



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2009년 8월  
박사학위 논문

농촌지역 주민의 공복혈당장애  
유병률과 관련요인

조선대학교 대학원

보건학과

윤혜은

농촌지역 주민의 공복혈당장애  
유병률과 관련요인

Prevalence and Risk Factors of Impaired Fasting Glucose  
in Some Korean Rural Adults

2009년 8월 일

조선대학교 대학원

보건학과

윤혜은

농촌지역 주민의 공복혈당장애  
유병률과 관련요인

지도교수 류 소 연

이 논문을 보건학 박사학위신청 논문으로 제출함

2009년 4월

조선대학교 대학원

보건학과

윤 혜 은

## 윤혜은의 박사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 \_\_\_\_\_ (인)

위원 조선대학교 교수 \_\_\_\_\_ (인)

위원 화순전남대학교병원교수 \_\_\_\_\_ (인)

위원 전남대학교 교수 \_\_\_\_\_ (인)

위원 조선대학교 교수 \_\_\_\_\_ (인)

2009년 6월

조선대학교 대학원

# 목 차

표 목 차 .....	ii
ABSTRACT .....	iii
I. 서 론 .....	1
II. 연구 방법 .....	3
A. 연구 대상 .....	3
B. 자료수집방법 .....	3
C. 분석방법 .....	5
III. 연구결과 .....	7
A. 대상자들의 특성 .....	7
B. 대상자의 특성과 공복혈당장애와의 관련성 .....	11
C. 공복혈당장애에 따른 대사적 특징 .....	16
D. 농촌지역 주민의 공복혈당장애 관련요인 .....	16
IV. 고찰 .....	19
V. 요약 및 결론 .....	24
참고 문헌 .....	25

## 표 목 차

Table 1. Demographic characteristics of the study subjects .....	7
Table 2. Health-related and anthropometric characteristics of the study subjects .....	9
Table 3. Biochemical characteristics of the study subjects .....	10
Table 4. Prevalence of impaired fasting glucose by demographic characteristics ..	11
Table 5. Prevalence of impaired fasting glucose by health-related and anthropometric characteristics .....	13
Table 6. Associations between impaired fasting glucose and insulin resistance and inflammatory markers .....	15
Table 7. Prevalence of metabolic syndrome and components according to glycemic status .....	16
Table 8. Independent predictive factors for impaired fasting glucose in some rural residents .....	18

# ABSTRACT

## Prevalence and Risk Factors of Impaired Fasting Glucose in Some Korean Rural Adults

Yun, Hye Eun

Advisor : Prof. Ryu, So Yeon, MD, M.P.H., Ph.D

Department of Health Sciences,

Graduate School of Chosun University

This study was performed to investigate the prevalence of impaired fasting glucose (IFG) and its related characteristics among healthy adults in some Korean rural area.

We conducted a cross-sectional study using data from 1352 adults over age 40 and under age 70 and free of diabetes mellitus (DM), cardiovascular diseases (CVD) and other diseases and participated in a survey conducted as part of the Korean Rural Genomic Cohort Study(KRGCS). IFG was defined as a serum fasting glucose level between 100 and 125 mg/dl.

The prevalence of IFG was 20.4% in men, 12.7% in women and 15.5% overall. Multivariate logistic regression analyses demonstrated that the independent risk factors of IFG were male, having a family history of DM, quartiles of gamma glutamyltransferase and high sensitive C-reactive protein and waist circumferences. Homeostatis model assessment-insulin resistance (HOMA-IR) was very strongly associated with IFG. The prevalence of metabolic syndrome (MS) and MS components was higher in IFG then in normal fasting glucose (NFG).

In conclusion, this result of study could be supplied the evidence to find the high



risk population and to think out a strategy for IFG. Further research is needed to explain the causal relationship and mechanism of IFG.

# I. 서론

비만인구 증가와 좌식 생활 등의 생활습관의 변화로 인해 전 세계적으로 당뇨병 유병률은 증가하고 있으며, 당뇨병은 선, 후진국을 막론하고 가장 빠르게 증가하는 보건학적 문제 중 하나이다. 20세 이상 성인 중에서 당뇨병 환자는 2000년 약 17억명에서 2030년경에는 약 37억명으로 약 두 배 이상 증가할 것으로 추정되며, 이러한 수의 증가는 선진국보다는 개발도상국가에서 더 큰 역할을 담당할 것으로 예측되고 있다 [1,2].

우리나라의 경우도 급속한 경제성장을 이룩함과 동시에 국민의 생활습관에도 많은 변화가 있었으며, 이로 인해 비만과 당뇨병 등을 비롯한 만성질환의 유병률은 빠른 속도로 증가하였다. 1970년 이래 우리나라 당뇨병의 발생 및 유병 현황에 대한 연구가 수행되어 연구에 따라 1-4% 정도의 유병률을 보고하였고, 1990년의 당뇨병 유병률은 7.9%, 2001년, 2005년, 2007년에 국민건강영양조사에서 파악한 30세 이상 성인의 당뇨병 유병률은 8.6%, 9.2%, 9.5%로 꾸준히 증가하고 있다[3,4].

당뇨병은 전 세계적으로 주요 사망원인 중 하나이며, 당뇨로 인한 사망 외에도 심혈관질환을 비롯한 주요 만성질환의 독립적인 위험요인으로 밝혀져 있다[5]. 또한 정상인을 대상으로 수행한 역학적 연구결과에 의하면 정상 공복혈당 범위 안에서도 혈당의 증가는 심혈관질환의 발생 및 사망 위험을 높이는 것으로 나타나[6,7], 당뇨병을 보다 적극적으로 조기에 발견하여 관리하고, 질병 발생을 예방하기 위한 대책과 전략 마련이 중요하게 되었다.

당뇨병 검사방법으로 경구 당부하검사(oral glucose tolerance test)가 진단에 필수적인 것으로 되어왔으나 검사방법이 번거롭고 시간과 비용이 많이 소요되며 임상에서 활용도가 낮은 문제점이 있어서, 1997년 미국당뇨병협회(American Diabetes Association, 이하 ADA)에서 공복혈당을 이용한 당뇨병 진단기준을 제시하였다[8,9]. 당뇨의 발견 및 치료 외에도 당뇨병 전단계로 분류되는 공복혈당장애(impaired fasting glucose)나 내당능장애(impaired glucose tolerance)의 경우 적절한 체중 조절과 규칙적인 운동 등의 생활습관 교정을 통해 제2형 당뇨병으로의 진행을 예방하거나 지연시킬 수 있다는 연구결과가 제시됨에 따라, 당뇨병 전단계에 대한 관심이 증가하고 있다[10]. 그러나 공복혈당장애와 내당능장애의 유병률 불일치, 당뇨병 발생과의 관련성 차이, 검사방법의 유용성에 대한 논란이 있어오자[11,12], 2003년 ADA는 공복혈당장애 기준을  $\geq 110$

mg/dL에서  $\geq 100$  mg/dL으로 하향 조정하였다. 당뇨병 전단계인 공복혈당장애는 공복혈당이 100~125mg/dL, 내당능장애는 경구 당부하검사 후 2시간 혈당치가 140~199mg/dL인 경우이다[13].

기존의 연구에 의하면 당뇨병 전단계로 분류되는 공복혈당장애와 내당능장애는 각 특징과 병리학적 기전이 달라 공복혈당과 당부하 후 혈당의 조절은 다른 기전에 의한다고 한다[14]. 인슐린의 분비 감소와 인슐린 저항성의 증가가 제2형 당뇨병의 기본병리 기전으로 알려져 있고, 이러한 기전과 당부하검사에 의한 내당능장애와 당뇨병과의 관련성을 파악하고자 한 연구가 수행되어 왔다[15-17]. 공복혈당장애가 제2형 당뇨병의 발생과의 관련성 외에 공복혈당장애의 병리 생리학적인 기전과 대사와 관련된 특성에 대해서 아직까지는 명확하게 제시되지 않았다[18].

국내에서 수행된 연구의 경우도 주로 공복혈당장애와 내당능장애의 일치도나 당뇨병 진단에 대한 적절성, 공복혈당장애 진단 기준에 대한 연구를 중심으로 이루어졌으나 [19,20], 공복혈당장애의 대사적 특징과 관련된 요인 등에 대한 연구는 단일 요인을 중심으로 관련성을 보고하는 연구가 주를 이루고 있고[21-23], 관련요인 전반에 대해 파악하고자 시도된 연구는 드문 편이다.

이에 본 연구는 전남 일부 농촌지역에 거주하는 40~69세 주민들 중 당뇨병이 없는 건강인에서 공복혈당장애의 유병률을 알아보고, 정상혈당군과 공복혈당장애군 사이의 생활습관, 신체적 특징, 혈청 지질 등을 포함한 혈액학적 특징, 염증반응 인자와 인슐린 저항성 등을 비교함으로써 공복혈당장애군의 대사적 특징과 관련요인을 파악하고자 수행하였다.

## II. 연구 방법

### A. 연구 대상

본 연구는 한국농촌유전체코호트연구(Korean Rural Genomic Cohort Study, KRGCS)의 코호트 구축을 위해 2006년 1월부터 12월까지 전라남도 나주시 4개면(봉황면, 세지면, 다도면, 산포면)에 거주하는 40세 이상 70세 미만 주민을 대상으로 하였다. 조사 대상자 모집을 위해 조사지역 면사무소와 보건소에 조사의 취지와 향후 관리에 대해 설명한 후 협조에 대한 동의를 얻었고, 이장 회의에 맞춰 각 리별로 이장들에게 조사에 대해 홍보한 후 희망자를 접수하였다. 그 후 조사원들에 의한 일차 전화면담을 통해 조사개요에 대해 설명 및 참여를 권유하였고, 예정된 검사 전날에 이장을 통하거나, 조사원들이 이차 전화면담을 통해 검사와 사전 준비사항을 환기시켜 참여율을 높이려고 노력하였다. 결과적으로 총 1,920명(남자 763명, 여자 1,157명)이 기초조사에 참가하였다.

이중 당뇨병으로 진단받고 치료중인 경우이거나 공복시 측정된 혈당이  $\geq 126$  mg/dL으로 당뇨병으로 판단되는 경우(227명), 악성종양, 뇌졸중, 심근경색증과 만성간 질환 및 간경변 등 만성질환에 대한 질병력을 가진 경우(141명), 간 효소인 alanine aminotransferase(이하 ALT)와 aspartate aminotransferase(이하 AST)가 기준보다 2배 초과하여 높은 경우(35명), 급성 감염을 의심할 수 있는 소견으로 high sensitive C-reactive protein(이하 hs-CRP)  $> 3$  mg/L인 경우(174명), 설문에 필요한 정보가 충분하지 않았던 경우 등을 제외한 총 1,352명(남자 499명, 여자 853명)을 최종 연구대상으로 선정하였다. 연구에 참여한 모든 대상에게는 조사를 실시하기 전에 연구의 취지와 내용을 설명한 후 자발적인 동의서(informed consent)를 받았다.

### B. 자료수집 방법

자료수집은 설문조사, 신체계측 및 혈액검사를 통해 이루어졌다.

#### 1. 설문조사

설문지는 KRGCS 구축을 위해 개발된 설문지를 이용하였고, 사전에 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 훈련받은 조사원에 의해 실시되었다. 주민과의 개별 면접을 통해 사회인구학적 특성(연령, 성, 교육수준 등), 당뇨병에 대한 가족력, 생활습관 등을 조사하였다. 흡연 상태와 흡연기간, 흡연량을 조사하여 pack-years를 계산하였으며, 비흡연자, < 20 pack-years, 20-49 pack-years, ≥50 pack-years로 분류하였다. 음주상태는 현재음주상태와 최근 1년간의 음주횟수를 고려하여 비음주, 과거음주, 1주일에 1회 이하 음주, 1주일에 2회 이상 음주로 분류하였다. 규칙적 운동 여부는 땀이 날 정도의 운동을 규칙적으로 하는 경우와 하지 않는 경우로 분류하였다. 수면시간은 낮잠을 포함하여 하루 평균 잠을 자는 시간을 조사하여 5시간 이하, 6-7시간, 8-9시간, 10시간 이상으로 분류하였다.

## 2. 신체계측

가벼운 옷차림 상태에서 신발과 양말을 벗고 직립 상태에서 조사원이 신장, 몸무게 및 허리둘레를 측정하였다. 신장은 수동 신장측정기를 사용하여 0.1 cm 단위까지, 몸무게는 체성분 분석기(Zeus 9.9, Jawon Medical Co.)를 사용해 0.1 kg까지 측정하였다. 허리둘레는 줄자를 이용해 0.1 cm까지 측정하였는데 직립자세에서 장골능(iliac crest)을 중심으로 수평으로 측정하였다. 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(body mass index; 이하 BMI,  $\text{kg}/\text{m}^2$ )를 계산하였다. 혈압은 측정 전 최소 10분 이상 휴식을 취한 후 수동혈압계를 이용하여 5분 간격으로 2번 측정하였고, 평균값을 분석에 이용하였다. 고혈압 판정은 측정된 수축기 혈압이  $\geq 140/90$  mmHg 또는 항고혈압제를 복용하는 경우로 정의하였다.

## 3. 혈액 검사

모든 대상자는 10시간 이상 금식하도록 하였고, 금식여부는 면접을 통하여 확인하였다. 혈액은 정맥혈을 추출하였고, 혈장을 이용하여 공복혈당을, 채취 당일 전혈을 원심분리한 후 채취한 혈청으로 총콜레스테롤, 중성지방(triglyceride), 고밀도 지단백(high density lipoprotein; 이하 HDL) 콜레스테롤, 저밀도 지단백(low density lipoprotein; 이하 LDL) 콜레스테롤, AST, ALT, hs-CRP, adiponectin, insulin 등을 측정하였다. 자동분석기(ADVIA 1650, Bayer, USA)를 이용하여 측정하였으며, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤은 효소법으로, AST, ALT, Gamma-glutamyl

transferase(이하 GGT) 는 UV법, hs-CRP는 면역 비탁법을 적용하였다. 혈청 adiponectin은 효소면역법(enzyme-linked immunosorbent assay: ELISA)으로, 공복시 insulin은 면역방사정량법(immunoradiometric Assay: IRMA)로 측정하였다.

## C. 분석방법

수집된 자료는 SPSS for Windows version 14.0(SPSS Inc., Chicago, IL)을 사용하여 통계분석을 하였고, 통계적 유의수준은 0.05를 기준으로 하였다. 공복혈당장애는 미국 당뇨병 학회에서 규정한 기준을 근거로 공복시 측정된 혈당이  $\geq 100$  mg/dL인 경우를 공복혈당장애군(impaired fasting glucose, 이하 IFG)으로,  $< 100$  mg/dL인 경우를 정상혈당군(normal fasting glucose, 이하 NFG)로 정의하여 분류하였다[13].

본 연구에서 대사증후군은 National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)의 기준을 이용하였고[24], 허리둘레의 기준은 한국인의 복부비만에 대한 허리둘레 기준을 적용하여 정의하였다[25]. 대사증후군 진단 기준은 1) 복부비만 : 허리둘레가 남자  $\geq 90$  cm, 여자  $\geq 85$  cm인 경우; 2) 혈압 이상 :  $\geq 130/85$  mmHg 또는 항고혈압제를 복용하는 경우, 3) 고중성지방혈증 :  $\geq 150$  mg/dL인 경우; 4) 혈당 이상 : 공복혈당  $\geq 100$  mg/dL; 5) 저HDL-콜레스테롤혈증 : 남자  $< 40$  mg/dL, 여자  $< 50$  mg/dL인 경우이며, 이상의 5가지 항목 중 3가지 이상에 해당되면 대사증후군으로 판단하였다.

인슐린 저항성은 Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance(이하 HOMA-IR)을 구하여 판단하였으며, HOMA-IR은 공복 insulin (U/L)  $\times$  공복혈당 (mg/dL)/405 식을 이용하였다[26].

공복혈당장애 여부에 따른 연구대상자의 특성, 혈청학적 특징 및 인슐린 저항성, 대사증후군과 각 대사증후군 구성요소에 대한 비교는 t-검정과 카이제곱 검정을 이용하여 분석하였다. 공복혈당장애의 관련요인을 찾기 위하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 이용하였고, 비차비와 95% 신뢰구간을 이용하여 제시하였다. 연속변수로 측정된 혈청 ALT, GGT, hs-CRP, adiponectin과 HOMA-IR은 성별에 따라 다르게 사분위수를 이용하여 네 그룹으로 범주화하여 분석하였고, 제1사분위수를 기준으로 하여 사분위의 증가시마다 공복혈당장애 위험을 추정하였다. 각 변수의 사분위수 분류 기준은 ALT는 남자 20.0, 25.0, 33.0 IU/L, 여자 16.0, 20.0, 26.0 IU/L였고, GGT는 남자 19.0, 32.0,

58.0 IU/L, 여자 11.0, 15.0, 20.0 IU/L, hs-CRP의 경우 남자 0.42, 0.74, 1.42 mg/L, 여자 0.32, 0.57, 1.06 mg/L, adiponectin은 남자 4620.0, 6513.6, 9050.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 여자 7569.0, 10439.0, 13606.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , HOMA-IR은 남자 1.09, 1.45, 1.92, 여자 1.24, 1.56, 2.06이었다.

종속변수를 공복혈당장애 여부로 하여 공복혈당장애와 관련이 있는 요인을 알아보기 위하여 단계를 달리하여 독립변수와의 관련성을 분석하였다. 분석 단계는 먼저 성별, 연령, 흡연상태(pack-years) 및 음주상태 등 일반적 특성과 공복혈당장애와의 관련성을 분석하고, 두 번째 단계에서 일반적 특성에 허리둘레를 추가하였으며, 세 번째 단계에서는 앞에 포함된 변수 외에 염증반응인자인 ALT, GGT, hs-CRP, adiponectin을 사분위로 분류하여 포함하였으며, 마지막으로 HOMA-IR을 추가하여 각각의 변수와 공복혈당장애와의 관련성을 알아보았다.

### Ⅲ. 연구결과

#### A. 대상자들의 특성

##### 1. 대상자들의 인구학적 특성

본 연구의 대상자는 남자 499명, 여자 853명으로 총 1,352명이다. 연령별 분포에서는 50세 미만, 50-59, 60세 이상이 각각 19.2%, 32.0%, 48.7%로 60세 이상 군이 가장 많았고 평균연령은 57.96±8.02세로 남자가 여자보다 유의하게 높았다. 교육 수준에서는 중학교 졸업이 53.1%로 가장 많았으며, 배우자 유무에서는 배우자가 있는 경우가 85.4%로 남녀간에 유의한 차이가 있었다.

Table 1. Demographic characteristics of the study subjects

	Men(N=499)	Women(N=853)	Unit : N(%) Total
Age (yrs)*			
< 50	83(16.6)	177(20.8)	260( 19.2)
50-59	151(30.3)	282(33.1)	433( 32.0)
≥ 60	265(53.1)	394(46.2)	659( 48.7)
mean±SD (yrs)*	58.57±7.93	57.60±8.06	57.96±8.02
Educational level***			
un schooled	35( 7.1)	200(23.6)	235( 17.5)
primary school	222(44.8)	492(58.0)	714( 53.1)
middle school	124(25.1)	104(12.2)	228( 17.0)
high school or more	114((23.0)	53( 6.2)	167( 12.4)
Presence of spouse ***			
presence	475(96.0)	673(79.3)	1,148( 85.4)
absence	20( 4.0)	176(20.7)	196( 14.6)

\* p<0.05, \*\*\* p<0.001 for chi-square test or t-test



## 2. 대상자들의 건강관련 행태 및 신체계측 특성

흡연 상태는 남자의 경우 비흡연이 30.7%, 20-49 pack-years인 경우가 25.8% 이었으며, 여성은 비흡연이 98.5%이었다. 음주 빈도는 남자는 1주일에 2회 이상 음주하는 경우가 52.5%로 가장 많았고, 여자는 술을 마시지 않는 경우가 62.4%로 가장 많았다. 체질량지수는 남자가  $23.74 \pm 2.97 \text{ kg/m}^2$ , 여자가  $24.28 \pm 3.10 \text{ kg/m}^2$ 로 남자보다 여자에서 유의하게 높았으나, 허리둘레는 남녀 각각  $86.38 \pm 7.53 \text{ cm}$ ,  $82.90 \pm 7.96 \text{ cm}$ , 이완기 혈압은 남녀 각각  $82.71 \pm 10.95 \text{ mmHg}$ ,  $80.89 \pm 10.98 \text{ mmHg}$ 로 여자보다 남자에서 유의하게 높았다. 수면시간, 운동여부, 당뇨병 가족력, 고혈압 여부와 수축기 혈압은 남·여간에 유의한 차이가 없었다.

Table 2. Health-related and anthropometric characteristics of the study subjects

	Men(N=499)	Women(N=853)	Unit : N(%)
			Total
Smoking (pack-years) <sup>***</sup>			
none	149(30.7)	836(98.5)	985(73.8)
≤ 19	94(19.4)	9( 1.1)	103( 7.7)
20-49	125(25.8)	3( 0.4)	128( 9.6)
≥ 50	117(24.1)	1( 0.1)	118( 8.8)
Alcohol drinking <sup>***</sup>			
none	115(23.2)	530(62.4)	645(48.0)
ex-drinking	31( 6.3)	24( 2.8)	55( 4.1)
≤ 1/week	89(18.0)	224(26.4)	313(23.3)
≥ 2/week	260(52.5)	71( 8.4)	331(24.6)
Sleeping time (hrs)			
≤ 5	70(14.3)	120(14.2)	190(14.2)
6-7	220(44.8)	383(45.2)	603(45.0)
8-9	171(34.8)	292(34.4)	463(34.6)
≥ 10	30( 6.1)	53( 6.3)	83( 6.2)
Regular exercise			
no	390(79.3)	702(82.7)	1,092(81.4)
yes	102(20.7)	147(17.3)	249(18.6)
Family history of DM			
no	461(93.1)	770(90.5)	1,231(91.5)
yes	34( 6.9)	81( 9.5)	115( 8.5)
Hypertension			
no	298(59.7)	517(60.6)	815(60.3)
yes	201(40.3)	336(39.4)	537(39.7)
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>† **</sup>	23.74±2.97	24.28±3.10	24.08±3.06
Waist circumference (cm) <sup>† ***</sup>	86.38±7.53	82.90±7.96	84.19±7.98
SBP (mmHg) <sup>†</sup>	129.91±16.82	128.24±19.29	128.86±18.43
DBP (mmHg) <sup>† **</sup>	82.71±10.95	80.89±10.98	81.56±11.00

† : mean±standard deviation, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001 for chi-square test or t-test.

DM: diabetes mellitus, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.

### 3. 대상자들의 생화학적 특성

성별에 따른 생화학적 혈액검사 결과 공복 혈당, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방, 공복 인슐린, hs-CRP, adiponectin, ALT, GGT 등은 남녀 간에 유의한 차이가 있었고 HOMA-IR은 유의한 차이가 없었다.

Table 3. Biochemical characteristics of the study subjects

	Unit : mean±standard deviation		
	Men(N=499)	Women(N=853)	Total
Glucose (mg/dL) <sup>***</sup>	92.57±9.71	89.17±8.95	90.42±9.38
TC (mg/dL) <sup>***</sup>	195.69±35.24	209.62±39.11	204.48±38.31
HDL-C (mg/dL) <sup>**</sup>	45.03±11.63	47.07±9.97	46.32±10.66
LDL-C (mg/dL) <sup>***</sup>	113.44±30.68	126.78±33.12	121.86±32.87
TG (mg/dL) <sup>*</sup>	159.15±93.83	147.99±86.34	152.11±89.30
Insulin (U/L) <sup>***</sup>	7.21±3.81	7.97±3.73	7.69±3.78
hs-CRP (mg/L) <sup>***</sup>	0.99±0.74	0.79±0.64	0.86±0.68
ALT (IU/L) <sup>***</sup>	27.97±11.98	22.42±9.49	24.47±10.81
GGT (IU/L) <sup>***</sup>	51.71±60.12	18.77±1.47	30.93±41.91
HOMA-IR	1.67±1.03	1.77±0.91	1.73±0.96
Adiponectin (μg/mL) <sup>***</sup>	7377.27±3925.99	10983.95±4729.84	9652.79±4777.17

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001 by t-test.

TC: total cholesterol, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, TG: triglyceride, hs-CRP: high sensitive C-reactive protein, ALT: alanine aminotransferase, GGT: gamma-glutamyl transferase, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance.

## B. 대상자의 특성과 공복혈당장애와의 관련성

### 1. 인구학적 특성에 따른 공복혈당장애 분포

대상자들의 공복혈당을 측정한 결과, 정상혈당군은 84.5%, 공복혈당장애군은 15.5% 이었고, 성별에 따른 공복혈당장애 유병률은 남자가 20.4%, 여자는 12.7%로 남자에서 유의하게 높았다. 연령별 분포에서는 50세 미만, 50-59세, 60세 이상이 각각 13.5%, 10.9%, 19.4%로 60세 이상군에서 유병률이 가장 높았으며 통계적으로도 유의하였다. 대상자들의 교육 수준 및 배우자 유무에 따른 공복혈당장애 유병률은 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

Table 4. Prevalence of impaired fasting glucose by demographic characteristics

	Unit : N(%)		
	NFG(N=1142)	IFG(N=210)	p-value
Sex			
men	397(79.6)	102(20.4)	<0.001
women	745(87.3)	108(12.7)	
Age (yrs)			
< 50	225(86.5)	35(13.5)	<0.001
50-59	386(89.1)	47(10.9)	
≥ 60	531(80.6)	128(19.4)	
mean±SD (yrs)	57.67±8.05	59.55±7.68	0.002
Educational level			
unschooled	195(83.0)	40(17.0)	0.862
primary school	607(85.0)	107(15.0)	
middle school	193(84.6)	35(15.4)	
high school or more	139(83.2)	28(16.8)	
Presence of spouse			
presence	972(84.7)	176(15.3)	0.591
absence	163(83.2)	33(16.8)	

NFG: normal fasting glucose, IFG: impaired fasting glucose.

## 2. 건강관련 행태 및 신체계측 특성에 따른 공복혈당 상태

흡연 상태에 따른 공복혈당장애 유병률은 비흡연, 19 pack-years 이하, 20-49 pack-years, 50 pack-years 이상인 경우 각각 13.9%, 17.5%, 21.1%, 22.0%로 흡연량이 늘수록 유병률이 증가하는 경향을 보였고, 음주 빈도에서도 비음주, 과거음주,  $\leq 1/\text{week}$ ,  $\geq 2/\text{week}$ 군에서 12.9%, 18.2%, 14.1%, 22.1%로 비음주에 비해 과거음주나 음주 빈도가 잦을수록 유병률이 증가하는 경향이 있었다. 당뇨병 가족력이 없는 군 14.9%, 당뇨병 가족력이 있는군 23.5%로 당뇨병 가족력이 있는 경우 공복혈당장애 유병률이 유의하게 높았고, 고혈압이 없는 군에서 공복혈당장애가 12.6%, 고혈압이 있는 군에서 공복혈당장애가 19.9% 공복혈당장애를 보여 고혈압이 있는 군에서 유병률이 유의하게 높았다. 체질량지수, 허리둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압 등도 정상혈당군보다 공복혈당장애군에서 유의하게 높은 반면 수면 시간이나 규칙적 운동 여부에서는 유의한 차이가 없었다.

Table 5. Prevalence of impaired fasting glucose by health-related and anthropometric characteristics

	Unit : N(%)		
	NFG(N=1142)	IFG(N=210)	p-value
Smoking (pack-years)			
none	848(86.1)	137(13.9)	0.028
≤ 19	85(82.5)	18(17.5)	(0.003)
20-49	101(78.9)	27(21.1)	
≥ 50	92(78.0)	26(22.0)	
Alcohol drinking			
none	562(87.1)	83(12.9)	0.002
ex-drinking	45(81.8)	10(18.2)	(0.001)
≤ 1/week	269(85.9)	44(14.1)	
≥ 2/week	258(77.9)	73(22.1)	
Sleeping time (hrs)			
≤ 5	159(83.7)	31(16.3)	0.319
6-7	505(83.7)	98(16.3)	(0.209)
8-9	391(84.4)	72(15.6)	
≥ 10	76(91.6)	7( 8.4)	
Regular exercise			
no	922(84.4)	170(15.6)	0.846
yes	209(83.9)	40(16.1)	
Family history of DM			
no	1,048(85.1)	183(14.9)	0.021
yes	88(76.5)	27(23.5)	
Hypertension			
no	712(87.4)	103(12.6)	<0.001
yes	430(80.1)	107(19.9)	
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>†</sup>	23.97±3.07	24.69±2.94	0.002
Waist circumference (cm) <sup>†</sup>	83.64±7.93	87.15±7.62	<0.001
SBP (mmHg) <sup>†</sup>	127.93±18.39	133.87±17.85	<0.001
DBP (mmHg) <sup>†</sup>	81.17±11.01	83.65±10.77	0.003

† : mean±standard deviation, ( ): p-value for trend.

NFG: normal fasting glucose, IFG: impaired fasting glucose.

DM: diabetes mellitus, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.

### 3. 인슐린 저항성 및 염증 표지자와 공복혈당장애와의 관련성

HOMA-IR의 1사분위수, 2사분위수, 3사분위수, 4사분위수의 공복혈당장애군 유병률이 6.2%, 9.4%, 14.8%, 31.8%로 사분위수가 올라갈수록 공복혈당장애군의 유병률이 유의하게 증가하였고, GGT의 공복혈당장애군의 유병률도 7.9%, 14.2%, 17.2%, 24.2%로 사분위수가 올라갈수록 유병률이 유의하게 증가하였으며 hs-CRP의 공복혈당장애군의 유병률도 8.9%, 17.0%, 16.4%, 20.2%로 그룹간에 유의한 차이가 있었다. 항염증인자인 adiponectin은 1사분위수, 2사분위수, 3사분위수, 4사분위수의 공복혈당장애군 유병률이 19.5%, 18.0%, 13.0%, 11.6%로 사분위수가 올라갈수록 유병률이 낮아져 통계적으로 유의하였으나 ALT는 사분위수가 올라갈수록 유병률이 증가하는 경향은 보였으나 그룹간에 유의한 차이가 없었다.

Table 6. Associations between impaired fasting glucose and insulin resistance and inflammatory markers

	Unit : N(%)		
	NFG(N=1142)	IFG(N=210)	p-value
HOMA-IR			
Q1	316(93.8)	21( 6.2)	<0.001
Q2	309(90.6)	32( 9.4)	( <i>&lt;0.001</i> )
Q3	287(85.2)	50(14.8)	
Q4	230(68.2)	107(31.8)	
HOMR-IR <sup>†</sup>	1.62±0.77	2.33±1.49	<0.001
ALT			
Q1	336(88.0)	46(12.0)	0.141
Q2	268(84.0)	51(16.0)	( <i>0.028</i> )
Q3	274(83.3)	55(16.7)	
Q4	264(82.0)	58(18.0)	
ALT (IU/L) <sup>†</sup>	24.11±10.69	26.41±11.30	0.005
GGT			
Q1	351(92.1)	30( 7.9)	<0.001
Q2	295(85.8)	49(14.2)	( <i>&lt;0.001</i> )
Q3	246(82.8)	51(17.2)	
Q4	250(75.8)	80(24.2)	
GGT (IU/L) <sup>†</sup>	29.10±41.92	40.86±40.53	<0.001
hs-CRP			
Q1	319(91.1)	31( 8.9)	<0.001
Q2	273(83.0)	56(17.0)	( <i>&lt;0.001</i> )
Q3	281(83.6)	55(16.4)	
Q4	269(79.8)	68(20.2)	
hs-CRP (mg/L) <sup>†</sup>	0.83±0.67	1.04±0.72	<0.001
Adiponectin			
Q1	273(80.5)	66(19.5)	0.010
Q2	277(82.0)	61(18.0)	( <i>0.001</i> )
Q3	294(87.0)	44(13.0)	
Q4	298(88.4)	39(11.6)	
Adiponectin (μg/mL) <sup>†</sup>	9898.95±4774.30	8314.14±4576.96	<0.001

† : mean±standard deviation, ( ): p-value for trend.

NFG: normal fasting glucose, IFG: impaired fasting glucose.

HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, ALT: alanine aminotransferase, GGT: gamma-glutamyltransferase, hs-CRP: high sensitive C-reactive protein, Q1: 1st quartile, Q2: 2nd quartile, Q3: 3rd quartile, Q4: 4th quartile.



### C. 공복혈당장애에 따른 대사적 특징

공복혈당 상태에 따라 대사증후군 및 대사증후군 구성요소의 유병률을 보면, 혈압 이상은 정상혈당군의 51.1%, 공복혈당장애군의 68.1%가 해당되었고, 중성지방 이상은 정상혈당군의 38.5%, 공복혈당장애군의 51.4% 이었다. 낮은 HDL-콜레스테롤은 정상군의 54.9%, 공복혈당장애군의 46.2% 이었으며, 복부비만은 정상군의 33.8%, 공복혈당장애군의 49.5%였고, 대사증후군은 정상군에서 27.3%인 반면, 공복혈당장애군은 71.0%였다. 대사증후군 및 대사증후군 구성요소의 유병률은 공복혈당장애 여부에 따라 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 7. Prevalence of metabolic syndrome and components according to glycemic status

	Unit : N(%)		
	NFG(N=1142)	IFG(N=210)	p-value
Metabolic syndrome	312(27.3)	149( 71.0)	<0.001
High blood pressure	583(51.1)	143( 68.1)	<0.001
Abnormal triglyceride	440(38.5)	108( 51.4)	0.001
Low HDL-cholesterol	627(54.9)	97( 46.2)	0.024
Central obesity	386(33.8)	104( 49.5)	<0.001
High blood glucose	0( 0.0)	210(100.0)	<0.001

NFG: normal fasting glucose, IFG: impaired fasting glucose.

HDL-cholesterol: high density lipoprotein cholesterol

### D. 농촌지역 주민의 공복혈당장애 관련요인

농촌지역 주민의 공복혈당장애에 영향을 미칠 관련 요인을 찾기 위해 4가지 모형의 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 첫 번째 모형은 대상자들의 인구학적 특성 및 건강관련 행태와의 관련성을 살펴본 결과, 연령과 당뇨병에 대한 가족력이 공복혈당장애와 유의한 관련이 있었다. 연령에서 50세 미만군에 비해 60세 이상군의 공복혈

당장애에 대한 비차비가 1.51(95% CI: 1.00-2.29), 당뇨병 가족력이 없는 경우에 비해 당뇨병 가족력이 있는 경우 공복혈당장애 비차비가 2.15(95% CI: 1.33-3.46)로 통계적으로 유의하였다. 두 번째 모형에서는 허리둘레를 추가하여 살펴본 결과, 허리둘레와 당뇨병 가족력이 공복혈당장애와 유의한 관련이 있었다. 허리둘레가 증가할수록 공복혈당장애 비차비가 1.05(95% CI: 1.03-1.07)로, 당뇨병 가족력이 없는 경우에 비해 당뇨병 가족력이 있는 경우의 비차비가 2.04(95% CI: 1.26-3.30)로 통계적으로 유의하였으나 첫 번째 모형에서 통계적으로 유의하였던 연령은 유의성이 소실되었다. 세 번째 모형에는 염증반응인자인 ALT, GGT, hs-CRP, adiponectin 등을 추가하여 분석한 결과, 성별, GGT, hs-CRP, 허리둘레, 당뇨병 가족력이 공복혈당장애와 유의한 관련이 있었다. 두 번째 모형까지는 통계적 관련성을 보이지 않았던 성별이 세 번째 모형에서는 유의하게 관찰되었는데 남자에 비해 여자의 공복혈당장애 비차비가 0.53(95% CI: 0.32-0.87)으로 통계적으로 유의하였다. GGT는 1사분위수에 비해 3사분위수의 공복혈당장애 비차비가 1.80(95% CI: 1.06-3.05), 4사분위수의 비차비가 2.76(95% CI: 1.61-4.73)으로 통계적으로 유의하였으며, hs-CRP는 1사분위수에 비해 4사분위수의 공복혈당장애 비차비가 1.72(95% CI: 1.05-2.81)로 통계적으로 유의하였다. 허리둘레와 당뇨병 가족력은 허리둘레가 증가할수록 공복혈당장애 비차비가 1.03(95% CI: 1.01-1.05)으로, 당뇨병 가족력이 없는 경우에 비해 당뇨병 가족력이 있는 경우의 비차비가 1.92(95% CI: 1.17-3.16)으로 통계적으로 유의하였으며 허리둘레 및 당뇨병 가족력의 관련성이 두 번째 모형보다 약간 감소하였다. 최종적으로 네 번째 모형에는 인슐린 저항성을 나타내는 HOMA-IR을 추가하여 분석한 결과, HOMA-IR, 성별, 당뇨병 가족력, 높은 수치인 GGT 및 hs-CRP 등이 공복혈당장애와 유의한 관련이 있었다. HOMA-IR은 1사분위수에 비해 3사분위수의 공복혈당장애 비차비가 2.43(95% CI: 1.38-4.28), 4사분위수의 비차비는 6.53(95% CI: 3.75-11.37)으로 통계적으로 유의하였으며 성별에서는 남자에 비해 여자의 비차비가 0.53(95% CI: 0.31-0.89), 당뇨병 가족력이 있는 경우의 공복혈당장애 비차비는 2.02(95% CI: 1.21-3.38)으로 통계적으로 유의하였다. GGT에서는 1사분위수에 비해 4사분위수의 공복혈당장애 비차비가 2.20(95% CI: 1.26-3.83)로, hs-CRP에서도 1사분위수에 비해 4사분위수의 비차비가 1.74(95% CI: 1.04-2.89)로 통계적으로 유의하였다. 네 번째 모형에서 허리둘레는 유의한 관련성이 없게 나타났다. .

Table 8. Independent predictive factors for impaired fasting glucose in some rural residents

	OR(95% CI)	OR(95% CI)	OR(95% CI)	OR(95% CI)
Sex(F/M)	0.65(0.41-1.04)	0.73(0.45-1.16)	0.53(0.32-0.87)	0.53(0.31-0.89)
Age(< 50)				
50-59	0.76(0.47-1.22)	0.69(0.43-1.12)	0.67(0.41-1.10)	0.72(0.44-1.20)
≥ 60	1.51(1.00-2.29)	1.36(0.90-2.07)	1.34(0.87-2.07)	1.52(0.97-2.39)
Smoking status(/none)				
≤ 19 pack-years	0.79(0.42-1.50)	0.82(0.43-1.57)	0.74(0.39-1.43)	0.86(0.44-1.70)
20-49	1.02(0.57-1.82)	1.06(0.59-1.91)	0.92(0.50-1.69)	0.82(0.44-1.54)
≥ 50	0.97(0.54-1.75)	0.91(0.50-1.66)	0.77(0.41-1.43)	0.88(0.46-1.67)
Alcohol drinking(/none)				
ex	1.42(0.67-3.02)	1.35(0.63-2.89)	1.24(0.57-2.70)	1.27(0.56-2.88)
≤ 1/week	1.03(0.69-1.54)	0.99(0.66-1.48)	0.96(0.63-1.46)	0.88(0.57-1.36)
≥ 2/week	1.50(0.99-2.27)	1.37(0.89-2.09)	1.03(0.65-1.62)	1.28(0.80-2.06)
Family hx of DM(yes/no)	2.15(1.33-3.46)	2.04(1.26-3.30)	1.92(1.17-3.16)	1.99(1.18-3.33)
Waist circumference (cm)		1.05(1.03-1.07)	1.03(1.01-1.05)	1.00(0.98-1.03)
ALT(/Q1)				
Q2			1.32(0.84-2.07)	1.27(0.80-2.02)
Q3			1.16(0.73-1.83)	1.01(0.63-1.63)
Q4			0.91(0.56-1.48)	0.75(0.45-1.24)
GGT(/Q1)				
Q2			1.64(0.99-2.71)	1.54(0.92-2.57)
Q3			1.80(1.06-3.05)	1.55(0.90-2.66)
Q4			2.76(1.61-4.73)	2.20(1.26-3.83)
hs-CRP(/Q1)				
Q2			1.53(0.93-2.50)	1.58(0.95-2.63)
Q3			1.37(0.83-2.26)	1.39(0.83-2.32)
Q4			1.72(1.05-2.81)	1.74(1.04-2.89)
Adiponectin(/Q1)				
Q2			1.00(0.67-1.51)	1.04(0.68-1.60)
Q3			0.74(0.47-1.15)	0.84(0.53-1.32)
Q4			0.75(0.47-1.19)	0.90(0.55-1.46)
HOMA-IR(/Q1)				
Q2				1.42(0.78-2.59)
Q3				2.43(1.38-4.28)
Q4				6.53(3.75-11.37)

OR(95% CI): odds ratio(95% confidence interval), Family hx of DM: family history of diabetes mellitus, ALT: alanine aminotransferase, GGT: gamma-glutamyltransferase, hs-CRP: high sensitive C-reactive protein, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, Q1: 1st quartile, Q2: 2nd quartile, Q3: 3rd quartile, Q4: 4th quartile.

## IV. 고찰

당뇨병은 여러 가지 합병증 및 사망률과 관련하여 공중보건학적으로 심각한 문제를 야기할 수 있는 질환으로 조기발견 및 예방이 중요시되는 질환 중 하나이다. ADA에서는 공복혈당을 중심으로 한 새로운 진단기준과 분류를 마련하여 조기진단을 위한 선별검사에 공복혈당 기준의 사용을 적극 권장하였으며[8,9], 당뇨병 진단계로 공복혈당 장애를 제시하고, 세계보건기구 진단 기준의 내당능장애에 상응하는 공복혈당 100~125mg/dL인 경우를 공복혈당장애로 정하였다[13]. 내당능장애 진단은 검사방법이 번거롭고 시간과 비용이 많이 소요되는 반면 공복혈당장애는 공복혈당 검사만으로도 진단이 가능하여 본 연구에서도 당뇨병 진단계로 공복혈당장애를 선택하였다.

본 연구 대상자들의 공복혈당장애 유병률은 남자 20.4%, 여자 12.7%로 남자가 여자보다 높았으며 전체는 15.5%였다. 이는 미국인을 대상으로 한 연구에서 공복혈당장애 유병률이 26.0%, 27.6%이었던 경우보다 낮았고[27,28], 2004년 중국 텐진지역 농촌주민들의 공복혈당장애 유병률이 14.1%인 경우보다 약간 높게 관찰되었다[29]. 이처럼 지역에 따라 공복혈당장애 유병률이 차이가 나는 이유는 식습관 및 건강관련 생활습관 실천정도 등의 생활양식 차이와 지역의 경제적 생활수준에 따라 당뇨병의 유병정도가 다른 것과 관련이 있을 것으로 생각된다.

우리나라의 경우 정읍 농촌지역 주민들의 연령 보정 공복혈당장애 유병률이 1997년 21.9%, 2003년 38.8%인 경우[30]에 비해 낮게 측정되었는데, 이는 본 연구의 대상자 선정에서 당뇨병 진단 기준 외에 악성종양 및 뇌졸중 등의 만성질환 질병력, 간 기능저하 소견으로 간효소인 AST와 ALT 수치가 기준보다 2배 초과된 경우, 급성 감염 의심 소견인 hs-CRP가 > 3 mg/L인 경우를 제외하여 기저질환이 없는 건강한 성인을 대상으로 하였기 때문에 낮았을 것으로 생각된다.

성별에서는 미국인의 경우나 정읍 농촌지역의 경우 같이 본 연구에서도 공복혈당장애 유병률이 여성에 비해 남성에서 높았다[28,30]. 본 연구에서 남성의 공복혈당장애 유병률이 여성보다 더 높은 이유는 남성의 평균 연령이 여성보다 더 높았고, 흡연이나 음주 등 건강에 이롭지 못한 생활습관들을 남성이 더 많이 행하고 있기 때문으로 생각한다.

연령은 40대, 50대, 60대로 구분했는데 공복혈당장애 유병률이 60대에서 가장 높고 두번째로 40대가 높아 본 연구에서는 연령증가에 따른 특별한 증감 형태를 보이지 않

아 김철식[31] 및 김희승[32] 등의 연령증가에 따라 공복혈당장애군 비차비가 증가한 경우와는 차이가 있었다. 이는 본 연구의 대상자가 40~69세로 연령에 제한이 있었으며 40대 대상자가 상대적으로 적었기 때문으로 생각한다.

생활습관 중 흡연량이 공복혈당장애나 당뇨병 발생에 미치는 영향에 대해 아직 논란이 많은데, 본 연구의 흡연 상태에 따른 공복혈당장애 유병률은 비흡연에 비해 흡연량이 늘수록 유병률이 증가하는 경향을 보였으나 다중회귀분석에서는 흡연과 공복혈당장애와의 관련성이 나타나지 않았다. 흡연이 말초조직에서 인슐린 저항성과 인슐린 분비장애를 일으켜 혈당을 증가시킬 수 있는데[33], 우리나라 성인 남성을 대상으로 한 코호트연구에서 흡연량 증가에 비례해 공복혈당장애 및 제2형 당뇨병 발생률이 증가한 경우나[23], Lisa 등[34]의 평균 6년 동안의 추적조사에서 비흡연자에 비해 흡연자의 공복혈당장애 발생률이 2.4배 높았던 경우 등이 그 예이다. 위의 두 연구들은 코호트 연구였으며, 흡연량이나 흡연 상태 구분이 본 연구와 차이가 있었다. 본 연구와 유사한 단면적 연구로 흡연과 공복혈당장애의 관련성이 없게 나타난 경우도 있었다[35].

음주 상태나 당뇨병 가족력이 있는 경우에 공복혈당장애 유병률이 높았고 당뇨병 가족력은 본 연구 대상자들의 공복혈당장애와 관련된 요인으로 관찰되어 당뇨병뿐만 아니라 당뇨병 전단계인 공복혈당장애도 유전적 요인 및 식습관과 같은 가족력이 관련이 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 규칙적 운동 여부에서 공복혈당장애군 유병률에 차이가 없었으나, 규칙적 운동이 체중감소나 체중 증가를 예방하고 지방조직을 감소시켜 인슐린 민감성을 향상시키기 때문에 비만도가 높은 공복혈당장애군에서 규칙적인 운동 집단이 당뇨병 발생 상대위험도가 낮았던 경우에 비추어 보면[36], 공복혈당장애 상태에서의 규칙적 운동은 향후 당뇨병 발생을 예방할 수 있을 것으로 여겨진다.

본 연구에서 복부비만의 기준을 허리둘레로 측정하였고, 허리둘레가 증가할수록 공복혈당장애 유병률이 더 높았으며, 다변량 로지스틱 회귀분석에서 허리둘레가 공복혈당장애의 관련요인이었다가 인슐린 저항성을 추가하여 분석한 결과 관련성이 소실되었다. 이는 인슐린 저항성이라는 변수에 공복혈당 개념이 포함되어 있어 공복혈당장애와 같은 맥락의 개념으로 생각하면, 다변량 로지스틱 회귀분석에서 인슐린 저항성 변수를 추가했을 때 다른 변수들과 공복혈당장애와의 관련성이 약화된 결과는 당연히 초래될 수 있는 결과라고 생각된다. 비만 특히 복부비만이 있을 때 복부 내장에 있는 지방조직이 말초 지방조직보다 더 인슐린에 저항하기 때문에 고인슐린혈증이 발생하게 되어 복부 비만일수록 당뇨병 위험도가 높은 것으로 알려져 왔으며, 한국인에서 허리둘레

및 허리-엉덩이 둘레비가 증가함에 따라 공복혈당장애나 당뇨병 위험도 및 유병률이 높았던 경우들과[21,31] 본 연구의 결과를 유사하게 해석할 수 있을 것으로 생각된다.

염증(inflammation)은 제2형 당뇨병의 병인이자 인슐린 저항성 증가와 관련되어져 왔는데, 본 연구에서는 염증표지자로 ALT, GGT, hs-CRP 및 adiponectin 등이 포함되었다. 연속적인 값에서는 정상혈당군과 공복혈당장애군에서 모두 유의한 차이가 있었으나, 대상자들을 남녀로 구분하여 사분위수로 나눈 후의 분석결과에서는 ALT를 제외한 GGT, hs-CRP 및 adiponectin 등이 공복혈당장애군에서 유의한 차이가 있었다. 본 연구에서 GGT와 hs-CRP 값이 증가할수록 공복혈당장애 유병률이 의미있게 증가하였는데, 이는 혈중 GGT는 간세포의 생리적 상태 및 인체 내 산소성 스트레스(oxidative stress)를 반영하는 지표로 GGT 상승이 향후 공복혈당장애 및 당뇨병 발생과 밀접한 연관이 있었던 경우와 유사하며[22,37], hs-CRP는 급성기 반응 물질(acute phase reactants)의 하나로 전신 염증반응의 표지자로 사용되는데, 한국인의 정상혈당에서 비정상혈당으로 혈당이 증가할수록 hs-CRP가 증가한 경우가 본 연구결과와 유사했다[38]. 또한 일본인 남자 근로자 및 태국 대학병원 근로자들에서 ALT 증가가 공복혈당장애와 관련성이 없었던 경우도 본 연구결과와 유사하다[37,39]. adiponectin은 지방세포에서 분비되고 동맥경화 발생과정 중에 항염증 효과를 갖으며 체내에서 지방세포 양이 증가하면 adiponectin의 혈액 내 농도가 감소하는데 본 연구에서도 값이 감소할수록 공복혈당장애 유병률이 증가하여 우리나라 60세 이상 노인들에서 adiponectin 농도의 감소가 제2형 당뇨병 및 대사증후군 발생 증가와 관련이 있었던 경우[40]나 인도 및 서양인에서 저adiponectin혈증이 향후 당뇨병 발병을 예측할 수 있었던 경우와 유사하다[41,42]. 본 연구의 다변량 회귀분석 결과 염증표지자 중 GGT와 hs-CRP는 값이 증가할수록 공복혈당장애와 관련성이 증가하였으나 ALT와 adiponectin은 관련성이 관찰되지 않았다.

인슐린 저항성은 생체 내에서 지방산과 중성지방의 처리 및 저장 과정 중에 이상이 생겨 이차적으로 발생하는 것으로 설명되고 있다[43]. 정상적인 상태에서 잉여 에너지는 작은 말초 지방세포(small peripheral adipocyte)에 중성지방으로 저장되는데, 비만으로 체내에 지방이 과도하게 축적되면, 작은 말초 지방세포의 중성지방 저장능력이 초과되어, 간세포 및 골격근세포 등에 중성지방을 저장하여 간과 근육에서 인슐린 저항성이 나타나는 것으로 생각되고 있다[44]. 인슐린 저항성은 인슐린 분비 수치는 정상이나 인슐린 작용에 결함이 있어 포도당 흡수 신호를 일으키지 않는 상태이며 결과적으로 정상혈당을 유지하기 위해 고인슐린혈증을 일으킨다[45]. 본 연구에서는 인슐린



저항성을 나타내는 지표로 HOMA-IR을 사용하였으며, 성별에 따라 사분위수로 구분하여 공복혈당장애와 분석한 결과에서 HOMA-IR의 값이 증가할수록 공복혈당장애 유병률이 증가하였고, HOMA-IR 평균값도 공복혈당장애군이 정상혈당군에 비해 매우 높았다. 이는 한국인과 대만인에서 공복혈당장애, 당뇨병 및 정상혈당에서도 혈당 증가에 따라 HOMA-IR값이 증가한 경우[18,38]와 이시훈 등[46]의 인슐린 저항성군이 인슐린중간군이나 감수성군보다 공복혈당장애 유병률이 높았던 경우와 유사하게 나타났다. 이러한 결과는 인슐린 저항성을 나타내는 지표인 HOMA-IR에 공복혈당 개념이 내포되었기 때문으로 생각되며, HOMA-IR은 본 연구의 마지막 다변량 로지스틱 회귀분석에서도 공복혈당장애와 가장 관련성이 높게 나타났다. 인슐린 저항성과 공복혈당장애와의 관계 및 기전 등을 고려해 볼 때, 본 연구에서의 공복혈당장애 관련요인은 HOMA-IR이 포함된 로지스틱 회귀분석 모형 4의 경우보다는 HOMA-IR을 제외한 모형 3에 의한 요인을 중심으로 살펴보는 것이 더 적절할 것으로 생각된다.

대사증후군(metabolic syndrome)은 인슐린 저항성 및 이와 관련된 복잡하고 다양한 여러 대사이상으로 설명할 수 있는 개념으로 대사증후군을 가질 경우 심혈관질환 혹은 제2형 당뇨병의 발병 위험도가 증가된다[47]. 본 연구 대상자 1,352명 가운데 461명 즉 34.1%가 대사증후군 유병률을 보이고 있어, 우리나라 국민건강영양조사에서 20세 이상 성인의 대사증후군 유병률이 1998년 23.6%, 2001년 28.0%를 가지고 있었던 경우보다 더 높은데[48], 이는 질병력이 있는 사람을 제외한 건강인에서의 대사증후군 유병률이 34.1% 라는 점을 고려하면 대사증후군의 높은 유병률이 큰 의미가 있다고 본다. 또한 정상혈당군과 공복혈당장애군의 대사증후군 유병률이 각각 27.3%, 71.0%로 공복혈당장애군에서의 유병률이 매우 높은데, 이는 향후 정상혈당군에서 공복혈당장애군으로의 전환에 대사적 특징과 관련된 위험요인들을 파악해볼 필요가 있겠다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 단면적 연구이므로 본 연구 대상자인 농촌지역 주민들의 공복혈당장애와 여러 관련인자와의 인과관계를 알 수 없고, 둘째, 대상자가 전남 일부 농촌지역 주민들로 본 연구결과를 한국 전체 농촌지역 주민들에게 적용시키기엔 대표성이 부족하고, 셋째, 대상자들이 본 연구에 대한 홍보와 설명을 듣고 자발적으로 참여했으므로 건강에 대한 관심도가 높은 사람들이 본 조사에 참여하여 상대적으로 건강에 대한 관심도가 낮은 사람들이 다수 포함되지 않았을 것이라는 점이다.

그러나 여러 가지 제한점에도 불구하고 본 연구가 갖는 장점으로는 일부 농촌지역에 거주하는 주민들에서 당뇨병 및 만성질환의 질병이 있거나 그 외 여러 질병인자와 관련된 요인을 포함한 사람들을 제외한 건강인에서 공복혈당장애에 대한 특성을 살펴보

왔고, 그러한 공복혈당장애와 인슐린 저항성과의 관련성뿐만 아니라 공복혈당장애와 관련된 대사적 특징과의 관련성까지도 살펴보았다는데 의의가 있다고 생각한다.

본 연구결과 건강한 성인에서의 공복혈당장애 위험요인은 남자, 당뇨병에 대한 가족력, GGT와 hs-CRP 등의 염증반응인자와 복부비만 등임을 알 수 있었다. 이를 통해 당뇨병을 예방하고, 국민들의 건강향상을 위해서는 당뇨병가족력을 가진 남자 등의 고위험 인구를 선별해 내고, 이들을 대상으로 비만을 해결할 수 있도록 하는 운동과 생활습관의 교정 등을 교육하고 지지하는 환경 조성이 필요할 것으로 생각된다. 또한 전향적 연구를 수행하여 공복혈당장애의 정확한 기전과 원인요인 그리고 향후 발생할 수 있는 대사적 특성의 변화에 대해 연구하는 것이 필요할 것으로 생각된다.



## V. 요약 및 결론

본 연구는 단면적 연구로 당뇨병이 없는 건강한 성인의 공복혈당장애 유병률과 공복혈당장애 관련요인을 파악하고, 공복혈당장애에 따른 대사증후군과의 관련성을 알아보기 위하여 수행하였다.

연구 대상은 2006년 1월부터 12월까지 한국농촌유전체코호트(Korean Rural Genomic Cohort Study : KRGCS) 구축을 위하여 전라남도 나주 지역에서 시행된 기초조사에 참여한 40세 이상 70세 미만 주민 중 당뇨병 등 질환이 없고 건강한 성인 1,352명(남자 499명, 여자 853명)으로 하였다. 공복혈당장애 진단기준은 공복혈당이 100mg/dL 이상인 경우로 하였으며, 카이제곱검정, t-검정과 다변량 로지스틱 회귀분석 등을 이용하여 통계적인 관련성을 파악하였다. 연구 결과 공복혈당장애 유병률은 남자 20.4%, 여자 12.7%, 전체 15.5%였다. 단변량 분석 결과, 공복혈당장애 관련요인은 성별, 연령, 흡연 상태, 음주 상태, 당뇨병 가족력, 고혈압 여부, 체질량지수, 허리둘레, 수축기 및 이완기 혈압, GGT, hs-CRP 및 adiponectin과 HOMA-IR 등이었다. 공복혈당장애 여부에 따른 대사증후군 유병률은 정상혈당군에서 27.3%, 공복혈당장애군에서 71.0%로 공복혈당장애군에서 유의하게 높았다. 다변량 로지스틱 회귀분석 결과 공복혈당장애에 독립적으로 관련이 있는 요인은 남자, 당뇨병 가족력, GGT, hs-CRP, 허리둘레 등이었고, HOMA-IR과는 매우 강력한 통계적인 관련이 있었다.

결론적으로 공복혈당장애 위험요인은 남자, 당뇨병 가족력, 염증반응인자와 복부 비만 등임을 알 수 있었고, 이를 근거로 위험인구의 선별, 예방을 위한 전략 마련이 필요할 것으로 생각된다. 또한 정확한 기전과 선후관계를 파악하고자 하는 전향적 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

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: 1047-1053
2. Qi L, Hu FB, Hu G. Genes, environment and interactions in prevention of type 2 diabetes: a focus on physical activity and lifestyle changes. *Curr Mol Med* 2008; 8: 519-532
3. 김정순, 김영준, 박선일, 홍영표. 우리나라 성인 인구의 평균 공복혈당치와 당뇨병의 추정 유병률. *예방의학회지* 1993; 26(3): 311-320
4. 보건복지부, 질병관리본부. 2007 국민건강통계: 국민건강영양조사 제4기 1차년도 (2007).
5. Grundy SM, Benjamin IJ, Burke GL, Chait A, Eckel RH, Howard BV, et al. Diabetes and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1999; 100: 1134-1146
6. Scheidt-Nave C, Barrett-Connor E, Wingard DL, Cohn BA, Edelstein SL. Sex differences in fasting glycemia as a risk factor for ischemic heart disease death. *Am J Epidemiol* 1991; 133: 565-576
7. Bjornholt JV, Erikssen G, Aaser E, Sandivik L, Nitter-Hauge S, Jervell J, et al. Fasting blood glucose: an underestimated risk factor for cardiovascular death: Results from a 22-year follow-up of healthy nondiabetic men. *Diabetes Care* 1999; 22: 45-49
8. 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

9. The 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(Suppl. 1): 1183-1197

10. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001; 344: 1343-1350

11. Unwin N, Shaw J, Zimmet P, Alberti KGMM. Impaired glucose tolerance and impaired fasting glycemia: the current status on definition and intervention. *Diabet Med* 2002; 19: 708-723

12. Hanefeld M, Temelkova-Kurktschiev T, Schaper F, Henkel E, Siegert G, Koehler C. Impaired fasting glucose is not a risk factor for atherosclerosis. *Diabet Med* 1999; 16:212-218

13. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2004; 27(Suppl 1): S5-S10

14. Del Prato S, Marchetti P, Bonadonna RC. Phasic insulin release and metabolic regulation in type 2 diabetes. *Diabetes* 2002; 51(suppl 1): S109-S116

15. Rhee SY, Chon S, Oh S, Kim SW, Kim JW, Kim YS, Woo J. Insulin secretion and insulin resistance in newly diagnosed, drug naive prediabetes and type2 diabetes patients with/without metabolic syndrome. *Diabetes Res Clinic Pract* 2007; 76: 397-403

16. Nishi Y, Fukushima M, Suzuki H, Mitsui R, Ueda N, Taniguchi A, Nakai Y,

Kawakita T, Kurose T, Seino Y, Yamada Y. Insulin secretion and insulin sensitivity in Japanese subjects with impaired fasting glucose and isolated fasting hyperglycemia. *Diabetes Res Clinic Pract* 2005; 70: 46-52

17. Ryder E, Gomez ME, Fernandez V, Campos G, Morales LM, Valbuena H, Raleigh X. Presence of impaired insulin secretion and insulin resistance in normoglycemic male subjects with family history of type 2 diabetes. *Diabetes Res Clinic Pract* 2003; 60:95-103

18. Chen LK, Lin MH, Chen ZJ, Hwang SH, Tsai ST, Chiou ST. Metabolic characteristics and insulin resistance of impaired fasting glucose among the middle-aged and elderly Taiwanese. *Diabetes Res Clinic Pract* 2006; 71: 170-176

19. 김진화, 한미아, 박철진, 박일구, 신지혜, 김상용 등. 나주지역 중년인구에서 공복혈당을 통한 당뇨병 진단의 적절성 평가. *Korean Diabetes J* 2008; 32(4): 328-337

20. Ryu S, Shin H, Chang Y, Sung KC, Song J, Lee SJ. Should the lower limit of impaired fasting glucose be reduced from 110 mg/dL in Korea? *Metabolism* 2006; 55: 489-493

21. 류승호, 백승호, 장유수, 김동일, 서병성, 김원술, 성기철. 복부비만이 제2형 당뇨병 및 공복혈당장애 발생에 미치는 영향: 후향적 연구. *예방의학회지* 2004; 37(4): 359-365

22. 신주연, 임종한, 고대하, 권근상, 김용규, 김환철 등. 건강한 남성에서 혈중 감마지티피 수준과 공복혈당장애(IFG)의 발생 위험도: 2년 추적 연구. *예방의학회지* 2006; 39(4): 353-358

23. 박창해, 가혁, 임종환, 광승민, 김환철, 최지호. 우리나라 성인 남성에서 흡연량과 공복혈당장애 또는 제2형 당뇨병 발생과의 연관성. *예방의학회지* 2008; 41(4): 249-254

24. Grundy SM, Brewer HB Jr, Cleeman JI, Smith SC Jr, Lenfant C, American

Heart Association, et al. Definition fo metabolic syndrome : report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 2004; 109(3): 433-438.

25. Lee SY, Parak HS, Kim DJ, Han JH, Kim SM, Cho GJ, et al. Appropriate waist circumference cutoff points for central obesity in Korean adults. *Diabetes Res Clin Pract* 2007; 75(1): 72-80.

26. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Neylor BA, Treacher DF, Turner RL. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta cell function from fasting plasma glucose and insulin concentration in man. *Diabetologia* 1985; 28: 412-419

27. Cowie CC, Rust KF, Byrd-Holt DD, Eberhardt MS, Flegal KM, Engelgau MM, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in adults in the US population: National Health, and Nutrition Examination Survey 1999-2002. *Diabetes Care* 2006; 29: 1263-1268

28. Carol EK, Steven JB, Vincent R, Donald OF. Cardiovascular disease risk among subjects with impaired fasting glucose in the United States: Results from NHANES 1999-2004. *Diabetes Metab Syndr* 2008; 2: 239-244

29. Huiguang T, Guide S, Hongxiang X, Hong Z, Jaakko T, Gang H. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose among 769792 rural Chinese adults. *Diabetes Res Clin Pract* 2009; 84: 273-278.

30. 송기호, 박중열. 국내 당뇨병 역학연구 보고서 -정읍 농촌지역의 당뇨병 유병률 변화-. *당뇨병* 2007; 8(4): 349-353

31. 김철식, 정은경, 박진아, 조민호, 남지선, 김혜진, 공지현, 박종숙, 남주영, 김뜰미, 안철우, 차봉수, 임승길, 김경래, 이현철, 남정모. 신체 계측 특성 및 식사습관에 관련된

당뇨병(ADA 공복혈당기준) 및 공복혈당장애의 유병률 -1998년 국민건강영양조사에 의한-. 당뇨병 2005; 29(2): 151-166

32. 김희승, 노유자, 김남초, 유양숙, 용진선, 오정아. 30-69세 성인의 공복혈당장애와 당뇨병의 유병률과 위험인자 분석. 대한간호학회지 2000; 30(6): 1479-1487

33. Attvall S, Fowelin J, Lager I, Von SH, Smith U. Smoking induces insulin resistance: A potential link with the insulin resistance syndrome. J Intern Med 1993; 233(4): 327-332

34. Lisa R, Richard PD, Jacer D, Karol R, Joan D, Maurizio T. Cigarette smoking is associated with conversion from normoglycemia to impaired fasting glucose: The Western New York Health Study. Ann Epidemiol 2009; 19: 365-371

35. Sakai Y, Yamaji T, Tabata S, Ogawa S, Yamaguchi K, Mineshita M, Mizoue T, Kono S. Relation of alcohol use and smoking to glucose tolerance status in Japanese men. Diabetes Res Clin Pract 2006; 73(1): 83-88

36. 엄홍대, 이덕철, 이상이, 김연수. 규칙적 운동과 제2형 당뇨병 발생에 관한 전향적 코호트 연구 -공복혈당장애군을 대상으로-. 예방의학회지 2008; 41(1): 45-50

37. N. Nakanishi, K. Nishina, W. Li, M. Sato, K. Suzuki, K. Tatara. Serum  $\gamma$ -glutamyltransferase and development of impaired fasting glucose or type 2 diabetes in middle-aged Japanese men. J Intern Med 2003; 254: 287-295

38. 김영춘, 이은정, 유태우, 황상태, 오세용, 전한별, 강정묵, 류승호, 이원영, 김선우. 한국인 성인에서 혈당 및 혈압 정도에 따른 인슐린 저항성 및 혈중 hsCRP 농도의 비교. 대한내과학회지 2005; 68(2): 178-185

39. W. Jiamjarasrangsi, S. Sangwatanaroj, V. Lohsoonthorn, S. Lermaharit. Increased alanine aminotransferase level and future risk of type 2 diabetes and

impaired fasting glucose among the employees in a university hospital in Thailand. *Diabetes Metab* 2008; 34: 283-289

40. KM Choi, J Lee, KW Lee, JA Seo, JH Oh, SG Kim, NH Kim, DS Choi, SH Baik. Serum adiponectin concentrations predict the developments of type 2 diabetes and the metabolic syndrome in elderly Koreans. *Clin Endocrinol* 2004; 61: 75-80

41. Snehalatha C, Mukesh B, Simon M, Viswanathan V, Haffner SM, Ramacnandran A. Plasma adiponectin is an independent predictor of type 2 diabetes in Asian indians. *Diabetes Care* 2003; 26: 3226-3229

42. Stefan N, Vojarova B, Funahashi T, Matsuzawa Y, Weyer C, Lindsay RS, Youngren JF, Havel PJ, Pratley RE, Bogardus C, Tataranni PA. Plasma adiponectin concentration is associated with skeletal muscle insulin receptor tyrosine phosphorylation, and low plasma concentration precedes a decrease in whole-body insulin sensitivity in humans. *Diabetes* 2002; 51: 1884-1888

43. 고경수, 이병두. 인슐린저항성과 대사증후군. *당뇨병* 2005; 29(6): 501-506

44. Kelly DE, Mandarino U. Fuel selection in human skeletal muscle in insulin resistance: a reexamination. *Diabetes* 2000; 49: 677-683

45. Paul SJ. Metabolic consequences of hyperglycemia and insulin resistance. *Clin Cornerstone* 2007; 8(suppl 7): S30-S42

46. 이시훈, 강은석, 이광은, 김하동, 최성희, 김대중, 안철우, 차봉수, 임승길, 이현철, 허갑범. 대사증후군의 위험예측인자로서 인슐린저항성. *대한내과학회지* 2002; 63(1): 54-60

47. 김태호, 김대중, 임 수, 정인경, 손현식, 정춘희, 고관표, 이대호, 원규장, 박정현, 박태선, 안지현, 김재택, 박근규, 고승현, 안유배, 이인규. *Korean Diabetes J* 2009; 33:

48. Lim S, Park KS, Lee HK, Choi SI. Changes in the characteristics of metabolic syndrome in Korea over the period 1998-2001 as determined by Korean National Health and Nutrition examination surveys. *Diabetes Care* 2005; 28: 1810-1812



## 저작물 이용 허락서

학 과	보건학과	학 번	20027573	과 정	박사
성 명	한글: 윤혜은    한문 :尹慧恩    영문 : Yun, Hye Eun				
주 소	광주광역시 광산구 월계동 대우아파트 103-701				
연락처	E-MAIL : yun-10045@hanmail.net				
논문제목	한글 : 농촌지역 주민의 공복혈당장애 유병률과 관련요인 영어 : Prevalence and Risk Factors of Impaired Fasting Glucose in Some Korean Rural Adults				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의( O )    반대(    )

          년            월            일

저작자:                    윤혜은                    (서명 또는 인)

**조선대학교 총장 귀하**