Korean Society for
Clinical Laboratory Science

<https://doi.org/10.15324/kjcls.2020.52.1.28>

Korean Journal of CLINICAL LABORATORY SCIENCE

ORIGINAL ARTICLE

Comparison of Characteristics and Dispersion of Fasting Blood Glucose Data by Administrative Districts and Gender Difference Using the 2017 'Korean Blood Glucose Reference Standard'

Young-Il Kwon

Department of Biomedical Laboratory Science, Shinhan University, Uijeongbu, Korea

2017 '한국인 혈당 참조표준'을 이용한 행정구역별 남녀별 공복 혈당 데이터의 특성 및 산포성 비교

권영일

신한대학교 임상병리학과

ARTICLE INFO

Received February 8, 2020
Revised 1st February 18, 2020
Revised 2nd February 29, 2020
Revised 3rd March 2, 2020
Accepted March 2, 2020

Key words

Blood glucose
Reference standard
Uncertainty
95% distribution
NHIS

ABSTRACT

This study aimed to investigate the differences in the upper and lower limits of the 95% distribution of fasting blood glucose (FBG) by age groups. We also analyzed the changes in the mean values and dispersion of the data using the Korean Blood Glucose Reference Standard raw data published by the National Health Insurance Service (NHIS). Furthermore, the trends among 16 administrative districts were analyzed and any gender differences were determined. We also assessed whether the study results correlated with the relative standard uncertainty, as published by the NHIS. On the dispersion analysis using the differences between the upper and lower limits of the 95% distribution of FBG by age group, there were significant differences across gender and administrative districts ($P < 0.05$). The gender differences in FBG measurements, as published by the NHIS, were significant across different administrative districts and age groups ($P < 0.001$). This confirmed the need to recalculate the blood glucose reference standards for men and women. No significant correlation was observed between the relative standard uncertainty, as published by NHIS, and the dispersion and number of measurements analyzed in this study. However, it showed a high correlation with the measured mean value ($R^2 = 0.95$). Therefore, further research on the reference standard and uncertainty is needed.

Copyright © 2020 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

서론

우리나라 건강검진이 국가적인 규모를 갖추고 시작된 것은 1980년 공무원 및 사립학교 교직원을 대상으로 실시된 건강진

단 사업이다[1]. 이후 1989년 전국민 의료보험이 실시됨으로써 국가건강검진의 참여하는 수검자의 수도 꾸준히 증가하여 2017년 일반건강검진 및 암검진의 경우 각각 78.5%와 50.4% 였다[2]. 국가검진을 통해 만들어지는 진단검사결과 역시 엄청난 수로 증가하고 있지만 생성되는 검사데이터를 활용하고자 하는 연구는 미미한 실정이다. 그러나 최근 국민건강보험공단 (National Health Insurance Service, NHIS)이 국가건강검진 결과를 활용한 한국인 고유의 특성을 반영한 '2017 한국인

* Corresponding author: Young-Il Kwon

Department of Biomedical Laboratory Science, Shinhan University, 95 Hoam-ro, Uijeongbu 11644, Korea

E-mail: ivdtechnology@gmail.com

* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8658-710X>

pISSN 1738-3544 eISSN 2288-1662

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

혈당 참조표준'을 발표하였다. 이 자료는 일반건강검진 및 생애 전환기 건강진단을 통해 축적한 건강검진자료(2015~2016년)를 활용하였고 이 연구는 국민건강보험공단과 산업통상자원부 산하의 국가기술표준원 및 한국표준과학연구원과 협력하여 개발하고 국가참조표준으로 등록했다고 밝혔다[3, 4].

본 조사는 NHIS에서 공개한 '한국인 혈당 참조표준' 원본 데이터를 이용하여 16개 행정구역별 그리고 남녀별로 측정값의 분포 크기를 분석하였다. 또한 지역별 평균 혈당 측정값의 산포성과 특징을 분석하고 차이를 알아보았으며 이 차이에 의한 특성이 NHIS에서 제시한 상대표준불확도와 관련성이 있는지를 분석하였다. 이외에도 국가건강검진 시 시행하는 혈당검사의

기술적 요소 및 측정 환경에 대한 면밀한 조사 필요성과 한국인 혈당 참조표준의 질 향상 및 지속적인 개선 필요성을 논점으로 제시함으로써 '한국인 혈당 참조표준'의 신뢰도를 높이는데 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 자료 및 특성

본 연구에 사용된 자료는 NHIS와 국가기술표준원 및 한국표준과학연구원이 함께 개발하여 공개한 '한국인 혈당 참조표준'이다. 한국인 혈당 참조표준에 활용된 데이터는 일반 건강검진

Table 1. This data obtained from the difference between the upper limit and the lower limit of the 95% distribution of fasting blood glucose data published by NHIS. In addition, the average, standard deviation, and coefficient of variation calculated using these data (examples, male data of Seoul and Gangwon districts)

Age	Fasting blood glucose (mg/dL)					
	Seoul (male)			Kangwon (male)		
	Distribution (95%)		Difference	Distribution (95%)		Difference
	Lower limit	Upper limit		Lower limit	Upper limit	
20~24	68	113	45	58	124	66
25~26	70	114	44	58	124	66
27~28	70	114	44	56	124	68
29~30	70	115	45	58	127	69
31~32	70	117	47	57	129	72
33~34	70	118	48	57	129	72
35~36	71	119	48	58	130	72
37~38	71	122	51	58	133	75
39~40	69	124	55	56	137	81
41~42	71	127	56	56	134	78
43~44	70	127	57	57	141	84
45~46	71	130	59	58	136	78
47~48	71	130	59	57	140	83
49~50	72	132	60	58	140	82
51~52	72	133	61	58	139	81
53~54	72	133	61	56	141	85
55~56	72	135	63	57	143	86
57~58	73	135	62	58	143	85
59~60	71	135	64	57	138	81
61~62	73	136	63	58	141	83
63~64	73	136	63	58	145	87
65~66	73	134	61	59	141	82
67~68	74	137	63	58	138	80
69~70	74	136	62	59	138	79
71~72	74	134	60	58	139	81
73~74	75	135	60	56	143	87
75 over	75	135	60	56	135	79
		Sum	1,521		Sum	2,122
		Mean	56.3		Mean	78.6
	Difference	SD	6.94	Difference	SD	6.39
		CV%	12.3		CV%	8.1

Abbreviations: SD, standard deviation; CV%, coefficient of variation %.

및 생애전환기 건강진단을 통해 축적한 건강검진 자료(2015~2016년)이며, 전국 검진기관 중 검진평가 '우수' 기관의 검진데이터를 활용하였다고 공개하였다. 해당 검진기관들은 국가공인 표준물질을 활용한 정확도 관리(외부정도관리) 사업을 실시한 전국 45개 우수 기관들이며 2015년과 2016년 사이의 수검자 중 당뇨병 약제 치료를 받고 있는 대상자를 제외한 1,994,803명 자료를 활용하여 생산된 자료라고 발표하였다. 분석한 공복혈당 데이터의 수는 남자 904,140명, 여자 1,090,663명이었다. 이 데이터는 20세 이상에서 75세 이상까지의 남녀를 Table 1과 같은 간격으로 나누고 행정 구역별로 구분하여 공복혈당 평균 측정값을 제시하였다. 제시된 공복혈당 데이터는 나이별 측정수와 측정값 평균, 신뢰수준 95% 분포에 해당하는 하한 값과 상한 값 그리고 1th부터 99th까지의 백분위수(percentile) 값을 제시하였다. 또한 진단검사 시 발생하는 측정 불확도 평가를 위하여 포함인자(k , coverage factor)를 신뢰수준 약 95% ($k=2$)로 설정하였으며 행정구역별로 상대표준불확도를 제시하였다(Figure 1, Table 2).

2. 측정 자료의 분석

행정구역별로 공복혈당 측정값의 분포 크기를 비교하기 위해 공단이 발표한 자료의 95% 신뢰구간 하한 값과 상한 값의 차이를 나이 그룹별로 구하고 이 데이터들을 모두 합하여 측정된 혈

당값의 지역별 분포 크기를 계산하여 행정구역별로 비교하였다(Table 1). 그리고 이 데이터들의 평균과 표준편차, 변이계수를 구하여 지역별 데이터 분포 크기와 경향을 분석하였다. NHIS에서 발표한 행정구역 간의 공복혈당 평균값을 비교하여 지역적 차이가 존재하는지 분석하였고 남녀 간의 나이별 데이터 경향과 패턴을 분석하였다. 또한 NHIS에서 제시한 행정구역별 혈당치

Table 2. The relative standard uncertainties of each administrative districts published by NHIS

Administrative districts	Relative standard uncertainty (%)
Seoul	8.08
Busan	11.36
Daegu	7.88
Incheon	11.38
Gwangju	10.72
Daejeon	8.44
Ulsan	8.46
Gyeonggi	11.72
Gangwon	15.78
Chungbuk	11.06
Chungnam	9.32
Jeonbuk	16.78
Jeonnam	12.18
Gyeongbuk	11.60
Gyeongnam	8.54
Jeju	8.56
Average	10.74

항목		내용														
참조표준명		지역별 한국인 남녀 20세 이상 혈당 참조표준														
참조표준 등급		유효참조표준														
측정량		지역별 남녀 20세 이상 공복혈당														
상대표준불확도		8.56% ($K=2$, 신뢰수준 약 95%)														
참조표준 데이터																
공복혈당		(단위: mg/dL, 불확도: $k=2$, 신뢰의 수준 약 95%)														
성별	나이 (Age)	측정수 (N)	측정값평균 (mean)	분포 (95 %)		백분위수(Percentile)										
				하한	상한	1th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th		
여성	20~24 세	543	90	68	114	68	77	80	85	90	96	101	104	114		
	25~26 세	653	91	68	115	68	77	80	85	90	97	102	106	119		
	27~28 세	957	92	68	115	72	78	81	86	91	96	103	106	120		
	29~30 세	1,168	92	68	115	73	79	81	87	92	97	103	108	116		
	31~32 세	1,324	93	70	118	73	79	82	87	92	98	104	109	121		
	33~34 세	1,696	93	67	118	71	79	82	86	92	98	104	110	129		
	35~36 세	1,724	95	69	120	73	80	82	87	93	99	106	111	137		
	37~38 세	1,569	95	69	122	72	80	83	88	94	100	107	113	130		
	39~40 세	2,835	96	69	124	73	80	83	88	95	102	110	117	138		
	41~42 세	2,935	97	70	126	75	81	84	89	95	102	111	119	153		
	43~44 세	2,945	98	69	127	74	80	84	89	95	103	111	119	159		
	45~46 세	2,800	98	69	127	75	81	84	89	96	103	112	119	146		
	47~48 세	2,639	99	70	131	74	81	85	90	96	104	114	122	157		
	49~50 세	2,592	100	68	133	75	81	85	90	97	106	117	127	173		
	51~52 세	2,427	100	68	132	75	82	85	91	98	106	117	125	155		
	53~54 세	2,474	100	69	132	73	82	85	91	97	106	117	124	150		
	55~56 세	2,374	101	69	133	75	82	85	91	98	106	117	126	160		
	57~58 세	2,238	101	71	135	75	82	85	91	98	107	118	127	158		
	59~60 세	2,023	100	70	133	75	82	85	91	98	106	117	126	162		
	61~62 세	1,548	100	69	133	75	82	85	91	98	106	117	125	156		
	63~64 세	1,331	100	71	131	76	82	85	91	98	107	116	122	144		
	65~66 세	1,240	100	70	134	76	82	85	90	98	106	117	128	155		
	67~68 세	1,170	100	70	133	75	82	85	91	98	107	118	124	155		
	69~70 세	975	99	73	131	75	82	85	90	97	105	115	122	138		
	71~72 세	789	99	72	131	76	82	85	90	97	105	115	123	150		
	73~74 세	668	99	70	133	74	81	84	90	97	107	118	125	147		
	75 세 이상	1,420	99	69	130	74	81	84	90	98	106	117	123	143		

Figure 1. Image of Korean Blood Glucose Reference Standard published by NHIS. The data categorized fasting blood glucose by 16 administrative divisions, and each administrative division was divided into male and female and age group.

및 상대표준불확도와 본 분석에서 생성된 결과와의 연관성을 비교 분석하였다. 표준불확도(standard uncertainty)는 표준편차로 표현되는 측정불확도를 말하며 상대표준불확도는 표준불확도를 측정치의 절대값으로 나눈 값이다.

3. 통계분석

한국인 혈당 참조표준 자료는 NHIS 산하 National Health Insurance Sharing Service (NHIS)에서 Excel 형식으로 제공받았다[4]. 데이터분석은 IBM SPSS statistics (PC version 22.0, IBM Corporation, New York, NY, USA)를 사용하였고 이 연구의 통계적 유의성 평가기준은 $P < 0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 행정 구역별 공복혈당 측정값의 95% 분포 상한 값과 하한 값의 차이 비교

NHIS가 발표한 공복혈당 측정값의 95% 분포 상한 값과 하한 값의 차이를 통하여 행정구역별 측정값의 분포 정도를 평가하고자 Table 1에서 보여준 방법대로 차를 구하고 이 데이터들의 평균치와 표준편차, 변이계수를 구하였다. 공단에서 제시한 행정 구역에 따른 공복혈당 95% 분포 상한 값과 하한 값 차이의 남녀 별 분포에서는 남자와 여자사이에서 유의한 차이를 보여주었다 ($P < 0.05$). Figure 2, 3에서 보는 바와 같이 표준편차와 변이계수가 행정구역간 다양한 분포 크기를 나타내었다. 전북과 전남을 제외한 구역에서 남녀 합이 남자와 여자의 표준편차보다 높은 경향을 나타냈으며, 남자의 표준편차가 여자보다 높게 나타나 남자에서의 공복혈당값의 분포가 더 큰 것을 알 수 있었다. 충남이 가장 낮은 표준편차(5.87 mg/dL)를 보였고, 인천이 가장 높은 표준편차(8.61 mg/dL)를 보여주었다. 변이계수 역시 인

Figure 2. The difference between the upper and lower limits of 95% distributions of fasting blood glucose published by NHIS was calculated by age group. And trends of standard deviation by administrative districts was analyzed using these data.

천, 대전, 충남을 제외한 지역에서 남자가 여자보다 높은 경향을 나타내어 남성이 대체적으로 공복혈당 결과의 분포가 큰 것을 확인할 수 있었다(Figure 3). 변이계수는 전북(8.3%)이 가장 낮게 나타났으며 서울(13.2%)이 가장 높은 것으로 나타났다. Figure 4에서 보는 바와 같이 행정구역별 공복혈당 측정값의 95% 분포 상한 값과 하한 값의 차이로 얻은 표준편차와 변이계수의 변동 경향은 측정수와는 상관성이 없었다.

2. 행정구역별 남녀 공복혈당 평균값의 차이와 남녀 나이별 공복혈당 평균값 차이 비교

NHIS에서 제시한 남자의 공복혈당의 전국 평균과 표준편차는 98.4 ± 2.40 mg/dL이었고, 여자는 94.0 ± 2.22 mg/dL로 나타나 남녀별 평균값 차이가 4.4 mg/dL임을 보여주었고 남녀 간에는 통계학적으로 매우 유의한 차이($P < 0.001$)가 있음을 보

Figure 3. The difference between the upper and lower limits of 95% distributions of fasting blood glucose published by NHIS was calculated by age group. And trends of variation coefficient (CV%) by administrative districts was analyzed using these data.

Figure 4. The correlation between standard deviation, coefficient of variation and No. of measurements analyzed using differences between of the lower and upper limits the 95% distribution of fasting blood glucose published by NHIS. There was no correlation between the dispersion of data and the number of measurements.

여주었다(Figure 5). 또한 행정구역별 남녀 공복혈당 평균값은 거의 일정한 차이와 경향을 보여주었다(Figure 6).

전국 나이 그룹별 남녀 공복혈당 평균값과 표준편차 비교분석에서는 남자 97.3 ± 3.39 mg/dL, 여자는 92.1 ± 3.41 mg/dL로 나타나 5.2 mg/dL의 평균값 차이가 있음을 보여주었고 통계학적으로 매우 유의한 차이가 있음을 보여주었다($P < 0.001$). 표준편차는 남녀 간에 유사한 값을 보여주었지만 행정구역별 남녀 공복혈당 평균값에 기초한 분석결과보다 더 큰 차이를 보여주었다(Figure 5, 7).

3. 상대표준불확도의 행정구역별 차이와 연관 분석데이터 비교

행정구역별 상대표준불확도는 Table 2와 같다. 대구가 7.88%로 가장 낮았으며 전북이 16.78%로 가장 높은 것으로 나타났다. NHIS에서 발표한 전국 상대표준불확도는 9.58%로

Table 2에서 계산된 전국 행정구역 평균 10.74%와는 다소 차이가 있었다.

행정구역별 상대표준불확도와 측정수와의 관련성 비교 분석에서도 유의한 차이나 의미 있는 경향을 발견할 수 없었고, 행정구역별 상대표준불확도와 NHIS에서 발표한 평균혈당값 사이에도 유의한 상관성을 발견할 수 없었다. 그러나 행정구역별 공복혈당 측정값의 95% 분포 상한값과 하한값의 차이 평균치와 상대표준불확도 간에는 결정계수(R^2)가 0.95로 분석되어 유의한 상관성을 보여주었다(Figure 8). 그렇지만 공복혈당 측정값의 95% 분포 상한값과 하한값의 차이를 통하여 얻은 표준편차와 변이계수의 경향과 상대표준불확도와도 관련성을 찾을 수 없었다.

Figure 5. The box plot showing the distribution characteristics of mean fasting blood glucose of male and female by the administrative districts published by NHIS. There is a significant difference between males and females ($P < 0.001$). The box represents the interquartile range and the line inside the box indicates the median change in expression. The whiskers are 1.5 times above and below the interquartile range.

Figure 6. Difference and trend in average fasting blood glucose in males and females by the administrative districts published by NHIS.

Figure 7. The box plot is a comparative analysis of the mean fasting blood glucose levels of male and female by age groups published by NHIS. There is a very significant difference between male and female ($P < 0.001$).

Figure 8. The correlation between relative standard uncertainties and the averages value obtained from the difference between the upper and lower limits of the 95% distribution of fasting blood glucose published by NHIS. There was a correlation between them ($R^2 = 0.95$).

고 찰

NHIS와 국가기술표준원에서 발표한 ‘한국인 혈당 참조표준’은 2016년 ‘한국인 비만지수’ 발표에 이어 두번째로 등록된 참조표준이다. 추후 진단검사 항목 중 여러 검사항목들에 대한 참조표준이 연구되고 발표되겠지만 그 시발점이 되는 한국인 혈당 참조표준은 매우 의미가 있다고 하겠다. 참조표준이란 측정데이터의 정확도와 신뢰도를 과학적으로 분석·평가하여 공인된 표준으로, 국가사회의 모든 분야에서 널리 지속적으로 사용되거나 반복 사용할 수 있도록 마련된 자료를 말한다[5].

한국인 혈당 참조표준에 활용된 자료는 2015년에서 2016년 사이에 건강진단을 통해 축적된 건강검진 자료를 활용하였다고 NHIS가 발표하였다. 이 자료는 전국 검진기관 중 검진평가 ‘우수’기관의 검진데이터를 활용하여 분석하였고, 해당 검진기관들은 ‘국가공인 표준물질’을 이용하여 정확도 관리(외부정도관리) 사업에 참여한 기관들이다. 이 공개 자료는 16개 행정구역으로 분류되어 분석되었다. 특히 기존 건강검진 자료에서는 다루어지지 않았던 오차범위, 즉 반복 측정으로 인한 불확실성 및 장비의 오차 범위를 반영한 불확도(uncertainty)라는 개념[6, 7]을 적용하여 이전보다 더욱 정교한 자료라고 주장하고 있다. 계측에 의한 값이나 계산에 의한 값 등 특정 자료를 이용해 도출된 추정치는 계측기에 의한 불확실성과 계측 당시 환경 조건에 의해 표준 조건과 차이가 생길 수 있다. 이 경우에 계측된 추정값은 산정식에 의한 불확실성 등 다양한 불확실성 요인에 의해 영향을 받는다. 이에 따라 추정치는 미지의 참값과의 편차(bias)를 보이게 되며, 추정치가 반복 측정값인 경우는 평균값을 중심으로 무작위(random)로 분산되는 양상을 보인다. 이러한 편차와 분산을 유발하는 불확실성 요인을 정량화하여 불확도(uncertainty)로 표현하고 있다[7]. 따라서 측정 불확도는 충분히 타당성 있는 이유에 의해 측정량(measurand)에 영향을 미칠 수 있는 값들의 분포를 특성화한 매개변수(parameter)로 요약될 수 있다[8]. 따라서 불확도는 측정량(measurand)의 범위를 말하게 된다. 측정 불확도는 측정량에 대한 측정값의 분산 특성을 나타내는 음이 아닌 파라미터이다.

불확도를 평가하는 방법은 물리적 측정 분야에서 시작[9]되었으며 화학분야는 1980년대 후반에 시작되었지만 화학 관련 분야에서의 적용은 어려움을 겪고 있는 것이 사실이다[10]. 진단검사 분야에서 측정 불확도에 대한 연구는 1990년대부터 소개되기 시작하여 지속적으로 발표되고 있다[11-14]. 또한 현재와 앞으로도 검사의 정확도에 대한 이해와 오차를 줄이기 위한 노력의 일환으로 진단검사에서의 측정 불확도를 이해하는 것은

중요하다고 사료된다. 이는 진단검사에서의 참조표준에 대한 이해뿐만 아니라 검사의 질향상을 위해서도 필요한 도구이기 때문이다. 진단검사에서 불확도 추정을 위한 단순 원리는 Monte Carlo 기법[15, 16]을 적용할 수 있는데 이때 검토되는 변이는 생물학적 변이, 분석 전 변이, 분석 변이, 분석 후 변이이다[13]. 불확도는 위와 같은 상황에서 발생하는 오류에 대해 측정결과를 보완하는 수치 정보이고 측정 결과에 대한 의심의 정도를 나타낸다. Oosterhuis 등[13]의 연구에 따르면 측정 데이터를 평가할 때 오차 및 불확도 평가 방법은 상호 보완적이며 평가를 위해서는 측정 절차의 모든 구성 요소를 고려하여야 한다고 언급하고 있다. 아울러 아직 진단검사에 아직 강한 영향을 주지 못하고 있지만 진단검사의 성능 사양을 정확히 판단하기 위해서는 전 검사 과정에 진단 불확도 평가가 포함되어야 한다고 주장하고 있다. 또한 불확도에 대한 접근은 치료를 위한 진단과 모니터링 시 측정시스템의 적절한 사용을 위한 중요한 근거가 될 것이라고 Theodorsson [15]은 주장하였다. 진단검사에서 불확도와 가장 관련성이 높은 요소들로는 측정 물질에 대한 부정확한 정의, 부적절한 검체 채취, 첨가제의 영향 및 효과, 원심분리 조건, 저장 조건, 일간 재현성의 불량 정도, 계통 오차, 특이성 부족, 부정확한 calibrators 할당 값 등을 들 수 있다[12]. 이와 같은 상황을 적용하였을 때 가장 일반적으로 발생하는 오류는 정확도 오류와 부정밀도 즉 산포성 문제이다. 본 조사에서 분석한 산포성 경향(Figure 2, 3)과 NHIS가 발표한 상대표준불확도(relative standard uncertainty)와는 유의한 관계성을 나타내지 않았다. 표준불확도는 표준편차로 표현되는 측정불확도를 말하며, 상대표준불확도는 표준불확도를 측정치의 절대값으로 나눈 값으로 정의된다. 즉 상대표준불확도는 동일한 측정량들의 분산 정도를 간단하게 비교할 수 있다. Kristiansen과 Christensen [11]은 불확도가 정밀도 오류를 설명할 수 있다고 언급하고 있으며, 측정량(measurand)에 합리적으로 기인하는 값의 분산을 특성화 하는 매개변수라고 설명하고 있다. 본 조사에서 분석한 행정구역별 공복혈당 측정값의 95% 분포 상한값과 하한값의 차이를 계산한 평균치와 상대표준불확도 간에는 결정계수가 0.95로 분석되어 유의한 상관성을 보여주었다(Figure 8). 그러나 NHIS에서 제시한 행정구역별 평균 혈당값과 상대표준불확도 사이에는 유의한 상관성이 없는 것으로 조사되었다. 따라서 불확도 적용에 관한 추가적인 조사와 연구가 필요할 것으로 보인다. 한국인 혈당 참조표준에 대한 상대표준불확도는 가장 낮은 지역과 높은 지역에서 약 2배의 차이를 보여주었다. 또한 NHIS가 제시한 전국 상대표준불확도(9.85%)와 16개 행정구역 상대표준불확도 평균(10.74%) 사이에는 약간의 차이가 존재하였

다. NHIS에서 발표한 자료와 본 조사 분석에서는 남녀 간 혈당치 차이가 명확히 존재함을 확인할 수 있었다(Figure 5-7). 그러나 현재 대한당뇨병학회나 진단검사의학회, 그리고 대부분의 병원에서도 남녀 혈당 참고치를 구분하고 있지 않아 남녀별 참고치 재설정에 대한 논의와 연구가 필요한 것으로 보인다.

NHIS가 한국인 혈당 참조표준 조사에 사용한 데이터는 전체 1,994,803명이었고 남자가 904,140명, 여자가 1,090,663명이었다. 행정구역별 혈당검사 참여자 수는 광주가 24,228명으로 가장 적었고 서울이 428,520명으로 가장 많았지만 본 조사의 산포성 결과(Figure 4) 및 다른 조사결과 그리고 NHIS에서 발표한 자료들과도 상관성을 보이지 않았다.

한국인 혈당 참조표준은 향후 국민의 건강관리 측면에서 매우 중요할 뿐만 아니라 당뇨 관련 사업 분야의 핵심 기준이 될 것으로 보인다. 또한 의료적 측면에서 참조표준의 사용은 혈당검사 뿐만 아니라 다양한 진단검사 항목에 적용될 것으로 보인다 [17, 18]. 또한 이 데이터들은 성별, 연령별, 지역별로 다양한 지표를 생산하기 때문에 이를 이용하는 맞춤형 건강서비스나 빅데이터를 이용하는 의료산업 분야에도 많은 영향을 끼칠 것으로 보인다. 그러나 이와 같은 데이터를 산출하는데 있어 신뢰성을 향상시키고 평가할 수 있는 검사전문가의 역할 역시 중요하다고 할 수 있겠다.

요 약

본 조사의 목적은 국민건강보험공단에서 공개한 ‘한국인 혈당 참조 표준’의 원자료를 이용하여 나이 그룹별 95% 분포 상한값과 하한값의 차를 조사하고 이 데이터들에 대한 평균값 변화와 산포 정도를 분석하는 것이다. 그리고 이 데이터를 이용하여 16개 행정구역 간 경향과 남녀간 차이를 분석하는 것이다. 또한 본 조사의 결과가 NHIS에서 제시한 상대표준불확도와 관련성이 있는지를 분석하였다. 본 조사에서 분석한 나이 그룹별 공복 혈당의 95% 분포 상한값과 하한값의 차이를 이용한 산포성 분석에서는 행정구역별로 의미 있는 차이와 경향을 보여주었고, 남녀 평균치 간에서도 유의한 차이를 보여주었다($P < 0.05$). NHIS에서 발표한 공복 혈당 측정값의 남녀간 차이는 행정구역별, 나이그룹별 비교에서 모두 유의한 차이($P < 0.001$)를 보여주어 남녀 간 혈당 참고치 재산정 필요성이 인정되었다. NHIS가 발표한 행정구역별 상대표준불확도와 본 조사에서 분석한 산포성 그리고 측정수치는 유의한 상관성이 관찰되지 않았다. 그러나 측정 평균치와는 높은 상관성을 보여주었다($R^2 = 0.95$). 또한 참조표준의 적용과 불확도 평가에 대한 추가적인 연구가 필요

할 것으로 사료된다.

Acknowledgements: This paper was researched with the support of Shinhan University’s academic research fund in 2019.

Conflict of interest: None

Author’s information (Position): Kwon YI, Professor.

REFERENCES

1. Cho B, Lee CM. Current situation of national health screening systems in Korea. J Korean Med Assoc. 2011;54:666-669. <https://doi.org/10.5124/jkma.2011.54.7.666>
2. National Health Insurance Service. 2017 national health screening statistical yearbook. Wonju: NHIS; 2018 Nov. p54.
3. Big data operations office. NHIS registered korean blood glucose national reference standard. Wonju: NHIS; 2017 [cited 2020 February 1]. Available from: <https://www.nhis.or.kr/bbs7/boards/B0039/25119>
4. National Health Insurance Service. Korean agency for technology and standards. Korean blood glucose national reference standard. Wonju: NHIS; 2017 [cited 2020 February 1]. Available from: <https://nhiss.nhis.or.kr/bd/ab/bdabf011cv.do>
5. National Center for Standard Reference Data. Definition and necessity of reference standard. Daejeon: KRIS; 2014 [cited 2020 February 1]. Available from: <https://www.srd.re.kr:446/srdintro/definition.do>
6. Berçik Inal B, Koldas M, Inal H, Coskun C, Gümtis A, Döventas Y. Evaluation of measurement uncertainty of glucose in clinical chemistry. Ann N Y Acad Sci. 2007;1100:223-226. <https://doi.org/10.1196/annals.1395.023>
7. Kallner A, Waldenström J. Does the uncertainty of commonly performed glucose measurements allow identification of individuals at high risk for diabetes? Clin Chem Lab Med. 1999;37:907-912. <https://doi.org/10.1515/CCLM.1999.134>
8. ISO, IEC. Uncertainty of measurement. Part 3: guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995). GUIDE. Geneva: ISO/IEC; 2008. p1-120. ISO/IEC GUIDE 98-3.
9. Williams A. What can we learn from traceability in physical measurements? Accred Qual Assur. 2000;5:414-417.
10. Williams A. Traceability and uncertainty a comparison of their application in chemical and physical measurement. Accred Qual Assur. 2001;6:73-75. <https://doi.org/10.1007/s007690000255>
11. Kristiansen J, Christensen JM. Traceability and uncertainty in analytical measurements. Ann Clin Biochem. 1998;35:371-379. <https://doi.org/10.1177/000456329803500305>
12. Xavier FA. Uncertainty of measurement in clinical laboratory sciences. Clin Chem. 2000;46:1437-1438.
13. Oosterhuis WP, Bayat H, Armbruster D, Coskun A, Freeman KP, Kallner A, et al. The use of error and uncertainty methods in the medical laboratory. Clin Chem Lab Med. 2018;56:209-219. <https://doi.org/10.1515/cclm-2017-0341>
14. Neda M, Svetlana I, Zorica S, Nada MS. Uncertainty of measure-

- ment in laboratory medicine. *J Med Biochem*. 2018;37:279-288. <https://doi.org/10.2478/jomb-2018-0002>
15. Theodorsson E. Uncertainty in measurement and total error: tools for coping with diagnostic uncertainty. *Clin Lab Med*. 2017;37:15-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cl.2016.09.002>
16. Farrance I, Badrick T, Sikaris KA. Uncertainty in measurement and total error are they so incompatible? *Clin Chem Lab Med*. 2016;54:1309-1311. <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0314>
17. Chen H, Deng XL, Bi XY, Yang P, Zhang LP, Chen HC. Study on measurement uncertainty for total cholesterol in routine clinical laboratory. *Chinese Journal of Clinical Laboratory Science*. 2010; 28:372-374.
18. Huang HC, Chien CH, Wang CY, Chong FC. Evaluating the uncertainty of measurement on blood's glucose level. *Biomed Eng Appl Basis Comm*. 2005;17:31-37.