



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](#)

보건학 석사학위 논문

공복혈당과 당화혈색소 수치를 이용한  
당뇨병 진단의 일치도

아주대학교 보건대학원

보건학과/역학과 건강증진 전공

김 태 성

공복혈당과 당화혈색소 수치를 이용한  
당뇨병 진단의 일치도

지도교수 이 순 영

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함.

2016년 12월

아주대학교 보건대학원

보건학과/역학과 건강증진 전공

김 태 성

김태성의 보건학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 이 순 영 인

심 사 위 원 이 경 종 인

심 사 위 원 김 수 정 인

아주대학교 보건대학원

2016년 12월 06일

## 감사의 말씀

본 논문이 완성되기 까지 많은 지도와 도움을 주신 이순영 교수님과 바쁘신 중에도 세심한 지도와 배려를 아끼지 않으신 이경중 교수님과 김수정 교수님께 깊은 감사드립니다.

그리고 대학원 공부를 할 수 있도록 물심양면(物心兩面)으로 도와 준 아내와 가족들에게 감사하고 고맙게 생각합니다. 제가 공부할 때 앞에서 같이 공부해준 우리 딸 서진이 에게도 너무 고맙고 사랑합니다.

직장을 다니면서 시작한 공부로 몸은 피곤하고 힘은 들었지만 공부하러 대학원에 가는 날은 항상 마음이 설레고 즐거웠습니다.

지금 생각하면 대학원 생활이 너무 빠르게 지나가고 아쉬움이 많지만 같이 공부한 동료들과 지도해주신 교수님들과의 인연을 생각하면 대학원 공부를 한 것이 후회되지 않고 기쁘게만 생각됩니다. 앞으로 자만하지 않고 노력하는 사람이 되도록 마음을 다잡습니다. 다시 한 번 저의 부족함을 채워준 모든 분들께 감사드립니다.

김태성 올림

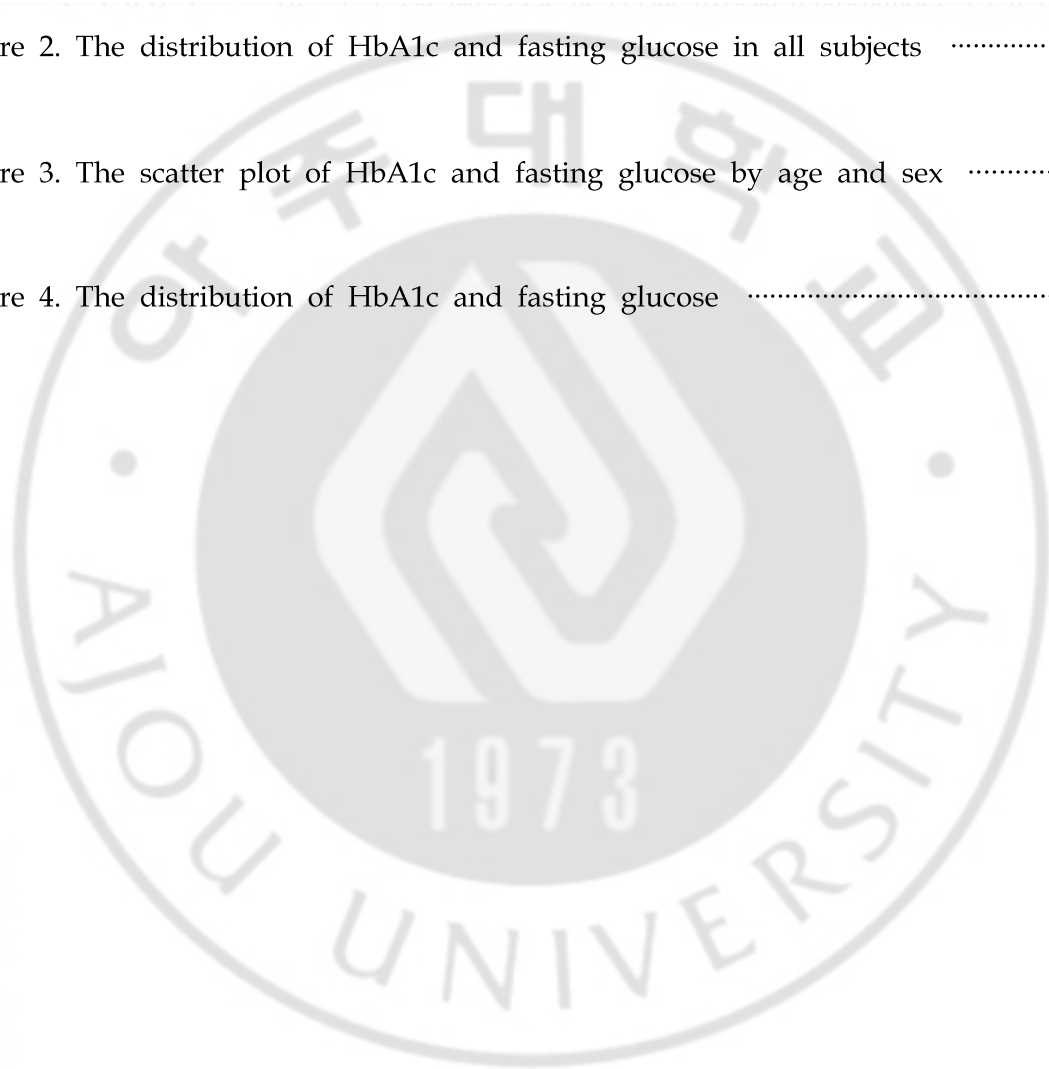
# 차 례

## 국문요약

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	3
II. 연구방법	4
1. 연구설계	4
2. 용어의 정의	5
3. 연구 대상자	6
4. 자료수집	7
5. 분석방법	7
III. 결과	8
IV. 고찰	17
V. 결론	19
참고문헌	20
ABSTRACT	23

## 그림 차례

Figure 1. The frame of research analysis .....	4
Figure 2. The distribution of HbA1c and fasting glucose in all subjects .....	10
Figure 3. The scatter plot of HbA1c and fasting glucose by age and sex .....	11
Figure 4. The distribution of HbA1c and fasting glucose .....	12



## 표 차례

Table 1. General and biochemical characteristics of study subjects .....	8
Table 2. Diagnosis of DM by HbA1c and fasting glucose according to age and sex .....	9
Table 3. Agreement of HbA1c and fasting glucose for age and sex .....	13
Table 4. Accuracy and predictability of HbA1c and fasting glucose .....	15
Table 5. Association between HbA1c and fasting glucose .....	16



## 공복혈당과 당화혈색소 수치를 이용한 당뇨병 진단의 일치도

본 연구는 공복혈당과 당화혈색소 수치를 이용한 당뇨병 진단의 일치도를 제시하고자 한다. 연구의 자료는 국민건강영양조사 제5기(2010-2012)에 포함된 건강 및 생활습관 관련 설문조사, 검진 및 혈액 등 생체 시료결과가 있는 총 25,534명 중 당뇨병 진단을 받았거나 약물을 사용하는 대상자를 제외한 22,113명을 최종 분석대상자로 하였다. 통계분석은 SPSS 18.0을 사용하였다. HbA1c 6.5%이상과 공복혈당 126mg/dL이상을 기준으로 정의한 당뇨병 진단의 일치도(kappa)는 0.62였으며, 남성이 여성보다 일치도가 더 높았다(남성 0.65, 여성 0.59). 60세미만 그룹에서는 남성에서 0.69, 여성에서 0.68의 일치도를 보였고 60세 이상 그룹에서는 남성이 0.58, 여성이 0.47의 일치도를 보였다. 민감도는 전체 66.2%이고 남성보다 여성의 민감도가 더 높았다. 양성 예측도는 남성이 여성보다 높고 60세 미만과 60세 이상에서 남성이 높았고 60세 미만보다는 60세 이상에서 더 큰 차이로 나타났다. 음성 예측도를 보면 여성이 남성보다 더 높았고 60세 미만과 60세 이상에서 남성보다 여성이 더 높게 차이를 보였다. 당화혈색소(HbA1c)에 영향을 주는 변수들을 파악하기 위해 다중회귀분석(Multiple linear regression analysis)를 실시하였다. 다중회귀분석결과 연령, 음주, 이완기 혈압, LDL콜레스테롤, 공복혈당이 당화혈색소(HbA1c)와 관련성이 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c) 수치를 이용한 당뇨병 진단기준에 의한 평가에서 민감도가 낮았으며 일치도(kappa)는 보통일치도(intermediate to good agreement)를 보여 당뇨병 진단을 위해서 당화혈색소(HbA1c)만을 사용하는 것은 적절하지 않는 것으로 사료된다.

---

핵심어 : 당뇨병, 공복혈당, 당화혈색소, 일치도(kappa)

# I. 서 론

## 1. 연구의 필요성

세계보건기구에 의하면 당뇨병 환자 수는 1980년 10,800만 명에서 2014년에는 42,200만 명으로 증가했으며 18세 이상 성인의 전세계 당뇨병 유병률은 1980년 4.7%에서 2014년에는 8.5%로 증가했다. 2014년 18세 이상 성인의 8.5%가 당뇨병을 앓았고 2012년 150만 명의 사망 원인이었다. 세계보건기구는 당뇨병이 2030년에 7번째 주요 사망 원인이 될 것이라고 예측하였다. 건강한 식이 요법, 규칙적인 신체 활동, 정상 체중 유지 및 금연하는 것이 제 2형 당뇨병의 발병을 예방하거나 지연시키는 방법이라고 했다. 당뇨병은 치료할 수 있으며 그 결과는 식이, 운동, 약물 치료 및 합병증에 대한 정기적인 선별 및 치료로 피하거나 지연 될 수 있다고 했다(WHO, 2016).

당뇨병은 혈당 수치를 정상보다 높게 만드는 신체적 문제이고 제 2형 당뇨병은 가장 흔한 당뇨병이고 신체가 인슐린을 제대로 사용하지 못하는 것으로 처음에는 췌장이 여분의 인슐린을 만들어 보충하나 시간이 지남에 따라 유지가 불가능하고 혈당을 정상 수준으로 유지하기에 충분한 인슐린을 만들 수 없는 상태를 고혈당, 인슐린저항성, 당뇨병이라 한다(American Diabetes Association, 2016).

당화혈색소(HbA1c) 검사는 최근 3개월간 평균혈당, 개인 혈당의 평균 농도에 대한 정보를 제공하며 당화혈색소(HbA1c)는 당뇨병 연구에도 사용한다(The National Institute of Digestive and Kidney Diseases, 2015; International Diabetes Federation, 2016). 또한 공복 혈당은 최소 8시간 금식을 하고 물을 제외한 음식을 먹거나 마시지 않은 후 검사 하는 것으로 아침식사 전에 측정하며 공복 혈당이 126 mg/dl 이상이면 당뇨병으로 진단된다(American Diabetes Association, 2016). 그리고 공복혈당 검사를 위해서 공복을 유지하기 어렵고 당뇨병 진단을 위한 검사에서 민감도가 떨어진다는 단점과 최근 당화혈색소가 공복혈당보다 더 정확하고 혈액보관 및 측정 오류에서 공복혈당이 여러 가지 단점을 가

지고 있다(Yun et al., 2010; Ko et al., 1998; Gambino et al., 2009; Bruns et al., 2009).

최근 국제적기구인 National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases(NIDDK, 2015)에서도 당화혈색소가 6.5% 이상이면 당뇨병으로 진단하며 당뇨병 관리 및 당뇨병 연구에 사용하고 있다. National Glycohemoglobin Standardization Program는 과거에 2형 당뇨병 진단에 부정적이었으나 당뇨병의 합병증을 줄일 수 있는 당화혈색소 목표를 세웠고 현재는 표준화 되어 개선되었다. 당화혈색소(HbA1c)는 일내 변동이 적으며 음식의 영향을 많이 받지 않으며 당부하검사, 인슐린 저항성 검사에 비해 검사법이 편해 검진이나 혈당의 항상성 검사로 많이 사용되고 있다(Park et al., 1996; De Vegt et al., 1999; Khaw et al., 2001; Selvin et al., 2004).

2010년 선행 연구인 남원 코호트 연구 결과로 공복혈당 126mg/dl와 당화혈색소 6.5% 이상을 기준으로 정의한 당뇨병 진단의 일치도(kappa)는 0.50이고 남성 0.48, 여성이 0.52로 남성보다 여성이 일치도가 더 높았다. 연령을 층화하여 일치도를 비교한 결과, 60세 미만에서는 남성이 0.49, 여성이 0.58 로서 여성에서 일치도가 더 높았다. 그러나 60세 이상 그룹에서는 두 진단기준 사이의 성별에 따른 일치도 0.48로 차이는 없었다. 이 선행연구는 45세에서 74세 사이의 지역사회 주민을 대상으로 한 연구이기 때문에 전체 인구집단에 대한 일반화가 어렵다는 단점이 있고, 당화혈색소 수준을 평가하는데 젊은 연령층이 배제되는 제한점이 있었다(Yun et al., 2010).

따라서, 당뇨병 진단과 치료효과 및 환자 관리로 사용하는 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c)의 일치도 비교를 일반화가 가능한 대상으로 연구할 필요성이 있다.

## 2. 연구의 목적

본 연구에서는 당화혈색소(HbA1c)가 진단 지표로서 사용될 가치가 있는지 평가하기 위해 국민건강영양조사 제5기(2010-2012) 당뇨병 진단을 받은 적이 없는 사람을 대상으로 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c) 수치의 당뇨병 진단 일치도를 평가한다.

구체적인 연구목적은 다음과 같다.

- 1) 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c)의 수치를 이용한 당뇨병 진단 일치도를 분석한다.
- 2) 정확도, 양성 예측도, 음성 예측도를 산출한다.
- 3) 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c)의 관련성을 파악한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 설계

본 연구에서는 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c)에 의한 당뇨병 진단 일치도를 분석하고 연령, 성별, 체질량지수(BMI), 흡연, 음주, 운동, 혈압, HDL콜레스테롤, LDL콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당이 당화혈색소(HbA1c)와 관련성을 파악하기 위한 연구이다.

본 연구의 분석 틀은 Figure 1과 같다.

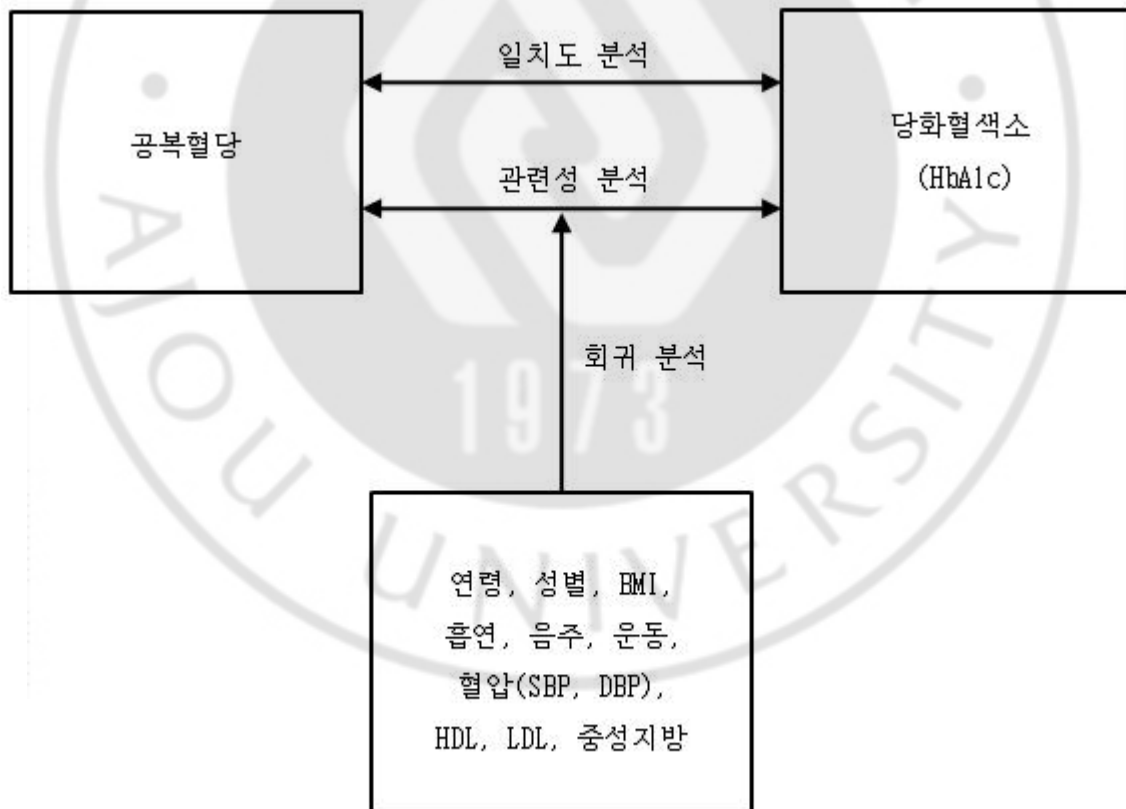


Figure 1. The frame of research analysis

## 2. 용어의 정의

### 1) 당뇨병

당뇨병은 혈당 수치를 정상보다 높게 만드는 신체적 문제로 고혈당이 라고도 한다. 제 2 형 당뇨병은 가장 흔한 당뇨병이고 신체가 인슐린을 제대로 사용하지 못하는 것으로 이를 인슐린 저항성이라고 한다. 처음에는 췌장이 여분의 인슐린을 만들어 보충하나 시간이 지남에 따라 유지가 불가능하고 혈당을 정상 수준으로 유지하기에 충분한 인슐린을 만들 수 없는 상태를 당뇨병이라 한다(American Diabetes Association, 2016). 혈액중의 포도당(혈당) 분해가 안 되어 소변으로 포도당이 과도하게 배출되는 것으로 만약 여러 가지 이유로 인하여 췌장에서 분비되는 인슐린이 모자라거나 기능이 떨어지게 되면 체내에 흡수된 포도당은 이용되지 못하고 혈액 속에 쌓여 소변으로 과도하게 배출되는 것으로 정의된다(대한당뇨병학회, 2016).

### 2) 공복혈당

공복혈당은 최소 8시간 금식을 하고 물을 제외한 음식을 먹거나 마시지 않은 후 혈관내 혈당을 측정하는 것이다(American Diabetes Association, 2016). 신체가 단백질, 지방 및 탄수화물로 생성하는 주요 당인 포도당은 살아있는 세포의 주요 에너지원이며 혈류를 통해 각 세포로 운반된다(International Diabetes Federation, 2016). 그러나 인슐린은 췌장에서 만든 호르몬으로 혈액에서 포도당을 세포로 이동시켜 에너지로 사용하며 인슐린을 적절하게 사용하지 않으면 인슐린 저항성이 되고 처음에는 베타세포가 여분의 인슐린을 만들어 보충하나 시간이 지남에 따라 췌장은 혈당을 정상 수준으로 유지하기에 충분한 인슐린을 만들 수 없게 된다. 이러한 혈관내 공복 혈당을 아침 식사 전에 가장 먼저 수행하며, 당뇨병은 공복 혈당치 126mg/dl이상으로 진단된다(American Diabetes Association, 2016).

### 3) 당화혈색소(HbA1c)

당화혈색소(HbA1c)란 적혈구에 내부에 들어간 포도당이 헤모글로빈 분자와 결합하고 당과 결합된 헤모글로빈은 적혈구 내부에서 존재하게 된다. 이를 백분율로 측정하는 것이다(American Diabetes Association, 2016). 당화혈색소(HbA1c) 검사는 최근 3개월간 평균혈당, 개인 혈당의 평균 농도에 대한 정보를 제공하고 헤모글로빈A1c, A1c, HbA1c 또는 glycohemoglobin라고 한다. 당화혈색소(HbA1c)는 당뇨병 진단과 당뇨병 연구에 사용 하면 진단은 정상이 5.7%미만, 당뇨병 전 단계 5.7~6.4%, 당뇨병은 6.5%이상 이다(The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2015; International Diabetes Federation, 2016)

### 4) 당화혈색소(HbA1c)와 공복혈당 측정

본 연구에서 당화혈색소(HbA1c)와 공복혈당은 임상적 진단검사의학과에서 분석하여 사용하는 농도를 의미한다.

공복혈당은 Hitachi Automatic Analyzer 7600(Hitachi/Japan) 측정 장비를 이용한 효소법으로 측정하며, 당화혈색소(HbA1c)는 HLC-723G7 (Tosoh/Japan) 측정 장비를 High Performance Liquid Chromatography법으로 측정하였다.

## 3. 연구 대상자

본 연구는 이차자료를 분석한 연구로 대상자는 국민건강영양조사 제5기(2010-2012)를 이용하여 건강 및 생활습관 관련 설문조사, 검진 및 혈액 등 생체 시료결과가 있는 총 25,534명 중 당뇨병 진단을 받았거나 약물을 사용하는 대상자를 제외한 22,113명을 SPSS 18.0를 이용하여 이차자료분석(Secondary data analysis) 하였다.

#### 4. 자료수집

본 연구의 방법과 절차에 대해서 아주대학교병원 기관연구윤리심의위원회(IRB)의 승인을 받았다(IRB 승인번호:AJIRB-BMR-EXP-16-409). 국민건강영양조사(KNHANES) 홈페이지에서 자료 이용에 동의 후 국민건강영양조사 제5기(2010-2012) 자료를 분양 받았다. 연구에 포함된 변수는 연령, 성별, 체질량지수(BMI지수), HDL콜레스테롤, LDL콜레스테롤, 중성지방, 흡연, 음주, 운동, 혈압(SBP, DBP), 공복혈당, 당화혈색소(HbA1c)이다.

#### 5. 분석방법

- 1) 본 연구에서 분석하고자 하는 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c) 수치를 이용한 당뇨병 진단 일치도 분석(Cohen's Kappa Coefficient)을 한다.
- 2) 성별, 연령, 공복혈당, 당화혈색소(HbA1c)를 이용한 정확도와 예측도를 산출한다.
- 3) 당화혈색소(HbA1c)에 관련성이 있는 변수를 파악하기 위해 다중회귀분석(Multiple linear regression analysis)통하여 분석한다.



### III. 결 과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 당뇨병 진단이나 약물을 사용하는 대상자를 제외한 22,113명으로 평가하였다. 평균 연령은 39.2±22.6세 남자는 37.4±23.1세, 여자는 40.7±22.1세 이었다. 평균 BMI는 22.5±3.9, 남자는 22.6±3.9, 여자는 22.4±3.9kg/m<sup>2</sup> 이었다. 평균 공복혈당은 93.7±14.4, 남성의 95.4±16.0, 여성은 92.3±12.8mg/dL 이었다. 평균 당화혈색소는 5.6±0.5%(남성 5.6±0.6%, 여성 5.6±0.5%) 이었다. 전체 22,113명중 흡연은 3,324명(15.0%), 음주는 8,744 (39.5%)이었다 (Table 1).

Table 1. General and biochemical characteristics of study subjects

Characteris	Overall (22,113)	Men (9,835)	Women (12,278)
Age (y)	39.2±22.6	37.4±23.1	40.7±22.1
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.5±3.9	22.6±3.9	22.4±3.9
SBP (mmHg)	117.4±17.0	119.6±15.9	115.6±17.7
DBP (mmHg)	74.7±11.0	76.9±11.7	73.1±10.1
Total cholesterol (mg/dl)	186.2±36.8	183.3±36.8	188.4±36.6
Triglyceride (mg/dl)	123.1±99.3	141.3±120.3	109.1±76.4
HDL cholesterol (mg/dl)	53.1±12.5	50.1±11.8	55.8±12.5
LDL cholesterol (mg/dl)	111.9±32.2	112.0±32.7	111.8±31.7
Current smoking, n(%)	3,324 (15.0)	2,826 (28.7)	498 (4.1)
Alcohol use, n(%)	8,744 (39.5)	5,093 (51.8)	3,651 (29.7)
Fasting glucose (mg/dl)	93.7±14.4	95.4±16.0	92.3±12.8
HbA1c (%)	5.6±0.5	5.6±0.6	5.6±0.5

Values are mean ± standard deviation.

BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.

연구대상자 22,113명 중 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상 공복혈당 126mg/dL이상은 266명으로 1.2%이고 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상은 433명 2.0%, 공복혈당 126mg/dL이상은 402명으로 1.8%로 나타났다. 연령으로 층화한 60세 미만에서 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상 공복혈당 126mg/dL이상은 남자가 0.4%, 여자가 0.3%이고 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상은 남자가 0.5%, 여자가 0.5%로 나타났다. 공복혈당 126mg/dL이상은 남자가 0.6%, 여자가 0.4%로 나타났고, 60세 이상에서 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상 공복혈당 126mg/dL이상은 남자가 0.2%, 여자가 0.2%이고 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상은 남자가 0.4%, 여자가 0.5%, 공복혈당 126mg/dL이상은 남자가 0.4%, 여자가 0.3%로 나타났다(Table 2).

Table 2. Diagnosis of DM by HbA1c and fasting glucose according to age and sex

Characteris	Overall (22,113)	< 60 years		≥ 60 years	
		Men	Women	Men	Women
HbA1c ≥ 6.5 & Fasting glucose ≥ 126 n(%)	266 (1.2)	91 (0.4)	72 (0.3)	55 (0.2)	48 (0.2)
HbA1c ≥ 6.5 n(%)	433 (2.0)	117 (0.5)	109 (0.5)	92 (0.4)	115 (0.5)
Fasting glucose ≥ 126 n(%)	402 (1.8)	142 (0.6)	98 (0.4)	87 (0.4)	75 (0.3)

## 2. 공복혈당과 당화혈색소의 분포

공복혈당과 당화혈색소(HbA1c)의 분포를 본 산점도에서는 당뇨병 진단을 받은 적이 없는 대상으로 공복혈당 126mg/dL과 당화혈색소(HbA1c) 6.5% 이하에 많이 분포함을 볼 수가 있고 상관계수  $r=0.762$ 이었다 (Figure 2).

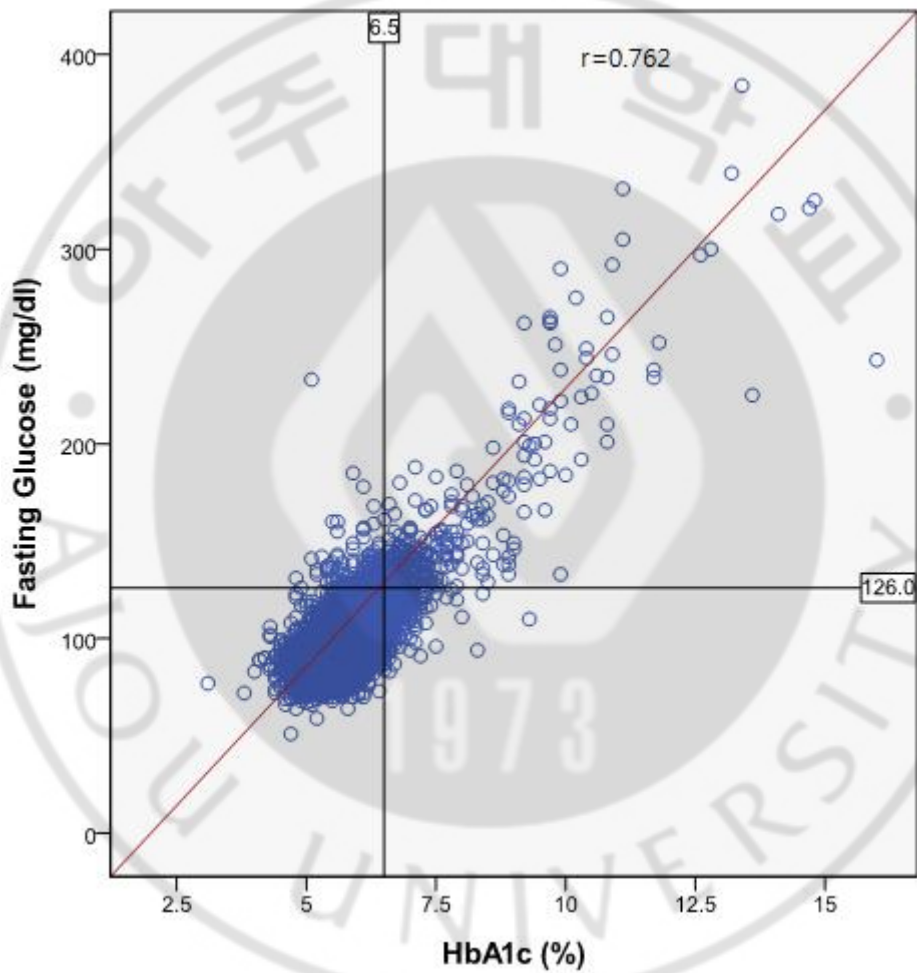


Figure 2. The distribution of HbA1c and fasting glucose in all subjects

여자와 남자로 층화하여 본 산점도에서는 남녀 모두 공복혈당 126mg/dL과 당화혈색소 (HbA1c) 6.5%이하에 많이 분포함을 볼 수가 있고, 연령(60미만, 60세 이상)으로 층화한 공복혈당 126mg/dL과 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이하의 분포를 본 산점도에서 60세 이상 보다 60세 미만에서 더 많이 분포함을 볼 수가 있다. 상관계수를 보면 60세미만은  $r=0.839$ , 60세 이상  $r=0.784$ , 여자  $r=0.827$ , 남자  $r=0.823$ 으로 나타났다(Figure 3).

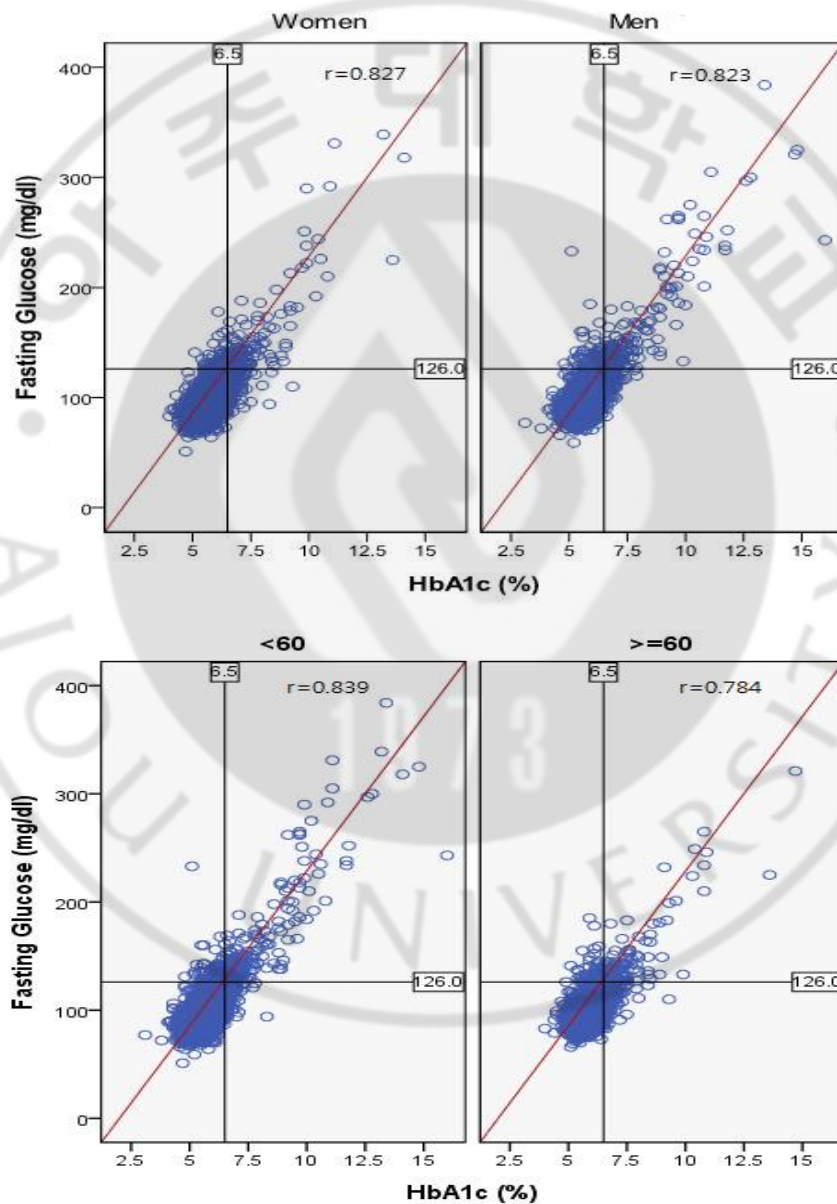


Figure 3. The scatter plot of HbA1c and fasting glucose by age and sex

Figure 4와 같이 당뇨병 진단을 받지 않고 치료약물을 복용 하지 않은 대상으로 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c)의 분포를 볼 수가 있다. 당화혈색소(HbA1c)의 평균은 5.62%, 공복혈당의 평균은 93.72mg/dl로 나타났다(Figure 4).

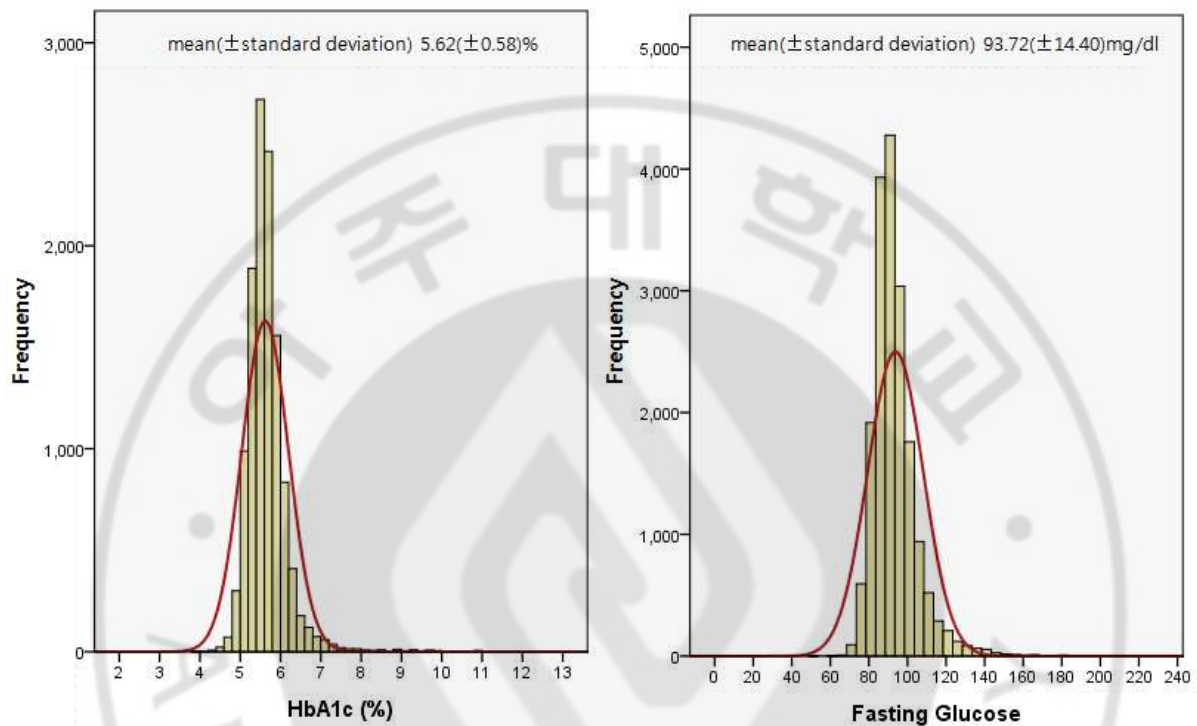


Figure 4. The distribution of HbA1c and fasting glucose

### 3. 공복혈당과 당화혈색소의 일치도

공복혈당 126mg/dL과 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상을 기준으로 정의한 당뇨병 진단의 일치도(kappa)는 0.62였으며 남성은 0.65, 여성은 0.59로 여성보다 남성의 일치도가 더 높았다. 연령으로 층화한 60세 미만 그룹의 일치도(kappa)는 0.69이고 남성은 0.69, 여성은 0.68로 나타났다. 60세 이상 그룹의 일치도(kappa)는 0.52이고 남성은 0.58, 여성은 0.47로 남성이 여성보다 나이에 따른 일치도가 더 높았다(Table 3).

Table 3. Agreement of HbA1c and fasting glucose for age and sex

	Overall (11,870)		Men (5,150)		Women (6,728)	
	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5
FG <126 mg/dl	11,309	167	4,858	63	6,451	104
FG ≥126 mg/dl	136	266	83	146	53	120
Agreement (%)	97.4		97.2		97.7	
Kappa (95% CI)	0.62 (0.58-0.66)		0.65 (0.59-0.70)		0.59 (0.53-0.66)	
	Overall (8,937)		Men (3,893)		Women (5,044)	
< 60 years	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5
FG <126 mg/dl	8,634	63	3,725	26	4,909	37
FG ≥126 mg/dl	77	163	51	91	26	72
Agreement (%)	98.4		98.0		98.8	
Kappa (95% CI)	0.69 (0.64-0.74)		0.69 (0.63-0.76)		0.68 (0.61-0.77)	
	Overall (2,941)		Men (1,257)		Women (1,684)	
≥60 years	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5
FG <126 mg/dl	2,675	104	1,133	37	1,542	67
FG ≥126 mg/dl	59	103	32	55	27	48
Agreement (%)	94.5		94.5		94.4	
Kappa (95% CI)	0.52 (0.46-0.60)		0.58 (0.49-0.68)		0.47 (0.37-0.58)	

CI: confidence interval, FG: fasting glucose

#### 4. 공복혈당 기준 당화혈색소의 정확도와 예측도

공복혈당 126mg/dL과 당화혈색소(HbA1c) 6.5%이상을 기준으로 분석한 민감도는 전체 66.2%, 남성은 63.8%, 여성은 69.4%로 남성보다 여성의 민감도가 더 높다. 60세 미만에서는 전체 67.9%, 남성은 64.1, 여성은 73.5로 남성보다 여성이 더 높다. 60세 이상에서는 전체 63.6%, 남성은 63.2%, 여성은 64.0%로 여성이 남성보다 더 높다. 특이도는 전체 98.5%, 60세 미만에서는 99.3%, 60세 이상에서는 96.3%를 보였고 특이도는 60세 이상 보다 60세 미만이 3.0% 더 높은 차이를 보였다.

음성 예측도와 양성 예측도를 비교하였고 전체 음성 예측도는 98.8%, 남자의 음성 예측도는 98.3%, 여자는 99.2%, 60세 미만에서는 남자는 98.6%, 여자는 99.5%이고 60세 이상에서 남자는 97.3% 여자는 98.3%로 0.9%, 0.9%, 1.0%의 차이를 보였다. 전체 양성 예측도는 61.4%, 남자의 양성 예측도는 69.9%, 여자는 53.6%, 60세 미만에서는 남자는 77.8%, 여자는 66.1%, 60세 이상에서 남자는 59.8%, 여자는 41.7%로 16.3, 11.7, 18.1의 차이를 보였다. 양성 예측도에서 여자보다 남자가 16.3% 더 큰 양성 예측도를 보였고 60세 이상 보다 60세 미만에서 22.3% 더 큰 양성 예측도를 보였다(Table 4).

Table 4. Accuracy and predictability of HbA1c and fasting glucose

	Overall (11,870)		Men (5,150)		Women (6,728)	
	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5
FG <126 mg/dl	11,309	167	4,858	63	6,451	104
FG ≥126 mg/dl	136	266	83	146	53	120
Sensitivity (%)	66.2		63.8		69.4	
Specificity (%)	98.5		98.7		98.4	
Positive Predictive value (%)	61.4		69.9		53.6	
Negative Predictive value (%)	98.8		98.3		99.2	
	Overall (8,937)		Men (3,893)		Women (5,044)	
<60 years	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5
FG <126 mg/dl	8,634	63	3,725	26	4,909	37
FG ≥126 mg/dl	77	163	51	91	26	72
Sensitivity (%)	67.9		64.1		73.5	
Specificity (%)	99.3		99.3		99.3	
Positive Predictive value (%)	72.1		77.8		66.1	
Negative Predictive value (%)	99.1		98.6		99.5	
	Overall (2,941)		Men (1,257)		Women (1,684)	
≥60 years	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5	HbA1c <6.5	HbA1c ≥6.5
FG <126 mg/dl	2,675	104	1,133	37	1,542	67
FG ≥126 mg/dl	59	103	32	55	27	48
Sensitivity (%)	63.6		63.2		64.0	
Specificity (%)	96.3		96.8		95.8	
Positive Predictive value (%)	49.8		59.8		41.7	
Negative Predictive value (%)	97.8		97.3		98.3	

FG: fasting glucose



## 5. 당화혈색소에 대한 공복혈당의 회귀분석

당화혈색소(HbA1c)에 관련이 있는 요인을 분석한 회귀분석에서는 연령, 음주, 흡연, 이완기 혈압, LDL콜레스테롤, 공복혈당이 유의확률이 <0.05 보다 작게 나타났다. 연령, 흡연, LDL콜레스테롤, 공복혈당은 증가 할수록 당화혈색소(HbA1c)가 증가하였다. 즉, 공복혈당이 10mg/dl 증가하면 당화혈색소(HbA1c)는 0.29%로 증가하였다 (Table 5).

Table 5. Association between HbA1c and fasting glucose

	Unadjusted				Adjusted			
	B	Std. Error	t	p	B	Std. Error	t	p
Fasting glucose	.030	<.001	169.79	<.001	.029	<.001	83.77	<.001
Age	.001	<.001	16.21	<.001	.005	.001	6.55	<.001
Alcohol use	-.006	.004	-1.66	.016	-.126	.021	-5.88	<.001
Current smoking	.008	.004	1.94	.052	.063	.022	2.88	.004
DBP	.002	<.001	10.91	<.001	-.005	.001	-3.68	<.001
LDL cholesterol	.001	<.001	.090	<.001	.001	<.001	4.896	<.001

DBP: diastolic blood pressure

## IV. 고 찰

본 연구에서는 국민건강영양조사 제5기(2010-2012) 자료를 이용하여 당뇨병 진단을 받은 적이 없는 사람을 대상으로 공복혈당과 당화혈색소(HbA1c) 수치를 이용한 당뇨병 진단 일치도를 평가하여 당화혈색소(HbA1c)가 진단지표로서 사용될 가치가 있는지 평가하고자 하였다.

세계보건기구에 의하면 당뇨병 환자 수는 1980년 10,800만 명에서 2014년에는 42,200만 명으로 증가했으며 18세 이상 성인의 전 세계 당뇨병 유병률은 1980년 4.7%에서 2014년에는 8.5%로 증가했다. 2014년 18세 이상 성인의 8.5%가 당뇨병을 앓았고 2012년 150만 명의 사망 원인이었다.

세계보건기구는 당뇨병이 2030년에 7번째 주요 사망 원인이 될 것이라고 예측하였고 건강한 식이요법, 규칙적인 신체 활동, 정상 체중유지 및 금연하는 것이 제 2형 당뇨병의 발병을 예방하거나 지연시키는 방법이라고 했으며 당뇨병은 치료할 수 있으며 그 결과는 식이, 운동, 약물 치료 및 합병증에 대한 정기적인 선별 및 치료로 피하거나 지연 될 수 있다고 했다(WHO, 2016).

2010년 코호트 연구로 45세에서 74세 주민을 대상으로 연구한 선행연구인 남원연구가 있었고 8710명을 대상으로 실시한 연구에서 지역사회 인구집단을 대상으로 한 일치도 ( $\kappa$ )가 0.50으로(Yun et al., 2010) 본 연구의 일치도가 0.62로 더 높았다. 선행연구는 지역사회 연구이고 본 연구는 국민건강영양조사 제5기(2010-2012) 자료라는 점에 일반화가 가능한 것으로 보인다. 연령을 층화하여 비교한 일치도에서도 60세 미만의 그룹이 60세 이상의 그룹보다 높게 나타나 선행연구와 양상이 같으나 남녀 그룹에서는 선행연구와 다르게 남자가 여자보다 일치도 ( $\kappa$ )가 높게 나타났다(Yun et al., 2010).

공복혈당 검사를 위해서 공복을 유지하기 어렵고 당뇨병 진단을 위한 검사에서 민감도가 떨어진다는 단점과 최근 당화혈색소(HbA1c)가 공복혈당보다 더 정확하고 혈액보관 및 측정 오류에서 공복혈당이 여러 가지 단점을 가지고 있다(Yun et al., 2010; Ko et al., 1998; Gambino et al., 2009; Bruns et al., 2009). 당화혈색소(HbA1c)는 일내 변동이 적고

음식의 영향을 많이 받지 않으며 당부하검사, 인슐린 저항성 검사에 비해 검사법이 편해 검진이나 혈당의 항상성 검사로 많이 사용되고 있다(Park et al., 1996; De Vegt et al., 1999; Khaw et al., 2001; Selvin et al., 2004).

본 연구에서 연령, 음주, 흡연, 이완기 혈압, LDL콜레스테롤, 공복혈당이 당화혈색소(HbA1c)에 유의미한 영향을 미치는 것으로 유의확률이  $<0.05$ 보다 작게 나타났으며 그 중 공복혈당이 당화혈색소에 관련성이 있는 것으로 나타났다. 선행연구(나은희 등, 2011)에서도 남녀 모두에서 연령, 혈압, LDL콜레스테롤이 당화혈색소(HbA1c)가 높을수록 높았다. 본 연구에서 선행연구와 다르게 중성지방, BMI의 유의확률이 0.05보다 크게 나와 당화혈색소(HbA1c)에 미치는 영향이 적은 것으로 나타났다. 또한 남성의 일치도(kappa)와 연령으로 층화한 그룹에서 60세 이상보다 60세 미만의 그룹에서 일치도(kappa)가 더 높게 나왔다. 추후 연구에서는 일치도의 차이가 연령에 의한 것인지 또 다른 영향 요인에 의한 것인지 광범위한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 당뇨병 진단이나 약물을 사용하는 대상자를 제외하고 분석하였으며 공복 혈당과 당화혈색소(HbA1c)간 일치도는 0.62로 보통수준이었다. 여성보다는 남성에서 일치도가 높고 60세 미만보다는 60세 이상에서 일치도가 낮았다. 민감도는 전체 66.2%이었고 남성보다 여성의 민감도가 더 높았다. 양성 예측도는 남성이 여성보다 높고 60세 미만과 60세 이상에서 남성이 높았고 60세 미만보다는 60세 이상에서 더 큰 차이가 있었다. 음성 예측도를 보면 여성이 남성보다 더 높았고 60세 미만과 60세 이상에서 남성보다 여성이 더 높게 차이를 보였다. 당화혈색소와 관련이 있는 변수를 파악하기 위한 회귀분석에서는 연령, 음주, 혈압, LDL콜레스테롤, 공복혈당이 통계적으로 유의했으며 특히 공복혈당이 10mg/dl 증가하면 당화혈색소(HbA1c)는 0.29% 증가하는 것을 확인하였다.

공복혈당 검사를 위해 공복을 유지하기 어렵고, 당뇨병 진단을 위한 검사에서 민감도가 떨어진다는 단점을 보완할 수 있는 방법으로 당화혈색소를 고려해 보았다. 본 연구에서 국민건강영양조사 제5기를 대상으로 공복혈당과 당화혈색소의 당뇨병 진단 일치도를 분석한 결과 민감도가 낮았고, 보통정도의 일치도(intermediate to good agreement)를 보여 당뇨병 진단을 위해서 당화혈색소(HbA1c)만을 사용하는 것은 어려울 것으로 보인다.

## 참 고 문 헌

World Health Organization. Available from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en>.

American Diabetes Association. Available from <http://www.diabetes.org/diabetes-basics/type-2/?loc=db-slabnav>.

International Diabetes Federation. Available from <http://www.idf.org/about-diabetes>.

National Glycohemoglobin Standardization Program. Available from <http://www.ngsp.org/ADA.asp>.

대한당뇨병학회. Available from <http://www.diabetes.or.kr/general/class/index.php?idx=1>.

The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Available from <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/diagnosis-diabetes-prediabetes/a1c-test>.

질병관리본부. Available from <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>. 국민건강영양조사 제5기(2010-2012).

American Diabetes Association Screening for type 2 diabetes. Diabetes Care 2004; 27(Suppl 1):S11-S14.

성연아. 한국인 당뇨병의 진단을 위한 당화혈색소 측정의 유용성. *The Korean Journal of Medicine* 2011;80(3):288-290.

이경인, 홍기숙, 김옥경. 당뇨병 환자에서 혈당조절 지표로서의 fructosamine 측정에 관한 연구; 1989.

김경희, 김지수, 이은경. 남자 당뇨병 혈당 조절군과 비조절군의 당뇨병 관련 특성비교. *J Korean Acad Fundam Nurs* 2011;18(2):152-159.

나은희, 조한익. 건강검진자에서 혈중 당화혈색소(HbA1c)치와 대사증후군과의 관계. *Lab Med Online* January 2011;1(1):3-9.

Ko GT, Chan JC, Woo J, Cockram CS. Use of the 1997 American Diabetes Association diagnostic criteria for diabetes in a Hong Kong Chinese population. *Diabetes Care* 1998; 21(12):2094-2097.

Gambino R, Piscitelli J, Ackattupathil TA, Theriaulr JL, Andrin RD, Sanfillippo ML, et al. Acidification of blood is superior to sodium fluoride alone as an inhibitor of glycolysis. *Clin Chem* 2009;55(5):1019-1021.

Bruns DE, Knowler WC. Stabilization of glucose in blood samples: why it matters. *Clin Chem* 2009;55(5):850-852.

Yun WJ, Shin MH, Kweon SS, Park KS, Lee YH. A Comparison of Fasting Glucose and HbA1c for the Diagnosis of Diabetes Mellitus Among Korean Adults. *Journal of Preventive Medicine and Public Health* September 2010;43(5):451-454.

Gavin, James R. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997;20(7):1183-1197.

Park S, Barrett-Connor E, Wingard DL, Shan J, Edelstein S. GHb is a better predictor of cardiovascular disease than fasting or postchallenge plasma glucose in women without diabetes. The Rancho Bernardo Study. *Diabetes Care* 1996;19:450-6

De Vegt F, Dekker JM, Ruhe HG, Stehouwer CD, Nijpels G, Bouter LM et al. Hyperglycaemia is associated with all-cause and cardiovascular mortality in the Hoorn population: the Hoorn Study. *Diabetologia* 1999;42:926-31.

Khaw KT, Wareham N, Luben R, Bingham S, Oakes S, Welch A et al. Glycated haemoglobin, diabetes, and mortality in men in Norfolk cohort of european prospective investigation of cancer and nutrition (EPIC-Norfolk). *BMJ* 2001;322:15-8.

Selvin E, Marinopoulos S, Berkenblit G, Rami T, Brancati FL, Powe NR et al. Meta-analysis: glycosylated hemoglobin and cardiovascular disease in diabetes mellitus. *Ann Intern Med* 2004;141:421-31.

Gillett MJ. International Expert Committee report on the role of the A1c assay in the diagnosis of diabetes. *Diabetes Care* 2009;32(7):1327-1334. *Clin Biochem Rev* 2009;30(4):197-200.

## [ABSTRACT]

### Agreement of diagnosing diabetes using fasting glucose and HbA1c levels

Taesoung Kim

Graduate School of Public Health

Ajou University

(Supervised by Professor Soon Young Lee, M.D., Ph.D.)

This study is intended to present the agreement of diagnosing diabetes using HbA1c and fasting glucose. This study is from the analyses specimens of 22,113 who have not been diagnosed diabetes or taking medicines among 25,534 people who have biometric data like blood test of medical check-up in the survey of their daily habits conducted by the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V), 2010-2012. SPSS 18.0 was used for this statistical analysis. The agreement(kappa) of diagnosing diabetes on the bases of HbA1c above 6.5% and fasting glucose above 126mg/dL was 0.62. The agreement of men was higher than women's (men 0.65, women 0.59). In age-group under 60, the agreement of men was 0.69 and that of women was 0.68. In age-group over 60 the agreement of men was 0.58 and that of women was 0.47. The average of sensitivity was 66.2. Women's sensitivity was higher. Men's positive predictive value was higher. In the age-group under 60 and over 60, men's positive predictive value was higher in both cases. the gap was even wider in the age-group over 60. Women's negative predictive value was higher than men's. The gap was even higher in the age-group over 60 than under 60. Multiple Linear Regression Analyses was used to comprehend the variables



influencing HbA1c. In the result, age, alcohol, diastolic blood pressure, LDL cholesterol, fasting glucose turned out to be related to HbA1c ( $p < 0.05$ ). It is not appropriate to use HbA1c only to diagnoses diabetes because the sensitivity was low on the evaluation in the diagnostic criteria using the fasting glucose and HbA1c and it shows the intermediate to good agreement(kappa).

---

Keyword : Diabetes, Fasting glucose, HbA1c, Agreement(kappa)

