

# 공복혈당장애의 기준 하한치에 관한 코호트연구

## - 일개병원 종합건강자료를 중심으로 -

류승호<sup>1), 2)</sup>, 장유수<sup>2)</sup>, 김동일<sup>1)</sup>, 서병성<sup>1)</sup>, 김원술<sup>1), 2)</sup>

성균관의대 강북삼성병원 산업의학과<sup>1)</sup>, 종합검진센터<sup>2)</sup>

### What will be the Proper Criteria for Impaired Fasting Glucose for Korean Men? - Based on Medical Screening Data from a General Hospital -

Seungho Ryu<sup>1)</sup>, Yoo-Soo Chang<sup>2)</sup>, Dong-Il Kim<sup>1)</sup>, Byung-Seong Suh<sup>1)</sup>, Woon Sool Kim<sup>1), 2)</sup>

Department of Occupational Medicine<sup>1)</sup>, Health Screening Center<sup>2)</sup>, Kangbuk Samsung Hospital & Sungkyunkwan University

**Objectives:** Recently, the American Diabetes Association (ADA) redefined the criteria of prediabetes, which has lowered the diagnostic level of fasting plasma glucose (FPG) from 110 to 125 mg/dl, down to levels between 100 to 125mg/dl. The purpose of this study was to determine the predictive cutoff level of FPG as a risk for the development of diabetes mellitus in Korean men.

**Methods:** A retrospective cohort study was conducted on 11,423 (64.5%) out of 17,696 males  $\leq 30$  years of age, and who met the FPG of  $\leq 125$  mg/dl and hemoglobin A1c of  $\leq 6.4\%$  criteria, without a history of diabetes, and who were enrolled at the screening center of a certain university hospital between January and December 1999. The subjects were followed from January 1999 to December 2002 (mean follow-up duration;  $2.3(\pm 0.7)$  years). They were classified as normal (FPG  $< 100$ mg/dl), high glucose (FPG  $\geq 100$ mg/dl and  $< 110$ mg/dl) and impaired fasting glucose (FPG  $\geq 110$ mg/dl and  $\leq 125$ mg/dl) on the basis of their fasting plasma glucose level measured in 1999. We compared the incidence of diabetes between the 3 groups by performing Cox proportional hazards model and used receiver operating characteristic analyses of the FPG level, in order to estimate the optimal cut-off values as predictors of incident diabetes.

**Results:** At the baseline, most of the study subjects were in age in their 30s to 40s (mean age,  $41.8(\pm 7.1)$  year). The

incidence of diabetes mellitus in this study was 1.19 per 1,000 person-years (95% CI=0.68-1.79), which was much lower than the results of a community-based study that was 5.01 per 1,000 person-years. The relative risks of incident diabetes in the high glucose and impaired fasting glucose groups, compared with the normal glucose group, were 10.3 (95% CI=2.58-41.2) and 95.2 (95% CI= 29.3-309.1), respectively. After adjustment for age, body mass index, and log triglyceride, a FPG greater than 100mg/dl remained significant predictors of incident diabetes.

Using the receiver operating characteristic (ROC) curve, the optimal cutoff level of FPG as a predictor of incident diabetes was 97.5 mg/dl, with a sensitivity and a specificity of 81.0% and 86.0%, respectively.

**Conclusion:** These results suggest that lowering the criteria of impaired fasting glucose is needed in Korean male adults. Future studies on community-based populations, including women, will be required to determine the optimal cutoff level of FPG as a predictor of incident diabetes.

J Prev Med Public Health 2005;38(2):203-207

**Key Words:** Diabetes mellitus, Impaired fasting glucose, Cutoff point, Retrospective cohort study

## 서론

1997년 미국 당뇨병학회에서는 당뇨병 기준을 공복혈당 140 mg/dl 이상에서 126 mg/dl 이상으로 낮추면서, 정상과 당뇨병 사이의 공복혈당 범위인 110-125 mg/dl 범위를 공복혈당장애로 정의하였고 [1], 1999년 세계보건기구(WHO)에서도 이러한 당뇨병 및 공복혈당장애기준을 채택하

였다 [2]. 2003년 11월 미국 당뇨병학회에서는 또다시 공복혈당장애의 범위를 100-125 mg/dl로 낮추어야 한다고 문제를 제기하였다 [3]. 이러한 주장은 피마(Pima)인디언을 대상으로 한 연구에서 공복혈당이 100 mg/dl 이상에서 당뇨병의 위험도가 현저히 증가한다는 보고에 근거하고 있다 [4]. 그러나 2형 당뇨병의 병인이 인종에 따라 차이가 있기 때문에 동양인 특히 한

국인에서도 그대로 적용가능한지에 대해서는 의문점이 있다.

그 동안 서구에서의 연구는 인슐린 저항성으로 인한 고인슐린혈증이 당뇨병 발병의 위험요인으로 지적하고 있는 반면 [5-7], 한국인에서는 인슐린 저항성보다는 인슐린 분비능이 낮다는 점이 당뇨병의 주병인으로 제기되고 있다. 그 근거로는 비록 단면적 연구이기는 하지만 인슐린 감수성이 정상인 환자군이 존재한다는 보고와 제 2형 당뇨병환자와 내당능 장애자

에서 있어서 경구당부하에 대한 초기 인슐린 분비능 저하가 관찰된다는 보고가 있다 [8,9]. 국내의 환자대조군 연구를 보면, 한국인에서의 당뇨병의 발병기전은 췌장 베타세포의 장애가 주된 원인일 것으로 추정되어 [10] 당뇨병의 병인이 인종에 따라 차이가 있음을 시사한다.

따라서 본 연구에서는 미국당뇨병 학회에서 새로이 제시하는 공복혈당장애의 기준 하한치 100 mg/dl가 우리나라 성인에서도 적용이 가능한지를 검정하고자 하며, 우리나라 성인에서 당뇨병 발생의 위험도가 증가하는 공복혈당의 기준점(cut-off point)을 제시하고자 하였다.

**연구 방법**

**1. 연구 대상 및 방법**

본 연구는 우리나라 성인남자에서 공복혈당장애의 기준 하한치를 100 mg/dl로 낮출 필요가 있는지를 파악하고자 후향적 코호트 연구(retrospective cohort study)를 수행하였다. 1999년 1월부터 12월까지 1년간 모 대학병원에서 종합건강진단을 받은 30세 이상의 남자 18,372 명중 과거의무기록 검토를 통하여 당뇨병약 복용력이 있거나 당뇨병의 과거력이 있는 경우, 연구시작 시점에 당화 혈색소가 6.5% 이상이거나 공복혈당이 126 mg/dl 이상인 676명을 제외한 17,696명을 대상으로 2002년 12월까지 추적된 자료를 검토하였다. 3년간 1회 이상 추적이 가능했던 사람은 11,423명(64.5%)으로, 이들을 최종 연구대상으로 하였다. 평균 추적기간은 2.3(+0.7)이었다 (Figure 1).

본 연구에서는 추적관찰 시 공복혈당이 126 mg/dl 이상으로 측정되는 경우를 당뇨병인 것으로 가정하였으며, 이후에도 당뇨병에 이환된 것으로 보았다.

혈액은 12시간 이상 공복 후 채혈하였으며, 혈당농도, 혈중 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지방, 요산 등은 Hitachi 747 자동분석기를 이용하여 측정하였다. 동일 날 신체계측이 되었으며, 허리 둘레는 세계보건기구(WHO)권고 [11] 안에 따라 직립자세에서 최하위 늑

골하부와 골반 장골릉과의 중간부위 또는 가장 가는 부위를 압박하지 않은 상태로 측정하였고, 체질량지수(BMI)는 검진용 가운데 입은 상태에서 자동측정기로 신장, 체중을 재어서 체중(kg)/[신장(m)의 제곱]의 공식을 이용하여 계산하였다.

**2. 자료 분석**

공복 혈당에 따른 당뇨병 발생위험도를 평가하기 위하여 연구시점의 공복혈당에 따라 100 mg/dl 미만, 100-109 mg/dl, 110-125 mg/dl 세 군으로 분류한 후, 공복혈당의 범주 수준별 발생률을 서로 비교하여, 가장 낮은 수준의 발생 수준에 비해 각 상위 집단의 발생수준을 비교하여 상대위험도(RR)를 계산하고, 95% 신뢰구간(95% confidence interval)을 구하였다. 공복혈당에 따른 당뇨병의 위험도는 Cox proportional hazard model을 이용하였는데, 각 추적관찰 기간을 시간변수로, 당뇨병 발생을 사건으로 정의하였다. 설명변수에

대한 모델구축은 선형적 방법으로 모델링을 하였다. 관심의 대상인 공복혈당을 비롯하여 단변량 분석에서 유의하였던 나이, LDL콜레스테롤, 로그중성지방, 체질량지수, 허리둘레를 설명변수로 하여, 각각의 변수를 기존의 모델에 추가시킴에 따라 전체 우도함수에 기여정도를 평가하여 가장 적합도 높은 모델을 선정하였다. 나이는 전체 우도함수에 영향을 주지는 못하였지만 생물학적 의미로 최종모델에 포함을 시켰고, 변수들간의 교호작용은 기존의 변수들과 다중공선성을 보여 모델에 포함시키지 않았다. 최종적으로 공복혈당에 따른 세 그룹, 나이, 체질량지수, 로그중성지방을 모델로 하여 추적기간에 따라 위험도를 평가하였다. 또한 당뇨병 발생을 예측하기 위한 공복혈당 기준점(cut-off point)을 구하기 위하여 ROC(receiver operator characteristic)곡선을 이용하였다. 연령표준화는 2000년 30세이상 80세미만 우리나라 인구를 표준인구로 하여 직접표

Table 1. Clinical and laboratory findings in subjects according to baseline fasting glucose level

Variables	Total	Normal glucose (<100mg/dl)	High normal glucose (100-109mg/dl)	Impaired fasting glucose (110-125mg/dl)	mean ± SD	
						p-value
Number	11,423	10,344	856	223		
Age (years)	41.8 ± 7.1	41.5 ± 6.8	44.4 ± 8.3	45.8 ± 9.0		<.001
Uric acid (mg/dl)	5.8 ± 1.3	5.8 ± 1.3	5.9 ± 1.3	6.0 ± 1.4		0.003
T-cholesterol (mg/dl)	193.3 ± 34.0	192.0 ± 33.5	202.0 ± 35.3	210.7 ± 40.1		<.001
Triglyceride (mg/dl)	130.7 ± 87.4	128.3 ± 85.3	147.0 ± 89.3	167.8 ± 138.1		<.001
HDL (mg/dl)	48.9 ± 11.2	48.8 ± 11.2	48.8 ± 11.6	50.9 ± 12.4		0.015
LDL (mg/dl)	118.7 ± 29.3	118.1 ± 29.1	123.2 ± 29.9	128.0 ± 33.6		<.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.7 ± 2.8	23.6 ± 2.8	24.4 ± 2.9	25.2 ± 2.8		<.001
WC (cm)	80.6 ± 7.7	80.3 ± 7.6	82.9 ± 7.7	84.8 ± 7.5		<.001
SBP (mmHg)	120.3 ± 12.7	119.7 ± 12.4	124.1 ± 14.2	128.0 ± 15.2		<.001
DBP (mmHg)	79.8 ± 9.0	79.4 ± 8.9	82.0 ± 9.5	84.2 ± 9.1		<.001

HDL = high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; BMI body mass index(kg/m<sup>2</sup>); WC waist circumference(cm); SBP systolic blood pressure(mmHg); DBP diastolic blood pressure(mmHg); \* by Analysis of variance

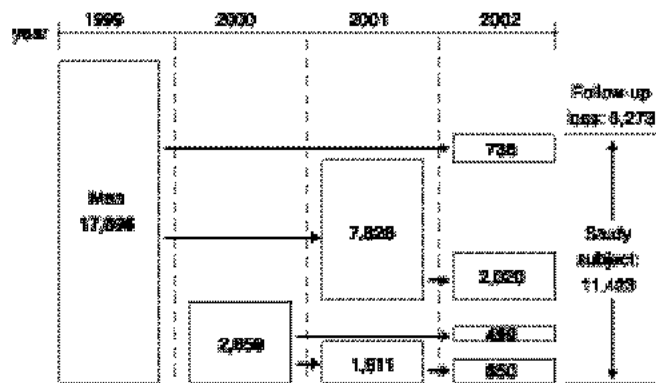


Figure 1. The flow chart of study.

준화 방법을 사용하였다. 통계프로그램은 SPSS 10.0 을 이용하였다.

## 연구 결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

연구대상자의 88.2%가 30-40대였고, 평균연령은 41.8 (+7.1)세 였다. 연구시작시점에서 공복혈당이 높은 집단일수록 연령이 유의하게 높았고 ( $p<0.001$ ), 그 외 요산, 총콜레스테롤, 중성지방, LDL 콜레스테롤, 체질량지수(BMI), 허리둘레, 수축기혈압, 이완기혈압 등도 공복혈당이 클수록 유의하게 높았다 ( $p<0.001$ ). HDL 콜레스테롤은 공복혈당장애 (110-125 mg/dL)가 있는 군이 정상 혈당군 (<100 mg/dL, 100-109 mg/dL)보다 유의하게 높았으나 ( $p=0.015$ ) (Table 1), 나이를 보정한 후에는 그룹간의 유의한 차이가 없었다 ( $p=0.057$ ). 나머지 변수들은 나이에 상관없이 공복혈당이 클수록 유의하게 높았다 ( $p<0.001$ ).

또한 추적된 대상과 추적되지 않은 대상 간의 연구시작시점 특성을 비교하였을 때, 총 콜레스테롤, 로그 중성지방, LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 체질량지수, 허리둘레, 수축기혈압 및 이완기혈압이 추적된 사람에서 유의하게 낮았으며 ( $p<0.001$ ), 요산은 유의한 차이가 없었다 ( $p=0.590$ ) (Table 2).

### 2. 공복혈당에 따른 당뇨병 발생위험도

Table 2. Comparison between follow-up and withdrawn cases

	Follow-up (N=11,423)	Withdrawn (N=6,273)	p-value
Age (years)	41.3 ± 6.6	44.9 ± 9.4	<0.001
Fasting glucose (mg/dL)	87.0 ± 10.1	88.7 ± 11.1	<0.001
Uric acid (mg/dL)	6.0 ± 1.2	6.0 ± 1.6	0.590
T-cholesterol (mg/dL)	193.2 ± 34.1	196.4 ± 34.6	<0.001
Triglyceride (mg/dL)	135.5 ± 89.2	141.0 ± 95.1	<0.001
HDL (mg/dL)	47.7 ± 10.3	48.5 ± 11.1	<0.001
LDL (mg/dL)	119.3 ± 29.3	121.0 ± 30.6	<0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.8 ± 2.7	23.9 ± 2.8	<0.011
WC (cm)	81.6 ± 7.1	82.4 ± 7.3	<0.001
SBP (mmHg)	120.6 ± 15.2	122.4 ± 21.1	<0.001
DBP (mmHg)	80.1 ± 8.9	81.1 ± 9.5	<0.001

HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein; BMI = body mass index (kg/m<sup>2</sup>); WC = waist circumference (cm); SBP = systolic blood pressure (mmHg); DBP = diastolic blood pressure (mmHg); \*by Student t-test

Table 3. Incidence density of diabetes mellitus according to baseline fasting glucose

	Person	Person-years	No. of cases	Incidence density*	Relative Risk
Normal glucose <sup>†</sup>	10,344	20,869.8	4	0.19 ( 0.04- 0.14)	1
High normal glucose <sup>‡</sup>	856	2,025.5	4	1.97 ( 0.45- 1.46)	10.3 ( 2.58- 41.2)
Impaired fasting glucose <sup>§</sup>	223	493.5	9	95.2 ( 29.3- 309.1)	95.2 (29.3-309.1)
Total	11,423	23,388.9	28	0.73 ( 0.42- 1.16)	
Age-adjust rate				1.11 ( 1.02- 1.20)	

\* unit: per 1000 person-year at risk(95% CI)  
<sup>†</sup> <100mg/dL, <sup>‡</sup> 100~109mg/dL, <sup>§</sup> ± 110~125mg/dL

공복혈당에 따른 당뇨병 발생률은 공복혈당이 100 mg/dL 미만에서 1,000 인 · 년당 0.19 (95% CI=0.04-0.14), 100-109 mg/dL에서 1,000 인 · 년당 1.97 (95% CI=0.45-1.46), 110-125 mg/dL 에서 1,000 인 · 년당 18.24 (95% CI=8.43-34.5)으로 공복혈당이 증가함에 따라 당뇨병 발생률이 증가하였다. 상대위험도는 100 mg/dL 미만에 비해 100-109 mg/dL 은 10.3 (95% CI=2.58-41.2), 110-125 mg/dL 은 95.2 (95% CI=29.3-309.1)로, 100 mg/dL 미만의 공복혈당에 비해 100-109 mg/dL의 공복혈당에서도 유의하게 당뇨병 발생이 유의하게 증가하였다 (Table 3).

당뇨병 발생에 영향을 줄 수 있는 혼란변수들을 보정 후에도 그룹간의 차이가 있는지를 보고자 Cox regression analysis를 시행 하였다. 각 추적관찰 기간을 시간변수로, 당뇨병 발생을 사건으로 정의하였다. 나이, 체질량지수, 로그 중성지방 등의 혼란변수들을 보정한 후에도 공복혈당 100-109 mg/dL 및 110-125 mg/dL 군에서 공복혈당 100 mg/dL 미만 군에 비해 당뇨병 발생이 유의하게 높았다 (Table 4).

### 3. 공복혈당 ROC 곡선

당뇨병 발생을 예측하기 위한 공복혈당의 기준점(cut-off point)을 구하기 위해, 민감도 · 특이도를 이용한 ROC 곡선을 산출한 결과, 공복혈당의 기준점은 97.5 mg/dL 였고, 이때의 민감도는 81.0%, 특이도는 86.0%였다 (Figure 2).

## 고 찰

본 연구는 우리나라 성인남자에서 공복혈당장애의 기준 하한치에 관한 국내 최초 후향적 코호트 연구이다. 연구 결과, 우리나라 성인남자에서도 공복혈당이

Table 4. Hazard ratio for the risk of diabetes mellitus

	Regression coefficient	Hazard ratio	95%CI	p-value*
Normal glucose <sup>†</sup>		1.0		
High normal glucose <sup>‡</sup>	2.068	7.9	(2.2-28.2)	0.001
Impaired fasting glucose <sup>§</sup>	4.371	79.1	(25.5-245.5)	<0.001

\* by Cox regression analysis: Age, baseline BMI, log triglyceride-adjusted  
<sup>†</sup> <100mg/dL, <sup>‡</sup> 100~109mg/dL, <sup>§</sup> 110~125mg/dL

100 mg/dL 이상에서 당뇨병의 위험도가 현저히 증가하였다. 이는 최근 미국당뇨병 협회에서 공복혈당장애를 110 mg/dL 에서 100 mg/dL로 낮춘 것과 비교하여 볼 때 [2], 우리나라 성인남자에서도 110 mg/dL 에서 하향 조정해야 할 근거를 제시하고 있다.

1997년 미국당뇨병학회에서는 공복혈당을 중심으로 한 새로운 진단기준과 분류를 마련하였다 [1]. 공복혈당의 기준을 126 mg/dL로 하향 조정하여 기존에 진단되지 못하였던 자들을 조기에 쉽게 진단하고자 하였고, 특히 역학조사나 조기진단을 위한 선별검사에는 공복혈당 기준의 사용을 적극 권장하고 있다. 또한 정상과 당뇨병 사이에, 세계보건기구 진단기준의 내당능장애(IGT, impaired glucose tolerance)에 상응하는 대사장애로서 공복혈당이 100-125 mg/dL인 경우를 공복혈당장애(IFG, impaired fasting glucose)로 정하였다. 2003년 11월 미국 당뇨병학회에서는 또다시 공복혈당장애의 범위를 100-125 mg/dL로 낮추어야 한다고 문제를 제기하였다[3]. 본 연구결과에서도 당뇨병 발생을 예측하기 위한 공복혈당의 기준점(cut-off point)을 구하기 위해, 민감도 · 특이도를 이용한 ROC 곡선을 산출한 결과, 공복혈당의 기준점은 97.5 100-125 mg/dL 였고, 이때의 민감도는 81.0%, 특이도는 86.0%였다 (Figure 2). 이는 네덜란드 인구 집단, 남태평양 부족 및

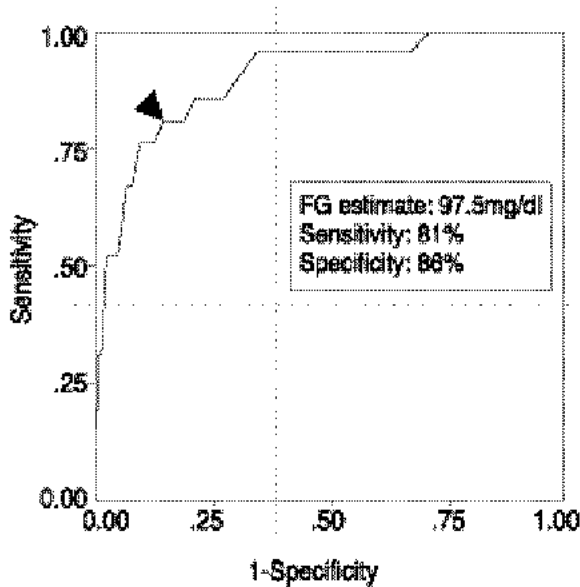


Figure 2. ROC curve for fasting glucose in the prediction of diabetes mellitus in men: FG=fasting glucose(mg/dl).

샌안토니오 인구집단을 대상으로 한 연구에서 당뇨병 위험도가 증가하는 기준점을 각각 103 mg/dl, 94 mg/dl 으로 보고한 것과 유사한 결과이다.

연구시작시점의 공복혈당에 따른 당뇨병 발생률은 공복시 혈당이 증가함에 따라 당뇨병 발생률이 증가하였는데, 100 mg/dl 미만의 공복혈당에 비해 110-125 mg/dl의 공복혈당뿐만 아니라 100-109 mg/dl의 공복혈당에서도 유의하게 당뇨병 발생이 유의하게 증가하였다. 이러한 결과 ROC 곡선에서 당뇨병 위험도가 증가하는 기준점이 97.5 mg/dl으로 나온 것과 유사한 결과이고, 최근 미국당뇨병학회에서 공복혈당장애의 범위를 110-125 mg/dl 에서 100-125mg/dl로 낮춘 것과 비교하여 볼 때 [2], 우리나라 성인남자에서도 110 mg/dl 에서 하향 조정해야 할 필요성을 제시하고 있다.

공복혈당장애와 내당능장애는 제 2형 당뇨병 전 단계로 보고 있으며 [12], 이 단계에서 생활습관의 개선이나 약물 등의 개입(intervention)을 가했을 때 당뇨병과 그 합병증의 발생을 예방할 수 있다는 점에서 그 중요성이 있다. Finnish Diabetes Prevention Study에서는 522명의 내당능 장애로 진단된 환자에서 식사조절과 운동요법으로 제2형 당뇨병의 발생률을 58%나 감소시킬 수 있음이 관찰되었다 [13]. 또한

미국 27개 연구기관에서 3,324명의 내당능 장애환자를 대상으로 한 광범위한 Diabetes Prevention Program에서 적극적인 생활습관 교정으로 당뇨병 예방효과가 현저함을 보고하였다 [14]. 따라서 공복혈당장애가 심혈관계 질환이나 당뇨병의 발생에 있어 내당능장애와 동일한 위험률을 보이는 지에 대해서는 정확히 확립되어 있지 않으나 [15,16], 새로이 제안된 공복혈당장애의 범주에 있는 사람에게도 적극적인 생활습관의 개선 등을 통해 당뇨병 및 심혈관계 질환의 발생을 막는 것이 필요하다 고 생각된다.

본 연구에서 당뇨병 발생률은 1,000인·년당 0.73 (95% CI=0.42-1.16) 이었고, 연령보정 후 당뇨병 발생률은 1,000인·년당 1.11 (95% CI=1.02-1.20) 이었다. 그러나 본 연구가 건강검진 수검자를 대상으로 한 자료이고 당뇨병 진단을 공복혈당만으로 진단하였기 때문에, 본 연구의 당뇨병 발생률 결과를 일반 인구집단에 그대로 적용하는 것은 무리가 있다. 국내 일반인구 집단의 당뇨병 평균발생률은 1993년에서 1996년까지 서울 남성 40세 이상 13,983명을 대상으로 한 전향적 연구에서 당뇨병 기준을 공복혈당 140 mg/dl이상으로 적용하였을 때 1,000인·년당 5.01로 보고 하고 있다 [17]. 선행연구와 비교를 위해 본 연구대상자 40세 이상 남자에서

연령보정 당뇨병 발생률을 조사한 결과 1,000인·년당 1.62 (95% CI=1.02-1.20)으로 일반지역 사회 주민보다는 훨씬 낮은 결과였다. 본 연구집단에서 낮은 당뇨병 발생률을 보인 것은 일반인구집단에 비해 연령분포가 다르기 때문이기 보다는 일반인구집단에 비해 좀더 건강한 집단을 대상으로 하였고, 추적되지 않은 사람들에 비해 상대적 위험을 낮고 위험요인이 적은 사람이 추적되었기 때문으로 볼 수 있다. 따라서 일반인구집단보다는 당뇨병 발생의 위험이 적은 건강한 집단에서 추정된 당뇨병 발생의 예측치임을 고려하여 평가하여야 할 것이다.

연구의 제한점으로는, 처음 대상자 선정시 공복혈당값만으로 당뇨병을 진단하였기 때문에 경구 당부하 검사상 당뇨병으로 진단될 수 있는 환자를 충분히 배제하지 못했을 가능성이 있고 마찬가지로 최종 공복혈당만으로 진단된 당뇨병 발생자 이외에도 공복혈당이 126 mg/dl 미만이면서 경구 당부하 검사로 진단될 수 있는 환자가 당뇨병으로 진단되지 못했을 가능성이 있다. 또한 일정 기간을 두고 종합검진을 받은 수검자를 대상으로 하였기 때문에 당뇨병 발생자가 실제 발생보다 낮은 시기에 측정을 한 것으로, 질병 발생자의 추적기간이 질병발생 시점까지 정확히 추적한 것으로 볼 수 없고, 계산된 발생률은 저 평가될 가능성이 있다. 마지막으로 본 연구 대상자가 도시지역의 건강검진자를 대상으로 하였기 때문에 대표성이 있다고 보기 어렵고, 당뇨병 발생의 영향을 미치는 운동, 식이습관, 가족력, 음주력 등의 변수를 고려하지 못한 제한점이 있다.

그러나 이러한 제한점에도 불구하고 외국자료에 의존하지 않고 국내 처음으로 우리나라 성인남자를 대상으로 당뇨병 발생의 위험도가 증가하는 기준점을 정하였다는 데 의의가 있다. 앞으로 여자를 포함한 대표성이 있는 자료로 추가연구가 필요할 것으로 판단한다. 또한 공복혈당의 정상범위를 낮추는 것이 모든 국민들에게 적용할 정도의 비용효과적인 이득이 있는 지에 대한 연구도 필요하리라 생각한다.

## 요약 및 결론

본 연구는 우리나라 성인남자에서 공복혈당장애의 기준 하한치를 100 mg/dL로 낮출 필요가 있는지를 파악하고자 후향적 코호트 연구를 수행하였다.

1999년 1월부터 12월까지 1년간 모 대학병원에서 종합건강진단을 받은 30세 이상의 남자 18,372 명중 과거의무기록 검토를 통하여 당뇨병약 복용력이 있거나 당뇨병의 과거력이 있는 경우, 연구시작 시점에 당화혈색소가 6.5% 이상이거나 공복혈당이 126 mg/dL 이상인 676명을 제외한 17,696명을 대상으로 2002년 12월까지 추적된 자료를 검토하였다. 3년간 1회 이상 추적이 가능했던 사람은 11,423명(64.5%)으로, 이들을 최종 연구대상으로 하였다. 평균 추적기간은 23(+0.7)년이었다. 공복혈당에 따른 당뇨병의 위험도는 Cox proportional hazard model을 이용하였고, 당뇨병 발생을 예측하기 위한 공복혈당 기준점(cut-off point)은 ROC(receiver operator characteristic) 곡선을 이용하였다.

연구대상자의 평균연령은 41.8(+7.1)세였고, 연령보정 후 당뇨병 발생률은 1,000인·년 당 1.11이었다. 공복혈당에 따른 당뇨병 발생률은 공복혈당이 증가함에 따라 당뇨병 발생률이 증가하였고, Cox proportional hazard model을 이용하여 나이, 체질량지수, 로그 중성지방 등의 혼란변수들을 보정한 후에도 공복혈당 100-109 mg/dL 및 110-125 mg/dL 군에서 공복혈당 100 mg/dL 미만 군에 비해 당뇨병 발생이 유의하게 높았다. 당뇨병 발생을 예측하기 위한 공복혈당의 기준점(cut-off point)은 97.5 mg/dL였고, 이때의 민감도는 81.0%, 특이도는 86.0%였다.

우리나라 성인남자에서도 당뇨병 발생의 위험도를 낮추기 위해서는 미국과 같이 공복혈당의 정상범위를 100 mg/dL미만으로 낮출 필요가 있다. 앞으로 여자를 포

함한 대표성이 있는 자료로 추가연구가 필요할 것으로 판단한다.

## 참고 문헌

1. Expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997; 20: 1183-1197
2. World Health Organization: Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications; report of a WHO consultation. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: WHO, 1999
3. Expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003; 26(11): 3160-3167
4. Gabir MM, Hanson RL, Dabelea D, Imperatore G, Roumain J, Bennett PH, Knowler WC. The 1997 American Diabetes Association and 1999 World Health Organization criteria for hyperglycemia in the diagnosis and prediction of diabetes. *Diabetes Care*. 2000; 23(8): 1108-1112
5. Warram JH, Martin BC, Krolewski AS, Soeldner JS, Kahn CR. Slow glucose removal rate and hyperin-sulinemia precede the development of type II diabetes in the offspring of diabetic parents. *Ann Intern Med* 1990; 113(12): 909-915
6. Saad MF, Knowler WC, Pettitt DJ, Nelson RG, Charles MA, Bennett PH. A two-step model for development of non-insulin-dependent diabetes. *Am J Med*. 1991; 90(2): 229-235
7. Martin BC, Warram JH, Krolewski AS, Bergman RN, Soeldner JS, Kahn CR. Role of glucose and insulin resistance in development of type 2 diabetes mellitus: results of a 25-year follow-up study. *Lancet*. 1992; 340(8825): 925-9
8. Kim HK, Park KS, Shin CS, Kim SY, Cho BY, Lee HK, Koh CS, Oh TG. Measurement of insulin sensitivity in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Korean Diabetes Assoc* 10.995; 18(19): 374-383 (Korean)
9. Kim YI, Choi CS, Kim SW, Kim HK, Kim CH, Park JY, Hong SK, Lee KU. Changes in serum true insulin and C-peptide levels during oral glucose tolerance test in Koreans with

glucose intolerance. *J Korean Diabetes Assoc*. 1998; 22: 192-198 (Korean)

10. Shin CS, Lee HK, Koh CS, Kim YI, Shin YS, Yoo KY, Paik HY, Park YS, Yang BG. Risk factors for the development of NIDDM in Yonchon County, Korea. *Diabetes Care* 1997; 20(12): 1842-1846
11. World Health Organization. Measuring obesity: classification and description of anthropometric data. Copenhagen: WHO, 1989
12. Expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997; 20: 1183-1197
13. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Iltanen-Parikka P, Keinanen-Kiukkaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M; Finnish diabetes prevention study group. prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*. 2001; 344(18): 1343-1350
14. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM; Diabetes prevention program research group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med*. 2002; 346(6): 393-403
15. Barzilay JI, Spiekerman CF, Wahl PW, Kuller LH, Cushman M, Furberg CD, Dobs A, Polak JF, Savage PJ. Cardiovascular disease in older adults with glucose disorders: comparison of American diabetes association criteria for diabetes mellitus with WHO criteria. *Lancet* 1999 21; 354(9179): 622-625
16. Tominaga M, Eguchi H, Manaka H, Igarashi K, Kato T, Sekikawa A. Impaired glucose tolerance is a risk factor for cardiovascular disease, but not impaired fasting glucose. The funagata diabetes study. *Diabetes Care*. 1999; 22(6): 920-924
17. Kim DH, Ahn YO, Park SW, Choi MG, Kim DS, Lee MS, Shin MH, Bae JM. Incidence and risk factors for diabetes mellitus in Korean middle-aged men: Seoul cohort DM follow-up study. *Korean J Prev Med*. 1999; 32(4): 526-537 (Korean)