

나주시역 중년인구에서 공복혈당을 통한 당뇨병 진단의 적절성 평가

조선대학교병원 내분비대사내과, 조선대학교 내성세포연구센터¹, 조선대학교 의과대학 예방의학교실²

김진화 · 한미아¹ · 박철진 · 박일구 · 신지혜 · 김상용 · 류소연² · 배학연

Evaluation of Fasting Plasma Glucose as a Screening for Diabetes Mellitus in Middle-aged Adults of Naju Country

Jin-Hwa Kim, Mi-Ah Han¹, Chol-Jin Park, Il-Goo Park, Ji-Hye Shin, Sang-Yong Kim, So-Yeon Ryu², Hak-Yeon Bae

Division of Endocrinology, Chosun University Hospital,

Research Center for Resistant Cells¹, Chosun University; and

Department of Preventive Medicine², College of Medicine, Chosun University,

Abstract

Background: The criteria for the diagnosis of diabetes mellitus have been modified by the American Diabetes Association (ADA) in 1997. The ADA proposed that the diagnosis of diabetes be defined by a fasting plasma glucose (FPG) of 7.0 mmol/L. Disagreement has been reported between criteria based on FPG and postchallenge 2-h plasma glucose (2-h PG). The aim of the present study is to assess the FPG criteria as the diagnostic screening test for diabetes in Korean middle-aged adults in comparison to the 2-h PG criteria.

Methods: Randomly selected 1,731 subjects (679 men and 1,052 women) aged 40~70 years (mean age: 58.4 ± 7.89 years) without previously diagnosed diabetes completed 75 g oral glucose tolerance test (OGTT). We assessed the prevalence of diabetes mellitus and the level of agreement (κ statistics) according to the different diagnostic glucose categories.

Results: The frequency of newly diagnosed diabetes was 2.7% (n = 51) using the FPG criteria only; 6.4% (n = 120) using the 2-h PG criteria only; and 6.9% (n = 130) using concentrations of ≥ 7.0 mmol/L for FPG or ≥ 11.1 mmol/L for 2-h PG. Of the 120 subjects with diabetes by the 2-h PG criteria, 65.8% (n = 79) were not diagnosed with diabetes according to FPG concentration. The level of agreement between two diagnostic criteria was low ($\kappa = 0.268$). The receiver operating characteristic (ROC) curve analysis determined FPG of 5.6 mmol/L to yield optimal sensitivity and specificity corresponding to 2-h PG 11.1 mmol/L.

Conclusion: The findings in this study demonstrate that the discordance between the FPG and 2-h PG criteria in the diagnosis of diabetes in Korean middle-aged adults is large. We suggest that IFG group (FPG 5.6~6.9 mmol/L) were performed 75 g OGTT for diagnosing diabetes mellitus in Korean middle-aged adults.

(KOREAN DIABETES J 32:328-337, 2008)

Key Words: Diagnostic criteria, Fasting plasma glucose, Type 2 Diabetes Mellitus

접수일자: 2007년 11월 28일, 통과일자: 2008년 6월 3일, 책임저자: 김상용, 조선대학교병원 내분비대사내과

* 이 과제는 질병관리본부 학술연구용역사업으로 수행한 결과입니다. (2005-347-2400-2440-215, 2006-347-2400-2400-215)

서 론

경제성장과 더불어 우리나라의 당뇨병 유병률은 증가되고 있고 이로 인한 사망률 또한 증가하여 당뇨병은 국민보건상의 중요한 문제로 대두되었다¹⁾. 특히 제2형 당뇨병환자의 경우 당뇨병이 임상적으로 진단되기 적어도 4~7년 이전에 발병되어²⁾ 당뇨병 진단 당시 당뇨병성 망막병증³⁾, 당뇨병성 신경병증⁴⁾, 당뇨병성 신증⁵⁾ 등 미세혈관 합병증이 동반되기도 하며 심혈관질환의 위험률 또한 증가시킨다고 보고되었다⁶⁾. 당뇨병의 합병증 발생을 예방하기 위해서는 진단초기부터 엄격한 혈당관리가 중요하므로⁷⁾ 당뇨병의 조기 진단 및 관리는 당뇨병의 합병증 발생 및 사망률 감소에 중요한 의미를 지닌다.

1997년 미국당뇨병학회 (American Diabetes Association, ADA)는 당뇨병 진단의 공복혈당 기준을 7.8 mmol/L에서 7.0 mmol/L로 낮추고 경구당부하검사의 실시 없이 공복혈당만으로 당뇨병을 진단할 수 있다는 내용의 새로운 당뇨병 진단기준을 제시하였다⁸⁾. 이는 현실적인 어려움으로 인하여 경구당부하검사가 실제로 시행되지 않아서 진단되지 않는 당뇨병환자를 공복혈당만으로 간단히 진단할 수 있고 정상으로 분류되던 사람들을 정상이 아닌 공복혈당장애로 분류하여 관리할 수 있다는 장점을 지닌다. 그러나 인종, 성별, 연령 등 인구의 특성에 따라 당뇨병 진단에 있어서 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L과 공복혈당 7.0 mmol/L의 불일치가 보고되고 있다⁹⁻¹²⁾.

이에 저자 등은 전라남도 나주지역 40~70세 주민들을 대상으로 공복혈당 기준과 경구당부하 2시간 후 혈당 기준을 적용하여 당뇨병의 유병률을 조사하여 비교하고 두 기준간의 일치도를 성별, 연령, 비만도에 따라 분석하여 한국인의 당뇨병 진단에 있어서 공복혈당 기준 7.0 mmol/L의 적절성에 관하여 평가하였다.

대상 및 방법

본 연구는 한국농촌유전체 코호트 (Korean Rural Genomic Cohort Study, KRGCS) 구축을 위해 2006년 1월부터 2006년 12월까지 전라남도 나주지역에서 시행되었다. 전향적 코호트 연구의 일차 결과로서 당뇨병 유병률에 대한 연구결과이다. 전라남도 나주시 4개 면 (봉황면, 다도면, 세지면, 산포면)에서 편의 추출된 이곳에 거주하는 40세에서 70세 사이의 성인 총 1,922명 중 설문조사 및 혈액검사, 75 g 경구당부하검사가 완료되지 않은 33명을 제외한 1,889명 중 이

미 당뇨병을 진단받고 치료 중인 환자 158명을 제외한 1,731명 (남자: 679명, 여자 1,052명)을 최종 대상으로 하였다. 각 리별로 이장을 통하여 홍보 후 희망자를 받았으며 이후 조사원들에 의한 일차 전화면담을 통해 조사개요에 대해 설명 및 참여를 권유하였고 검사 전날에는 이차 전화면담을 통해 검사와 사전 준비사항을 환기시켰다. 검사를 실시하기 전 모든 대상자들에게 조사 내용이나 향후 관리에 대해 설명 후 동의서를 얻었다.

대상자들의 체중, 신장, 허리둘레 등 신체계측을 시행하였고 수축기 혈압, 이완기 혈압, 인슐린, 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 당화혈색소를 측정하였다.

신체계측 시 신장, 체중은 직립 자세로 신발을 벗은 상태에서 신장은 수동 신장측정기를 사용하여 0.1 cm 단위까지, 몸무게는 체성분 분석기 (Zeus 9.9, Jawon Medical Co.)를 사용하여 0.1 kg까지 측정하였다. 허리둘레는 줄자를 이용하여 직립자세에서 늑골의 최하부와 장골능의 최상부와의 중간부위를 통해 측정하였다. 혈압은 10분 이상 안정상태를 유지한 후 앉은 자세에서 수은혈압계로 수축기 혈압과 확장기 혈압을 측정하였다. 수축기 혈압은 Korotkoff phase 1을, 이완기 혈압은 Korotkoff phase 5를 기준으로 하였고, 우측 상완의 혈압을 2회 측정하여 두 값의 평균값을 구하였다.

모든 대상자는 10시간 이상 금식하도록 하였고 혈액은 정맥혈을 추출하여 보존제가 첨가되지 않은 진공튜브에 채취하였으며 채취 직후부터 검사실에서 원심분리하기 전까지 얼음에 보관한 채로 수송하였다. 경구당부하검사는 금식 후 공복상태의 혈액을 채혈하였고 75 g 포도당 (다이솔에스액)을 복용한 후 2시간 시 채혈하였다. 혈당은 효소법으로 ADVIA 1650 (Bayer)에서 측정하였고 인슐린은 RIA방법으로 insulin RIA Kit (Biosource, Belgium)를 이용하여 Gamma counter (Hewlett packard)에서 측정되었다. 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤은 효소법에 의해 ADVIA 1650 (Bayer)에서 측정되었고 당화혈색소는 HPLC (high performance liquid chromatography) 법으로 HbA1c 전용 Kit (BIO-RAD)를 사용하여 BIO-RAD VARIANT II (BIO-RAD) 측정기에서 측정하였다.

당뇨병 진단의 공복혈당 기준은 ADA의 당뇨병 진단기준¹³⁾으로 75 g 경구당부하검사 직전 공복혈당에 따라 다음과 같이 분류하였다.

- Fasting plasma glucose (FPG) < 5.6 mmol/L: normal fasting glucose (NFG)

- FPG \geq 5.6 mmol/L and $<$ 7.0 mmol/L: impaired fasting glucose (IFG)
- FPG \geq 7.0 mmol/L: diabetes mellitus (DM)

당뇨병 진단의 75 g 경구당부하검사 후 2시간 혈당 기준은 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 진단기준¹⁴⁾에 따라 다음과 같이 분류하였다.

- 2 hour plasma glucose (2-h PG) $<$ 7.8 mmol/L: normal glucose tolerance (NGT)
- 2-h PG \geq 7.8 mmol/L and $<$ 11.1 mmol/L: impaired glucose tolerance (IGT)
- 2-h PG \geq 11.1 mmol/L: diabetes mellitus (DM)

75 g 경구당부하검사 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L와 공복혈당 기준치의 관계는 수신자특성곡선(receiver operating characteristics (ROC) curve)을 통하여 각 공복혈당에서의 민감도와 특이도를 구하였다. 통계분석은 SPSS version 13.0을 이용하였고 일치율은 κ 값을 통하여 확인하였으며 단독 내당능장애군과 단독 공복혈당장애군 간의 임상특성 비교 시 사후검정은 Scheffe법으로 시행하였다. 유의 수준은 P 값이 0.05 이하인 경우로 하였다.

결 과

1. 대상 인구의 특성

남녀의 성비는 1:1.549로 여자가 더 많았으며 평균연령은 58.4 ± 7.89 세(mean \pm SD), 평균 체질량지수(body mass index, BMI)는 24.1 ± 3.21 kg/m²였다(Table 1). 대상자 중 884명(51.09%)이 60대였고, 연령대가 증가할수록 체질량지수는 감소되었으나 경구당부하 2시간 후 혈당, 수축기/이완기 혈압, 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 당화혈색소, 허리둘레는 유의한 증가를 보였다(Table 2).

2. 당뇨병, 내당능장애, 공복혈당장애의 유병률

조사 및 검사가 완료된 1,889명 중 당뇨병을 이미 진단받고 치료 중인 사람은 8.4% (158명/1,889명)였다. 당뇨병으로 진단되어 치료 중인 사람 158명을 제외한 1,731명에서 ADA의 공복혈당만을 기준으로 적용 시 2.7% (51명/1,731명), 경구당부하 2시간 후 혈당만을 적용 시 6.4% (120명/1,731명), 공복혈당과 경구당부하 2시간 후 혈당 모두를 적용하였을 때 6.9% (130명/1,731명)에서 당뇨병이 새로 진단되었다. 전체 인구에서 당뇨병의 유병률은 공복혈당만을 적용 시 11.1%, 경구당부하 2시간 후 혈당만을 적용 시 14.8%, 두 기준을 모두 적용 시 15.3%였다. 내당능장애(IGT)의 유병률은 19.7% (373명/1,731명)였으며 공복혈당

Table 1. Clinical characteristics of study subjects with respect to sex

	Male	Female	Total	<i>P</i> value
N	679	1,052	1,731	
Age (years)	58.9 \pm 7.89	58.1 \pm 7.91	58.4 \pm 7.89	0.044
BMI (kg/m ²)	23.7 \pm 2.97	24.4 \pm 3.34	24.1 \pm 3.21	0.000
WC (cm)	86.6 \pm 7.55	84.2 \pm 29.36	85.1 \pm 23.21	0.000
Fasting glucose (mmol/L)	5.3 \pm 0.94	5.0 \pm 0.81	5.2 \pm 1.29	0.000
2-h PG (mmol/L)	6.91 \pm 2.93	6.96 \pm 2.56	6.94 \pm 2.71	0.750
Fasting insulin (uU/mL)	7.3 \pm 4.00	8.1 \pm 4.28	7.9 \pm 4.57	0.000
2-h insulin (uU/mL)	25.3 \pm 25.79	33.8 \pm 32.28	30.5 \pm 30.18	0.000
SBP (mmHg)	130.8 \pm 17.45	128.9 \pm 19.36	129.7 \pm 18.66	0.025
DBP (mmHg)	82.8 \pm 11.01	80.9 \pm 10.97	81.6 \pm 11.08	0.000
TC (mmol/L)	10.9 \pm 2.08	11.7 \pm 2.24	11.4 \pm 2.26	0.000
Triglyceride (mmol/L)	9.3 \pm 6.29	8.4 \pm 5.36	8.8 \pm 5.77	0.003
HDLc (mmol/L)	2.5 \pm 0.61	2.6 \pm 0.56	2.5 \pm 0.59	0.000
LDLc (mmol/L)	6.2 \pm 1.80	7.1 \pm 1.89	6.8 \pm 1.93	0.000
HbA1c (%)	5.5 \pm 0.56	5.6 \pm 0.55	5.6 \pm 0.56	0.098
Hypertension (n)	77	183	260	
Dyslipidemia (n)	4	11	15	

Data are means \pm SD. BMI, body mass index; DBP, diastolic blood pressure; HDLc, high density lipoprotein cholesterol; LDLc, low density lipoprotein cholesterol; SBP, systolic blood pressure; 2-h insulin, 75 g 2 h post load insulin; 2-h PG, 75 g 2 h post load glucose; TC, total cholesterol; WC, waist circumference.

Table 2. Clinical characteristics of study subjects with respect to age

Age (years)	40~49	50~59	60~70	P value	P for trend
N	305	542	884		
	(M: 106, F: 199)	(M: 202, F: 340)	(M: 370, F: 514)		
Age (years)	45.4 ± 2.90	55.2 ± 2.87	64.8 ± 3.06	0.000	0.000
BMI (kg/m ²)	24.8 ± 3.52	24.4 ± 3.14	23.7 ± 3.11	0.000	0.000
WC (cm)	82.9 ± 9.26	84.6 ± 7.45	85.2 ± 7.88	0.000	0.000
Fasting glucose (mmol/L)	5.1 ± 1.13	5.1 ± 0.88	5.2 ± 0.77	0.475	0.357
2-h PG (mmol/L)	6.5 ± 2.77	6.8 ± 2.63	7.2 ± 2.73	0.000	0.000
Fasting insulin (uU/mL)	8.0 ± 3.62	7.83 ± 3.85	7.75 ± 4.56	0.684	0.368
2-h insulin (uU/mL)	28.2 ± 21.89	29.5 ± 30.28	31.9 ± 32.46	0.118	0.063
SBP (mmHg)	123.2 ± 15.91	128.1 ± 18.32	132.8 ± 19.07	0.000	0.000
DBP (mmHg)	80.3 ± 10.94	82.0 ± 10.85	81.8 ± 11.14	0.063	0.031
TC (mg/dL)	10.9 ± 2.01	11.5 ± 2.30	11.5 ± 2.23	0.000	0.000
Triglyceride (mmol/L)	8.1 ± 5.83	8.9 ± 6.25	8.8 ± 5.39	0.080	0.051
HDLc (mmol/L)	2.5 ± 0.57	2.5 ± 0.61	2.6 ± 0.58	0.578	0.317
LDLc (mmol/L)	6.3 ± 1.69	6.8 ± 1.96	6.9 ± 1.92	0.000	0.000
HbA1c (%)	5.4 ± 0.57	5.6 ± 0.58	5.6 ± 0.59	0.000	0.000
Hypertension (n)	17	66	177		
Dyslipidemia (n)	3	5	7		

Data are means ± SD. BMI, body mass index; DBP, diastolic blood pressure; F, female; HDL, high density lipoprotein cholesterol; LDL, low density lipoprotein cholesterol; M, male; SBP, systolic blood pressure; 2-h insulin, 75 g 2 h post load insulin; 2-h PG, 75 g 2 h post load glucose; TC, total cholesterol; WC, waist circumference.

Table 3. Distribution of study subjects without previously diagnosed diabetes, according to fasting and 2-h glucose criteria

N (%)	FPG (mmol/L)			Total
	< 5.6	5.6~7.0	≥ 7.0	
2-h PG (mmol/L)				
< 7.8	1,105 (63.8)	130 (7.5)	3 (0.2)	1,238 (71.5)
7.8~11.1	267 (15.4)	99 (5.7)	7 (0.4)	373 (21.5)
≥ 11.1	31 (1.8)	48 (2.8)	41 (2.4)	120 (7.0)
Total	1,403 (81.0)	277 (16.0)	51 (3.0)	1,731 (100.0)

Data are n (%). FPG, fasting plasma glucose; 2-h PG, 75g 2h post load glucose.

장애 (IFG)의 유병률은 14.7% (277명/1,731명)였다.

3. 당뇨병 진단을 위한 공복혈당 기준과 75 g 경구당부하 2시간 후 혈당 기준 간의 비교 (Table 3)

대상자 1,731명 중 공복혈당과 경구당부하 2시간 후 혈당 모두에서 당뇨병 진단기준에 합당한 경우는 2.4% (41명/1,731명)였다. 대상자 중 2.8% (48명/1,731명)는 공복혈당을 기준으로 하였을 때 공복혈당장애이나 경구당부하 2시간 후 혈당을 기준으로 하였을 때 당뇨병으로 진단되었는데, 이 중 66% (32명/48명)가 60대였다 (Table 4). 공복혈당은 정상이나 경구당부하 2시간 후 혈당을 기준으로 하였을 때 1.8% (31명/1,731명)에서 당뇨병이 진단되었다. 경구당부하 2시간 후 혈당을 기준으로 하였을 때 내당능 장애이나 공복혈당을 기준으로 하였을 때 당뇨병으로 진단된 경우는

0.4% (7명/1,731명)였고, 경구당부하 2시간 후 혈당은 정상이나 공복혈당 기준에서 당뇨병으로 진단된 경우는 0.2% (3명/1,731명)였다. 공복혈당만을 기준으로 할 경우 경구당부하검사 시에는 당뇨병으로 진단되었던 대상자 중 65.8% (79명/120명)가 당뇨병으로 진단되지 않았다.

공복혈당과 경구당부하 2시간 후 혈당의 당뇨병 진단에 대한 일치도를 교차분석을 통하여 검증한 결과 κ 값 0.268로 낮은 일치도를 보였다. 연령대에 따른 각각의 κ 값을 검증한 결과 40대 0.260, 50대 0.310, 60대 0.243으로 두 진단기준 간의 일치도는 모두 낮았다 (Table 4). 성별에 따른 일치도 또한 남성에서 κ 값 0.313, 여성에서 κ 값 0.235로 낮았으며, 비만도에 따른 일치도는 체질량지수 25 kg/m² 이상에서 κ 값 0.241, 25 kg/m² 미만에서 κ 값 0.292로 모두 낮은 일치도를 보였다 (Table 5).

Table 4. Concordance between FPG and 2-h PG criteria for diagnosis of diabetes mellitus with respect to age

FPG (mmol/L)	2-h PG (mmol/L)	Total	Age (years)		
			40~49	50~59	60~70
< 5.6	< 7.8	1,105 (63.8)	214 (70.1)	369 (68.1)	522 (59.0)
	7.8~11.1	267 (15.4)	40 (13.1)	74 (13.7)	153 (17.3)
	≥ 11.1	31 (1.8)	1 (0.3)	10 (1.8)	20 (2.3)
5.6~7.0	< 7.8	130 (7.5)	25 (8.2)	32 (5.9)	73 (8.3)
	7.8~11.1	99 (5.7)	13 (4.3)	26 (4.8)	60 (6.8)
	≥ 11.1	48 (2.8)	4 (1.3)	12 (2.2)	32 (3.6)
≥ 7.0	< 7.8	3 (0.2)	0 (0.0)	1 (0.2)	2 (0.2)
	7.8~11.1	7 (0.4)	2 (0.7)	3 (0.5)	2 (0.2)
	≥ 11.1	41 (2.4)	6 (2.0)	15 (2.8)	20 (2.3)
Total		1,731 (100.0)	305 (100)	542 (100)	884 (100)
κ		0.268	0.260	0.310	0.243

Data are n (%). FPG, fasting plasma glucose; 2-h PG, 75 g 2 h post load glucose.

Table 5. Concordance between FPG and 2-h PG criteria for diagnosis of diabetes mellitus with respect to sex and BMI

FPG (mmol/L)	2-h PG (mmol/L)	Sex		BMI (kg/m ²)	
		Male	Female	< 25	≥ 25
< 5.6	< 7.8	410 (60.4)	695 (66.1)	721 (66.9)	384 (58.8)
	7.8~11.1	85 (12.5)	182 (17.3)	163 (15.1)	104 (15.9)
	≥ 11.1	13 (1.9)	18 (1.7)	19 (1.8)	12 (1.8)
5.6~7.0	< 7.8	72 (10.6)	58 (5.5)	73 (6.8)	57 (8.7)
	7.8~11.1	50 (7.4)	49 (4.6)	44 (4.0)	55 (8.4)
	≥ 11.1	20 (2.9)	28 (2.7)	26 (2.4)	22 (3.4)
≥ 7.0	< 7.8	2 (0.3)	1 (0.1)	2 (0.2)	1 (0.2)
	7.8~11.1	4 (0.6)	3 (0.3)	5 (0.5)	2 (0.3)
	≥ 11.1	23 (3.4)	18 (1.7)	25 (2.3)	16 (2.5)
Total		679 (100)	1,052 (100)	1,078 (100)	653 (100)
κ		0.313	0.235	0.241	0.292

Data are n (%). BMI, body mass index; FPG, fasting plasma glucose; 2-h PG, 75 g 2 h post load glucose.

4. 75 g 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L를 예측하기 위한 적정 공복혈당 기준

대상자에서 75 g 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L에 해당하는 공복혈당을 ROC 곡선을 통하여 추정된 결과 5.6 mmol/L가 최대 정확도를 보이는 적정 공복혈당치로 추정되었다 (sensitivity; 0.733, 1-specificity; 0.126) (Fig 1). 연령대별, 성별, 체질량지수 25 kg/m²를 기준으로 75 g 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L에 해당하는 적정 공복혈당치를 분석하였으며 결과는 Table 6과 같다.

5. 단독 공복혈당 장애군과 단독 내당능 장애군간의 임상특성 비교 (Table 7)

대상자 중 7.5% (130명/1,731명)에서 단독 공복혈당장애 (이하 NGT/IFG), 15.4% (267명/1,731명)에서 단독 내당능 장애 (이하 IGT/NGT)가 진단되었다. 5.7% (99명/1,731명)는 공복혈당장애와 내당능장애 (이하 IGT/IFG)가 모두 관찰되

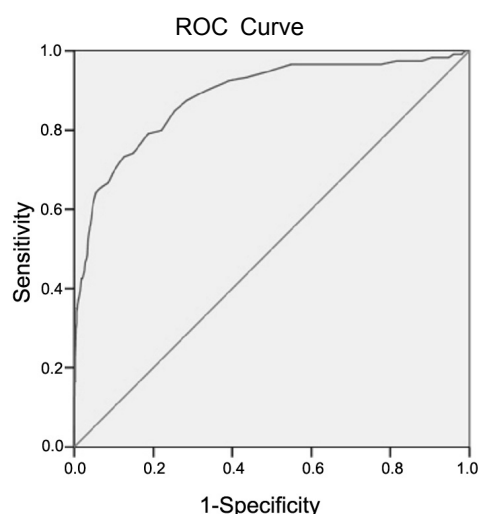
**Fig. 1.** Receiver operator characteristic (ROC) curve for fasting plasma glucose predicting 2 hr plasma glucose of 11.1 mmol/L. Diagonal segments are produced by ties.

Table 6. Optimal fasting plasma glucose cutoff points corresponding to a 2-h plasma glucose concentration 11.1 mmol/L, according to sex, age and BMI

		FPG (mmol/L) cutoff point	Sensitivity	1-specificity
Total		5.6	0.733	0.126
Sex	Male	5.9	0.732	0.090
	Female	5.4	0.766	0.140
Age (years)	40~49	5.6	0.909	0.106
	50~59	5.3	0.838	0.226
	60~70	5.4	0.792	0.212
BMI (kg/m ²)	< 25	5.4	0.800	0.160
	≥ 25	5.6	0.760	0.158

BMI, body mass index; FPG, fasting plasma glucose.

Table 7. Comparison of cardiovascular risk factors in impaired glucose tolerance and impaired fasting glucose subgroup

	NGT/NFG	IGT/NFG	NGT/IFG	IGT/IFG
N	1,105	267	130	99
Age (years)	57.8 ± 8.01	59.5 ± 7.65*	56.1 ± 8.47	60.9 ± 6.50
BMI (kg/m ²)	24.0 ± 3.17	24.4 ± 3.28	25.3 ± 3.14	25.1 ± 3.08
WC (cm)	84.0 ± 7.97	85.3 ± 8.00	88.8 ± 8.65	89.9 ± 7.41**
Fasting glucose (mmol/L)	4.9 ± 0.42	5.1 ± 0.43**	6.4 ± 0.23*	6.5 ± 0.19**
2-h PG (mmol/L)	5.7 ± 1.25	8.9 ± 0.83**	5.9 ± 0.96	9.3 ± 0.97**
Fasting insulin (uU/mL)	7.5 ± 3.52	7.7 ± 3.47†	14.0 ± 15.64*	10.2 ± 7.48**†
2-h insulin (uU/mL)	24.8 ± 23.96	46.8 ± 35.90**	24.2 ± 20.41	41.5 ± 26.89*
SBP (mmHg)	128.0 ± 18.33	132.1 ± 19.41*	134.8 ± 16.93	138.0 ± 19.39
DBP (mmHg)	81.0 ± 11.10	82.3 ± 10.85	84.4 ± 9.76	85.2 ± 11.83
TC (mg/dL)	11.2 ± 2.12	11.7 ± 2.40*	11.4 ± 1.94	11.7 ± 2.55
Triglyceride (mmol/L)	8.3 ± 5.50	9.2 ± 5.53	8.4 ± 4.50	11.3 ± 5.51*
HDLc (mmol/L)	2.5 ± 0.58	2.5 ± 0.59	2.7 ± 0.72	2.5 ± 0.44
LDLc (mmol/L)	6.6 ± 1.79	7.1 ± 2.07*	6.6 ± 1.85	6.9 ± 2.39**†
HbA1c (%)	5.5 ± 0.34	5.7 ± 0.41*	5.6 ± 0.40	6.0 ± 0.44
Hypertension (n)	152	69	5	6
Dyslipidemia (n)	8	4	0	0

* $P < 0.05$, for different from NGT/NFG. † $P < 0.05$, for different from IGT/NFG. ‡ $P < 0.05$, for different from NGT/IFG. Data are means ± SD. BMI, body mass index; DBP, diastolic blood pressure; F, female; HDL, high density lipoprotein cholesterol; IFG, impaired fasting glucose; IGT, impaired glucose tolerance; LDL, low density lipoprotein cholesterol; M, male; NGT, normal glucose tolerance; NFG, normal fasting glucose; SBP, systolic blood pressure; 2-h insulin, 75 g 2 h post load insulin; 2-h PG, 75 g 2 h post load glucose; TC, total cholesterol; WC, waist circumference.

었다. 공복혈당과 경구당부하 후 2시간 혈당에서 모두 정상 인군 (이하 NGT/NGT)과 각각의 군들의 임상특성을 비교한 결과 NGT/NGT군에 비하여 IGT/NGT군에서 연령, 공복혈당, 경구당부하 2시간 후 혈당, 경구당부하 2시간 후 인슐린, 수축기 혈압, 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 당화혈색소의 유의한 상승이 관찰되었다 ($P < 0.05$). NGT/NGT군과 비교하여 NGT/IFG군에서는 공복혈당, 공복 인슐린의 유의한 상승이 관찰되었고 ($P < 0.05$), IGT/IFG군에서는 허리둘레, 공복혈당, 경구당부하 2시간 혈당, 공복인슐린, 경구당부하 2시간 인슐린, 중성지방, LDL 콜레스테롤의 증가

가 관찰되었다 ($P < 0.05$). IGT/NGT군과 비교 시 IGT/IFG군에서 허리둘레와 LDL 콜레스테롤의 유의한 상승이 관찰되었고 ($P < 0.05$), NGT/IFG군과 비교 시 IGT/IFG군에서 LDL 콜레스테롤의 유의한 상승이 관찰되었다 ($P < 0.05$). IGT/NGT군과 NGT/IFG군 간에는 혈당과 인슐린 이외에 유의한 차이는 없었다.

고 찰

1985년 WHO가 제시한 당뇨병 진단기준에 따라 당뇨병

으로 분류되지 않은 사람들도 당뇨병의 혈관 합병증 발생이 보고¹⁵⁾되며 이는 당뇨병의 진단기준에 대한 논란의 근거가 되어왔다. 1997년 ADA는 공복혈당 기준을 7.8 mmol/L에서 7.0 mmol/L로 낮추고 공복혈당만으로도 당뇨병을 진단할 수 있는 새로운 진단기준을 제시하였다⁸⁾. 1999년 WHO 또한 이 기준을 수용하였으나 공복혈당장애가 있는 경우 경구당부하검사를 시행하도록 하였다¹⁴⁾.

공복혈당만을 이용한 당뇨병 진단은 현실적인 어려움과 불편함으로 인하여 경구당부하검사를 시행하지 못했던 사람들에게 편리함을 제공한다. 그러나 당대사 과정은 인종, 성별, 연령 등 여러요소에 따라 차이를 보이므로 이에 대한 고려가 필요하다¹⁶⁻¹⁸⁾. 당뇨병 진단에 있어서 공복혈당 기준 7.0 mmol/L이 인구의 특성에 따라 차이가 있음을 보여준 연구들이 있다. 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L를 예측하기 위한 공복혈당 기준 7.0 mmol/L의 민감도가 유럽인을 대상으로 한 DECODE 연구⁹⁾에서 49%, 아시아인을 대상으로 한 DECODA 연구¹⁰⁾에서 45.4%로 인종 간에 차이가 있었고, DECODA 연구¹⁰⁾에서는 연령이 증가할수록 그 민감도가 감소하고 비만도가 증가할수록 증가하였다. Show 등¹¹⁾은 인구 집단에 따라 공복혈당과 식후 혈당에 따른 당뇨병의 유병률에 차이가 있고 특히 연령이 64세 이상 고령인 경우 식후 혈당에 의한 진단율이 증가하며 비만도가 높은 경우 공복혈당에 의한 진단율이 증가함을 확인하였다. 국내의 연구에서도 60세 이상의 고령인구에서 당뇨병 진단을 위한 두 기준 간의 일치도가 κ 값 0.212로 낮으며 고령인구에서 경구당부하검사의 필요성이 보고되었다¹²⁾. 서양인에 비하여 비만도가 높지 않고 점차 고령화 사회로 접어들고 있는 우리 사회를 고려해 볼 때 한국인에서 공복혈당만을 적용한 당뇨병 진단이 적절한가에 대한 평가가 요구된다.

본 연구의 대상자는 40~70세 (평균연령 58.4 ± 7.89세)의 성인으로 이 중 51.09% (884명/1731명)가 60대인 고연령 인구였고, 인구의 62.27% (1,078명/1731명)이 체질량지수 25 kg/m² 미만, 평균 체질량지수 24.1 ± 3.21 kg/m²로 비만하지 않은 인구였다. 당뇨병을 이미 진단받고 치료 중인 사람을 제외한 대상자들에서 공복혈당만을 기준으로 적용 시 당뇨병의 유병률은 2.7%였으나 경구당부하 2시간 후 혈당만을 기준으로 한 경우 6.4%, 공복혈당과 경구당부하 2시간 후 혈당을 모두 적용한 경우 6.9%로 증가되었다. 공복혈당만을 기준으로 할 경우 경구당부하검사시에는 당뇨병으로 진단되었던 대상자 중 65.8%가 당뇨병으로 진단되지 않았다. 공복혈당 기준 7.0 mmol/L의 민감도는 34.2%로 낮아서 65.8%의 당뇨병환자들이 진단되지 못할 위험성이 존

재하였고, κ 값 0.268로 두 기준 간의 일치도는 낮았다. 당뇨병 진단의 두 기준 간의 일치도에 대한 연령, 성별, 비만도의 영향을 고려하여 각각의 κ 값을 검증한 결과 모두에서 낮은 일치도를 보였다.

한국인에서 당뇨병 진단 시 공복혈당 기준 7.0 mmol/L이 실제로 당뇨병의 가능성이 있는 공복혈당 5.6~6.9 mmol/L사이의 사람들에서 경구당부하검사를 대신할 수 없음을 보여주며 더 낮은 공복혈당 기준을 제안한 여러 연구들이 있다.

국내에서 시행된 4개의 코호트 연구를 분석한 결과^{19,20)}에서 당뇨병의 유병률은 공복혈당만을 기준으로 한 경우 4.1%, 경구당부하 2시간 후 혈당을 적용한 경우 5.1%, 두기준 모두를 적용한 경우 6.3%로 기준 간에 차이가 있었고, 공복혈당 7.0 mmol/L의 민감도는 56.5%였다. 경구당부하검사 시 당뇨병이었던 사람들 중 43.4%가 공복혈당 7.0 mmol/L 미만이었고 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L에 해당되는 적정 공복혈당은 6.1 mmol/L였다. 김 등²¹⁾의 507명을 대상으로 한 연구에서 경구당부하 2시간 후 혈당을 적용 시 38%가 당뇨병이었으나 공복혈당을 기준으로 적용 시 25%로 그 진단율이 감소되었고, 공복혈당장애군의 39%가 경구당부하검사상 당뇨병으로 진단되었다. 경구당부하검사 시 당뇨병이었던 대상자의 34%가 공복혈당 7.0 mmol/L 미만이었으며 최적 공복혈당을 6.5 mmol/L로 추정하였다. 남원지역 연구²²⁾에서는 당뇨병 진단을 위한 두 기준간의 일치도가 κ 값 0.89로 매우 높았음에도 불구하고 최적 공복혈당이 6.4 mmol/L로 산출되어 ADA의 기준인 7.0 mmol/L보다 낮았다. DECODE 연구⁹⁾와 DECODA 연구¹⁰⁾는 적정 공복혈당의 기준치가 서양인에 비하여 아시아인에서 더 낮음을 보여주었는데, 유럽인에서 6.2 mmol/L, 아시아인에서 5.8 mmol/L였다. 적정 공복혈당치는 인종 간의 차이를 보여 Tanaka 등²³⁾의 일본인을 대상으로 연구에서 6.3 mmol/L, 타이완인²⁴⁾에서 5.8 mmol/L, 싱가포르인²⁵⁾에서 5.7 mmol/L였다.

본 연구에서 분석된 적정 공복혈당 기준은 5.6 mmol/L로 기존의 연구보다 낮게 확인되었다. 이는 대상자가 비만도가 높지 않고, 여성이 더 많았다는 점이 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 적정 공복혈당 기준치는 원인은 분명치 않으나 성별에 의해서도 차이를 보이는데 DECODE 연구⁹⁾에서 남성의 6.4 mmol/L에 비하여 여성에서 5.8 mmol/L로 더 낮았다. DECODA 연구¹⁰⁾에서도 남성 6.0 mmol/L에 비하여 여성에서 5.8 mmol/L로 낮았고, 일본인을 대상으로 한 연구²⁶⁾에서 남성 5.9 mmol/L, 여성 5.7 mmol/L로 여성

에서 더 낮게 확인되었다. 본 연구 결과에서도 적정 공복혈당치가 남성의 5.9 mmol/L에 비하여 여성에서 5.4 mmol/L로 낮았는데 본 연구 대상자에서 여성이 많았다는 점이 전체 대상자의 적정 공복혈당치를 낮추는데 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 본 연구에서 적정 공복혈당치에 대한 비만도의 영향을 확인하기 위해 체질량 지수 25 kg/m² 기준으로 분석한 결과 25 kg/m² 미만 인구에서 그 기준치가 5.4 mmol/L로 25 kg/m² 이상 인구의 5.6 mmol/L보다 낮았다. 체질량지수가 적정 공복혈당치에 미치는 영향을 보여준 연구들이 있다. DECODE 연구⁹⁾에서 체질량지수 25 kg/m² 미만에서 5.8 mmol/L, 25~29 kg/m²에서 6.3 mmol/L, 30 kg/m² 이상 시 6.6 mmol/L로 체질량지수가 증가할수록 적정 공복혈당치는 증가하였고, DECODA 연구¹⁰⁾에서도 21 kg/m² 미만에서 5.7 mmol/L, 21.1~25.9 kg/m²에서 5.9 mmol/L, 26 kg/m² 이상 시 5.9 mmol/L로 체질량지수에 따라 차이를 보였다. 연령은 DECODE 연구⁹⁾에서 적정 공복혈당치 변화에 영향을 미치지 않았으나 DECODA 연구¹⁰⁾에서는 50세 미만에서 5.9 mmol/L, 50~64세 인구에서 6.0 mmol/L, 65~74세 인구에서 6.0 mmol/L, 75세 이상에서 6.2 mmol/L로 변화가 있었다. 본 연구결과에서도 연령대에 따른 적정 공복혈당치에 서로 간의 차이를 보였는데 연령대가 증가할수록 비만도가 감소되어 이 영향 또한 고려해야 할 것으로 생각된다.

본 연구의 대상자 중 7.5% (130명)가 공복혈당장애만 (NGT/IFG)을 지니고 있었는데 정상 내당능군 (NGT/NFG)과 단독 내당능장애군 (IGT/NFG)과 비교하여 심혈관계질환의 위험인자 간의 유의한 차이는 없었고 공복혈당장애와 내당능장애가 모두 확인된 군 (IGT/IFG)에서 NGT/IFG군보다 LDL 콜레스테롤이 유의하게 높았다. 연천지역 연구²⁷⁾에서 NGT/IFG군은 10.8%였고 연령이 NGT/NFG군보다 유의하게 높았고 IGT/NFG군과 IGT/IFG군에 비해서는 유의하게 낮았다. 또한 허리둘레, 수축/이완기 혈압, 중성지방이 NGT/NFG군에 비하여 유의하게 높았고 IGT/IFG군이 NGT/IFG군과 IGT/NFG군에 비하여 중성지방이 유의하게 높았다. 이는 혈당 기준을 6.1~6.9 mmol/L로 적용하여 공복혈당 기준 5.6~6.9 mmol/L를 적용한 본 연구와 차이가 있었을 것으로 사료되며 대상자가 30~80세로 연령범위가 넓었다는 점이 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 2001년 20세 이상의 성인을 대상으로 시행된 국내의 국민건강영양조사²⁸⁾에서 5.6~6.9 mmol/L를 적용 시 23.9%에서 공복혈당장애가 확인되었으나 경구당부하검사가 시행되지 않아 NGT/IFG군의 확인은 어려웠다. 공복혈당장애는 당뇨병의

진단계의 의미 또한 내포하므로 미래의 당뇨병 발생 예방을 위하여 이 단계에서의 심혈관계질환 위험인자의 평가 등 한국인에서 가지는 의미에 대한 더 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

ADA에서 제시한 공복혈당 기준 7.0 mmol/L만을 기준으로 하여 한국인에서 특히, 비만도가 높지 않은 고연령 인구에서 당뇨병을 진단하는 것은 당뇨병을 정확히 진단하지 못할 위험성이 존재한다. 본 연구에서 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L에 상응하는 적정 공복혈당치가 ROC 곡선을 통하여 5.6 mmol/L로 분석되었으나 본 연구의 대상자들이 고연령이며 연령의 분포가 균일하지 않았고, 여성이 많았다는 점에서 한계를 지니며 적정 공복혈당 기준치에 따른 심혈관계질환의 발생 위험도의 변화가 확인되지 않아서 일반인구에 그대로 적용하기에는 무리가 있을 것으로 사료된다. 그러나 공복혈당 기준 7.0 mmol/L은 당뇨병 진단에 비교적 특이적이나 한국인에서 공복혈당만을 당뇨병 진단기준으로 적용할 경우 상당수의 당뇨병이 진단되지 못할 가능성이 존재하므로 경구당부하검사가 간과되어서는 안 될 것으로 생각된다. 특히 고연령 인구에서 그 가능성이 상승될 수 있어 인구집단의 특성에 따른 차별화된 진단기준의 적용이 필요하다. 한국인에서 특히 비만하지 않고 고령인 경우 공복혈당이 5.6~6.9 mmol/L인 공복혈당장애군에서 당뇨병 진단을 위하여 추가로 경구당부하검사가 시행되어야 함을 제안하며 이에 대한 더 많은 연구가 시행되어야 할 것이다.

요 약

연구배경: 1997년 ADA는 당뇨병 진단의 공복혈당 기준을 7.8 mmol/L에서 7.0 mmol/L로 낮추고 공복혈당만으로 당뇨병을 진단할 수 있다는 내용의 새로운 당뇨병 진단 기준을 제시하였다. 이는 진단의 편리함이라는 장점을 지니나 한국인의 당뇨병 진단에 있어서 그 유용성 및 적합성은 명확치 않다. 이에 저자 등은 전라남도 나주 지역 40~70세 주민들을 대상으로 공복혈당 기준과 경구당부하 2시간 후 혈당 기준을 적용하여 당뇨병의 유병률을 조사하여 비교함으로써 한국인의 당뇨병 진단에 있어서 공복혈당 기준 7.0 mmol/L의 적절성에 관하여 평가하였다.

방법: 2006년 1월부터 2006년 12월까지 전라남도 나주 지역 4개 면에서 40~70세의 성인 총 1,731명을 대상으로 하였다. 공복혈당 기준 7.0 mmol/L와 경구당부하 2시간 후 혈당기준 11.1 mmol/L를 적용하여 당뇨병의 유병률을 조사하고 두 기준 간의 일치도를 분석하였다. 경구당부하 2시간

후 혈당 11.1 mmol/L와 공복혈당 기준치의 관계를 ROC 곡선을 통하여 분석하여 적정 공복혈당치를 추정하였다.

결과: 남녀의 성비는 1:1.549로 여자가 더 많았으며 평균 연령은 58.4 ± 7.89 세, 평균 체질량지수는 24.1 ± 3.21 kg/m²였다. 조사 및 검사가 완료된 1,889명 중 당뇨병의 유병률은 공복혈당만을 적용 시 11.1%, 경구당부하 2시간 후 혈당만을 적용 시 14.8%, 두 기준을 모두 적용 시 15.3%였고 이 중 당뇨병을 이미 진단받고 치료 중인 사람은 8.4% (158명)였다. 당뇨병 진단에 있어서 두 기준의 일치도는 κ 값 0.268로 낮았으며 성별, 연령, 체질량지수에 따른 분석결과에서도 모두 낮은 일치도를 보였다. 경구당부하 2시간 후 혈당 11.1 mmol/L에 해당하는 공복혈당을 ROC 곡선을 통하여 추정한 결과 5.6 mmol/L가 최대 정확도를 보이는 적정 공복혈당치로 추정되었다 (sensitivity; 0.733, 1-specificity; 0.126).

결론: 공복혈당 7.0 mmol/L는 당뇨병 진단에 비교적 특이적인 기준이나 한국인에서 공복혈당만을 당뇨병 진단기준으로 적용할 경우 상당수의 당뇨병환자가 진단되지 못할 가능성이 존재한다. 한국인에서 특히 비만하지 않고 고령인 경우 공복혈당이 5.6~6.9 mmol/L인 공복혈당장애군에서 당뇨병 진단을 위하여 추가로 경구당부하검사가 시행되어야 함을 제안하며 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 통계청: 2005년 사망원인 통계연보 통계청, 2006
- Harris MI, Klein R, Welborn TA, Knudman MW: Onset of NIDDM occurs at least 4-7 yr before clinical diagnosis. *Diabetes Care* 15:815-19, 1992
- Klein R, Klein BEK, Moss SE, Davis MD, DeMetz DL: The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy. III. prevalence and risk of diabetic retinopathy when age at diagnosis is 30 or more years. *Arch Ophthalmol* 102:527-32, 1984
- Harris MI: Undiagnosed NIDDM; Clinical and public health issues. *Diabetes Care* 16:642-52, 1993
- Ballard DJ, Humphrey IL, Melton LJ, Fronhner PP, Chu PC, O'Fallon WN: Epidemiology of persistent proteinuria in type II diabetes mellitus. Population-based study in Rochester, Minnesota. *Diabetes* 37:405-12, 1988
- Harris MI: Impaired glucose tolerance in the U.S. population. *Diabetes Care* 12:464-74, 1989
- UK Prospective Diabetes Study Group: Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complication in patients with type 2 diabetes(UKPDS 33). *Lancet* 352:1998, 1998
- ADA International Expert Committee: Report of the Expert Committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 20:1183-97, 1997
- The DECODE Study Group: Is fasting glucose sufficient to define diabetes? Epidemiological data from 20 European studies. *Diabetologia* 42:647-54, 1999
- The DECODA Study Group: The fasting plasma glucose cut-point predicting a diabetic 2-h OGTT glucose level depends on the phenotype. *Diab Res Clin Pract* 55:35-43, 2002
- Show JE, Boyko EJ, Courten M, Zimmet PZ: Impact of new diagnostic criteria for diabetes on different population. *Diabetes Care* 22:762-66, 1999
- 백세현, 최경목, 조영직, 김경오, 김동림, 김난희, 김신곡, 신동현, 박이병, 최동섭: 서울 서남부지역 노인인구에서 공복혈당 및 경구 당부하 검사(ADA 및 WHO 당뇨병진단기준)에 의한 당뇨병의 유병률. *당뇨병* 25:125-32, 2001
- The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus: Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes care* 26:3160-67, 2003
- World Health Organization. Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications. Part 1: Diagnosis and Classification of diabetes mellitus. Report of a WHO Consultation, Geneva, World Health Organization, 1999
- McCance DR, Hanson RL, Pettitt DJ, Bennett PH, Hadden DR, Knowler WC: Diagnosing diabetes mellitus: Do we need new criteria?. *Diabetologia* 40:247-55, 1997
- Gómez-Pérez FJ, Aguilar-Salinas CA, López-Alvarenga JC, Perez-Jauregui J, Guillen-Pineda LE, Rull JA: Lack of Agreement Between the World Health Organization Category of Impaired Glucose Tolerance

- and the American Diabetes Association Category of Impaired Fasting Glucose. Diabetes Care* 21:1886-88, 1998
17. Unwin N, Alerti KG, Bhopal R, Harland J, Watson W, White M: *Comparison of the current WHO and new ADA criteria for the diagnosis of diabetes mellitus in three ethnic groups in the UK. American Diabetes Association. Diabet Med* 15:554-57, 1998
 18. Sadikot SM, Nigam A, Das S, Bajaj S, Zargar AH, Prasannakumar KM, Sosale A, Munichoodappa C, Seshiah V, Singh SK, Jamal A, Sai K, Sadasivrao Y, Murthy SS, Hazra DK, Jain S, Mukherjee S, Bandyopadhyay S, Sinha NK, Mishra R, Dora M, Jena B, Patra P, Goenka K: *Comparing ADA 1997 and the WHO 1999 criteria: Prevalence of Diabetes in India study. Diabetes Res Clin Pract* 66:309-15, 2004
 19. Oh JY, Lim S, Kim DJ, Kim NH, Kim DJ, Moon SD, Jang HC, Cho YM, Song KH, Park KS; Committee of the Korean Diabetes Association on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus: *The diagnosis of diabetes mellitus in Korea: a pooled analysis of four community-based cohort studies. Diabet Med* 24:217-18, 2007
 20. Oh JY, Lim S, Kim DJ, Kim NH, Kim DJ, Moon SD, Jang HC, Cho YM, Song KH, Ahn CW, Sung YA, Park JY, Shin C, Lee HK, Park KS; Committee of the Korean Diabetes Association on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus: *A report on the diagnosis of intermediate hyperglycemia in Korea: a pooled analysis of four community-based cohort studies. Diabetes Res Clin Pract* Mar 11, 2008
 21. 김동준, 정운재, 오은영, 함종렬, 김병준, 김성훈, 김경아, 정재훈, 민용기, 이명식, 이문규, 김광원: 한국인에 있어서 미국 당뇨병학회의 새로운 당뇨병 진단기준 적용의 적합성에 대한 검토. *당뇨병* 23:336-51, 1999
 22. 김상국, 양승원, 최수인, 박상후, 이경록, 박재홍, 장안수, 서정평, 이 승, 남해성, 손명호, 신명근, 정동진, 정민영: 남원지역 고연령 인구에서 당뇨병의 유병률. *대한 내과학회지* 60:555-66, 2001
 23. Tanaka Y, Matsuoka K, Atumi Y, Kinoshita J, Asahina T, Onuma T, Hosokawa K, Kawamori R: *Usefulness of revised fasting plasma glucose criterion and characteristics of the insulin response to an oral glucose load in newly diagnosed Japanese diabetic subjects. Diabetes care* 21:1133-37, 1998
 24. Chang CJ, Wu JS, Lu FH, Lee HL, Yang YC, Wen MJ: *Fasting plasma glucose in screening for diabetes in the Taiwanese population. Diabetes Care* 21:1856-60, 1998
 25. Lee CH, Fook-Chong S: *Evaluation of fasting plasma glucose as a screening test for diabetes mellitus in Singaporean adults. Diabetic Med* 14:119-22, 1997
 26. Mioko G, Naoki S, Isao K, Shigeaki S, Ken-ichi S, Makoto T, Shoji K, Hideyo Y, Kazuyo T, Juichi S, Yuzo S, Satoru T, Toshihide Y, Yutaka S, Takeshi U, Kishio N, Mari H, Kazuhiko K, Arimasa H, Yutaka K, Hideshi K: *Effect of sex, age and BMI on screening tests for impaired glucose tolerance. Diabetes Res Clin Pract* 64:129-36, 2004
 27. 정인경, 문민경, 김상완, 박영주, 김선옥, 신찬수, 박도준, 박경수, 김성연, 조보연, 김노경, 이홍규: 연천지역 주민에서 내당능장애와 공복혈당장애의 임상적 특성 비교. *당뇨병* 24:71-7, 2000
 28. Kim SM, Yoon DK, Lee JS, Baik SH, Lee J, Choi DS, Na JK, Choi KM, Han JH: *Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in Korea. Diabetes Care* 29:226-31, 2006