

정상 공복혈당을 보이는 성인에서 공복혈당치와 대사증후군

건국대학교 의학전문대학원 가정의학교실, *서울대학교병원 강남센터 가정의학과, **한림대학교 의과대학 가정의학교실, ***국립암센터 암예방검진센터

최재경[†] · 임열리 · 오승원 · 박진호* · 이철민* · 유상호** · 김 열***

연구배경: 대사증후군은 심혈관질환과 제2형 당뇨병의 발생을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 정상 공복혈당을 보이는 성인에서 공복혈당치와 대사증후군의 관계를 살펴보고자 하였다.

방법: 2001년 국민건강영양조사의 자료를 이용하여 당뇨병의 과거력이 없고 정상 공복혈당 범위 내에 있는 성인을 대상으로 신체계측과 혈액검사, 생활요인의 조사를 실시하였다. 100 mg/dl 미만의 정상 공복혈당을 보이는 성인을 공복혈당치에 따라 5개 군으로 나누어 공복혈당치 증가와 대사증후군의 관계를 분석하였다.

결과: 정상 공복혈당을 보이는 성인에서 공복혈당치가 증가할수록 대사위험인자 중 복부비만, 높은 혈압, 비만이 증가하는 경향을 보였고($P < 0.001$), 고중성지방혈증, 저고밀도콜레스테롤혈증과 생활요인인 흡연, 음주, 운동은 유의성이 없었다. 대사증후군은 나이, 성별, 흡연, 음주, 운동 등을 보정하여 분석하였을 때 공복혈당 ≤ 81 mg/dl인 군에 대해서 공복혈당치가 증가할수록 교차비가 1.05 (95% CI, 0.76~1.44), 1.15 (95% CI, 0.84~1.58), 1.33 (95% CI, 0.99~1.80), 1.55 (95% CI, 1.14~2.10)로 증가하는 경향을 보였으며 이는 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$).

결론: 공복혈당이 정상인 성인에서도 공복혈당치가 증가할수록 대사증후군의 위험이 증가할 수 있다.

중심 단어: 정상 공복혈당, 대사위험인자, 대사증후군

서 론

미국당뇨병학회(American Diabetes Association)는 당대사장애에 대한 개념의 일환으로 공복혈당장애란 개념을 사용해 왔으며 이의 기준으로 공복혈당 110~125 mg/dl를 제시해 왔다. 최근 미국당뇨병학회의 Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus에서는 이 기준을 100~109 mg/dl까지 포함시키는 것으로 개정하였다.¹⁾ 이에 대한 여러 가지의 반론과 이의가 제기되고 있지만²⁻⁶⁾, 공복혈당이 100 mg/dl 미만인 사람과 비교해 보았을 때 공복혈당장애를 가진 사람이 당뇨병으로 진행할 위험이 더 높다는 것은 여러 연구에서 밝혀져 왔다.^{2,4,7)}

당뇨병전단계라는 개념으로 공복혈당장애를 사용한 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel-III (NCEP ATP-III)에서는 대사증후군의 5가지 기준

항목의 하나로 이를 채택했고⁸⁾, 최근 American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute (AHA/NHLBI)에서는 100~109 mg/dl를 포함한 공복혈당장애의 기준을 사용해 대사증후군 진단기준을 개정하였다.⁹⁾

대사증후군과 각 대사위험인자들은 심혈관질환과 제2형 당뇨병의 발생을 증가시키는 것으로 알려져 있으며^{8,10-13)} 그 원인으로는 인슐린저항성이 주로 제안되고 있고 최근에는 복부비만과 지방세포 장애, 그리고 대사증후군 각 인자들의 복합적인 작용을 주요 병인으로 생각하고 있다.⁹⁾

하지만, 공복혈당장애의 하한 기준치가 이전에는 정상이었던 범위로 내려감에도 불구하고 여러 연구에서 정상 공복혈당 범위 내에서도 공복혈당치가 증가할수록 대사위험인자가 증가하며 제2형 당뇨병이 발생할 가능성이 높으며 여러 대사장애와 관련된 소견을 보일 수 있다고 보고하고 있다.¹⁴⁻¹⁷⁾

본 연구에서는 2001년 국민건강영양조사의 자료를 이용하여 당뇨병의 과거력이 없고 정상 공복혈당 범위 내에 있는 20세 이상의 성인을 대상으로 공복혈당치와 대사증후군의 관계를 살펴보고자 하였다.

접수일: 2007년 7월 25일, 승인일: 2008년 8월 5일

[†]교신저자: 최재경

Tel: 02-2030-7683, Fax: 02-3410-0388

E-mail: cjk@konkuk.ac.kr

방 법

1. 연구대상

본 연구는 2001년 보건복지부가 대한민국 국민을 대상으로 실시한 국민건강영양조사에 참여한 사람 7,828명이 일차대상이었다. 이 조사는 다단계 층화 표본 추출법을 사용하였으며, 조사 대상 선정은 거주지역과 성별, 연령 등을 이용하였다. 잘 훈련된 조사자가 각 가구를 직접 방문하여 구두 질문 형식으로 설문지를 작성하였고, 가구 조사는 인구통계학적, 사회경제학적 지표, 질병의 과거력 등에 대해 이루어졌다. 이 대상자 중 신체검사와 8시간 이상 공복 상태에서의 혈액검사를 시행한 20세 이상 성인을 대상으로 당뇨병의 과거력이 없고 공복혈당치가 100 mg/dl 미만인 사람 3,688명을 최종적인 연구대상자로 분석을 했다.

2. 측정방법

신체계측은 측정하기 편안한 옷으로 신발을 벗고 훈련된 검사자가 측정하였다. 체질량지수는 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나누어 계산하였고 비만의 정의는 세계보건기구 서태평양지역의 International Obesity Task Force에서 제안한 25 kg/m² 이상으로 하였다.¹⁸⁾ 허리둘레는 최하위 늑골하부와 골반 장골능과의 중간부위에서 정상호기상태에서 측정하였다. 수축기혈압과 이완기혈압은 훈련된 검사자가 5분 휴식 후 앉은 자세에서 수은혈압계를 이용하여 총2회를 측정하였다. 연구분석에서는 2회 측정값의 평균값을 구하여 사용하였다.

혈액검사는 8시간 이상의 공복상태에서 정맥혈을 이용하여 공복혈당, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤 등을 측정하였다.

생활양식에 대해서는 음주, 흡연, 운동에 대한 설문조사를 통하여 조사하였다. 음주는 12 g의 알코올을 함유하는 음주량인 소주 1잔, 양주 1잔 등을 1단위로 정의하였으며 일주일당 음주횟수와 1회당 음주량의 평균을 구하여 계산하였고 일주일당 시행된 음주량이 노인을 제외한 남자에서는 14단위이상, 여자와 노인에서는 7단위 이상 일 때 과음으로 정의하였다. 흡연에 대해서는 이전에 흡연의 경험이 없는 금연자, 과거에는 흡연했으나 현재는 금연 중인 과거흡연자, 현재 흡연하고 있는 현재흡연자로 구분하였다. 운동에 대해서는 일주일 동안 시행된 운동의 시간과 빈도를 조사하여 한 번에 20분 이상, 일주일에 3회 이상 시행한 사람을 운동군으로 분류하였다.

3. 정상 공복혈당 및 대사증후군

정상 공복혈당은 100 mg/dl 미만을 대상으로 5개 군(Q1≤81 mg/dl, 82≤Q2≤87 mg/dl, 88≤Q3≤91 mg/dl, 92≤Q4≤95 mg/dl, 96≤Q5≤99 mg/dl)으로 백분위에 따라 균등분할 하였다. 대사증후군의 정의는 AHA/NHLBI에서 제안한 기준을 사용하였다.⁹⁾ 그 기준 중에서 복부비만, 높은 혈압, 고중성지방혈증, 저고밀도콜레스테롤혈증의 4개 항목 중 3개 이상의 항목을 가질 때 대사증후군으로 정의하였다. 그 중 높은 혈압은 수축기혈압이 130 mmHg 이상이거나 이완기혈압이 85 mmHg 이상인 경우 외에도 고혈압약을 복용중인 경우도 포함하였다. 고중성지방혈증은 150 mg/dl 이상, 저고밀도콜레스테롤혈증은 남자는 40 mg/dl 미만, 여자는 50 mg/dl 미만으로 하였다. 본 연구에서 복부비만은 세계보건기구 서태평양지역의 International Obesity Task Force에서 제안한 기준인 남자 90 cm 이상, 여자 80 cm 이상으로 하였다.¹⁸⁾ 대사증후군의 항목은 공복혈당을 제외한 4개 항목 각각과 대사증후군의 진단 기준인 3개 이상인 경우를 나누어 분석하였다.

4. 통계 분석

통계학적 분석은 SPSS for window 12.0을 이용하였다. 연구대상자의 일반적 특성에 대해서는 남녀로 구분하여 나이는 student t-test로 교육수준, 월평균 소득, 대사증후군은 카이제곱검정으로 분석하였다. 5개 군의 공복혈당치에 따른 단변량 모델에서는 대사위험인자인 복부비만, 고중성지방혈증, 저고밀도콜레스테롤혈증, 높은 혈압 등과 생활요인인 흡연, 음주, 운동 등을 카이제곱검정을 통한 선형 대 선형 결합분석법으로 경향분석을 시행하였다. 다변량 모델에서는 5개 군의 공복혈당치에 따른 대사증후군의 유병률에 대해서 로지스틱 회귀분석을 이용한 우도비 경향분석법으로 분석하였고 나이와 성별을 보정하고 최종적으로 흡연, 음주, 운동 등의 생활요인까지 포함하여 보정 후 분석하였다. 통계학적 유의수준은 0.05로 하였다.

결 과

1. 일반적 특성

당뇨병의 과거력이 없고 혈액검사상 공복혈당치가 100 mg/dl 미만인 20세 이상 성인 3,688명을 연구 분석하였다. 그 중 남자는 1,515명, 여자는 2,173명이었다. 대상자들의 나이는 20세부터 94세로 평균 남자는 43.6±15.3세였고, 여자는 42.9±15.3세였다. 당뇨병의 과거력이 없

Table 1. Characteristics of the study population.

Variables	Men	Women	P value [†]
	(n=1515)	(n=2173)	
	Number (%)	Number (%)	
Age (years)*	43.6±15.3	42.9±15.3	0.184 [‡]
Education level (years)			<0.001
<7	215 (14.1)	537 (24.7)	
7~9	166 (11.0)	240 (11.0)	
10~12	559 (36.9)	820 (37.8)	
>12	575 (38.0)	576 (26.5)	
Income			0.569
(×1,000 Korean Won/month)			
<1,000	268 (17.7)	405 (18.6)	
1,000~2,000	564 (37.2)	776 (35.7)	
2,000~3,000	398 (26.3)	553 (25.4)	
>3,000	285 (18.8)	439 (20.2)	
Metabolic syndrome			0.689
(2005 AHA/NHLBI) [§]	249 (16.4)	368 (16.9)	

*Mean±standard deviation, [†]By chi-square test, [‡]By student t-test, [§]The 2005 criteria by American Heart Association/National Heart Lung and Blood Institute (triglyceride ≥ 150 mg/dl, blood pressure ≥ 130/85 mmHg, fasting glucose ≥ 100 mg/dl, high-density lipoprotein cholesterol < 40 mg/dl for men or < 50 mg/dl for women) and Asia Pacific criteria for abdominal obesity (waist circumference > 90 cm in men and > 80 cm in women) were used.

고 혈액검사상 공복혈당치가 100 mg/dl 미만인 20세 이상 성인의 대사증후군 유병률은 남자는 249명으로 16.4%, 여자는 368명으로 16.9%였다. 교육수준은 남녀간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(P<0.001) (표 1).

2. 정상 공복혈당 범위 내에서의 공복혈당치 증가에 따른 대사위험인자와 생활요인의 관계

정상 공복혈당 범위 내에서 백분위에 근거하여 5군(Q1 ≤ 81 mg/dl, 82 ≤ Q2 ≤ 87 mg/dl, 88 ≤ Q3 ≤ 91 mg/dl, 92 ≤ Q4 ≤ 95 mg/dl, 96 ≤ Q5 ≤ 99 mg/dl)으로 분류하여 각 군별 대사위험인자와 생활요인의 유병률을 구하였을 때 가장 낮은 공복혈당 범위를 나타내는 Q1에 대해 공복혈당이 증가하는 Q5로 갈수록 복부비만, 높은 혈압, 비만 등의 유병률이 통계적으로 유의하게 증가하는 경향을 보였다(P<0.001). 고중성지방혈증, 저고밀도 콜레스테롤 혈증과 생활요인인 흡연, 음주, 운동은 유의성이 없었다 (표 2).

3. 정상 공복혈당 범위 내에서의 공복혈당치 증가에 따른 대사증후군의 유병률 및 교차비

정상 공복혈당 범위 내에서 Q1에 대해 공복혈당이 증가하는 Q5로 갈수록 대사증후군의 교차비가 증가하는

Table 2. Metabolic and lifestyle risk factors according to the quintiles of normal fasting glucose levels.

Variables	Normal fasting plasma glucose					P value for trend*
	Quintile 1 (n=727)	Quintile 2 (n=745)	Quintile 3 (n=726)	Quintile 4 (n=782)	Quintile 5 (n=708)	
Fasting plasma glucose (mg/dl)						
Mean [†]	75.0±6.2	84.8±1.7	89.5±1.1	93.5±1.1	97.4±1.1	-
Range	≤ 81	82~87	88~91	92~95	96~99	-
Age (years) [‡]	42.0±15.2	41.6±14.9	42.7±14.8	45.0±15.8	44.6±15.3	-
Abdominal obesity (%) [‡]	23.4	24.2	28.2	33.1	30.6	<0.001
Triglyceride ≥ 150 mg/dl (%)	29.0	29.4	28.9	32.4	32.6	0.058
Low HDL cholesterol (%) [§]	48.7	45.5	45.9	50.1	49.0	0.354
Blood pressure ≥ 130/85 mmHg (%)	25.0	22.0	26.2	30.2	31.2	<0.001
Body mass index ≥ 25 kg/m ²	20.5	20.5	23.6	30.0	27.7	<0.001
Smoking status (%)						
Past	8.3	8.0	7.7	6.6	9.4	0.709
Current	25.8	28.2	27.0	27.7	28.6	0.316
Heavy drinking (%)	20.5	24.2	22.8	24.1	21.9	0.593
Physical activity (%) [¶]	21.0	18.6	22.1	19.9	22.3	0.451

*By linear by linear association, [†]Mean±standard deviation, [‡]The Asia Pacific abdominal obesity criterion (waist circumference > 90 cm in men and > 80 cm in women) was used, [§]Low high-density lipoprotein cholesterol: < 40 mg/dl for men, < 50 mg/dl for women, ^{||}Heavy drinking denotes engagement in 14 or more drinks per week for men and 7 or more drinks per week for women, [¶]Physical activity denotes engagement in physical activity for a minimum of 20 minutes at least three times per week.

Table 3. Prevalence and odds ratio for metabolic syndrome according to the quintiles of normal fasting glucose levels.

Variables	Normal fasting plasma glucose					P value for trend*
	Quintile 1 (n=727)	Quintile 2 (n=745)	Quintile 3 (n=726)	Quintile 4 (n=782)	Quintile 5 (n=708)	
Fasting plasma glucose level (mg/dl)	≤81	82~87	88~91	92~95	96~99	-
Prevalence of metabolic syndrome [†]	99 (13.6)	107 (14.4)	114 (15.7)	150 (19.2)	147 (20.8)	-
Odds ratio (95% CI)	1	1.06 (0.79~1.43)	1.18 (0.88~1.58)	1.51 (1.14~1.99)	1.66 (1.26~2.20)	0.001
Adjusted odds ratio (95% CI)						
Age and sex	1	1.10 (0.81~1.49)	1.17 (0.86~1.58)	1.35 (1.01~1.80)	1.54 (1.15~2.06)	0.001
Multiple [‡]	1	1.05 (0.76~1.44)	1.15 (0.84~1.58)	1.33 (0.99~1.80)	1.55 (1.14~2.10)	0.001

*By likelihood ratio test for trend, [†]Metabolic components except for fasting plasma glucose ≥3, number (%), [‡]The multiple logistic regression model was adjusted for age as continuous variable; sex (men, women), smoking status (never smoker, former smoker, current smoker), physical activity (a minimum of 20 minutes at least three times per week), and heavy drinking (14 or more drinks per week for men and 7 or more drinks per week for women).

경향을 보였고 이는 통계적으로 유의하였다(P<0.001). 이는 다중 로지스틱 회귀분석으로 나이와 성별을 보정한 후에도 유의하였으며, 흡연, 음주, 운동 등을 포함하여 보정하였을 때 Q1에 대해서 공복혈당치가 증가할수록 대사증후군의 교차비가 1.05 (95% CI, 0.76~1.44), 1.15 (95% CI, 0.84~1.58), 1.33 (95% CI, 0.99~1.80), 1.55 (95% CI, 1.14~2.10)로 증가하는 경향을 보였으며 이는 통계적으로 유의하였다(P<0.001) (표 3).

고 찰

본 연구는 2001년 국민건강영양조사의 자료를 이용하여 당뇨병의 과거력이 없고 정상 공복혈당 범위 내에 있는 20세 이상의 성인을 대상으로 공복혈당치의 증가에 따른 대사증후군의 교차비를 관찰하였다. 정상 공복혈당 범위 내에서 공복혈당치가 증가할수록 대사증후군의 교차비가 증가하는 경향을 보였고 대사위험인자 중에는 복부비만, 높은 혈압, 비만의 경우에 증가하는 경향을 보였다. 즉, 정상 공복혈당 범위 내에서도 공복혈당치가 증가할수록 대사증후군의 교차비가 증가하는 경향을 보였다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 정상 공복혈당 범위의 대상자만 연구에 포함시켰으므로 경구당부하검사로 알 수 있는 내당능장애나 당뇨병이 있었을 경우 이를 정상 공복혈당을 가진 대상자에 포함시켰을 가능성이 있다. 둘째, 대사증후군의 기저요인으로 생각되는 인슐린 저항성이 대상자 중에서 있었을 경우 이에 대한 평가를 하

지 않았기 때문에 대사증후군에 인슐린 저항성이 미칠 수 있는 경우를 측정하지 못했을 가능성이 있다. 정상 공복혈당 범위 내에서 대사증후군의 증가는 인슐린 저항성과 관련해서 생각해 볼 수 있다. 최근 연구에서는 정상 공복혈당을 가진 사람에서 대사위험인자는 인슐린 저항성과 관련이 있고 대사위험인자를 많이 가질수록 인슐린 저항성이 높다고 보고하고 있다.^{15,16)} 셋째, 2001년 국민건강영양조사를 이용한 단면적 연구이므로 정상 범위에서의 공복혈당치 증가에 따른 대사증후군의 교차비 증가에 있어 선후관계가 명확하지 않을 수 있다.

하지만 이런 제한점에도 불구하고 본 연구에서는 전 국민을 대상으로 표본 추출한 대상자를 연구에 포함시켰으므로 대상자 선정에 대한 오류를 줄이고 대표성을 높일 수 있었고, 대사증후군과 관련된 여러 대사위험인자와 생활요인을 함께 조사하였기 때문에 연구결과에 대한 신뢰도를 높일 수 있었다.

공복혈당장애는 당뇨병의 가족력, 좌식 생활습관, 복부비만, 이상지질혈증, 고혈압과 함께 당뇨병의 잘 알려진 위험인자이다.¹⁹⁾ 최근에는 공복혈당장애에 해당하는 범위의 하한치가 110 mg/dl에서 100 mg/dl로 개정되었다.²⁾ 하지만 제2형 당뇨병 발생의 예측을 위해서는 100 mg/dl 이하로 기준을 설정해야 한다는 보고도 있고^{7,20)} 정상 공복혈당 범위 내에서도 공복혈당치가 증가할수록 심혈관계, 뇌혈관계 및 전체 사망률의 위험과^{21,22)} 제2형 당뇨병의 발생이¹⁴⁾ 증가한다는 연구도 있었다. 또한 정상 공복혈당 범위 내에서 공복혈당치의 증가와 대사위험인자와 관계가 있다는 연구도 있었다.^{17,23-25)} 본 연구에

서는 대사위험인자인 복부비만, 높은 혈압, 비만의 유병률이 정상 공복혈당 범위 내에서 공복혈당치의 증가에 따라 높아지는 경향이 있었다.

복부비만, 당대사장애, 이상지질혈증, 고혈압이 군집되어 나타나는 대사증후군은 심혈관질환에 의한 사망률 뿐만 아니라 총사망률과도 밀접한 연관이 있다.^{22,26,27)} 대규모 전향적 연구결과에 따르면 대사증후군의 항목들은 관상동맥질환, 당뇨병 및 내당능장애의 발생을 증가시키는 것으로 알려져 있다.^{28,29)} 하지만 이런 기존 연구는 당대사장애를 가진 경우가 포함된 연구로 정상 공복혈당 범위 내에서의 대사증후군에 대한 연구는 거의 없는 실정이었다. 본 연구에서는 정상 공복혈당을 보이는 성인에서 공복혈당 범위 내에서의 대사증후군에 대한 교차비를 조사한 결과 공복혈당치가 증가할수록 대사증후군의 교차비가 증가하는 경향을 보였으며, 이는 성별과 연령뿐만 아니라 생활요인인 흡연, 음주, 운동 등에 대해서 보정한 후에도 통계적으로 유의하게 증가하는 경향을 보이므로 공복혈당이 정상인 성인에서도 공복혈당치가 증가할수록 대사증후군의 위험이 증가할 수 있음을 나타내었다.

앞으로 정상 공복혈당을 가진 대사증후군 환자에서 당뇨병이나 심혈관질환 발생의 위험이 높아지는지, 이에 해당하는 환자들을 조기에 발견해 치료했을 때 실제적으로 그 위험이 어느 정도 감소하는지에 대한 추가적인 전향적 연구가 필요하다고 생각한다.

ABSTRACTS

Fasting Plasma Glucose Levels and Metabolic Syndrome in Normoglycemic Adults

Jae Kyung Choi, M.D., Youl Lee Lym, M.D., Seung Won Oh, M.D., Jin Ho Park, M.D.*, Cheol Min Lee, M.D.*, Sang Ho Yoo, M.D.***, Yeol Kim, M.D.***

Department of Family Medicine, School of Medicine, Konkuk University, *Department of Family Medicine, Healthcare System Gangnam Center, Seoul National University Hospital, Seoul, **Department of Family Medicine, Hallym University College of Medicine, Chuncheon, ***Department of Family Medicine, Center for Cancer Prevention and Detection, National Cancer Center, Goyang, Korea

Background: Metabolic syndrome has been introduced to increase the incidence of cardiovascular diseases and type 2 diabetes mellitus. Our aim of this study was to investigate the association of fasting plasma glucose levels and metabolic syndrome in normoglycemic adults.

Methods: We examined lifestyle factors, anthropometric

and laboratory measurement of adults with no personal history of diabetes and normal fasting glucose from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2001. We categorized the fasting plasma glucose levels below 100 mg/dl into the quintiles and assessed the association of metabolic syndrome with increasing glycemia in normoglycemic adults.

Results: Quintiles of normal fasting plasma glucose levels showed a positive trend with metabolic risk factors including abdominal obesity, high blood pressure, and obesity in normoglycemic adults ($P < 0.001$). Hypertriglyceridemia, low HDL-cholesterolemia, smoking, heavy drinking, and physical activity were of no significance. A multivariate model, adjusted for age, sex, smoking status, physical activity, and heavy drinking, revealed a progressively increased odds ratio of metabolic syndrome, 1.05 (95% CI, 0.76~1.44), 1.15 (95% CI, 0.84~1.58), 1.33 (95% CI, 0.99~1.80), 1.55 (95% CI, 1.14~2.10), with increasing fasting plasma glucose levels, as compared with fasting plasma glucose level of 81 mg/dl or less ($P < 0.001$).

Conclusion: Higher fasting plasma glucose levels within the normoglycemic range may constitute a risk of metabolic syndrome in normoglycemic adults. (J Korean Acad Fam Med 2008;29:651-657)

Key words: normal fasting plasma glucose, metabolic risk factor, metabolic syndrome

참 고 문 헌

1. Genuth S, Alberti KG, Bennett P, Buse J, Defronzo R, Kahn R, et al. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003;26(11):3160-7.
2. Genuth S. Lowering the criterion for impaired fasting glucose is in order. *Diabetes Care* 2003;26:3331-2.
3. Borch-Johnsen K, Colagiuri S, Balkau B, Glumer C, Carstensen B, Ramachandran A, et al. Creating a pandemic of prediabetes: the proposed new diagnostic criteria for impaired fasting glycaemia. *Diabetologia* 2004;47:1396-402.
4. Piché ME, Arcand-Bossé JF, Després JP, Perusse L, Lemieux S, Weisnagel SJ. What is a normal glucose value? Differences in indexes of plasma glucose homeostasis in subjects with normal fasting glucose. *Diabetes Care* 2004;27:2470-7.
5. Tai ES, Goh SY, Lee JJ, Wong MS, Heng D, Hughes K, et al. Lowering the criterion for impaired fasting glucose:

- impact on disease prevalence and associated risk of diabetes and ischemic heart disease. *Diabetes Care* 2004;27:1728-34.
6. Schriger DL, Lorber B. Lowering the cut point for impaired fasting glucose: where is the evidence? Where is the logic? *Diabetes Care* 2004;27:592-601.
 7. Gabir MM, Hanson RL, Dabelea D, Imperatore G, Roumain J, Bennett PH, et al. The 1997 American Diabetes Association and 1999 World Health Organization criteria for hyperglycemia in the diagnosis and prediction of diabetes. *Diabetes Care* 2000;23:1108-12.
 8. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002;106:3143-421.
 9. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005;112:2735-52.
 10. Malik S, Wong ND, Franklin SS, Kamath TV, L'Italien GJ, Pio JR, et al. Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease, and all causes in United States adults. *Circulation* 2004;110:1245-50.
 11. McNeill AM, Rosamond WD, Girman CJ, Golden SH, Schmidt MI, East HE, et al. The metabolic syndrome and 11-year risk of incident cardiovascular disease in the atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes Care* 2005;28:385-90.
 12. Meigs JB. Metabolic syndrome: in search of a clinical role. *Diabetes Care* 2004;27:2761-3.
 13. Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Morris RW. Metabolic syndrome vs Framingham Risk Score for prediction of coronary heart disease, stroke, and type 2 diabetes mellitus. *Arch Intern Med* 2005;165:2644-50.
 14. Tirosh A, Shai I, Tekes-Manova D, Israeli E, Pereg D, Shochat T, et al. Normal fasting plasma glucose levels and type 2 diabetes in young men. *N Engl J Med* 2005;353:1454-62.
 15. Sung KC, Hwang ST. Association between insulin resistance and apolipoprotein B in normoglycemic Koreans. *Atherosclerosis* 2005;180:161-9.
 16. Meshkani R, Taghikhani M, Larijani B, Khatami S, Khoshbin E, Adeli K. The relationship between homeostasis model assessment and cardiovascular risk factors in Iranian subjects with normal fasting glucose and normal glucose tolerance. *Clin Chim Acta* 2006;371:169-75.
 17. Thomas GN, Chook P, Qiao M, Huang XS, Leong HC, Celermajer DS, et al. Deleterious impact of "high normal" glucose levels and other metabolic syndrome components on arterial endothelial function and intima-media thickness in apparently healthy Chinese subjects: the CATHAY study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2004;24:739-43.
 18. World Health Organization Western Pacific Region, International Association for the Study of Obesity, and International Obesity Task Force. The Asian-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Sydney, Australia:Health Communications Australia;2000. p. 15-21.
 19. Stern MP, Williams K, Haffner SM. Identification of persons at high risk for type 2 diabetes mellitus: do we need the oral glucose tolerance test? *Ann Intern Med* 2002;136:575-81.
 20. Shaw JE, Zimmet PZ, Hodge AM, de Courten M, Dowse GK, Chitson P, et al. Impaired fasting glucose: how low should it go? *Diabetes Care* 2000;23:34-9.
 21. Tanne D, Koren-Morag N, Goldbourt U. Fasting plasma glucose and risk of incident ischemic stroke or transient ischemic attacks: a prospective cohort study. *Stroke* 2004;35:2351-5.
 22. Simons LA, Friedlander Y, McCallum J, Simons J. Fasting plasma glucose in non-diabetic elderly women predicts increased all-causes mortality and coronary heart disease risk. *Aust N Z J Med* 2000;30:41-7.
 23. Kim DJ, Kim KW, Cho NH, Noh JH, Lee MS, Lee MK. The cutoff value of fasting plasma glucose to differentiate frequencies of cardiovascular risk factors in a Korean population. *Diabetes Care* 2003;26:3354-6.
 24. Thomas GN, Jiang CQ, McGhee SM, Zhang WS, Lao XQ, Schooling M, et al: Guangzhou Biobank Cohort Study Steering Committee. Association of vascular risk factors with increasing glycemia even in normoglycemic subjects in an older Chinese population: the Guangzhou Biobank Cohort Study. *Metabolism* 2006;55(8):1035-41.
 25. Thomas GN, McGhee SM, Schooling CM, Ho SY, Lam KS, Janus ED, et al. Determinants of normoglycemia and contribution to cardiovascular risk factors in a Chinese population: the Hong Kong Cardiovascular Risk Factor Study. *J Endocrinol Invest* 2006;29:528-35.
 26. Trevisan M, Liu J, Bahsas FB, Menotti A. Syndrome X and mortality: a population-based study. Risk Factor and Life Expectancy Research Group. *Am J Epidemiol* 1998;148:958-66.
 27. Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M, et al. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2001;24:683-9.
 28. Wilson PW, Kannel WB, Silbershatz H, D'Agostino RB. Clustering of metabolic factors and coronary heart disease. *Arch Intern Med* 1999;159:1104-9.

29. Sattar N, Gaw A, Scherbakova O, Ford I, O'Reilly DS, Haffner SM, et al. Metabolic syndrome with and without C-reactive protein as a predictor of coronary heart disease and diabetes in the West of Scotland Coronary Prevention Study. *Circulation* 2003;108:414-9.
-