



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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](#)

한국 성인에서 체질량지수, 허리둘레 및  
허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및  
당뇨병과의 관련성

연세대학교 보건대학원  
역학건강증진학과 역학전공  
민 소 현

한국 성인에서 체질량지수, 허리둘레 및  
허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및  
당뇨병과의 관련성

지도 지 선 하 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함


2020년 12월 일

연세대학교 보건대학원  
역학건강증진학과 역학전공  
민 소 현

## 민소현의 보건학 석사학위 논문을 인준함

심사위원 지 선하 

심사위원 정 능지 

심사위원 이 지영 

연세대학교 보건대학원

2020년 12월 8일

## 감사의 글

설레는 마음으로 첫 수업을 들으러 갔던 때가 엇그제 같은데 벌써 졸업이 다가오네요. 걱정 많은 저를 항상 할 수 있다는 용기를 주시고 대학원에서 공부를 하고 싶다는 생각을 갖게 해주시고 역학을 공부할 수 있도록 알려주신 지선하 교수님 정말 감사합니다. 그리고 항상 따뜻한 말씀으로 꼼꼼히 알려주시고 제가 논문을 잘 마칠 수 있도록 희망을 주신 정금지 교수님 정말 감사합니다. 논문을 준비하면서 제가 놓친 부분을 항상 친절하게 알려주시는 이지영 교수님 감사합니다. 그리고 그동안 통계학적으로 정말 많은 도움 주신 장현수 조교님, 통계 상담실 조교님들 정말 감사합니다. 5학기 동안 함께한 동기들 이아사, 장태희, 유명혜 선생님. 항상 함께하며 열정을 불어일으켜주어 감사합니다. 동기들이 있어 대학원을 정말 재미있고 행복하게 다닌 것 같습니다. 든든한 동기들 항상 고맙습니다.

병원에 근무하면서 공부를 할 수 있도록 배려해주시고 항상 아낌없이 도움주신 김세라 UM님, 송유길 UM님 정말 감사합니다. 함께 근무하며 힘이 되어준 SICU2 식구들 정말 감사합니다.

멀리서 저를 항상 지지해주신 부모님 항상 감사하고 사랑합니다. 사랑하는 민소정, 민성규, 김경훈 그리고 우리 귀염둥이 김태인 감사합니다. 어려움이 있을 때마다 옆에서 힘이 되어준 남편 황도인 고맙고 사랑합니다. 연세대학교 보건대학원에서 배운 지식과 열정으로 항상 노력하는 사람이 되겠습니다. 감사합니다.

2020년 12월

민소현 올림

# 차 례

표 차 례 .....	iii
그 립 차 례 .....	v
국 문 요 약 .....	vi
I. 서 론	
1. 연구 배경 및 필요성 .....	1
2. 연구 목적 .....	5
II. 연구 방법	
1. 연구 모형 .....	6
2. 연구 대상 및 자료 .....	7
3. 변수의 선정 및 정의 .....	9
4. 분석방법 .....	12
III. 연구 결과	
1. 연구대상자의 일반적 특성 .....	13
2. 비만지표별 공복혈당장애 및 당뇨병 유병빈도 .....	18
3. 비만지표들 간의 상관관계 .....	20
4. 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 관련성 .....	21
5. 음주상태별 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 하부그룹 분석 .....	32
6. 비만지표에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 AUROC 분석 .....	37

IV. 고찰 .....	42
V. 결론 .....	46
참고 문헌 .....	47
부록 .....	54
영문 초록 .....	58

## 표 차 례

Table 1. General characteristic of study participants.....	15
Table 2. Gender distribution for anthropometric measurements.....	17
Table 3. Prevalence of IFG and DM according to BMI, WC and WHtR values in men and women subjects.....	19
Table 4. Pearson correlation coefficients between BMI, WC and WHtR....	20
Table 5. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the BMI in men.....	22
Table 6. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the BMI in women.....	23
Table 7. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WC in men.....	24
Table 8. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WC in women.....	25
Table 9. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WHtR in men.....	26
Table 10. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WHtR in women.....	27
Table 11. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to all of variables.....	30
Table 12. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to alcohol intake in men subgroup analysis.....	34



Table 13. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to alcohol intake in women subgroup analysis.....	35
Table 14. Age distribution of high risk drinking in men and women	36
Table 15. Comparison between AUC, sensitivity, specificity, PPV for obesity indices for identifying subjects with IFG and DM.....	40
Table 16. Comparison between AUC for obesity indices for identifying subjects with IFG and DM.....	41

## 그림 차례

Figure 1. Research frame of the study.....	6
Figure 2. Flow chart for the selection of the study population.....	8
Figure 3. The ROC (receiver operating characteristic) curves for BMI, WC, WHtR value to IFG in men and women subjects.....	38
Figure 4. The ROC (receiver operating characteristic) curves for BMI, WC, WHtR value to DM in men and women subjects.....	39

## 국 문 요 약

# 한국 성인에서 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및 당뇨병과의 관련성

### 연구 배경

전 세계적으로 성인 당뇨병 유병률은 증가하고 있으며 우리나라 또한 꾸준히 증가하고 있다. 당뇨병 발생의 위험인자 중 비만은 이전부터 상관관계가 잘 알려져 있으며 현대화 및 도시화로 인한 식생활 변화와 운동부족 및 인구의 고령화로 비만의 증가가 유발되고 이로 인해 당뇨병의 증가가 초래될 것으로 보인다. 그러나 최근 우리나라 인구집단을 대상으로 비만지표들과 당뇨병 단계와의 관련성을 분석한 연구는 거의 없었다. 이에 본 연구는 국민건강영양 조사를 이용하여 한국 성인에서 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관련성을 알아보았다.

### 대상 및 방법

본 연구는 국민건강영양조사 제7기(2016-2018) 자료를 이용한 단면조사연구이다. 만 19세 이상의 한국 성인 중 제외기준에 해당되거나 선정된 변수의 이상치 및 결측치, 임산부를 제외한 총 12,514명을 대상으로 하였다. 비만지표에 따른 비만도와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병의 관련성을 다변수 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 음주상태에 따라 집단별 하부그룹 분석을 시행하였다.

비만지표에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 유병을 비교하기 위해 ROC 곡선을 활용한 AUC 값을 산출하였다.

## 연구 결과

분석 결과, 한국 성인에서 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병간 관련성이 있었다. 비만지표별로 구분하여 분석하였을 때 남성에서는 체질량지수가  $25\text{kg}/\text{m}^2$  이상인 상위그룹에서 공복혈당장애 위험이 1.77배 높았고(95%CI=1.50-2.08) 허리둘레가 90cm 이상인 상위그룹에서 당뇨병 유병 위험이 2.17배 높았다(95%CI=1.74-2.70). 여성에서는 허리둘레 80cm 이상인 상위그룹에서 공복혈당장애 위험이 1.98배 높았고(95%CI=1.70-2.31), 당뇨병 유병 위험은 허리둘레/키 비가 0.5이상인 상위그룹에서 3.21배 높았다 (95%CI=2.04-5.06). 음주상태 관련 집단별 하부그룹 분석에서 남성 고위험 음주자에서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 각각 1.58배, 2.13배 통계적으로 유의하게 증가하였다(각각 95%CI=1.13-2.23, 1.27-3.55). 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 AUC값은 비만지표별로 유의미하게 차이는 나지 않았다.

## 결론

본 연구에서 한국 성인에서 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병간에는 관련성이 있었다. 비만지표별로 차이는 있으나 비비만군에 비해 비만군에서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 높은 것을 확인할 수 있었다. 본 연구는 단면연구의 한계가 있어 추후 비만지표들 간의 차이를 고려한 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험에 대한 전향적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

---

핵심어 : 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비, 공복혈당장애, 당뇨병

# I. 서 론

## 1. 연구 배경 및 필요성

혈당은 혈중 포도당 농도로 간의 작용 및 호르몬으로 조절되며 혈당이 정상적으로 조절되지 않는 경우 당뇨병 또는 당뇨병 진단계로 정의한다(American Diabetes Association, 2015). 이러한 당뇨병은 고혈당을 특징으로 하는 대사성 질환으로 지속적인 치료를 필요로 하는 복합적이고 만성적인 질환이다(American Diabetes Association, 2019).

전 세계적으로 성인 당뇨병의 유병률은 1980년 4.7%에서 2014년 8.5%로 증가하였고(WHO, 2020) 20-79세 당뇨병 유병인구는 2015년 4억 1500만 명에서 2040년에는 6억 4200만 명으로 증가할 것으로 전망된다(Ogurtsova K et al., 2017). 당뇨병으로 인한 사망자는 2005년과 비교하여 2015년 25.4% 늘어 전 세계 사망원인 18위에서 15위로 상승하였다(GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators, 2015). 이는 우리나라의 경우에도 유사한 양상을 보이는데 국민건강영양조사에 따르면 만 30세 이상의 당뇨병 유병률은 2008년 9.7%에서 2016년 11.3%로 꾸준히 증가하였으며(보건복지부, 2020), 2018년 통계청에서 발표한 [사망원인통계]에 의하면 사망원인 중 6번째 순위를 차지하고 있다(통계청, 2018). 특히, 우리나라는 OECD 회원국 가운데 당뇨병 유병률이 선진국 수준으로 높으며 당뇨병 입원율도 높아 앞으로 심각한 문제가 예상된다(김상아 등, 2005; OECD, 2019).

당뇨병 발생의 위험인자로는 연령, 성별, 비만도, 수축기 혈압, 직업상 활동도, 혈중 중성지방 농도 및 간기능 등이 있으며 이 중 비만과 당뇨병의 상관

관계는 오래전부터 잘 알려져 있다(박용수 등, 1996; 김희승 등, 2000). 현대화 및 도시화로 인한 식생활 변화와 운동부족 및 인구의 고령화는 비만의 증가를 유발하고 이로 인해 당뇨병의 증가를 초래할 것으로 예상된다(질병관리본부, 2017).

비만은 체내 지방이 과도하게 축적된 상태로 과체중과 비만의 유행은 전 세계 선진국과 개발도상국에서 빠른 속도로 증가하고 있다(T Kelly et al., 2008; 질병관리본부, 2019). 국민건강영양조사에 따르면 우리나라 비만 유병률은 2018년에 남자 42.8%, 여자 25.5%로 1998년 각각 25.1%, 26.2%와 비교하여 남자의 경우 18.7% 증가하였고(보건복지부, 2018), 이로 인한 의료비 지출도 증가하였다. 선행연구에 따르면 성인의 과체중과 비만으로 인한 사회경제적 비용이 약 18억 달러로 추정되어(Jae Heon Kang, 2011) 비만 치료 및 관리로 인한 의료비 증가로 인한 경제적 손실을 가져올 수 있어 관리가 중요한 부분이다.

비만을 진단하기 위해 주로 사용되는 신체계측지표는 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 체지방률(Body Fat Percentage, BF%), 허리/엉덩이둘레비(Waist Hip Ratio, WHR), 허리둘레(Waist Circumference, WC), 컴퓨터 단층촬영(Computer Tomography, CT) 등이 있다(김재훈, 2017). 이 중 체질량지수는 키와 몸무게로 쉽게 구할 수 있고 측정하기도 쉬워(Jackson AS, 2002) 공중 보건 및 임상 실무에서 가장 널리 사용되는 지표이다(Yong Liu et al., 2011). 그러나 체질량지수는 성별과 연령에 영향을 받으며 체지방률의 중간 예측인자로 체질량지수를 통해 체지방량을 구분하기에는 어려움이 있다(Jackson AS, 2002). 또한 세계보건기구에서 제시한 체질량지수 분류는 대부분 서양인 체형을 기준으로 하여 아시아인에게 적용하기에는 무리가 있다. 그리고 비만을 진단하는 다른 신체계측에도 제한점이 있는데 허리둘레는 복부비

만을 평가하는 지표이나 측정 방법이 통일되어 있지 않고(김중환 등, 2001) 신장을 고려하지 않아 복부비만을 허리둘레만으로 선별하는데 어려움이 있다(WHO, 2002).

신체계측 방법에 따른 비만과의 관련성에 대한 연구에서는 체질량지수와 비교하여 허리둘레와 비만과의 상관관계가 더 높게 나타났으나(ShanKuan, 2002), 저신장 군의 경우 허리둘레를 복부비만의 진단기준으로 사용할 경우 복부 지방률이 높음에도 불구하고 정상으로 진단될 확률이 높게 나타났다(하유진, 2008). 이후, 키가 체지방 분포에 영향을 주어 허리둘레/키 비가 비만 지표로서 중요한 역할을 할 수 있다는 주장이 제기되었다(Hsieh SD. 2003). 허리둘레/키 비는 중성지방과 밀접한 상관관계가 있는 것으로 나타났으며(김재훈 등, 2018), 정상 체질량지수, 정상 허리둘레 또는 두 지표 모두 정상인 집단에서 허리둘레/키 비가 비만지표로서 유용하다는 보고가 있었다(변정수 등, 2004). 비만을 진단하는데 신체계측지표 간의 유용성을 비교하는 연구가 발표되면서(변정수 등, 2004; Yong Liu et al, 2011; Hui Yang, MD et al, 2017) 신체계측지표와 공복혈당장애 및 당뇨병과의 관련성에 대한 연구도 보고되었다(김희승 등, 2000; 박재원 등, 2019). 국내 병원 건강진단을 받은 30세 이상 성인에서 남성 과체중군의 당뇨병 유병률은 비만군과 비슷하였고 여성 비만군의 당뇨병 유병률은 과체중군보다 높게 나왔다(김희승 등, 2000). 그리고 만 20세 이상에서 성인에서 체질량지수와 인슐린, 공복혈당 및 당화혈색소에 영향을 주는 것으로 나타났다(박재원 등, 2019).

국내 연구에서는 체질량지수, 허리둘레/엉덩이둘레 비, 허리둘레 및 허리둘레/키 비 모두 당뇨 위험군에서 높았으며 이 중 당뇨의 위험요인에 대한 예측도로 허리둘레/엉덩이둘레 비와 허리둘레/키 비가 가장 높았다(박미정, 2006). 국외연구에서는 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키의 비가 당뇨를 포함한 대사성 질환과 관련성이 있으며(Young Liu et al., 2011), 체질량지수와 비교하

여 허리둘레, 허리둘레/엉덩이둘레 비, 허리둘레/키 비가 진단되지 않은 당뇨병 및 공복혈당장애의 진단지표로 적절하다고 보고하였다(Z xu et al., 2013). 신체계측치와 당뇨병 발병과의 관련성에 대한 연구에서는 체질량지수보다 허리둘레가 유용하다고 보고하였다(Lincoln A. Sargeant et al., 2002).

지금까지 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비와 혈당장애와의 관련성을 보는 선행연구는 다수 있었으나 고령층 또는 일부 지역에 국한되어 있었다. 그리고 최근 우리나라 인구집단을 대상으로 비만지표들과 당뇨병 단계와의 관련성을 분석한 연구는 거의 없었다. 또한 한국인에 맞는 신체계측 기준에 따라 비만 정도를 구분하여 공복혈당장애 및 당뇨병과의 관련성을 분석한 연구는 미미한 실정이다. 그리하여 본 연구에서는 만 19세 이상 성인을 대상으로 한국인에 맞는 신체계측 기준을 적용, 인구사회학적특성, 건강행태 특성, 신체계측 및 혈액수치를 고려하여 비만 지표인 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관련성을 분석하고자한다.



## 2. 연구 목적

[국민건강영양조사 제7기(2016-2018)] 자료를 이용하여 만 19세 이상의 한국 성인을 대상으로 비만 지표인 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관련성 여부를 파악하고자 하였다.

본 연구의 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

첫 째, 연구 대상자의 일반적 특성, 신체계측지표인 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비, 공복혈당수치, 당뇨병 유병을 파악한다.

둘 째, 비만지표인 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비와 공복혈당수치 및 당뇨병과의 관련성을 분석한다.

셋 째, 연구 대상자의 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관계를 AUROC(area under the receiver operating characteristic)를 통해 분석한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 모형

본 연구는 질병관리본부에서 시행한 국민건강영양조사 제7기(2016-2018) 자료를 이용한 단면조사연구이다. 독립변수는 비만지표인 체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비이며 종속변수는 공복혈당장애 및 당뇨병 유무이다. 비만지표가 공복혈당장애 및 당뇨병 유무와 관련성이 있는지 파악하기 위해 인구학적 특성, 사회경제학적 특성, 건강행태 특성을 고려하여 다음과 같이 분석하였다(그림 1).

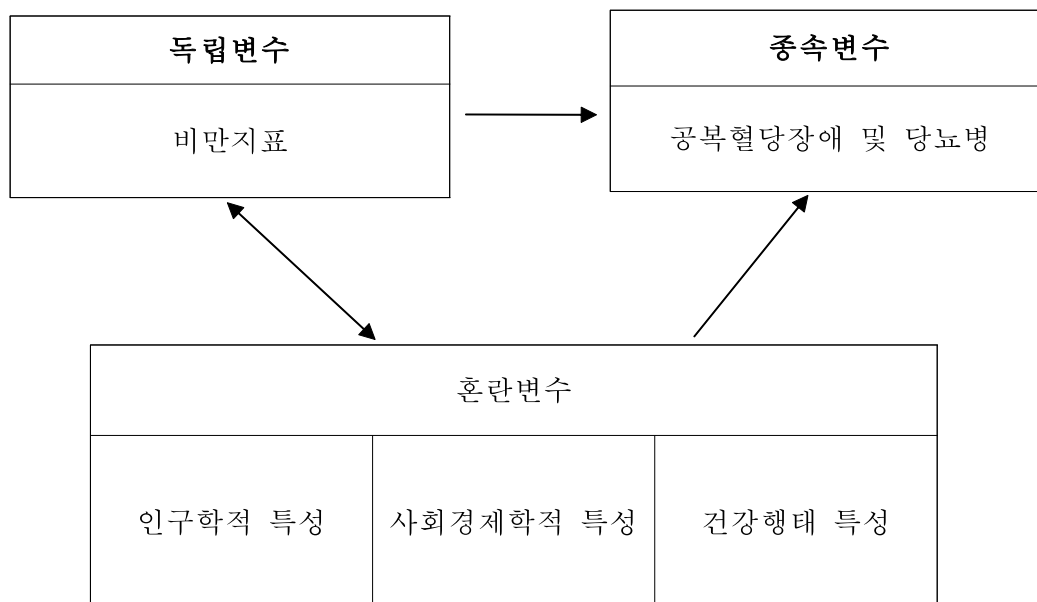


Figure 1. Research frame of the study

## 2. 연구 대상 및 자료

본 연구는 질병관리본부에서 시행한 국민건강영양조사 제7기(2016-2018) 자료를 이용하였다. 국민건강영양조사는 국민건강증진법 제16조에 근거하여 시행하는 전국 규모의 건강 및 영양조사로 통계법 제17조에 근거한 정부지정통계(승인번호 제117002호)이다. 국민건강영양조사는 제1기(1998년)부터 제3기(2005)까지 3년 주기로 실시하다 이후 연중 조사체제로 개편되어 제4기(2007-2009)부터 현재까지 매년 실시하고 있다.

표본추출방법은 조사구, 가구들 1,2차 추출단위로 하는 2단계 층화집락표본추출방법을 사용하였고, 제 7기(2016-2018)의 경우 시·도, 동·읍면, 주택유형(일반주택, 아파트)을 기준으로 추출틀을 층화하고, 주거면적 비율, 가구주 학력 비율 등을 내재적 층화 기준으로 사용하였다. 제7기 1차년도(2016)부터 조사구는 192개 표본 조사구내에서 양로원, 군대, 교도소 등의 시설 및 외국인 가구 등을 제외한 적절가구 중 계통추출법을 이용하여 23개 표본가구를 선정하였다. 표본 가구 내에서는 적정가구원 요건을 만족하는 만 1세 이상의 모든 가구원을 조사대상자로 선정하였고 개인정보보호를 위하여 연령, 가구원수, 가구소득, 건강보험 종류 등 일부변수에 대해 비식별 조치가 적용되었다(질병관리본부, 2020). 국민건강영양조사 제7기(2016-2018)는 총 576조사구, 13,248가구를 조사하여 조사 참여 대상자는 총 24,269명이었다. 본 연구는 만 19세 이상 성인을 대상으로 만 19세 미만 4480명을 제외한 19,789명 중 제외기준에 해당되거나 선정된 변수의 이상치 및 결측치, 임신부를 제외하고 최종적으로 12,514명(남자 5,320명, 여자 7,194명)을 대상으로 분석을 진행하였다(그림 2). 이 연구는 연세의료원 연구심의위원회로부터 면제심의승인(승인번호 Y-2020-0126)을 받았다.

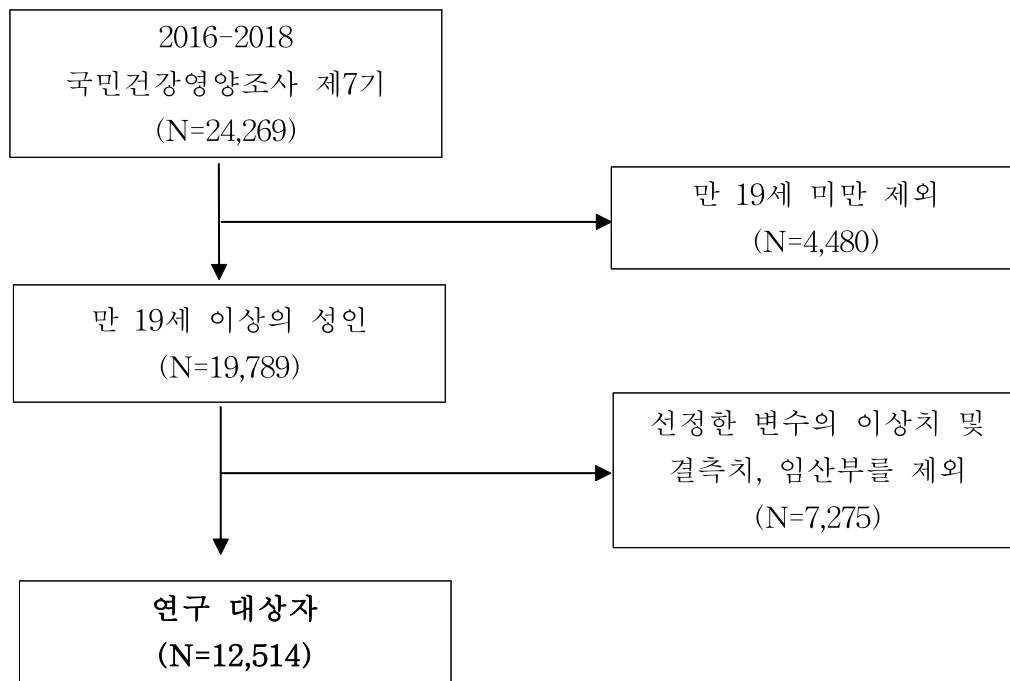


Figure 2. Flow chart for the selection of the study population

### 3. 변수의 선정 및 정의

#### 가. 독립변수

본 연구의 독립변수는 신체계측 변수인 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비이다. 체질량지수는 체중/신장<sup>2</sup>(kg/m<sup>2</sup>)의 계산법으로 산출하였으며 체질량지수와 허리둘레는 세계보건기구 아시아-서태평양 지역 기준으로 하였다 (WHO, 2000). 체질량지수는 저체중인 '18.5 미만', 정상체중인 '18.5-22.9', 과체중인 '23.0-24.9', 비만 '25.0 이상'의 4개 집단으로 범주화하였다. 허리둘레는 남성의 경우 90cm 이상, 여성의 경우 80cm 이상을 복부비만 기준으로 하여 남성은 '90cm 미만', '90cm 이상', 여성은 '80cm 미만', '80cm 이상'으로 구분하였다. 허리둘레/키 비는 국외논문에서 제시한 0.5를 기준으로 상위집단과 하위집단으로 나누었다(Qiang Zeng et al., 2014).

#### 나. 종속변수

본 연구의 종속변수는 공복혈당장애와 당뇨병이다. 공복혈당장애는 최소 8시간 공복 후 측정된 공복혈당이 100mg/dL 이상이나 126mg/dL 미만일 경우를 의미하며(AMA, 2020) 제2형 당뇨병으로 발전할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다(진수희, 2019). 본 연구에서 당뇨병은 적절한  $\beta$ -세포 인슐린 분비가 점진적으로 감소하여 발생하는 제2형 당뇨병으로 공복혈당이 126mg/dL 이상일 때 당뇨병으로 정의하였다(AMA, 2020).

본 연구에서는 국민건강영양조사에서 제시한 기준을 추가하여 의사진단을 받

았거나 혈당강하제 및 인슐린주사를 투약하는 경우를 당뇨병에 포함하였다.

본 연구에 사용된 변수는 성별, 연령, 교육수준, 직업, 주거형태, 결혼상태, 가구 소득수준, 1주일간 근력운동 일수, 흡연상태, 음주상태, 고혈압 유병 여부, 고중성지방혈증 유병 여부, HDL(High density lipoprotein, HDL) 콜레스테롤, 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비, 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 여부이다.

인구학적 변수에서 성별은 남성과 여성으로 구분하였고, 연령은 '19-29세', '30-39세', '40-49세', '50-59세', '60-69세', '70세 이상' 6개의 집단으로 범주화하였다. 사회경제학적 변수에서 교육수준은 최종학력을 기준으로 '고등학교 미만', '고등학교 이상'의 2개 집단으로 범주화하였다. 직업은 사무직, 육체노동직, 무직 및 주부의 3개 집단으로 범주화하였다. 주거형태는 아파트, 연립 및 다세대 주택, 단독주택의 3개 집단으로 범주화하였다. 결혼상태는 '미혼', '기혼' 2개 집단으로 범주화하였고, 가구 소득수준은 '200만원 미만', '200-400만원 미만', '400-600만원 미만', '600만원 이상'의 4개의 집단으로 범주화하였다.

건강관련 행태 변수에서 1주일간 근력운동 일수는 '전혀안함', '3일 미만', '3일 이상' 3개의 집단으로 범주화하였다. 흡연상태는 '비흡연', '과거흡연', '현재흡연' 3개의 집단으로 범주화하였고 음주상태는 '비음주', '과거음주', '현재음주'로 구분하였다. 음주 경험이 없는 경우를 '비음주', 음주경험이 있으나 최근 1년 간 음주빈도가 1회 미만인 경우를 '과거음주', 음주경험이 있으며 음주빈도가 월 1회 이상인 경우 '현재음주'로 정의하였다.

고혈압 유병 여부는 수축기혈압이 140mmHg 이상 또는 이완기혈압이 90mmHg 이상 또는 고혈압 약물을 복용한 경우 '고혈압', 수축기혈압이 120mmHg 이상 140mmHg 미만이고 이완기혈압이 80mmHg 이상 90mmHg

미만인 경우 '고혈압 전단계', 고혈압 또는 고혈압 전단계에 해당하지 않은 대상자를 '정상'으로 범주화하였다. 고중성지방혈증 유병 여부는 '있음', '없음'으로 2개 집단으로 범주화하였고 HDL 콜레스테롤은 남녀를 구분하여 남성의 경우, 40mg/dL 이상일 때 '정상', 40mg/dL 미만 시 '낮음'으로 여성의 경우, 50mg/dL 이상일 때 '정상', 50mg/dL 미만 시 '낮음'으로 구분하였다.

#### 4. 분석방법

국민건강영양조사 제7기(2016-2018) 자료를 분석하기 위해 SAS 9.4 version (SAS institute INC., Cary, NC, USA)을 사용하였다. 통계분석은 유의수준 5% 미만을 기준으로 통계적 유의성 여부를 판단하였다.

국민건강영양조사 자료 분석 시 추정치의 정확성을 위해 복합표본설계를 고려한 분석 방법을 사용하였다. 층화변수는 분산추정층, 집락변수는 조사구, 기수 내 각 연도 자료를 통합하면서 기존 가중치에 연도별 조사구수 비율을 곱한 통합가중치를 고려하여 수행하였다(질병관리본부, 2020).

범주형 변수는 가중치를 적용한 분율로 제시하였다. 집단 간 차이 분석의 경우 카이제곱 검정을 이용하여 집단의 차이가 통계적으로 유의한지 확인하였다. 그리고 비만지표간의 관련성을 분석하기 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다.

연구 가설의 검증을 위하여 다변수 로지스틱 회귀분석(Survey multivariable logistic regression analysis)을 시행하여 독립변수와 종속변수와의 관련성을 분석하였고, 오즈비(Odds Ratio, OR)와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 산출하였다. 또한 혼란변수를 보정하여 단계별로 보정된 통계모델에 따른 보정된 오즈비(Adjusted Odds Ratio, AOR)와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 산출하였다. 이후 음주상태별 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 하부그룹 분석을 시행하였다.

비만지표(체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비)에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관계를 비교하기 위해 수용자 반응 특성(receiver operating characteristic, ROC) 곡선을 활용한 곡선 아래 면적(area under curve, AUC) 값을 산출하였다.



### Ⅲ. 결 과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 분석대상자는 총 12,514명 중 남자 5,320명, 여자 7,194명이었다. 연구대상자의 성별에 따른 일반적 특성 분포는 표 1에 제시하였다. 일반적 특성은 사회경제학적 특성, 건강행태 특성 등을 포함하였다.

대상자의 전체 평균 연령은 49.7세였다. 연령별 분포는 남성의 경우 40-49세의 연령대가 전체 대상자의 20.57%, 여성의 경우 50-59세의 연령대가 전체 대상자의 20.64%로 가장 많이 분포하였다.

사회경제학적 특성에서 교육수준은 남녀 모두 고등학교 미만이 각각 53.76%, 61.64%로 가장 많았다( $p < .0001$ ). 직업은 남성의 경우 육체노동직이 41.53%, 여성은 무직 및 주부가 47.53%로 가장 많았다( $p < .0001$ ). 주거형태는 남녀 모두 아파트가 전체 대상자의 각각 55.66%, 57.29%로 가장 많이 분포하였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다( $p = 0.0859$ ). 결혼상태는 남녀 모두 기혼이 각각 72.34%, 81.94%로 가장 많았고( $p < .0001$ ), 가구 소득수준은 남녀 모두 200-400만원 미만이 각각 28.10%, 26.49%로 가장 많이 분포하였다( $p < .0001$ ).

건강행태 특성에서 1주일간 근력운동 일수는 남녀 모두 운동을 전혀 하지 않는 그룹에서 가장 많았고 이는 통계적으로 유의하였다( $p < .0001$ ). 흡연상태는 남성의 경우 과거 흡연 38.18%, 여성의 경우 비흡연 88.31%로 가장 많았다. 음주상태는 남녀 모두 현재 음주가 전체 대상자의 각각 85.50%, 68.50%로 가장 높았다( $p < .0001$ ).

당뇨병 유병은 남성이 10.94%, 여성이 8.24%이며 이는 통계적으로 유의하였

다( $p < .0001$ ). 고혈압 유병은 남성이 29.79%, 여성이 23.67%, 고중성지방혈증은 남성이 20.14%, 여성이 8.55%로 고혈압, 고중성지방혈증 유병 모두 남성이 높게 나타났으며 이는 통계적으로 유의하였다. HDL 콜레스테롤은 정상에 비해 수치가 낮은 집단이 남성 20.14%, 여성 8.55%로 남성이 더 높았고 이는 통계적으로 유의하였다( $p < .0001$ ).

Table 1. General characteristic of study participants

Variable	Men (N=5,320)		Women (N=7,194)		P-value
	N (weighted %)				
<b>Age group (years)</b>					
19-29	650	(18.79)	763	(15.57)	<.0001
30-39	777	(17.58)	1,125	(17.14)	
40-49	952	(20.57)	1,376	(20.45)	
50-59	943	(19.28)	1,438	(20.64)	
60-69	1,017	(13.94)	1,304	(13.77)	
70≥	981	(9.83)	1,188	(12.42)	
<b>Education level</b>					
<High school	3,091	(53.76)	4,682	(61.64)	<.0001
≥High school	2,229	(46.24)	2,512	(38.36)	
<b>Occupation</b>					
Officer worker	1,518	(32.62)	1,525	(23.21)	<.0001
Manual worker	2,211	(41.53)	2,143	(29.26)	
Not working/HW	1,591	(25.85)	3,526	(47.53)	
<b>Type of residence</b>					
Apartment	2,863	(55.66)	4,049	(57.29)	0.0859
Multiplex house	561	(11.41)	782	(11.74)	
Detached house	1,896	(32.93)	2,363	(30.97)	
<b>Marital status</b>					
Single	1,062	(27.66)	952	(18.06)	<.0001
Married	4,258	(72.34)	6,242	(81.94)	
<b>Income level (won)</b>					
<2,000,000	1,340	(19.72)	2,026	(24.02)	<.0001
2,000,000-4,000,000	1,441	(28.10)	1,859	(26.49)	
4,000,000-6,000,000	1,221	(25.52)	1,589	(24.23)	
≥6,000,000	1,318	(26.66)	1,720	(25.25)	
<b>Exercise (/7days)</b>					
No exercise	3,567	(65.31)	5,944	(81.77)	<.0001
<3days	232	(4.75)	184	(2.69)	
≥3days	1,521	(29.94)	1,066	(15.54)	
<b>Smoking status</b>					
Never smoker	1,288	(26.46)	6,430	(88.31)	<.0001
Past smoker	2,295	(38.18)	419	(6.15)	
Current smoker	1,737	(35.36)	345	(5.54)	

HW: Housewife

Table 1. Continued

Variable	Men (N=5,320)		Women (N=7,194)		P-value
	N (weighted %)				
<b>Alcohol intake</b>					
Non drinker	231	(3.75)	1,150	(13.60)	<.0001
Past drinker	699	(10.75)	1,372	(17.90)	
Current drinker	4,390	(85.50)	4,672	(68.50)	
<b>Fasting blood sugar</b>					
Normal	3,028	(62.23)	5,052	(73.72)	<.0001
IFG	1,532	(26.83)	1,436	(18.04)	
Diabetes mellitus	760	(10.94)	706	(8.24)	
<b>Blood pressure</b>					
Normal	1,848	(38.48)	3,661	(56.49)	<.0001
Pre-hypertension	1,596	(31.73)	1,465	(19.84)	
Hypertension	1,876	(29.79)	2,068	(23.67)	
<b>Hypertriglyceridemia</b>					
Yes	1,045	(20.14)	661	(8.55)	<.0001
No	4,275	(79.86)	6,533	(91.45)	
<b>HDL-C (mg/dL)</b>					
Normal( $\geq 40$ )	4,275	(79.86)	6,533	(91.45)	<.0001
Low( $< 40$ )	1,045	(20.14)			
Normal( $\geq 50$ )			6,533	(91.45)	
Low( $< 50$ )			661	(8.55)	

IFG: impaired fasting glucose, HDL-C: High density lipoprotein cholesterol

다음은 성별을 구분하여 비만지표별로 분석한 결과이다(표 2). 분석한 결과 성별에서 비만지표 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .0001$ ).

Table 2. Gender distribution for anthropometric measurements

Variable	Men (N=5,320)		Women (N=7,194)		P-value
	N (weighted %)				
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>					
<18.5	136	(2.71)	315	(5.0)	<.0001
18.5-22.9	1,691	(31.41)	3,273	(47.76)	
23-24.9	1,428	(26.12)	1,559	(20.60)	
≥25	2,065	(39.75)	2,047	(26.64)	
<b>WC (cm)</b>					
<90	3,634	(69.62)			<.0001
≥90	1,686	(30.38)			
<80			4,065	(60.23)	
≥80			3,129	(39.77)	
<b>WHtR</b>					
<0.5	2,365	(48.97)	3,648	(55.49)	<.0001
≥0.5	2,955	(51.03)	3,546	(44.51)	

BMI: body mass index, WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio

## 2. 비만지표별 공복혈당장애 및 당뇨병 유병빈도

연구 대상자의 비만지표별(체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비) 공복혈당장애 및 당뇨병 유병빈도를 표 3에 제시하였다. 체질량지수는  $25\text{kg}/\text{m}^2$ , 허리둘레는 남성 90cm, 여성 80cm, 허리둘레/키 비는 0.5를 기준으로 상위그룹과 하위그룹으로 구분하였다.

연구 대상자를 남녀로 나누어 정상, 공복혈당장애, 당뇨병 세 집단으로 구분하여 분석한 결과 모든 집단의 상위그룹과 하위그룹에서 유의한 차이가 나타났다( $p < .0001$ ).

Table 3. Prevalence of IFG and DM according to BMI, WC and WHtR values in men and women subjects

Variable	Men (N=5,320)							<i>p</i>	Women (N=7,194)							<i>p</i>
	Normal		IFG		DM		Normal		IFG		DM					
	N (weighted %)		N (weighted %)		N (weighted %)		N (weighted %)		N (weighted %)		N (weighted %)					
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>																
<25	2,031	(65.85)	806	(50.48)	418	(52.37)	<.0001	3,943	(79.66)	851	(58.91)	353	(48.61)	<.0001		
≥25	997	(34.15)	726	(49.52)	342	(47.63)		1,109	(20.34)	585	(41.09)	353	(51.39)			
<b>WC (cm)</b>																
Men<90	2,289	(76.61)	934	(59.97)	411	(53.54)	<.0001	3,309	(68.86)	595	(41.34)	161	(24.38)	<.0001		
Women<80																
Men≥90	739	(23.39)	598	(40.03)	349	(46.46)	<.0001	1,743	(31.14)	841	(58.66)	545	(75.62)	<.0001		
Women≥80																
<b>WHtR</b>																
<0.5	1,660	(58.85)	512	(34.79)	193	(27.55)	<.0001	3,055	(64.84)	497	(35.88)	96	(14.73)	<.0001		
≥0.5	1,368	(41.15)	1,020	(65.21)	567	(72.45)		1,997	(35.16)	939	(64.12)	610	(85.27)			

BMI: body mass index, DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio

### 3. 비만지표들 간의 상관관계

비만지표(체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비)들 간의 상관계수를 비교 분석하였다(표 4).

상관관계를 분석한 결과, 허리둘레/키 비는 허리둘레( $r=0.88$ )와 강한 상관관계를 보였다. 허리둘레/키 비와 체질량지수와의 상관계수( $r=0.81$ )는 허리둘레와 체질량지수의 상관계수( $r=0.84$ )와 유사한 상관관계를 보여주었다( $P<.0001$ ).

Table 4. Pearson correlation coefficients between BMI, WC and WHtR

	BMI	WC	WHtR
BMI	-	0.84 *	0.81 *
WC	0.84 *	-	0.88 *
WHtR	0.81 *	0.88 *	-

\*  $P<.0001$

BMI: body mass index, WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio



#### 4. 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 관련성

다음은 신체계측지표별 비만에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 유병에 대한 관련성을 분석하기 위해 성별을 나누어 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다 (표 5, 6, 7, 8, 9, 10). 회귀분석에 사용된 인구학적 변수, 사회경제학적 변수, 건강행태 변수에 대한 다중공선성 여부를 확인하였고 체질량지수를 제외한 허리둘레와 허리둘레/키 비의 다중공선성(Variance Inflation, VIF)이 10이상으로 유의한 상관관계를 보여 혼란변수를 보정한 단계별 통계모델 분석 시 비만지표를 구분하여 분석을 시행하였다.

단계별 통계모델 분석에서 Model 1은 연령을 보정하였고, Model 2는 Model 1에 추가하여 교육수준을 포함한 사회경제학적 변수들을 보정하였고 Model 3은 Model 2에 추가하여 건강행태 변수들을 보정, Model 4는 Model 3에 고중성지방혈증과 고혈압 유병 여부에 대한 변수들을 보정한 최종분석모델이다.

체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비로 비만 여부를 나누어 분석한 결과, Model에서 비비만군인 하위그룹에 비해 비만군인 상위그룹에서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 모두 높게 나타났으며 이는 통계적으로 유의하였다.

Table 5. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the BMI in men

	Impaired fasting glucose		Diabetes mellitus	
	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		BMI (kg/m <sup>2</sup> )	
	<25	≥25	<25	≥25
	OR (95% CI)		OR (95% CI)	
Model 1	ref	2.02 (1.58-2.57)	ref	2.51 (1.75-3.60)
Model 2	ref	1.96 (1.53-2.51)	ref	2.57 (1.78-3.72)
Model 3	ref	2.13 (1.82-2.49)	ref	2.32 (1.86-2.88)
Model 4	ref	1.77 (1.50-2.08)	ref	1.86 (1.48-2.32)

BMI: body mass index, DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, OR: odds ratio

Model 1: Adjusted for age

Model 2: Adjusted for the model 1 variable education, socio-economic activity

Model 3: Adjusted for the model 2 variables and smoking status, alcohol assumption, physical activity

Model 4: Adjusted for the model 3 variables and hypertriglyceridemia, hypertension

Table 6. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the BMI in women

	Impaired fasting glucose		Diabetes mellitus	
	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		BMI (kg/m <sup>2</sup> )	
	<25	≥25	<25	≥25
	OR (95% CI)		OR (95% CI)	
Model 1	ref	2.55 (1.91-3.40)	ref	4.36 (2.89-6.60)
Model 2	ref	2.51 (1.86-3.38)	ref	4.24 (2.79-6.45)
Model 3	ref	2.28 (1.95-2.67)	ref	2.99 (2.40-3.72)
Model 4	ref	2.05 (1.74-2.41)	ref	2.41 (1.92-3.01)

BMI: body mass index, DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, OR: odds ratio

Model 1: Adjusted for age

Model 2: Adjusted for the model 1 variable education, socio-economic activity

Model 3: Adjusted for the model 2 variables and smoking status, alcohol assumption, physical activity

Model 4: Adjusted for the model 3 variables and hypertriglyceridemia, hypertension

Table 7. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WC in men

	Impaired fasting glucose		Diabetes mellitus	
	WC (cm)		WC (cm)	
	<90	≥90	<90	≥90
	OR (95% CI)		OR (95% CI)	
Model 1	ref	2.14 (1.85-2.48)	ref	2.73 (2.20-3.39)
Model 2	ref	2.10 (1.81-2.44)	ref	2.71 (2.19-3.37)
Model 3	ref	2.09 (1.80-2.43)	ref	2.74 (2.21-3.40)
Model 4	ref	1.76 (1.50-2.05)	ref	2.17 (1.74-2.70)

DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, OR: odds ratio, WC: waist circumference

Model 1: Adjusted for age

Model 2: Adjusted for the model 1 variable education, socio-economic activity

Model 3: Adjusted for the model 2 variables and smoking status, alcohol assumption, physical activity

Model 4: Adjusted for the model 3 variables and hypertriglyceridemia, hypertension

Table 8. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WC in women

	Impaired fasting glucose		Diabetes mellitus	
	WC (cm)		WC (cm)	
	<80	≥80	<80	≥80
	OR (95% CI)		OR (95% CI)	
Model 1	ref	2.23 (1.93-2.59)	ref	3.73 (2.96-4.71)
Model 2	ref	2.17 (1.87-2.52)	ref	3.49 (2.77-4.41)
Model 3	ref	2.18 (1.88-2.54)	ref	3.52 (2.79-4.43)
Model 4	ref	1.98 (1.70-2.31)	ref	3.00 (2.38-3.77)

DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, OR: odds ratio, WC: waist circumference

Model 1: Adjusted for age

Model 2: Adjusted for the model 1 variable education, socio-economic activity

Model 3: Adjusted for the model 2 variables and smoking status, alcohol assumption, physical activity

Model 4: Adjusted for the model 3 variables and hypertriglyceridemia, hypertension

Table 9. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WHtR in men

	Impaired fasting glucose		Diabetes mellitus	
	WHtR		WHtR	
	<0.5	≥0.5	<0.5	≥0.5
	OR (95% CI)		OR (95% CI)	
Model 1	ref	1.84 (1.44-2.36)	ref	2.41 (1.60-3.64)
Model 2	ref	1.82 (1.41-2.35)	ref	2.62 (1.72-3.97)
Model 3	ref	1.86 (1.45-2.40)	ref	2.68 (1.84-3.92)
Model 4	ref	1.50 (1.15-1.96)	ref	2.09 (1.42-3.08)

DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, OR: odds ratio,

WHtR: waist-to-height ratio

Model 1: Adjusted for age

Model 2: Adjusted for the model 1 variable education, socio-economic activity

Model 3: Adjusted for the model 2 variables and smoking status, alcohol assumption, physical activity

Model 4: Adjusted for the model 3 variables and hypertriglyceridemia, hypertension

Table 10. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to the WHtR in women

	Impaired fasting glucose		Diabetes mellitus	
	WHtR		WHtR	
	<0.5	≥0.5	<0.5	≥0.5
	OR (95% CI)		OR (95% CI)	
Model 1	ref	1.91 (1.34-2.72)	ref	6.63 (2.97-14.80)
Model 2	ref	1.82 (1.37-2.42)	ref	4.29 (2.65-6.96)
Model 3	ref	1.80 (1.36-2.38)	ref	4.28 (2.67-6.86)
Model 4	ref	1.52 (1.13-2.03)	ref	3.21 (2.04-5.06)

DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, OR: odds ratio,

WHtR: waist-to-height ratio

Model 1: Adjusted for age

Model 2: Adjusted for the model 1 variable education, socio-economic activity

Model 3: Adjusted for the model 2 variables and smoking status, alcohol assumption, physical activity

Model 4: Adjusted for the model 3 variables and hypertriglyceridemia, hypertension

다음은 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 그룹을 구분하여 인구학적, 사회경제학적, 건강관련행태 변수들을 모두 보정한 오즈비 및 95% 신뢰구간을 제시하였다(표 11).

공복혈당장애, 당뇨병 유병 위험이 남성에 비해 여성에서 각각 32%(OR=0.68, 95% CI=0.58-0.78), 53%(OR=0.47, 95% CI=0.38-0.58)로 낮았다. 연령별로는 연령이 증가할수록 공복혈당장애와 당뇨병 유병 위험이 증가하였다.

교육수준은 교육수준이 높을수록 공복혈당장애 및 당뇨병 위험이 감소하였으며 이는 통계적으로 유의하였다. 직업은 사무직에 비해 육체노동직, 무직 및 주부 모두 공복혈당장애 위험이 감소하며 당뇨병 유병 위험은 증가하였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 주거형태는 연립 및 다세대 주택에 사는 그룹이 아파트에 사는 그룹보다 당뇨병 유병 위험이 1.43배 높았다(95% CI=1.13-1.81). 결혼상태는 미혼에 비해 기혼인 대상자가 공복혈당장애 위험이 1.87배, 당뇨병 유병 위험이 2.95배 높았고 이는 통계적으로 유의하였다. 소득수준은 200만원 미만과 비교하여 400-600만원, 600만원 이상인 대상자에서 당뇨병 유병 위험이 각각 22%, 34% 감소하였고 이는 통계적으로 유의하였다.

건강행태에서 흡연상태는 비흡연자에 비해 과거 흡연인 경우 공복혈당장애 위험이 1.38배 높았고(95% CI=1.19-1.60), 당뇨병 유병 위험이 1.29배 높았으며(95% CI=1.03-1.63) 이는 통계적으로 유의하였다. 음주상태는 비음주자에 비해 과거음주(OR=0.76, 95% CI=0.60-0.96), 현재음주(OR=0.60, 95% CI=0.49-0.74)인 대상자 모두 당뇨병 유병 위험이 감소하였고 이는 통계적으로 유의하였다.

정상혈압군과 비교하여 고혈압 전단계, 고혈압인 대상자에서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 높았으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 고중성지방혈증일 경우 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 높아졌으며 통계적으로 유의하였다(각각 OR=1.89, 95% CI=1.63-2.20, OR=1.96, 95% CI=1.61-2.38). HDL



콜레스테롤은 정상군과 비교하여 낮은군에서 당뇨병 유병 위험이 1.57배 높았고 이는 통계적으로 유의하였다(95% CI=1.34-1.84). 그 외 집단은 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 11. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to all of variables

Variable	IFG		DM	
	OR	95% CI	OR	95% CI
<b>Gender</b>				
Men	1	(reference)	1	(reference)
Women	0.68	0.58-0.78	0.47	0.38-0.58
<b>Age(year)</b>				
20-30	1	(reference)	1	(reference)
40-50	2.34	1.95-2.81	6.45	4.02-10.33
≥60	2.65	2.15-3.26	8.51	5.17-14.01
<b>Education level</b>				
<High school	1	(reference)	1	(reference)
≥High school	0.83	0.73-0.96	0.63	0.51-0.78
<b>Occupation</b>				
Officer worker	1	(reference)	1	(reference)
Manual worker	0.97	0.82-1.14	1.06	0.83-1.37
Not working/HW	0.88	0.75-1.03	1.28	1.00-1.65
<b>Type of residence</b>				
Apartment	1	(reference)	1	(reference)
Multiplex house	1.11	0.93-1.33	1.43	1.13-1.81
Detached house	1.04	0.91-1.18	1.16	0.97-1.38
<b>Marital status</b>				
Single	1	(reference)	1	(reference)
Married	1.87	1.51-2.33	2.95	1.86-4.69
<b>Income level (won)</b>				
<2,000,000	1	(reference)	1	(reference)
2,000,000-4,000,000	0.96	0.83-1.13	0.92	0.76-1.12
4,000,000-6,000,000	0.91	0.76-1.09	0.78	0.62-0.98
≥6,000,000	0.89	0.75-1.07	0.66	0.52-0.84

HW: Housewife, DM: Diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose,

Table 11. Continued

Variable	IFG		DM	
	OR	95% CI	OR	95% CI
<b>Exercise (/7days)</b>				
No exercise	1	(reference)	1	(reference)
<3days	1.02	0.77-1.35	1.54	0.97-2.45
≥3days	1.00	0.87-1.16	0.86	0.69-1.06
<b>Smoking status</b>				
Never smoker	1	(reference)	1	(reference)
Past smoker	1.38	1.19-1.60	1.29	1.03-1.63
Current smoker	1.20	1.00-1.43	1.05	0.82-1.35
<b>Alcohol intake</b>				
Non drinker	1	(reference)	1	(reference)
Past drinker	0.91	0.75-1.12	0.76	0.60-0.96
Current drinker	0.96	0.80-1.16	0.60	0.49-0.74
<b>Blood pressure</b>				
Normal	1	(reference)	1	(reference)
Pre-hypertension	1.57	1.38-1.79	1.41	1.12-1.77
Hypertension	2.35	2.05-2.69	3.46	2.85-4.19
<b>Hypertriglyceridemia</b>				
No	1	(reference)	1	(reference)
Yes	1.89	1.63-2.20	1.96	1.61-2.38
<b>HDL-C (mg/dL)</b>				
Normal				
(Men: ≥40, Women: ≥50)	1	(reference)	1	(reference)
Low				
(Men: <40, Women: <50)	1.05	0.93-1.19	1.57	1.34-1.84

DM: diabetes mellitus, HDL-C: High density lipoprotein cholesterol, IFG: impaired fasting glucose

## 5. 음주상태별 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 하부그룹 분석

음주상태별 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 하부그룹 분석결과를 표 12, 13에 제시하였다. 하부그룹은 음주상태에 따라 1년간 음주빈도, 한 번에 마시는 음주량, 고위험 음주 유무로 분류하였다. 표 12, 13에 제시된 오즈비는 인구학적 특성, 사회경제학적 특성, 건강관련행태 특성을 보정한 분석모형이다.

표 12, 13은 음주상태별 공복혈당장애 및 당뇨병 유병에 대한 로지스틱 회귀 분석 결과이다. 남성의 경우 1년 간 음주빈도에서 비음주자에 비해 술을 주 3회 미만으로 마시는 그룹은 공복혈당장애 및 당뇨병 위험이 감소하는 것으로 나타났으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 여성은 1년 간 음주빈도와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험은 비례하지 않았고 결과는 통계적으로 유의하지 않았다. 또한 남성에서 비음주자에 비해 주 4회 이상 음주를 하는 그룹은 공복혈당장애 위험이 1.21배 높았으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다 (95% CI=0.72-2.03). 여성은 음주빈도가 증가할수록 공복혈당장애와 당뇨병 유병 위험은 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 그리고 남성에서 한 번에 마시는 음주량은 1-4잔 마시는 그룹과 비교하여 그 이상 마시는 그룹에서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 높게 나타났으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 여성에서 한 번에 마시는 음주량은 10잔 이상 마시는 그룹에서 공복혈당장애 유병 위험이 1.44배 증가하였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다(95% CI=0.76-2.73).

1회 평균 음주량이 7잔 이상이며 주 2회 이상 음주하는 남성의 고위험 음주자는 저위험 음주자에 비해 공복혈당장애 위험은 1.58배(95% CI=1.13-2.23), 당뇨병 유병 위험은 2.13배(95% CI=1.27-3.55) 높았고 이는 통계적으로 유의하였다. 여성의 경우 1회 평균 음주량이 5잔 이상이며 주 2회 이상 음주하는

고위험 음주자는 저위험 음주자에 비해 공복혈당장애 위험이 1.12배 높았고 이는 통계적으로 유의하지 않았다(95% CI=0.56-2.25). 여성 고위험 음주자일 경우 당뇨병 유병 위험은 오히려 48% 감소하는 것으로 나타났는데 이는 통계적으로 유의하지 않았다(95% CI=0.11-2.41).

Table 12. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to alcohol intake in men subgroup analysis

Variable	Men (N=5,320)			
	IFG		DM	
	OR (95% CI)			
A year's frequency of drinking				
Not drinking	1	(ref)	1	(ref)
<3 times a week	0.77	(0.52-1.16)	0.77	(0.40-1.47)
≥4 times a week	1.21	(0.72-2.03)	0.71	(0.32-1.59)
Dose of alcohol				
1-4 cups	1	(ref)	1	(ref)
5-9 cups	1.19	(0.81-1.77)	1.59	(0.83-3.07)
≥10 cups	1.06	(0.71-1.59)	1.25	(0.61-2.59)
High risk alcohol consumption				
No	1	(ref)	1	(ref)
Yes	1.58	(1.13-2.23)	2.13	(1.27-3.55)

DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose

Adjusted for age, education, socio-economic activity, moking status, physical activity, hypertriglyceridemia, hypertension

Table 13. Multivariable ORs (95% CI) for IFG and DM according to alcohol intake in women subgroup analysis

Variable	Women (N=7,194)			
	IFG		DM	
	OR (95% CI)			
<b>A year's frequency of drinking</b>				
Not drinking	1	(ref)	1	(ref)
<3 times a week	1.04	(0.73-1.48)	0.89	(0.49-1.63)
≥4 times a week	0.96	(0.38-2.38)	0.70	(0.20-2.43)
<b>Dose of alcohol</b>				
1-4 cups	1	(ref)	1	(ref)
5-9 cups	0.81	(0.49-1.35)	0.56	(0.15-2.10)
≥10 cups	1.44	(0.76-2.73)	0.66	(0.14-3.03)
<b>High risk alcohol consumption</b>				
No	1	(ref)	1	(ref)
Yes	1.12	(0.56-2.25)	0.52	(0.11-2.41)

DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose

Adjusted for age, education, socio-economic activity, smoking status, physical activity, hypertriglyceridemia, hypertension

평생 음주 경험은 당뇨병을 비롯한 만성질환 유병과 관련성이 있으며(지영주 등, 2017) 음주는 부분적으로 당뇨병에 영향을 미친다(정영호 등, 2016). 그러나 본 연구에서는 고위험 음주와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 남성에서만 통계적으로 유의하게 증가하였다. 그래서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과 관련성이 있는 변수인 연령과 고위험 음주자의 빈도를 성별에 따라 살펴보았다. 남성에서는 공복혈당장애 및 당뇨병 유병이 높은 인구 집단인 4-50대에 서(Jong chul won et al, 2018) 고위험 음주자가 각각 26.6%, 22.5%로 높았고 ( $p<.0001$ ), 여성의 경우 2-30대가 각각 34.4%, 27.7%로 높았다( $p<.0001$ ).

Table 14. Age distribution of high risk drinking in men and women

Age group	High risk drinking			
	Men (N=601)		Women (N=172)	
	N (weighted %)	<i>p</i>	N (weighted %)	<i>p</i>
19-29	78 (17.5)		48 (34.4)	
30-39	121 (20.2)		52 (27.7)	
40-49	155 (26.6)	<.0001	42 (21.9)	<.0001
50-59	135 (22.5)		24 (14.5)	
60-69	83 (10.5)		4 (0.88)	
≥70	29 (2.6)		2 (0.62)	



## 6. 비만지표에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 AUROC 분석

비만지표(체질량지수, 허리둘레 및 허리둘레/키 비)에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 비교하기 위해 수용자 반응 특성(receiver operating characteristic, ROC) 곡선을 활용한 곡선 아래 면적(area under curve, AUC) 값을 산출하였다(그림3, 4). 각 비만지표를 활용한 모델을 평가하기 위해 Model 1은 체질량지수, Model 2는 허리둘레, Model 3은 허리둘레/키 비로 구분하였고 인구학적, 사회경제학적, 건강행태 변수는 보정하여 분석하였다.

비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관계를 AUC를 통해 비교하였다. 비만지표인 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병에 대한 AUC는 표15와 같다. 전반적으로 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 AUC값은 0.7-0.8로 비슷하였다.

남성에서 인구학적, 사회경제학적, 건강행태 변수를 보정하였을 때 공복혈당장애에서 체질량지수의 AUC는 0.716, 허리둘레, 허리둘레/키 비의 AUC는 각각 0.714, 0.717이었다. 그리고 당뇨병 유병에서 체질량지수 AUC는 0.834, 허리둘레, 허리둘레/키 비의 AUC는 각각 0.832, 0.835로 공복혈당장애, 당뇨병 유병 모두에서 허리둘레 AUC가 가장 작았다.

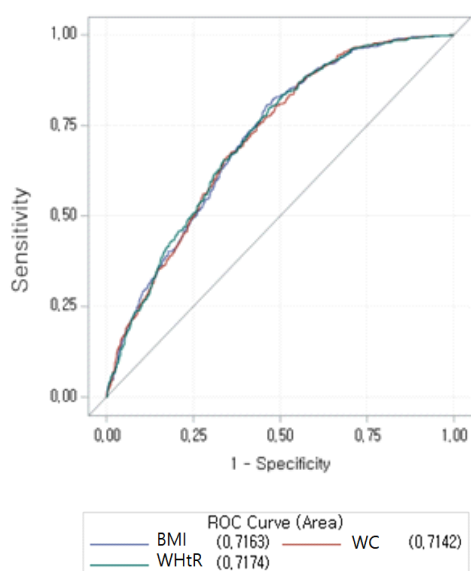
여성의 경우, 인구학적, 사회경제학적, 건강행태 변수를 보정하였을 때 공복혈당장애에서 체질량지수 AUC는 0.721, 허리둘레 0.713, 허리둘레/키 비 AUC는 0.715이었다. 그리고 당뇨병 유병에서 체질량지수 AUC는 0.864이었고 허리둘레, 허리둘레/키 비 AUC는 각각 0.863, 0.862로 공복혈당장애는 허리둘레 AUC, 당뇨병 유병에서는 허리둘레/키 비 AUC가 가장 작았다.

비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관계를 AUROC를 통해 분석한 결과, 남성에서는 허리둘레/키 비, 여성의 경우 체질량지수가 공복혈당장애를 가장 잘 분류하는 것으로 나타났다(각각 AUC 0.717, 0.721). 당뇨병 유병은

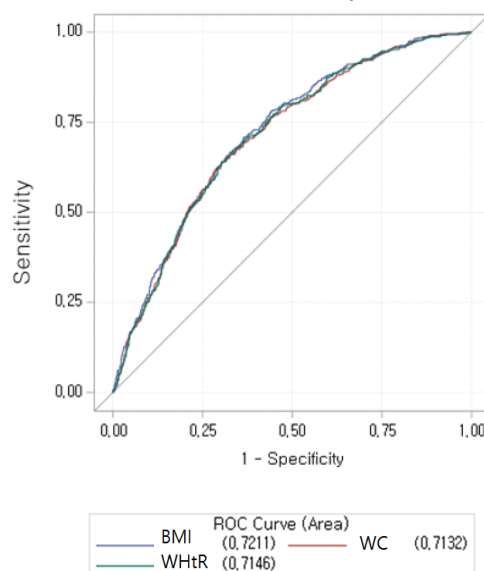
남성에서는 허리둘레/키 비, 여성은 체질량지수가 가장 잘 분류하는 것으로 나타났다(각각 AUC 0.835, 0.864).

Figure 3. The ROC (receiver operating characteristic) curves for BMI, WC, WHtR value to IFG in men(A) and women (B) subjects.

A. Men



B. Women



Model 1: BMI, Model 2: WC, Model 3: WHtR

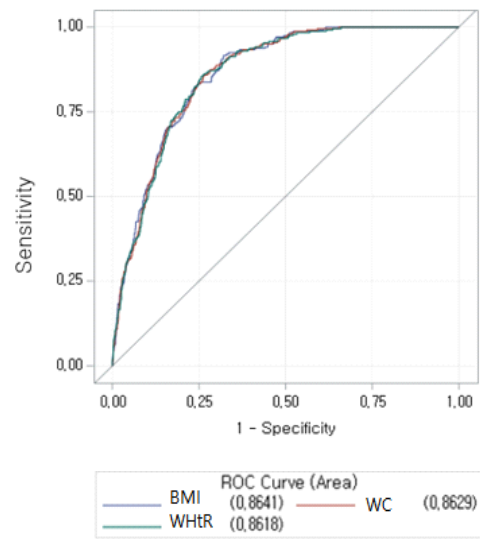
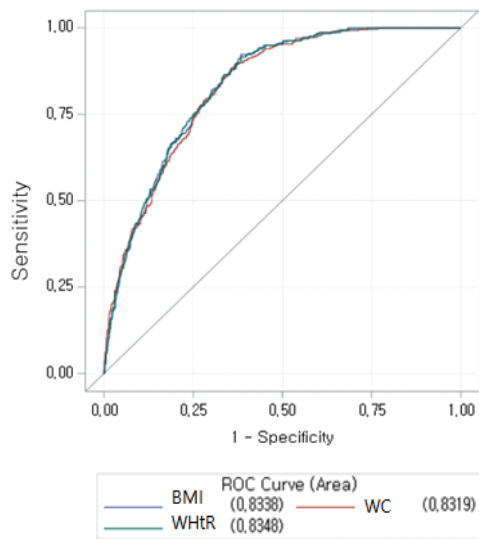
AUC: area under curve, BMI: body mass index, IFG: impaired fasting glucose,

WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio

Figure 4. The ROC (receiver operating characteristic) curves for BMI, WC, WHtR value to DM in men(A) and women (B) subjects.

A. Men

B. Women



Model 1: BMI, Model 2: WC, Model 3: WHtR

AUC: area under curve, BMI: body mass index, DM: diabetes mellitus, WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio

Table 15. Comparison between AUC, sensitivity, specificity, PPV for obesity indices for identifying subjects with IFG and DM

Variable	AUC	Sens	Spec	PPV
<b>IFG</b>				
BMI	0.729	0.46	0.72	0.37
WC	0.723	0.48	0.66	0.34
WHtR	0.726	0.68	0.56	0.35
<b>DM</b>				
BMI	0.848	0.51	0.72	0.24
WC	0.845	0.61	0.66	0.24
WHtR	0.847	0.82	0.56	0.25

AUC: area under curve, BMI: body mass index, DM: diabetes mellitus, IFG: impaired fasting glucose, PPV: positive predictive value, Sens: sensitivity, Spec: specificity, WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio

다음으로 비만지표별 AUC, 민감도, 특이도, 양성 예측도를 분석하였다. 공복 혈당장애에서 체질량지수의 민감도 46%, 특이도 72%이며 허리둘레의 민감도 48%, 특이도 66%였다. 허리둘레/키 비의 민감도 68%로 가장 높았으나 특이도는 56%로 가장 낮게 나타났다. 당뇨병 유병에서 체질량지수의 민감도 51%, 특이도 72%이며 허리둘레는 민감도 61%, 특이도 66%였다. 허리둘레/키 비는 민감도 82%로 가장 높았고 특이도는 56%로 가장 낮게 나타났다. 양성 예측도는 체질량지수가 공복혈당장애 양성 예측도가 37%로 가장 높았으나 당뇨병 유병 양성 예측도는 24%로 낮게 나타났다(표 15).

Table 16. Comparison between AUC for obesity indices for identifying subjects with IFG and DM

	Men		Women	
	AUC	<i>p</i> -value	AUC	<i>p</i> -value
<b>IFG</b>				
BMI	0.716	-	0.721	-
WC	0.714	0.510	0.713	0.032
WHtR	0.717	0.749	0.715	0.114
<b>DM</b>				
BMI	0.834	-	0.864	-
WC	0.832	0.532	0.863	0.710
WHtR	0.835	0.765	0.862	0.493

AUC: area under curve, BMI: body mass index, DM: diabetes mellitus,

IFG: impaired fasting glucose, PPV: positive predictive value, Sens: sensitivity,

Spec: specificity, WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio

비만지표들 간의 AUC 차이를 분석한 결과, 남성에서는 공복혈당장애와 당뇨병 유병에서 비만지표들 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 여성에서는 공복혈당장애에서 체질량지수와 허리둘레가 통계적으로 유의한 차이를 보였으나 그 이외에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

## IV. 고 찰

본 연구는 국민건강영양조사 제7기(2016-2018) 자료를 이용하여 만 19세 이상 성인을 대상(남자 5,320명, 여자 7,194명)으로 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관련성을 분석하였다.

비만지표별로 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 빈도를 파악하고 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 관련성을 분석하여 비만군인 상위그룹과 비비만군인 하위그룹간의 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험 차이를 비만지표별로 나누어 비교하고자 하였다. 그리고 일반적 특성 가운데 건강행태 변수 중 음주 상태에서 음주를 마시는 사람에게서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 낮은 것으로 나타나 하위그룹 분석을 시행하였다. 또한 비만지표들 간의 비만 수준에 따라 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험을 알아보기 위해 하부그룹 분석을 시행하였다. 최종적으로 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과 비만지표 간의 관계를 AUROC를 통해 분석하였다.

본 연구에서 공복혈당장애 유병률은 남자가 26.8%, 여자가 18.0%였으며 당뇨병 유병률은 남자가 10.9%, 여자가 8.2%이었다. 이는 30대 이상 성인 남녀의 공복혈당장애 유병률 남자 29.4%, 여자 20.1%(Jong chul won et al, 2018) 당뇨병 유병률 남자 14.6%, 여자 10.3%와 유사한 결과를 보였다(통계청, 2018). 성별을 구분하여 비만지표별로 분석한 결과 남성은 체질량지수  $25\text{kg}/\text{m}^2$  이상이 39.8%, 여성은 체질량지수  $18.5\text{-}22.9\text{kg}/\text{m}^2$  가 47.8%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 비만지표별 기준에 따라 하위그룹과 상위그룹으로 나누고 성별을 구분하여 분석한 결과 성별에 따라 차이는 있으나 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비 모두에서 하위그룹에 비해 상위그룹에서 공복혈당

장애 및 당뇨병 유병 위험이 통계적으로 유의하게 높았다. 선행연구에서 체질량지수는 인슐린과 상관관계가 있으며 공복혈당 및 당화혈색소에 영향을 주는 것으로 나타났으나(박재원 등, 2019) 당뇨병 발병과의 관련성에 대한 연구에서 체질량지수보다 허리둘레가 유용하다고 보고되었다(Lincoln A. Sargeant et al., 2002). 본 연구에서는 남성의 경우 체질량지수가  $25\text{kg}/\text{m}^2$  이상인 상위그룹에서 공복혈당장애 위험이, 허리둘레가 90cm 이상인 상위그룹에서 당뇨병 유병 위험이 가장 높았다. 여성은 체질량지수가  $25\text{kg}/\text{m}^2$  이상인 상위그룹에서 공복혈당장애 위험이 가장 높으며 당뇨병 유병 위험은 허리둘레/키 비가 0.5 이상인 상위그룹에서 가장 높게 나타났다. 본 연구의 결과는 선행연구와 다르게 나타났는데, 이는 선행연구 대상자에서 남성의 허리둘레 평균은 한국 성인과 비슷하였으나 여성의 허리둘레 평균이 82.6cm로(Lincoln A. Sargeant et al., 2002) 본 연구에서 여성의 허리둘레 평균 77.7cm와 차이가 있어 결과가 다르게 나타난 것으로 보인다.

공복혈당장애 및 당뇨병 유병 그룹을 구분하여 인구학적, 사회경제학적, 건강관련행태 변수와의 관련성을 살펴보면 여성이 남성보다 공복혈당장애, 당뇨병 유병 위험 모두 통계적으로 유의하게 낮았다. 연령과의 관련성은 연령이 증가할수록 공복혈당장애와 당뇨병 유병 위험이 증가하였다. 이는 연령이 높아질수록 인슐린 저항성이 증가하여 인슐린 작용에 장애가 생기기 때문이다(J. E. Gerich, 2003; T. Fulop et al, 2003). 본 연구에서 특히 60대 이상의 집단에서 당뇨병 유병이 증가하였는데 이는 남성은 60대 이상, 여성은 70대 이상에서 당뇨병 유병이 증가한다는 국내 선행연구와 유사한 결과를 보인다(Jong chul won et al, 2018). 결혼상태는 미혼에 비해 기혼에서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 증가하였고 건강행태에서는 비흡연자에 비해 과거흡연, 현재 흡연자에서 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 증가하였다. 그러나 음주는 비음주자에 비해 과거음주, 현재 음주자의 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이

감소하였다. 이에 알코올 섭취량에 따라 당뇨병을 예방할 수 있다는 선행연구 (Andrea A. et al, 2004)를 바탕으로 음주 횟수, 음주량을 구분하여 하부그룹 분석을 시행하였다. 남성에서는 1년간 음주빈도가 높거나 한 번에 마시는 음주량이 많을수록 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 증가하였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 그리고 여성은 한 번에 마시는 음주량은 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험과의 관련성은 통계적으로 유의하지 않았다. 고위험 음주에서는 남성에서 고위험 음주를 하는 집단에서 그렇지 않은 집단에 비해 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험이 증가하였고 이는 통계적으로 유의하였다. 그러나 여성은 고위험 음주를 하는 집단에서 그렇지 않은 집단에 비해 공복혈당장애 위험은 높았으나 당뇨병 유병 위험은 감소하였는데 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 선행연구에서 비음주자에 비해 저위험 음주를 하는 음주자의 경우 오히려 당뇨병 발생이 감소하였고(Andrea A. et al, 2004) 장기간 음주로 인한 건강 문제에 대한 연구는 미미하여 추후 연구가 필요할 것으로 보인다. 고위험 음주는 여성에서 고위험 음주자일수록 당뇨병 유병이 오히려 48% 감소하는 것으로 나타나 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과 관련성이 있는 변수인 연령과 고위험 음주자의 빈도를 성별에 따라 살펴보았다. 연령별 고위험 음주자 빈도 분석 결과, 남성에서는 4-50대, 여성에서는 2-30대에서 고위험 음주자가 높게 나타나 본 연구의 결과에 연령 효과가 나타난 것으로 보인다.

비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관계를 AUROC를 통해 분석한 결과는 공복혈당장애는 남성에서는 허리둘레/키 비, 여성의 경우 체질량지수가 가장 잘 분류하는 것으로 나타났다. 당뇨병 유병은 남성에서는 허리둘레/키 비, 여성은 체질량지수가 가장 잘 분류하는 것으로 나타났으나 비만지표 별로 차이는 거의 없었다. 이는 선행연구와 유사한 결과를 보였다(Yong Liu et al, 2011).



본 연구를 통해 한국 성인의 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 현황을 알 수 있었고 성별에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 차이를 알 수 있었다. 그리고 인구학적, 사회경제학적, 건강행태 변수들을 통해 공복혈당장애와 당뇨병 유병과의 관련성을 알 수 있었다. 다른 선행연구와의 차이점으로 음주상태에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 유병 위험에 대한 추가적인 분석을 통해 연령 효과가 크다는 것을 알 수 있었고 AUROC 분석을 시행하여 공복혈당장애 및 당뇨병 유병을 분류하는 모델을 비만지표별로 비교할 수 있었다.

연구 제한점은 단면연구로 비만지표와 공복혈당장애와 당뇨병 유병의 관련성에 대한 인과관계를 명확하게 설명하는데 한계가 있다. 그리고 국민건강영양조사 당시 당뇨병 유병인 사람을 대상으로 하여 유병자의 건강관리에 대한 혼란변수를 배제할 수 없었다. 그리고 결혼상태를 미혼, 기혼으로만 구분하여 기혼인 그룹을 현재 결혼상태와 연관지어 반영하지 못하였다. 또한 당뇨병 위험인자인 혈당과 비만지표의 AUC를 분석한 결과 비만지표별로 유의미하게 차이가 나지 않아 추후 연구가 필요할 것으로 보인다.

여러 제한점에도 불구하고 본 연구는 한국 성인을 대상으로 하여 대표성을 갖는 국민건강영양조사의 가장 최근 자료를 이용하여 분석하였다는 장점이 있다.

## V. 결 론

본 연구는 비만지표(체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비)와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관련성을 살펴보고자 국민건강영양조사 제7기(2016-2018) 자료를 이용하여 분석하였다.

분석 결과, 비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병간 관련성이 있었다. 신체측지표별 비만에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병 유병에 대한 관련성은 비만지표별 비만에 대한 기준은 각각 다르나 하위그룹에 비해 상위그룹일 경우 공복혈당장애와 당뇨병 유병이 통계적으로 유의하게 높았다. 인구학적, 사회경제학적, 건강관련행태 변수들과의 관련성을 분석한 결과, 여성이 남성보다 공복혈당장애, 당뇨병 유병 위험이 통계적으로 유의하게 낮았다.

비만지표와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관계를 AUROC를 통해 분석한 결과, 공복혈당장애는 남성에서는 허리둘레/키 비, 여성의 경우 체질량지수가 가장 잘 분류하는 것으로 나타났다. 당뇨병 유병은 남성에서는 허리둘레/키 비, 여성은 체질량지수가 가장 잘 분류하는 것으로 나타났다.

본 연구는 전 세계적으로 문제가 되고 있는 비만과 당뇨병에 대한 주제를 한국인에 적합한 인구학적, 사회경제학적, 건강행태 자료를 이용하여 한국 성인을 대상으로 관련성을 탐구하는 과정에서 의미가 있다고 생각한다. 그러나 본 연구는 단면연구의 한계가 있어 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비와 공복혈당장애 및 당뇨병 유병과의 관련성을 비교 분석하기 위해 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

## 참 고 문 헌

김미영, 이순환, 신은수, 박혜순. 비만환자의 영양 섭취 및 식이행동 양상. 가정의학회지 1994; 15(6) 353-362.

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

김상아, 박웅섭, 오희철, 강혜영, 이대희, 이상욱, 곽연희, 송재석. 우리나라 당뇨병의 유병률과 관리 상태. 대한내과학회지 2005; 68(1): 10-17.

김재훈. 대학생의 허리둘레/키 비와 대사성 질환 및 건강체력 요인의 관련성. 대구: 계명대학교 대학원: 2017.

김재훈, 김기진. 대학생의 허리둘레/키 비와 대사성 질환 및 신체구성 요인의 관련성. 한국발육발달학회지 2018; 26(1): 31-40.

김중환, 박태순, 고희정. 비만의 지표로서 다양한 허리둘레 측정 기준에 따른 유용성 비교. 가정의학회지 2001; 22: 548-555.

박미정. 한국인의 비만지표와 대사증후군 위험요인의 관련성에 대한 연구. 서울: 연세대학교 보건대학원: 2006.

박용수, 이홍규, 김성연, 고창순, 민현기, 이종구, 안문영, 김용익, 신영수. 인슐린비의존형 당뇨병의 위험인자 분석. 대한당뇨병학회 1996; 20(1) 14-24.

박재원, 이혜순. 한국 성인의 비만이 인슐린, 공복혈당 및 당화혈색소에 미

치는 영향. Journal of digital convergence 2019; 17(10): 349-357.

변정수, 김민준, 황예원, 김명진, 김수영, 황인홍. 허리둘레/키 비의 비만지표로서의 유용성. 가정의학회지 2004; 25(4): 307-313.

보건복지부. 국민건강영양조사: 당뇨병 유병률 추이, 2020.

보건복지부. 국민건강영양조사, 2018.

이지은, 박현아, 강재현, 이성희, 조영규, 송혜령, 김성원, 이정선. 한국인 성인의 당뇨병 어떻게 관리되고 있을까? -미국당뇨병학회 권고 목표치를 기준으로-. 가정의학회지 2008; 29(9): 658-667.

전희선. 우리나라 중년 남녀를 대상으로 한 비만요인 분석 : 2001년 국민건강·영양조사를 중심으로. 경기: 가톨릭대학교 대학원: 2005.

진수희. 성별, 체질량지수에 따른 고밀도지단백 콜레스테롤이 공복혈당장애에 미치는 영향. Journal of health informatics and statistics 2019; 44(1) 8-13.

지영주, 김경남. 음주경험과 만성질환. Asia-pacific Journal of multimedia services convergent with art, humanities, and sociology 2014; 7(4): 841-848.

윤혜은. 농촌지역 주민의 공복혈당장애 유병률과 관련요인. 광주: 조선대학교 대학원 보건학과: 2009.

이용우. 체질량지수와 비만이 개인의료비지출에 미치는 영향에 대한 분석. 보건사회연구 2019; 39(2): 548-579.

정영호, 고숙자. 위험: 고위험 음주의 질병 비용 및 중독·자살 사망 비용. 보

건·복지 issue & focus 2016; 322: 1-4.

질병관리본부. 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서 제7기(2016-2018), 2020.

질병관리본부. 건강행태 및 만성질환 통계. 2016.

질병관리본부, 주간건강과 질병: 우리나라 당뇨병 현황과 특징: 비비만형 당뇨병 중심으로, 2017.

질병관리본부. 주간건강과 질병: 비만예방의 날, 2019.

통계청. 당뇨병 유병률 추이, 2018.

통계청. 사망원인통계, 2018.

하유진. 저신장 정상 허리둘레 군의 체간 지방률에 대한 분석. 부산: 부산대학교 대학원 의학과: 2008.

황현지. 당뇨병 환자의 합병증 추적조사. 아산: 순천향대학교 의과학과: 2019.

Abelson P, Kennedy D. The obesity epidemic. Science 2004; 304: 1413.

Andrea A, Howard, MD, MS; Julla H, Amsten, MD, MPH; and Marc N. Gourevitch, MD, MPH. Effect of alcohol consumption on diabetes mellitus. A systematic review. American collage of physicians 2004; 140: 211-219.

Amerian Diabetes Assosiation. Classification and diagnosis of diabetes. Diabetes care 2015; 40(Suppl1): S11-24.

American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes-2019. Diabetes care 2019; 42(Suppl1): S1-193.

American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. Diabetes care 2020; 43(Suppl1): S14-31.

GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980 - 2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. The lancet 2016; 388(10053): 1459-1544.

Genuth S., Alberti KG., Bennett P., Buse J., Defronzo R., Hahn R. et al. 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.

Hsieh, S. D., Yoshinaga, H., & Muto, T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders 2003; 27(5): 610-616.

Jae Heon Kang, Baek Geun Jeong, Young Gyu Cho, Hye Ryoung Song, Kyung A Kim. Socioeconomic costs of overweight and obesity in Korean adults. J Korean Med Sci 2011; 26(12): 1533-1540.

Jackson, AS., Stanforth, PR., Gagnon, J., Rankinen, T., Leon, AS., Rao DC., Skinner JS., Bouchard C., Wilmore JH. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The heritage family study. International Journal of Obesity and Related

Metabolic Disorders 2002; 26(6): 789-796.

J. E. Gerich. Contributions of insulin-resistance and insulin secretory defects to the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. Mayo Clinic proceedings 2003; 78(4): 447-456.

Jooeun Jeon, Keum Ji Jung, Sun Ha Jee. Waist circumference trajectories and risk of type 2 diabetes mellitus in Korean population: the Korean genome and epidemiology study (KoGES). BMC Public Health 2019; 19: 741-21.

Lim S., Shin H., Song JH., Kwak SH., Kang SM., Yoon JW., Choi SH., Cho SI., Park KS., Lee HK et al. Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea: The Korean national health and nutrition examination survey for 1998-2007. Diabetes Care 2011; 34: 1323-1328

Lincoln A. Sargeant, Franklyn I, Bennett, Terren E. Forrester, Fichard S. Cooper, Rainford J. Wilks. Predicting Incident Diabetes in Jamaica: The role of Anthropometry. Obesity Research 2002; 10(8): 792-798.

Ogurtsova K., da Rocha Fernandes JD., Huang Y., Linnenkamp U., Guariguata L., Cho NH., Cavan D., Shaw JE., Makaroff LE.. IDF diabetes atlas: global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. Diabetes Res Clin Pract 2017; 128: 40 - 50.

Organization for Economic Cooperation and Development. Health at a Glance, 2019.

Qiang Zeng, Yuan He, Shengyoung Dong, Xiaolan Zhao, Zhiheng Chen, Zhenya Song, Guang Chang, Fang Yang, Youjuan Wang. Optimal cut-off values of BMI, waist circumference and waist:height ratio for defining

obesity in Chinese adults. *British journal of nutrition* 2014; 112: 1735-1744.

ShanKuan Zhu, ZiMian Wang, Stanley Heshka, Moonseong Heo, Myles S Faith, Steven B Heymsfield. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *The american journal of clinical nutrition* 2002; 76(4): 743-749.

Stein CJ, Colditz GA. The epidemic of obesity. *The journal of clinical endocrinology metabolism* 2004; 89(6): 2522-2525.

Steven E. Kahn, Rebecca L. Hull, Kristina M. Utzschneider. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature* 2006; 444: 840-846.

T Kelly, W Yang, C-S Chen, K Reynolds, J He. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International Journal of Obesity* 2008; 32 1431-1437.

T. Fulop, A. Larbi & N. Douziech. Insulin receptor and ageing. *Pathologie-biologie* 2003; 51(10): 574-580.

World Health Organization. *Reducing Risks Promoting Healthy Life*. Geneva: World Health Report, 2002.

World Health Organization. *Diabetes. Fact sheets*, 2020.

World Health Organization. *The asian-pacific perspective redefining obesity and its treatment*, 2000.

Yong Liu, Guanghui Tong, Weiwei Tong, Liping Lu, Xiaosong Qin. Can



body mass index, waist circumference, waist-hip ratio and waist-height ratio predict the presence of multiple metabolic risk factors in Chinese subject?. BMC Public health 2011; 11(35): 1-10.

Z xu, X Qi. Waist-to-height ratio is the best indicator for undiagnosed Type 2 diabetes. Diabetic Medicine 2013; 30(6): e201-207.

## 부 록

```

/*AUROC 그리기*/
/*공복혈당장애 남성*/
PROC LOGISTIC DATA=STAT.MIN_FINAL1 PLOTS (ONLY)=ROC;
CLASSB_BMI (REF='1') EDUC (REF='1') MARRI (REF='1') JOB (REF='1')
PAY (REF='1') LIVE (REF='1') SMOK (REF='1') DRINK (REF='1') EX (REF='1')
HTN (REF='1') TG (REF='0') / PARAM=REF;
MODEL H_DM (EVENT='2') = AGE B_BMI MARRI EDUC LIVE PAY JOB SMOK
DRINK EX HTN TG;
OUTPUT OUT=Res1 PREDICTED=predProb1;
WHERE SEX=1;
RUN; *Model1;

PROC SORT DATA=Res1; BY ID;
PROC SORT DATA=STAT.MIN_FINAL1; BY ID;
RUN;

DATA STAT.MIN_FINAL1_rocComp;
MERGE Res1 (KEEP=ID predProb1) STAT.MIN_FINAL1; BY ID;
RUN;

PROC LOGISTIC DATA=STAT.MIN_FINAL1_rocComp PLOTS (ONLY)=ROC;
CLASSH_WC (REF='1') EDUC (REF='1') MARRI (REF='1') JOB (REF='1')
PAY (REF='1') LIVE (REF='1') SMOK (REF='1') DRINK (REF='1') EX (REF='1')
HTN (REF='1') TG (REF='0') / PARAM=REF;
MODEL H_DM (EVENT='2') = H_WC AGE MARRI EDUC LIVE PAY JOB SMOK DRINK
EX HTN TG / EXPB;
OUTPUT OUT=Res2 PREDICTED=predProb2;
WHERE SEX=1;
RUN; *Model2;

PROC SORT DATA=Res2; BY ID;

```

```

PROC SORT DATA=STAT.MIN_FINAL1_rocComp; BY ID;
RUN;

DATA STAT.MIN_FINAL1_rocComp;
MERGE Res2(KEEP=ID predProb2) STAT.MIN_FINAL1_rocComp; BY ID;
RUN;

PROC LOGISTIC DATA=STAT.MIN_FINAL1_rocComp PLOTS(ONLY)=ROC;
CLASSWH_R(REF='1') EDUC(REF='1') MARRI(REF='1') JOB(REF='1')
PAY(REF='1') LIVE(REF='1') SMOK(REF='1') DRINK(REF='1') EX(REF='1')
HTN(REF='1') TG(REF='0') / PARAM=REF;
MODEL H_DM(EVENT='2') = WH_R AGE MARRI EDUC LIVE PAY JOB SMOK DRINK
EX HTN TG / EXPB;
OUTPUT OUT=Res3 PREDICTED=predProb3;
WHERE SEX=1;
RUN; *Model3;

PROC LOGISTIC DATA=Res3; *PLOTS(ONLY)=ROC;
CLASS B_BMI(REF='1') WH_R(REF='1') H_WC(REF='1') / PARAM=REF;
MODEL H_DM(EVENT='2') = / NOFIT;
ROC 'Model1' PRED=predProb1;
ROC 'Model2' PRED=predProb2;
ROC 'Model3' PRED=predProb3;
*ODS SELECT ROCOverlay;
ROCONTRAST REF('Model1') / ESTIMATE E;
WHERE SEX=1;
RUN; *Model1 vs. Model2 vs. Model3 ROC overlay + comparison;

```

/\*공복혈당장애 여성\*/

```
PROC LOGISTIC DATA=STAT.MIN_FINAL1 PLOTS (ONLY)=ROC;
CLASS B_BMI (REF='1') EDUC (REF='1') MARRI (REF='1') JOB (REF='1')
PAY (REF='1') LIVE (REF='1') SMOK (REF='1') DRINK (REF='1') EX (REF='1')
HTN (REF='1') TG (REF='0') / PARAM=REF;
MODEL H_DM (EVENT='2') = AGE B_BMI MARRI EDUC LIVE PAY JOB SMOK
DRINK EX HTN TG;
OUTPUT OUT=Res1 PREDICTED=predProb1;
WHERE SEX=2;
RUN; *Model1;
```

```
PROC SORT DATA=Res1; BY ID;
PROC SORT DATA=STAT.MIN_FINAL1; BY ID;
RUN;
```

```
DATA STAT.MIN_FINAL1_rocComp;
MERGE Res1 (KEEP=ID predProb1) STAT.MIN_FINAL1; BY ID;
RUN;
```

```
PROC LOGISTIC DATA=STAT.MIN_FINAL1_rocComp PLOTS (ONLY)=ROC;
CLASS H_WC (REF='1') EDUC (REF='1') MARRI (REF='1') JOB (REF='1')
PAY (REF='1') LIVE (REF='1') SMOK (REF='1') DRINK (REF='1') EX (REF='1')
HTN (REF='1') TG (REF='0') / PARAM=REF;
MODEL H_DM (EVENT='2') = H_WC AGE MARRI EDUC LIVE PAY JOB SMOK DRINK
EX HTN TG / EXPB;
OUTPUT OUT=Res2 PREDICTED=predProb2;
WHERE SEX=2;
RUN; *Model2;
```

```
PROC SORT DATA=Res2; BY ID;
PROC SORT DATA=STAT.MIN_FINAL1_rocComp; BY ID;
RUN;
```

```
DATA STAT.MIN_FINAL1_rocComp;
```

```

MERGE Res2(KEEP=ID predProb2) STAT.MIN_FINAL1_rocComp; BY ID;
RUN;

PROC LOGISTIC DATA=STAT.MIN_FINAL1_rocComp PLOTS(ONLY)=ROC;
CLASS WH_R(REF='1') EDUC(REF='1') MARRI(REF='1') JOB(REF='1')
PAY(REF='1') LIVE(REF='1') SMOK(REF='1') DRINK(REF='1') EX(REF='1')
HTN(REF='1') TG(REF='0') / PARAM=REF;
MODEL H_DM(EVENT='2') = WH_R AGE MARRI EDUC LIVE PAY JOB SMOK DRINK
EX HTN TG / EXPB;
OUTPUT OUT=Res3 PREDICTED=predProb3;
WHERE SEX=2;
RUN; *Model3;

PROC LOGISTIC DATA=Res3; *PLOTS(ONLY)=ROC;
CLASS B_BMI(REF='1') WH_R(REF='1') H_WC(REF='1') / PARAM=REF;
MODEL H_DM(EVENT='2') = / NOFIT;
ROC 'Model1' PRED=predProb1;
ROC 'Model2' PRED=predProb2;
ROC 'Model3' PRED=predProb3;
*ODS SELECT ROCOverlay;
ROCONTRAST REF('Model1') / ESTIMATE E;
WHERE SEX=2;
RUN; *Model1 vs. Model2 vs. Model3 ROC overlay + comparison;

```

## ABSTRACT

The association of body mass index,  
waist circumference and waist  
circumference/height ratio in Korean  
adults and impaired fasting glucose and  
diabetes mellitus.

Min so-hyun  
Graduate School of  
Public Health  
Yonsei University

Directed by Professor Sun Ha Jee

**Background:** The prevalence of diabetes in adults is increasing worldwide, and the prevalence in Republic of Korea is also steadily increasing. As other risk factors for diabetes reported, obesity has been well known for a long time. In Korea, dietary changes due to modernization and urbanization, lack of exercise, and the aging of the population cause an increase in obesity. In previous studies showing that obesity and impaired fasting

glucose are related, Few studies have recently analyzed between obesity indicators and blood sugar disorders in Korea. Therefore, this study aims to investigate the relationship between obesity indicators and the prevalence of impaired fasting glucose and diabetes using the Korea National Health and Nutrition Examination Survey data.

**Materials and Methods:** This study is a cross-sectional study using the Korea National Health and Nutrition Examination Survey data from the 7th phase (2016–2018). A multivariate logistic regression analysis was performed on the relationship between obesity index and impaired fasting glucose and diabetes prevalence in a total of 12,514 Korean adults over 19 years of age, excluding outliers and missing values of variables that met or selected the exclusion criteria, and pregnant women. A Subgroup analysis by groups related to drinking status was conducted. And to compare the prevalence of impaired fasting glucose and diabetes according to the obesity index, the AUC value obtained by using the ROC curve was calculated.

**Results:** A relationship between obesity index, impaired fasting glucose and diabetes prevalence in Korean adults was observed. In men, when analyzed by obesity index group, the risk of impaired fasting glucose was significantly higher in the upper group with a body mass index of 25 kg/m<sup>2</sup> or higher 1.77 times(95% CI = 1.50-2.08) and the risk of getting diabetes in the upper group with a waist circumference of 90 cm or more was significantly higher 2.17 times (95% CI = 1.74-2.70). In women, the

risk of impaired fasting glucose was significantly higher in the upper group with a waist circumference of 80 cm or more (95% CI = 1.50–2.05), and the risk of getting diabetes was significantly higher by 3.21 times in the upper group with a waist circumference/height ratio of 0.5 or more (95% CI=2.04–5.06). In the subgroup analysis by group related to alcohol status, male high-risk drinkers had 1.58 and 2.13 times the risk of fasting glucose disorder and diabetes, respectively (95%CI=1.13–2.23, 1.27–3.55, respectively). The AUC value between the obesity index and the prevalence of impaired fasting glucose and diabetes was no significant difference for each obesity index.

**Conclusion:** A relationship between obesity index, impaired fasting glucose and diabetes prevalence in Korean adults was observed. Although there are differences in obesity indicators, it has been found that there is a higher risk of impaired fasting glucose and diabetes in obese groups than in non-obesity groups. This study has limitations in cross-sectional studies, so prospective studies on the risk of impaired fasting glucose and diabetes prevalence will be needed in the future, regarding to differences among obesity indicators.

---

Key words : body mass index, waist circumference, waist circumference/height ratio, impaired fasting glucose, diabetes mellitus