으며, 특히 메타분석 결과 GI 수준의 증가는 40%, GL 수준의 증가는 27% 정도 당뇨병 발생의 위험을 증가시키는 식이요인이라 하였다. 본 연구에서도 DGI 수준이 증가할 경우 당뇨병 발생의 위험이 증가하는 것으로 나타나 최근의 코호트 연구결과와 비슷한 양상을 보였다.

한국인의 식이는 에너지 섭취량 중 탄수화물이 차지하는 비율이 65% 정도 되는 탄수화물 중심의 식이다. 한국인의 탄수화물 주 급원 식품은 GI가 높은 식품으로 알려진 곡류 특히 쌀이다. GI는 식품 내 탄수화물의 조성에 따라 차이를 보이며, 식이섬유 함량이 높을 경우 GI수준이 낮고, 혈당반응이 더 느리게 나타나며 또한 당뇨병 발생의 위험을 감소시키는 것으로 보고되고 있다.²⁵⁻²⁹⁾ 본 연구에서는 식이섬유 섭취와 당뇨병 발생 사이의 관련성을 분석하지 않았으나, 총 에너지 섭취량 중 탄수화물이 차지하는 수준에 따라 당뇨병 발생의 위험에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 남녀 모두 총 에너지 섭취량에 대한 탄수화물 섭취비가 70%를 초과할 때, 남자의 경우 내당능 장애 및 당뇨병 발생의 위험도가 증가하였으나, 여자의 경우는 내당능 장애 및 당뇨병 발생의 위험도에 영향을 미치지 않은 것으로 나타나 남녀에 따라 상반된 경향을 보였다. Schulze 등¹¹⁾의 연구에서는 총 에너지 섭취량에 대한 탄수화물의 섭취비가 증가할수록 당뇨 발병이 감소하여 본 연구와는 반대의 결과를 나타내었다. 즉, 탄수화물 섭취비율이 44.4%보다 더 높은 비율로 섭취 하였을 때 당뇨병 발생의 위험도가 감소하였다. 한편, 본 연구에서는 탄수화물 섭취비율이 69.9~75.3%인 남자의 경우 당뇨병 발생의 위험이 증가하였다. 여러 요인들을 보정하지 않았을 때 남자의 경우 탄수화물 섭취비가 70% 이상, 여자의 경우 탄수화물 섭취비가 75% 이상일 경우 내당능 장애 및 당뇨병 발생의 위험이 증가한 것으로 미루어 볼 때 당뇨병의 예방 및 치료를 위해서는 적절한 탄수화물의 섭취 수준이 중요하다고 생각된다. 현재 한국인 영양섭취기준에서 권장하는 탄수화물 섭취비율이 55~70%로 권장 범위가 다소 넓고, 높은 경향이 있어 이에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 2005년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 30~64세 성인을 대상으로 DGI, DGL 및 탄수화물 섭취 수준이 당뇨병 발생에 미치는 영향을 분석하였으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사대상자 남녀 모두 연령이 높은 군에서 내당능장애

와 당뇨병 발생 비율이 유의적으로 증가하였다.

2) 남녀 모두 정상군에 비해 당뇨군이 체중, 허리둘레, BMI가 유의적으로 높았으나, 신장은 유의적으로 낮았고, 공복기 및 당부하시험 시 혈당은 당뇨군과 내당능장애군이 정상군에 비해 유의적으로 높았다.

3) 3대 열량영양소 섭취를 보면 남자의 경우 정상군의 1일 단백질, 지방 및 탄수화물 섭취량이 당뇨군에 비해 많은 경향을 나타내었으며, 여자의 경우 정상군의 단백질과 탄수화물 섭취량은 당뇨군에 비해 적은 경향을 보였다.

4) DGI는 남녀 모두 각 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, DGL은 남자의 경우 정상군 240.8, 내당능장애군 239.3, 당뇨군 223.6으로 정상군과 내당능장애군에 비해 당뇨군이 낮은 경향을 보였으나, 여자의 경우 정상군 201.7, 내당능장애군 204.2, 당뇨군 224.2로 당뇨군이 정상군과 내당능장애군보다 유의적으로 높게 나타나, 성별에 따라 상이한 경향을 보였다.

5) DGI 수준은 남녀 모두 당뇨 및 내당능장애 발생에 영향을 미치지 않았다. 반면, 남자의 경우 DGL 수준이 증가할 때 연령 보정 시 당뇨 및 내당능장애의 발생 위험이 감소하였으나, 연령과 그 외 요인 (교육수준, 수입, 거주지역, 당뇨병 가족력, 흡연, 음주, 운동, 에너지 섭취량)을 보정 하였을 때에는 DGL수준이 당뇨 및 내당능장애 발생에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 여자의 경우 DGL 수준이 증가할 때 연령 보정 시 당뇨병과 당뇨 및 내당능장애 발생 위험이 증가하였으나, 연령과 그 외 요인을 보정하였을 경우 DGL 수준은 당뇨 및 내당능장애 발생에 영향을 미치지 않았다.

6) 총 에너지 섭취량에 대한 탄수화물 섭취비의 경우 남자 69.9% 이상, 여자 75.7% 이상일 때 당뇨병과 당뇨 및 내당능장애 발생 위험이 유의적으로 증가하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, DGI, DGL과 당뇨병 발생 사이의 관련성이 분명하게 나타나지는 않았지만 그 경향이 확인되었고 또한 총 에너지 섭취량뿐만 아니라 3대 에너지 영양소의 섭취 비율 특히, 탄수화물 섭취 수준이 당뇨 발병의 위험한 요인이라 생각되므로 GI가 높은 식사와 과도한 탄수화물 섭취를 피하고, 적절한 3대 에너지 영양소의 섭취 수준을 유지하는 것이 당뇨병의 예방 및 치료를 위한 길이라고 할 수 있겠다.

Literature cited

- 1) Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004; 27(5): 1047-1053
- 2) Korea Center for Disease Control and Prevention, Ministry for

- Health, Welfare and Family Affairs. National health & nutrition examination survey (KNHANES 4), Nutrition survey, Ministry for Health, Welfare and Family Affairs; 2007
- 3) Korea National Statistical Office 2005: <http://www.nso.go.kr>
 - 4) Yang EJ, Kim WY. The Anthropometric characteristics of non-insulin dependent diabetes mellitus in Korea. *Korean J Nutr* 1999; 32 (4): 401-406
 - 5) Franz MJ, Horton ES Sr, Bantle JP, Beebe CA, Brunzell JD, Coulston AM, Henry RR, Hoogwerf BJ, Stacpoole PW. Nutrition principles for the management of diabetes and related complications. *Diabetes Care* 1994; 17 (5): 490-518
 - 6) Feskens EJ, Bowles CH, Kromhout D. Carbohydrate intake and body mass index in relation to the risk of glucose intolerance in an elderly population. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 136-140
 - 7) Yang EJ. A study on dietary factors related to the incidence of diabetes mellitus in Korea. Department of food and nutrition [dissertation]. Seoul: Ewha Womans University; 1997
 - 8) Jenkins DA, Thomad MS, Alexandra LJ. Starchy foods and glycemic index. *Diabetes Care* 1988; 11: 149-159
 - 9) Chai HJ, Hong HO, Kim HS, Lee JS, Yu CH. Relationship between food intakes, glycemic index, glycemic load, and body weight among high school boys in Seoul. *Korean J Nutr* 2008; 41 (7): 645-657
 - 10) Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, Okubo H, Hosoi Y, Horiguchi H, Oguma E, Kayama F. Dietary glycemic index and load in relation to metabolic risk factors in Japanese female farmers with traditional dietary habits. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 1161-1169
 - 11) Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 348-359
 - 12) Du H, van der A DL, van Bakel MM, van der Kallen CJ, Blaak EE, van Greevenbroek MM, Jansen EH, Nijpels G, Stehouwer CD, Dekker JM, Feskens EJ. Glycemic index and glycemic load in relation to food and nutrient intake and metabolic risk factors in a Dutch population. *Am J Clin Nutr* 2008; 87: 655-661.
 - 13) Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load value. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 5-56
 - 14) www.glycemicindex.com
 - 15) www.gitest.co.kr
 - 16) Sung YA, Oh JY, Kim DJ, Kim SH, Kim SK, Moon SD, Lee EJ, Jung CH, Hong YS. Standard of diagnosis and classification of diabetes. *Korean Diabetes J* 2007; 8 (1): 23-24
 - 17) Kim CS, Jeong EK, Park JN, Cho MH, Nam JS, Kim HJ, Kong JH, Park JS, Nam JY, Kim DM, Ahn CW, Cha BS, Lim SK, Kim KR, Lee HC, Nam CM. Prevalence of diabetes mellitus (fasting plasma glucose by the ADA criteria) and impaired fasting glucose according to anthropometric characteristics and dietary habits-1998 National Health and Nutrition Survey. *Korean Diabetes J* 2005; 29 (2): 151-166
 - 18) Kim WY, Cho MS, Jang YA, Won HS, Lee HS, Yang EJ. Clinical Nutrition. Seoul: Shinkwang; 2004
 - 19) Cho NH. Epidemic characteristic and risk factor analysis of diabetes-Korean National Health and Nutrition Examination Survey 1998. Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis; 2000. p.11-16
 - 20) Ryu JS, Kim SD, Park JS, Lee JS. Risk factors of impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus -using datamining. *Korean J Epidemiol* 2006; 28 (2): 138-151
 - 21) Bennett PH, Knowler WC, Baird HR, Bulter WJ, Pettitt DJ. Diet and development of NIDDM: an epidemiological perspective. In: Diet, Diabetes and atherosclerosis. New York: Raven Press; 1984. p.109-119.
 - 22) Sahyoun NR, Anderson AL, Tylavsky FA, Lee JS, Sellmeyer DE, Harris TB: Health, Aging, and Body Composition Study. Dietary glycemic index and glycemic load and the risk of type 2 diabetes in older adults. *Am J Clin Nutr* 2008; 87 (1): 126-131
 - 23) Barclay AW, Petocz P, McMillan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P, Brand-Miller JC. Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk-a meta-analysis of observational studies. *Am J Clin Nutr* 2008; 87 (3): 627-637
 - 24) Hodge AM, English DR, O'Dea K, Giles GG. Glycemic index and dietary fiber and the risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27 (11): 2701-2706
 - 25) Riccardi G, Rivellese AA, Giacco R. Role of glycemic index and glycemic load in the healthy state, in prediabetes, and in diabetes. *Am J Clin Nutr* 2008; 87 (suppl): 269S-274S
 - 26) Asp NG. Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. *Am J Clin Nutr* 1995; 61 (suppl): 930S-937S
 - 27) Montonen J, Knekt P, Jarvinen R, Aromaa A, Reunanen A. Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 622-629
 - 28) Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR Jr, Slavin J, Sellers TA, Folsom AR. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 921-930
 - 29) Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Jenkins AL, Augustin LS, Ludwig DS, Barnard ND, Anderson JW. Type 2 diabetes and the vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 2003; 78 (suppl): 610S-616S