



제 2형 성인 당뇨병 유병자의 혈당조절 취약군 예측: 제7기(2016-2018년도) 국민건강영양조사 자료 활용

김희선^{ORCID} · 정석희^{ORCID}

전북대학교 간호대학 · 간호과학연구소

Identification of Subgroups with Poor Glycemic Control among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: Based on the Korean National Health and Nutrition Examination Survey from KNHANES VII (2016 to 2018)

Kim, Hee Sun · Jeong, Seok Hee

College of Nursing · Research Institute of Nursing Science, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

Purpose: This study was performed to assess the level of blood glucose and to identify poor glycemic control groups among patients with type 2 diabetes mellitus (DM). **Methods:** Data of 1,022 Korean type 2 DM patients aged 30-64 years were extracted from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey VII. Complex samples analysis and a decision-tree analysis were performed using the SPSS WIN 26.0 program. **Results:** The mean level of hemoglobin A1c (HbA1c) was $7.22 \pm 0.25\%$, and 69.0% of the participants showed abnormal glycemic control ($HbA1c \geq 6.5\%$). The characteristics of participants associated with poor glycemic control groups were presented with six different pathways by the decision-tree analysis. Poor glycemic control groups were classified according to the patients' characteristics such as period after DM diagnosis, awareness of DM, sleep duration, gender, alcohol drinking, occupation, income status, low density lipoprotein-cholesterol, abdominal obesity, and number of walking days per week. Period of DM diagnosis with a cut-off point of 6 years was the most significant predictor of the poor glycemic control group. **Conclusion:** The findings showed the predictable characteristics of the poor glycemic control groups, and they can be used to screen the poor glycemic control groups among adults with type 2 DM.

Key Words: Diabetes mellitus; Patients; Blood glucose; Decision trees

국문주요어: 당뇨병, 환자, 혈당, 의사결정나무

서론

1. 연구의 필요성

당뇨병은 고혈당을 특징으로 하는 만성질환으로, 전 세계적으로 당뇨병 유병률과 사망률은 계속 증가하고 있다. 우리나라에서도

2019년 통계자료에 의하면 당뇨병 유병률은 2012년 11.8%, 2014년 13.0%, 2018년 13.8%로 지속적으로 높은 상태를 유지하고 있으며, 당뇨병으로 이행 가능성이 높은 당뇨병 고위험군 또한 증가하고 있는 추세이다[1]. 2020년도 당뇨병 현황 보고서[2]에서는 30세 이상의 성

Corresponding author: Jeong, Seok Hee

College of Nursing, Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju 54896, Korea

Tel: +82-63-270-3117 Fax: +82-63-270-3127 E-mail: awesomeprof@jbnu.ac.kr

*이 논문은 2019년도 전북대학교 연구기반 조성비 지원에 의하여 연구되었음.

*This research was supported by "Research Base Construction Fund Support Program" funded by Jeonbuk National University in 2019.

Received: December 31, 2020 Revised: January 28, 2021 Accepted: February 16, 2021

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

인 7명 중 1명은 당뇨병을 가지고 있고, 이 중 30세 이상에서 64세 미만의 성인이 유병자의 약 60%를 차지하였다. 또한, 연령이 증가할수록 당뇨병 유병자는 지속적으로 증가하기 때문에, 젊은층과 중장년층을 대상으로 정상 혈당유지, 합병증 예방 및 지연 등을 포함한 당뇨병 관리가 매우 필수적이다.

제2형 당뇨병은 질병 그 자체뿐만이 아니라 고혈당과 관련하여 미세혈관 질환, 심뇌혈관 질환, 당뇨병성 신증 등의 신체 전반적으로 발생할 수 있는 다양한 합병증을 동반하기 때문에[1,2] 질병예방뿐만이 아니라 발생 이후의 질병관리가 매우 중요하다. 즉, 제2형 당뇨병 환자는 진단을 받은 이후 지속적인 경구용 혈당강하제 혹은 인슐린 투여 이행, 신체활동 증가, 식이조절 및 체중감소 등과 같은 생활습관 개선을 통하여 혈당을 적극적으로 관리해야 한다[2,3]. 그럼에도 불구하고, 우리나라 전체 30세 이상의 당뇨병 유병자 중에서 당뇨병 인지율은 65%, 치료율은 60.1%, 조절률은 28.3%로 나타났다[2]. 이는 당뇨병을 가지고 있음에도 불구하고 대상자 스스로가 질환에 대한 인식이 부족하고, 적절한 당뇨 치료를 받지 않고 있으며 치료를 받고 있는 이들 중에서도 혈당조절이 되지 않기 때문에 당뇨병 유병자를 대상으로 적극적인 당뇨병 관리가 필요하다는 것을 보여주고 있다.

당화혈색소(Glycated Hemoglobin A1c, HbA1c)는 최근 2-3개월간의 혈중 혈당의 농도를 반영하기 때문에[2], 당화혈색소 수치를 통하여 당뇨병 환자의 혈당조절 상태를 간접적으로 파악할 수 있다. 10년 동안 65세 미만의 제2형 당뇨병 환자를 추적 관찰한 United Kingdom Prospective Diabetes Study [4]에서는 철저한 혈당조절이 심근경색증 발생률과 전체 사망률을 의미있게 감소시키고 미세혈관 합병증을 예방하는 것으로 나타났다. 대한당뇨병학회의 당뇨병 진료지침에 따르면[5], 제2형 당뇨병 환자의 이상적인 혈당조절 목표는 당화혈색소 6.5% 미만이며, 합병증을 예방하기 위하여 적극적이고 엄격한 혈당조절, 혈압과 지질수치 확인, 심혈관 질환 위험인자와 비만 여부 등을 지속적으로 모니터링하고 관리해야 할 것을 권고하고 있다. 따라서, 간호사는 당뇨병 유병자가 적극적인 자기관리를 통하여 혈당조절 목표에 도달할 수 있도록 중재해야 하며, 이를 위해서는 먼저 어떤 특성을 가진 당뇨병 유병자가 혈당조절에 취약한지에 대한 규명이 이루어져야 한다. 그리고 목표혈당에 도달하지 못한 대상자들에게는 좀 더 적극적인 관심과 중재를 제공할 필요가 있다. 한편, 노인 당뇨병 유병자의 경우 동반질환이 많고, 엄격한 혈당관리를 시행할 경우 저혈당 위험률이 높아지기 때문에 개별화된 혈당조절을 목표로 하고 있으며 일반적으로 목표 혈당수치를 7.5%-8%로 높게 설정하고 있다[6]. 혈당관리는 대상자의 건강상태에 맞춰 이루어져야 하기 때문에 노인과 성인당뇨병 유병자의 목표 혈당

관리는 다르게 접근되어야 한다. 그러나 기존 연구들에서는 성인과 노인을 함께 대상으로 포함하고 있거나[7], 당뇨병을 진단받거나 치료받고 있는 자만을 대상으로 하였거나[8], 당화혈색소 7%를 혈당조절 치료목표로 하고 구분하였다[9]. 아직까지 국내 30세 이상 64세 이하의 성인당뇨병 유병자를 대상으로 혈당조절 실태를 확인한 연구는 없었다. 또한, 심뇌혈관 질환, 미세혈관 질환, 신부전 등의 당뇨병으로 인한 합병증을 감소시키기 위하여 당화혈색소 6.5% 미만의 혈당조절 목표에 근거하여 비정상 혈당을 가지고 있는 대상자들의 특성을 파악한 연구는 미비한 실정이다.

제2형 당뇨병 환자를 대상으로 한 기존 선행연구들에서는 당화혈색소 6.5% 혹은 7% 미만의 혈당 치료목표 기준 달성여부가 성별, 연령, 교육수준, 흡연, 당뇨병 유병기간, 당뇨병 치료방법, 혈중지질, 비만, 신체활동 등과 관련이 있는 것으로 나타났다. 즉, 기존 연구결과에서는 남성[10], 젊은 연령[10,11], 낮은 교육수준[12], 흡연[13], 긴 당뇨병 유병기간[7], 경구용혈당강하제와 인슐린 복합치료인 경우 [9], 혈중지질이 높은 경우[2], 비만[7,11], 감소된 신체활동[8]을 동반한 대상자들이 혈당조절에 취약함을 제시하고 있다. 하지만, 이들 연구들은 혈당조절과 관련하여 각각의 단편적인 관계성 혹은 영향만을 밝히고 있기 때문에 인구사회학적, 질병 관련 혹은 건강 관련 특성 등이 서로 복합적으로 작용하여 나타나는 총체적 접근이 필요한 당뇨병 유병자의 혈당조절 특성을 파악하는 데는 한계가 있다. 의사결정나무 분석(decision-tree analysis)은 데이터마ining 기법 중의 하나로 관심집단을 몇 개의 작은 집단들로 분류하고 예측하는 방법이다. 시각적으로 표현되는 나무구조 추론규칙에 의하여 집단 분류와 예측의 과정이 표현되며 특정 집단분류에 어떤 변수가 분류에 영향을 주는지 쉽게 파악이 가능하고, 이들 변수들이 동시에 작용하는 집단이 규명되기에 질병 혹은 진단의 고위험군을 예측하는 데도 활용될 수 있다[14]. 그러므로 의사결정나무 분석을 이용하여 성인당뇨병 유병자 중 혈당조절이 잘 되지 않는 취약군을 분류하여 이들의 특성을 파악하는 것은 성인당뇨병 유병자의 질병관리를 위한 이론과 실무 측면에서 의미있는 작업이다.

이에 본 연구에서는 우리나라 국민건강에 대한 대표통계 수치를 확인할 수 있으면서 현재 가장 최신의 자료인 제7기 국민건강영양조사 자료(2016-2018년)를 활용하여 제2형 성인당뇨병 유병자의 건강상태 및 혈당관리 실태를 파악하고, 더 나아가 의사결정나무 분석을 통해 우리나라 성인 당뇨병 유병자들 중 혈당조절 취약군을 예측하는 연구를 수행하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구는 제2형 성인당뇨병 유병자의 혈당 수준과 인구사회학

적 및 질병 관련 특성, 건강 관련 특성 및 생리적 지표 등의 혈당조절 관련 요인들을 파악하고, 혈당조절 취약군을 규명하고자 함이다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 제2형 성인당뇨병 유병자를 대상으로 제7기 국민건강영양 조사자료를 활용하여 혈당조절 취약군을 예측하기 위한 이차 자료 분석연구이다.

2. 연구 대상

본 연구대상자는 우리나라 제7기(2016년-2018년) 국민건강영양 조사에 참여한 만 30-64세의 성인당뇨병 환자이다. 국민건강영양 조사는 다단계 층화집락 표본 추출법에 의해 대상자를 표집하며, 제7기 조사에 참여한 대상자 총 24,269명 중에 만 30-64세 대상자는 12,080명이었으며, 제2형 성인당뇨병 유병자를 선별하기 위하여 선행연구들[15,16]에서 적용한 기준을 참고하였다. 대상자 선정기준은 1) 의사로부터 당뇨병을 진단받은 자, 혹은 2) 공복혈당이 126 mg/dL 이상이거나 조사 당시 혈당강하제 혹은 인슐린 등의 당뇨병 치료를 받고 있는 자로, 위의 선정기준에 적합한 대상자는 총 1,057명이었다. 이 대상자들 중 제1형 당뇨병 환자일 수 있는 가능성이 있는 30세 이전에 당뇨병을 진단받은 자 14명 혹은 인슐린 요법으로 단독 치료를 받고 있는 자 7명, 일상생활을 수행하는데 어려움이 있을 것으로 예상되는 자(치매, 지체장애, 정신질환자) 12명, 그리고 본 연구의 종속변수인 HbA1c 결과가 없는 자 2명을 제외한 총 1,022명을 선정하였다. 본 연구에서 만 30-64세의 성인당뇨병 유병자를 대상자를 선정한 이유는 노인 당뇨병 환자들은 당뇨병과 연관된 동반질환인 고혈압, 관상동맥질환, 뇌졸중 등이나 또는 노인증후군인 우울, 인지장애, 요실금, 낙상 등과 같은 여러 기능장애를 동반하기 때문에 노인의 경우 임상적 특성과 기능상태를 고려해서 당뇨병 혈당조절 목표를 설정해야 한다[5]. 또한, 미국노인병학회는 노인에게서 일반적인 당화혈색소 목표를 6.5%가 아닌 7.5-8%로 제시하고 있으므로[15], 본 연구에서는 당화혈색소 6.5% 이하를 치료목표로 하는 만 30-64세의 성인당뇨병 유병자를 연구 대상으로 선정하였다.

3. 연구 도구

본 연구에서는 선행연구결과들을 바탕으로 제2형 성인당뇨병 유병자의 혈당조절 관련 요인들을 인구사회학적[9,11,16,17] 및 질병 관련 특성[7,11], 건강 관련 특성[7,8,10,13,17], 그리고 생리적 지표 [7,18,19]로 구분하여 선택하였다. 제7기 국민건강영양조사의 설문 조사 항목들 중, 인구사회학적 특성 6개 항목(성별, 연령, 교육수준,

소득수준, 동거상태, 직업유무)과 질병 관련 특성 8개 항목(당뇨병 인지, 당뇨병 유병기간, 당뇨병 치료 상태, 당뇨병 치료방법, 고혈압 유병, 뇌졸중 유병, 심근경색증 또는 협심증 유병, 주관적 건강상태), 건강 관련 특성 12개 항목(혈압, 체질량지수, 복부비만, 흡연, 음주, 유산소 신체활동, 걷기, 근력운동, 식이조절, 수면시간, 우울, 스트레스)을 활용하였으며, 검진조사 항목에서는 생리적 지표들 중 현재 당뇨병 상태를 확인할 수 있는 당화혈색소(HbA1c)와 공복혈당(fasting blood sugar, FBS) 이외에도, 본 연구의 예측변수로 투입될 6개 지표인 저밀도지단백(low density lipoprotein, LDL)-콜레스테롤, 고밀도지단백(high density lipoprotein, HDL)-콜레스테롤, 중성지방, 총 콜레스테롤, 고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증 유병 자료를 이용하였다.

1) 인구사회학적 및 질병 관련 특성

대상자의 인구사회학적 특성은 각 항목을 범주화하여 이용하였다. 구체적으로 교육수준은 '초등학교 졸업 이하', '중학교 졸업', '고등학교 졸업', '대학교 졸업 이상'으로 분류하였고, 경제수준은 소득 사분위수를 '상', '중(중/상, 중/하 모두 포함)', '하'로 구분하였다. 동거 상태는 세대유형에서 1인 가족을 '혼자 산다'로, 그 외의 유형을 '가족이나 친척과 같이 산다'로 구분하였으며, 직업은 직업 재분류 및 실업/비경제활동 상태를 재분류하여 '있음'과 '없음'으로 분류하였다(Table 1).

질병 관련 특성 중 당뇨병 인지여부는 '의사로부터 당뇨를 진단 받은 적이 있다'의 질문에 대한 응답을 기준으로 구분하였다. 당뇨병 유병기간은 현 대상자 연령에서 당뇨병 진단시점을 뺀셈으로 계산하였고, '1년 미만', '1년 이상-5년 미만', '5년 이상-10년 미만', '10년 이상'으로 분류하였다. 당뇨병 치료여부는 '당뇨병 치료를 받고 있다'에 응답한 것을 기준으로 구분하였고, 당뇨병 치료방법은 '인슐린 투여', '경구 투여', '비약물 투여'로 구분하였다. 고혈압 유병은 '수축기혈압 140 mmHg 이상' 또는 '이완기혈압 90 mmHg 이상' 또는 '고혈압 약물을 복용하는 경우'를 고혈압이 있는 것으로 하였으며, '수축기혈압 120-140 mmHg 미만'이면서 '이완기혈압이 80-90 mmHg 인 경우'를 고혈압 전단계로 하였으며, 이 외에 '수축기 혈압 120 mmHg미만'이면서 '이완기혈압 80 mmHg 미만인 경우'를 정상으로 구분하였다. 뇌졸중, 심근경색증 또는 협심증 유병여부는 '의사로부터 진단받음'에 응답한 것을 기준으로 구분하였다. 주관적 건강상태는 평소 본인의 건강에 대한 주관적 지각 정도에 따라 ' 좋음(매우 좋음과 좋음 모두 포함)', '보통', '나쁨(매우 나쁨과 나쁨 모두 포함)'으로 구분하였다(Table 1).

Table 1. Sociodemographic and Disease-related Characteristics of the Participants (N = 1,022)

Characteristics	Categories	n ¹ (%)	Mean ± SE ⁵ (range)
Sex	Male	594 (62.9)	
	Female	428 (37.1)	
Age (yr)	30-44	160 (18.4)	52.50 ± 0.34 (30-64)
	45-54	311 (35.1)	
	55-64	551 (46.5)	
Education ^{II}	≤ Elementary school	169 (13.8)	
	Middle school	164 (14.4)	
	High school	364 (40.6)	
	≥ College or university	269 (31.2)	
Income status ^{II}	High	20 (20.8)	
	Moderate	491 (49.2)	
	Low	322 (30.0)	
Living status	With family/relatives	911 (91.1)	
	Alone	111 (8.9)	
Occupation ^{II}	Yes	707 (75.9)	
	No	261 (24.1)	
Awareness of DM	Yes	655 (61.7)	
	No	367 (38.3)	
Period after DM diagnosis (yr) (n = 654)	< 1	43 (6.6)	6.14 ± 0.27 (0-31)
	1- < 5	277 (45.1)	
	5- < 10	154 (24.4)	
	≥ 10	180 (23.9)	
DM Tx (n = 655)	Yes	607 (91.1)	
	No	48 (8.9)	
Type of DM Tx (n = 657)	Only OHA Tx	565 (94.3)	
	Insulin + OHA Tx	37 (4.9)	
	Only non pharmacological Tx	5 (0.8)	
Hypertension ^{II}	Normal	236 (23.8)	
	Pre-hypertension	234 (24.4)	
	Hypertension	547 (51.8)	
Stroke ^{II}	Yes	39 (4.2)	
	No	931 (95.8)	
CAD ^{II}	Yes	37 (3.7)	
	No	933 (96.3)	
Perceived health status ^{II}	Good	157 (15.2)	
	Moderate	513 (55.1)	
	Poor	301 (29.7)	

¹non-weighted sample size; ²weighted %; ⁵weighted mean & standard errors; ^{II}missing data included; duplicated data included.
CAD = coronary artery disease (myocardial infarction or angina); DM = diabetes mellitus; OHA = oral hypoglycemic agent; Tx = treatment.

2) 건강 관련 특성

건강 관련 특성 중 수축기혈압과 이완기혈압은 3회의 측정 결과를 기반으로 두 번째와 세 번째의 수축기혈압의 평균값인 '최종 수축기 혈압'과 두 번째와 세 번째의 이완기혈압의 평균값인 '최종 이완기혈압'을 이용하였고, 수축기혈압과 이완기혈압은 각각 140 mmHg와 90 mmHg을 기준으로 구분하였다. 체질량지수는 신장과

체중을 이용하여 계산한 후, 산출된 값을 이용하여 비만도를 저체중(< 18.5 kg/m²), 정상(18.5 kg/m² ≤ BMI < 25 kg/m²), 비만(≥ 25 kg/m²)으로 분류하였다[2]. 복부비만은 허리둘레가 남성은 90 cm 이상, 여성은 85 cm 이상일 때 복부비만이 있는 것으로 구분하였다. 흡연은 '과거 흡연자와 비흡연자', '현재 흡연자로 구분하였고, 음주는 1년간 음주율로 '평생 비음주 또는 최근 1년간 월 1잔 미만'과 '최근 1년간 월 1-4잔 이상', '주 2회 이상'으로 구분하였다. 운동은 유산소 신체활동, 걷기, 근력운동으로 구분하였고, 구체적으로 유산소 신체활동은 1주일 동안 중강도 신체활동(숨이 약간 차거나 심장이 약간 빠르게 뛰는 활동)을 2시간 30분 이상 또는 고강도 신체활동(숨이 많이 차거나 심장이 매우 빠르게 뛰는 활동)을 1시간 15분 이상 수행한 경우 '유산소 신체활동 함'으로 구분하였다. 걷기와 근력운동은 1주일 간 걷기 혹은 근력운동 일수를 기준으로 '전혀 하지 않음', '1-2일', '3-4일', '5일 이상'으로 구분하였다. 식이조절 여부는 '당뇨병 때문에 식이조절을 한다'에 '예' 혹은 '아니오'라고 응답한 것을 기준으로 구분하였다. 평균 수면시간은 주중과 주말 하루 평균 수면시간의 평균값을 산출하여 '7시간 미만', '7-8시간', '8시간 초과'로 구분하였다. 우울은 '최근 2주 동안 우울한 느낌이 있습니까?'의 질문에 대한 응답을 기준으로 우울한 느낌이 있는 경우를 '예', 우울한 느낌이 없는 경우를 '아니오'로 구분하였다. 스트레스는 '스트레스를 적게 느낌', '스트레스를 많이 느낌'으로 구분하였다.

3) 생리적 지표

생리적 지표는 혈액검사를 통해 조사된 항목인 당화혈색소, 공복혈당, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 총 콜레스테롤 수치들과 고콜레스테롤혈증 유병여부, 고중성지방혈증 유병여부를 이용하였다. 혈액검사 수치들은 정상범위 수치를 이용하여 구분하였는데, 당화혈색소인 HbA1c는 6.5% 이상인 경우[2], 공복혈당인 FBS가 79mg/dL 이하 혹은 100 mg/dL 이상인 경우[2], LDL-콜레스테롤은 130 mg/dL 이상, HDL-콜레스테롤은 40 mg/dL 미만, 중성지방이 150 mg/dL 이상, 그리고 총 콜레스테롤이 201 mg/dL 이상[19]인 경우에 '비정상'으로 구분하였다. 또한, 총 콜레스테롤이 240 mg/dL 이상이거나 또는 콜레스테롤강화제를 복용하고 있는 경우를 '고콜레스테롤혈증'으로 구분하였으며, 중성지방은 검사수치가 200 mg/dL 이상인 경우를 '고중성지방혈증'으로 구분하였다.

4. 자료 수집

본 연구는 국민건강영양조사 홈페이지(<https://knhanes.cdc.go.kr>)에서 사용승인을 받은 후, 국민건강영양조사 제7기(2016-2018년) 원시자료를 이용하였다.

5. 자료 분석

수집된 자료는 SPSSWIN 26.0 프로그램을 이용하여 복합표본 설계인 층화(변수명 kstrata), 집락(변수명 psu) 및 가중치(변수명 wt_tot)를 반영하여 분석하였다. 본 연구에서는 3개년도의 건강면접, 건강행태, 검진결과 및 식이조절에 대한 변수들이 포함되었기에 건강 설문·검진 및 영양조사 가중치를 1/3로 나누어서 가중치 값을 다시 생성하여 분석하였다. 복합표본 분석의 특성을 반영하여 실수는 가중되지 않는 빈도를, 백분율과 평균 및 표준편차는 가중치를 반영하여 산출하였다. 복합표본설계 자료에서 특정 조사항목의 결측값은 해당 항목의 가중치를 부여받아 계산되기 때문에, 본 연구에서는 일부 문항에 대한 사용자 결측값을 유효한 값으로 분석에 포함하였다. 제2형 성인당뇨병 유병자의 혈당조절 취약군을 예측하기 위하여 의사결정나무 분석을 실시하였으며, 구체적으로는 Classification and Regression Tree (CART) 방법을 이용하였다. CART는 노드 내 동질성이 최대화 될 수 있게 하는 방법으로, 2개 노드로 분류되면서 유의미한 집단 간에 차이가 나타내도록 함으로써 최종적인 의사결정나무를 형성한다[22]. 본 연구에서는 모형 검정을 위해 분류최대 분할수준은 5로 설정하였으며, 분할될 부모노드의 최소 크기는 10, 그리고 자식노드의 최소 크기는 5로 설정하였다. 본 연구에서는 혈당조절 취약군 모형의 안정성을 평가하기 위하여 10-fold 교차타당성 평가를 실시하였다. 10-fold 교차타당성 평가는 구축된 모형의 예측력을 평가하는 과정을 총 10회 반복하여 평균 위험추정치 10개를 도출한 후 이를 전체 자료로 구축한 모형의 위험추정치와 비교하는 방법이다[20].

6. 윤리적 고려

본 연구는 국민건강영양조사 자료를 2차 분석한 연구로서, 본 연구 수행 전 대학교 생명윤리심의위원회에서 심의면제 승인을 받아 진행하였다(IRB No. JBNU2020-12-008). 그리고 국민건강영양조사 홈페이지에서 사용승인을 받았으며, 개인식별 정보가 포함되지 않는 원시자료를 제공받아 사용하였기에 대상자의 익명성과 기밀성이 보장되었다.

연구 결과

1. 대상자의 인구사회학적 및 질병 관련 특성

대상자의 62.9%가 남성이고, 대상자의 평균 연령은 52.50 ± 0.34 세이었다. 고졸 이상의 학력이 71.8%, 중간 정도의 소득수준을 가진 대상자는 49.2%이었다. 가족과 같이 거주하는 경우가 91.1%이었으며, 직업이 있는 대상자는 75.9%이었다(Table 1).

당뇨병을 인지하고 있는 대상자는 61.7%이었으며, 이들의 당뇨병 유병기간은 평균 6.14 ± 0.27 년이었으며, 5년 미만인 경우가 51.7%이었다. 당뇨병을 인지하는 대상자 중 91.1%가 치료를 받고 있었으며, 치료형태는 경구용 혈당강하제로만 치료하는 경우가 94.3%, 인슐린과 경구용 혈당강하제를 혼합하여 치료하는 경우가 4.9%, 그 외 비약물 요법만을 사용하는 경우가 0.8%이었다. 전체 대상자들 중 고혈압을 동반한 경우가 51.8%, 뇌졸중을 경험한 경우가 4.2%, 심근경색증 혹은 협심증을 경험한 경우가 3.7%이었다. 주관적 건강상태를 보통으로 인식한 대상자는 55.1%이었다(Table 1).

2. 대상자의 건강 관련 특성 및 생리적 지표

대상자의 수축기혈압은 평균 124.11 ± 0.60 mmHg이었으며, 140 mmHg 이상이 15.0%이었다. 이완기혈압은 평균 80.07 ± 0.42 mmHg이었으며, 90 mmHg 이상인 대상자는 17.1%이었다. 대상자의 평균 체질량지수는 25.97 ± 0.16 kg/m²이었으며, 비만군이 54.0%, 정상군이 45.3%이었다. 복부 비만을 가지고 있는 대상자는 64.8%이었다. 현재 흡연을 하고 있는 대상자는 26.7%이었으며, 주 2회 이상의 음주를 하고 있는 대상자는 33.5%이었다. 유산소 신체활동을 하고 있는 대상자는 44.2%이었으며, 1주에 5일 이상의 걷기 운동을 시행하고 있는 대상자는 44.7%이었으며, 1주일에 근력운동을 한 번도 시행하지 않는 대상자는 77.5%이었다. 현재 당뇨병 때문에 식이조절을 하고 있다고 응답한 대상자는 6.4%이었다. 하루 평균 수면시간은 7.05 ± 0.05 시간으로 41.1%의 대상자가 7-8시간의 수면시간을 가지고 있는 것으로 나타났다. 2주 이내 지속적으로 우울감을 경험한 대상자는 13.6%이었으며, 26.7%의 대상자가 스트레스가 많다고 느끼고 있었다(Table 2).

대상자의 평균 당화혈색소는 $7.22 \pm 0.05\%$ 로, 비정상 당화혈색소(HbA1c $\geq 6.5\%$)를 나타낸 대상자는 69.0%이었다. 평균 공복혈당은 149.93 ± 45.52 mg/dL이었으며, 조사 당시 126 mg/dL 이상인 사람은 76.3%이었다. LDL-콜레스테롤은 평균 109.05 ± 2.57 mg/dL이었으며, 비정상군(≥ 130 mg/dL)은 24.4%이었으며, HDL-콜레스테롤은 평균 46.14 ± 0.47 mg/dL이었으며, 비정상군(< 40 mg/dL)은 29.7%이었다. 중성지방의 평균은 202.13 ± 7.78 mg/dL이었으며, 비정상군(≥ 150 mg/dL)은 50.0%이었으며, 총 콜레스테롤의 평균은 184.78 ± 1.96 mg/dL으로 비정상군(≥ 201 mg/dL)은 35.3%이었다. 고콜레스테롤혈증을 가지고 있는 대상자는 40.9%이었으며, 고중성지방혈증을 가지고 있는 대상자는 32.0%이었다(Table 3).

3. 의사결정나무로 규명된 혈당조절 취약군

본 연구에서는 제2형 당뇨병 유병자의 혈당조절 취약군을 규명

Table 2. Health-related Characteristics of the Participants (N = 1,022)

Variables	Categories	n [†] (%) [‡]	Mean ± SE [§] (range)
SBP (mmHg)	< 140	870 (85.0)	124.11 ± 0.60
	≥ 140	147 (15.0)	(85-190)
DBP (mmHg)	< 90	864 (82.9)	80.07 ± 0.42
	≥ 90	153 (17.1)	(40-130)
Body Mass Index (kg/m ²)	< 18.5 (low)	8 (0.7)	25.97 ± 0.16
	18.5 ≤ BMI < 25 (normal)	293 (45.3)	(16-43)
	≥ 25 (obesity)	339 (54.0)	
Abdominal obesity	Normal	354 (35.2)	
	Obesity	661 (64.8)	
Smoking	None or Past smoker	729 (73.3)	
	Current smoker	277 (26.7)	
Alcohol drinking (month in past 1 yr)	None or less than 1 cup/month	322 (33.3)	
	Less than 1-4 cups/month	287 (33.2)	
	More than 2 cups/week	305 (33.5)	
Aerobic physical activity (in past 1 week)	Yes	391 (44.2)	
	No	576 (55.8)	
Number of walking day (in past 1 week)	None	187 (17.9)	
	1-2	172 (18.0)	
	3-4	189 (19.4)	
	≥ 5	418 (44.7)	
Strength training (in past 1 week)	None	772 (77.5)	
	1-2	65 (7.5)	
	3-4	55 (7.1)	
	≥ 5	76 (7.9)	
Diet control for DM	Yes	65 (6.4)	
	No	957 (93.6)	
Sleep duration (hr)	< 7	392 (42.0)	7.05 ± 0.05
	7-8	406 (41.1)	(2-13.50)
	> 8	169 (16.9)	
Depressive mood (within 2 weeks)	Yes	51 (13.6)	
	No	287 (86.4)	
Perceived stress	Low	725 (73.3)	
	High	279 (26.7)	

[†]non-weighted sample size; [‡]weighted %; [§]weighted mean & standard errors; ^{||}missing data included; DBP = diastolic blood pressure; DM = diabetes mellitus; SBP = systolic blood pressure.

하기 위하여 대상자의 인구사회학적 및 질병 관련 특성 14개, 건강 관련 특성 12개, 생리적 지표 6개로 구성된 총 32개의 변수를 혈당 조절 취약군의 예측변수로 투입하는 의사결정나무 분석을 실시하였으며, 분석결과는 다음과 같다(Figure 1). 최종적으로 산출된 끝 노드의 수는 총 17개로 나타났으며, 전체 대상자로 구성된 뿌리노드에서 당화혈색소가 6.5% 미만인 정상 혈당군은 305명(29.8%), 당화혈색소가 6.5% 이상인 비정상 혈당군은 717명(70.2%)으로 나타났다. 이에, 뿌리노드의 비정상 혈당군의 비율인 70.2%를 기준으로, 17개 끝 노드들 중 비정상 혈당군 비율이 70.2%보다 높은 노드를 '혈당조절 취약군'으로 정의하였다. '혈당조절 취약군'은 의사결정나무 분석 결과 도출된 모형에서 당뇨병 유병자 중 혈당조절을 잘하지 못

Table 3. Physical Indicators of the Participants (N = 1,022)

Variables	Categories	n [†] (%) [‡]	Mean ± SE [§] (range)
HbA1c (%)	< 6.5 (normal)	305 (31.0)	7.22 ± 0.05
	6.5- < 7 (abnormal)	240 (22.8)	(5-13)
	7- < 8 (abnormal)	242 (25.4)	
	≥ 8 (abnormal)	235 (20.8)	
FBS (mg/dl)	≤ 79 (abnormal)	5 (0.3)	149.93 ± 45.52
	80-99 (normal)	39 (3.5)	(53-553)
	100-125 (abnormal)	187 (19.9)	
	≥ 126 (abnormal)	791 (76.3)	
LDL-cholesterol (mg/dL)	< 130 (normal)	236 (75.6)	109.05 ± 2.57
	≥ 130 (abnormal)	78 (24.4)	(21-220)
HDL-cholesterol (mg/dL)	≥ 40 (normal)	723 (70.3)	46.14 ± 0.47
	< 40 (abnormal)	299 (29.7)	(14-97)
Triglyceride (mg/dL)	< 150 (normal)	511 (50.0)	202.13 ± 7.78
	≥ 150 (abnormal)	511 (50.0)	(29-1,921)
Total cholesterol (mg/dL)	< 201 (normal)	665 (64.7)	184.78 ± 1.96
	≥ 201 (abnormal)	357 (35.3)	(68-336)
Hypercholesterolemia	Yes	436 (40.9)	
	No	586 (59.1)	
Hypertriglyceridemia	Yes	231 (32.0)	
	No	546 (68.0)	

[†]non-weighted sample size; [‡]weighted %; [§]weighted mean & standard errors; ^{||}missing data included.

FBS = fasting blood sugar; HbA1c = hemoglobin A1c; HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein.

해 목표혈당에 이르지 못한 군으로 해석할 수 있다. 분석결과 해석 시, 연속형 척도로 측정된 당뇨병 유병기간에는 1년 단위로 입력되어 있기 때문에 5.5년으로 분류될 경우, 이는 6년 미만과 6년 이상으로 분할되었음을 의미한다. 의사결정나무 분석 결과, 끝 노드 17개 중 혈당조절 취약군은 6개로 확인되었다(Table 4). 혈당조절 취약군에 대한 의사결정나무 분지를 형성한 예측요인들은 총 10개로, 당뇨병 유병기간, 당뇨병 인지여부, 음주율, 성별, 수면시간, 직업유무, 소득수준, LDL-콜레스테롤, 걷기 및 복부비만이였다.

구체적으로 혈당조절이 가장 안 되고 있는 첫 번째 혈당조절 취약군(노드 19)은 당뇨병 유병기간이 6년 이상이면서 당뇨병을 인지하지 않으며, 음주율이 월 1회 미만 혹은 월 1-4회의 음주를 하고 있으면서 여자인 그룹으로 당화혈색소 6.5% 이상인 대상자가 95.2%이었다. 두 번째 혈당조절 취약군(노드 5)은 당뇨병 유병기간이 6년 이상이면서, 당뇨병을 인지하고 있는 그룹으로 당화혈색소 6.5% 이상인 대상자가 87.4%이었다. 세 번째 혈당조절 취약군(노드 28)은 당뇨병 유병기간이 6년 미만이면서 평균 수면시간이 7-8시간이고, 직업이 있으며 당뇨병 유병기간이 2년 이상이고, 1주일에 걷기 운동을 하지 않거나 주 1-2일 시행한 그룹으로 당화혈색소 6.5% 이상인 대상자가 83.3%이었다. 네 번째 혈당조절 취약군(노드 10)은 당뇨병 유병기간이 6년 미만이면서 평균 수면시간이 7시간 미만 또는 8시간

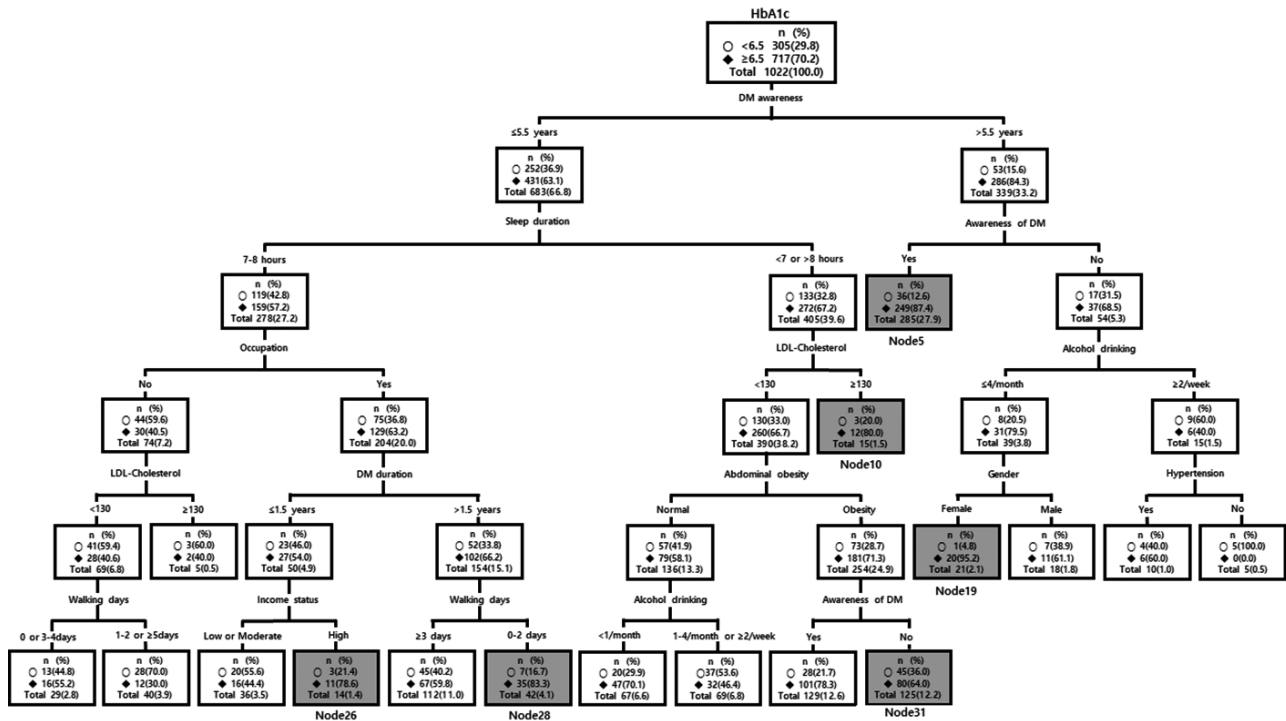


Figure 1. Decision-tree model to identify the poor glycemic control groups among patients with type 2 diabetes mellitus. DM = diabetes mellitus; HbA1c = hemoglobinA1c; LDL = low density lipoprotein.

Table 4. Decision-tree Analysis for Glycemic Control Group (n = 1,022)

Groups ¹	Node ID	Total		Abnormal Group (HbA1c ≥ 6.5%)	
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Poor glycemic control					
	19	21 (2.0)	20 (95.2)		
	5	285 (27.9)	249 (87.4)		
	28	42 (4.1)	35 (83.3)		
	10	15 (1.5)	12 (80.0)		
	26	14 (1.4)	11 (78.6)		
	31	129 (12.6)	101 (78.3)		
Good glycemic control					
	Others	516 (50.5)	0 (0.0)-47 (70.1)		

¹Groups: poor glycemic control = abnormal group (> 70.2%), good glycemic control = abnormal group (≤ 70.2%).
HbA1c = hemoglobin A1c.

초과이고, LDL-콜레스테롤이 130 mg/dL 이상인 그룹으로 당화혈색소 6.5% 이상인 대상자가 80.0%이었다. 다섯 번째 혈당조절 취약군 (노드 26)은 당뇨병 유병기간이 6년 미만인면서, 평균 수면시간이 7-8시간이고, 직업이 있으며, 당뇨병 유병기간이 2년 미만이고, 소득 수준이 상인 그룹으로 당화혈색소 6.5% 이상인 대상자가 78.6%이었다. 여섯 번째 혈당조절 취약군(노드 31)은 당뇨병 유병기간이 6년 미만인면서, 평균 수면시간이 7시간 미만 또는 8시간 초과이고,

LDL-콜레스테롤이 130 mg/dL 미만인면서, 복부비만을 가지고 있으며, 당뇨병을 인지하고 있는 그룹으로 당화혈색소 6.5% 이상인 대상자가 71.3%이었다.

본 연구에서는 혈당조절 취약군 확인을 위하여 구축된 모형의 위험추정치 값은 .27이었고, 10-fold 교차타당성 평가에 의한 평균 위험추정치 값은 .32로 거의 차이가 없었기에 본 연구 구축모형의 안정성이 확보되었다. 실제 당화혈색소가 6.5% 이상인 대상자 717명 중에서, 본 의사결정모형이 당화혈색소 6.5% 이상이라고 예측한 대상자는 655명으로, true positive rate인 본 모형의 민감도(sensitivity)는 91.4%이었다.

논 의

본 연구는 2016-2018년 제7기 국민건강영양조사 자료를 기반으로 만 30-64세의 제2형 당뇨병 유병자를 대상으로 이들의 인구나사회학적 및 질병 관련 특성, 건강 관련 특성 및 생리적 지표들을 확인하고, 이들의 혈당조절 상태를 파악하였다. 더 나아가 국내 및 국외의 첫 번째 시도로서 의사결정나무 분석기법을 이용하여 엄격한 혈당조절 수치인 당화혈색소 6.5%를 기준으로 제2형 성인당뇨병 유병자의 혈당조절 취약군을 확인하였다. 본 연구결과는 제2형 성인당뇨

병 유병자의 혈당조절관리 프로그램을 개발하는 데 있어서 대상자 기초 선별 및 혈당조절 취약군 예측 도구를 제공하였다는데 의의가 있다.

본 연구에서 만 30-64세의 제2형 성인당뇨병 유병자 1,022명 중 의사로부터 당뇨를 진단받아 대상자 스스로 당뇨병을 인지하는 경우는 61.7% (655명)이었고, 당뇨병을 인지하는 대상자 중에서 치료를 받고 있는 경우는 91.1% (607명)이었으나, 전체 성인당뇨병 유병자를 고려하였을 때의 치료율은 59.4% (607명)에 불과한 것으로 나타났다. 국내 2020년도 당뇨병 현황[2]에서는 65세 이상의 당뇨병을 가진 대상자의 77.9%가 당뇨병임을 인지하고, 72.9%에서 치료를 받고 있다는 보고를 바탕으로 볼 때, 본 연구의 결과는 우리나라 노인 당뇨병 유병자보다는 젊은 혹은 중장년층 당뇨병 유병자들이 혈당이 높음에도 불구하고 당뇨병을 진단받지 못해 질병에 대한 지각이 없는 경우가 많고 이에 따라 혈당관리 치료에 참여하지 않는 환자 수가 많다는 것을 의미한다. 당뇨병의 경우 혈당을 조기에 엄격히 조절할수록 대사증후군, 심뇌혈관질환, 당뇨병성 신증과 같은 고혈당과 관련된 합병증 발생 시기를 예방하고 지연할 수 있기 때문에[3,4,21] 우리나라 젊은층 혹은 중장년층을 대상으로 당뇨병 스크리닝 기회를 높여 질병에 대한 인지를 높일 필요가 있다. 이를 위해서 국가 혹은 지역사회 차원에서 웹, 모바일 혹은 사회적 네트워크 등을 이용하여 당뇨병 유병자들이 본인의 질병상태나 혈당관리를 잘 하고 있는지를 확인할 수 있도록 당뇨병 선별 및 관리 등에 대한 홍보가 이루어져야 하며, 뿐만 아니라 당뇨병 환자들이 자가혈당 측정 혹은 자가혈당감시를 지속적으로 할 수 있도록 대상자들을 동기부여시키는 것이 필요하다 하겠다.

본 연구 대상자들의 평균 HbA1c 수치는 $7.22 \pm 0.05\%$ 로 범위는 5-13%였고, 공복 시 혈당의 평균은 149.93 ± 45.52 mg/dL로 나타났다. 이러한 결과는 우리나라 당뇨병 치료목표 기준[2]인 HbA1c 6.5% 미만보다 높은 수준이었고, 공복혈당 수치 또한 치료목표 기준인 80-130 mg/dL 보다 높아 우리나라 제2형 성인당뇨병 유병자들의 혈당 조절이 이루어지지 않고 있음을 나타내고 있다. 더욱이 비정상 당화혈색소 HbA1c 수치가 6.5% 이상인 대상자가 69%이었고, 공복혈당이 126 mg/dL 이상인 대상자가 76.3%가 된다는 것은 아직도 많은 국내 당뇨병 유병자가 제대로 질병관리를 하지 못하고 있음을 의미한다. 따라서, 본 연구결과는 당뇨병 질병관리 측면에서 먼저 치료목표의 혈당조절이 이루어지지 않는 성인당뇨병 유병자를 선별하는 것이 중요함을 나타내고 있다. 또한 당뇨병 유병자들이 목표혈당 수치를 가질 수 있도록 하기 위해 약물치료, 식이조절, 체중감소, 신체활동 증가 등의 생활습관 개선[2,3,5,8] 등의 다각적인 접근이 필요함을 나타내고 있다. 더불어 국내의 성인당뇨병 인지율과 치료율

이 낮은 편이기 때문에[2] 30세-64세의 연령층을 대상으로 국가적 차원에서 당뇨진단율이 낮은 원인을 탐색하고 혈당을 비침습적으로 확인할 수 있는 진단검사 기술의 활용 및 보급 등의 다양한 방법을 모색할 필요가 있다. 그리고 당뇨병을 진단받은 유병자들에 대해서는 본인의 질병상태를 알고 관리할 수 있는 자가간호 역량을 증진시키기 위한 당뇨교육이나 상담프로그램이 개발되어야 할 필요가 있다[22,23].

당뇨병 환자에게서 혈당관리와 밀접하게 관련이 있는 요인들은 연령[11], 소득수준[16] 등의 인구학적 특성, 당뇨병 유병기간, 치료방법 등[7,12]과 같은 질병 관련 특성, 흡연, 체중관리와 같은 건강행태[8,13], 그리고 혈청 지질[18,19] 등과 같은 생리적 지표 등으로 분류할 수 있다. 본 연구에서는 대상자 중 30-44세가 18.4%, 45-54세가 35.1%, 55-64세가 46.5%를 나타내고 있어 연령이 증가할수록 당뇨병 유병자가 증가함을 알 수 있고, 성별로는 남성이 62.9%를 차지하는 것으로 보아 우리나라 제2형 성인당뇨병 유병자는 남성에서 많이 발생하고 있음을 추측할 수 있다. 질병 관련 특성으로는 당뇨병 유병기간은 평균 6.14 ± 0.27 년이었으며, 과반수의 대상자가 당뇨병을 진단받은 지 5년 이내이었고, 이들 대부분이 경구용혈당강하제를 복용하고 있는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 제2형 성인의 당뇨유병기간이 그리 길지는 않다는 것과 이들을 대상으로 약물복용에 대한 필요성과 중요성 등에 대해서 강조할 필요가 있다는 것을 간접적으로 시사하고 있다. 당뇨병이 고혈압과 동반되었을 때 심혈관질환 합병증을 야기하여 사망률을 높이기 때문에 당뇨병 환자에게 혈압관리는 매우 중요한데, 본 연구대상자 중 50% 이상이 고혈압을 가지고 있는 것으로 나타나 당뇨병 유병자를 대상으로 엄격한 혈당관리뿐만 아니라 혈압관리의 중요성 또한 강조해야 함을 알 수 있다[24]. 건강 관련 특성에서는 대상자들의 평균 BMI가 25.97 ± 0.16 kg/m²으로 나타나 정상 범위보다 높았으며, 비만에 해당하는 대상자는 54.0%, 복부비만이 있는 대상자 또한 64.8%나 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 고혈당이 과체중, 비만 혹은 복부비만과 연관성이 높다는 기존 연구결과와 비슷한 맥락이었다[25,26]. 즉, 제2형 당뇨병에서 과체중, 복부비만, 체질량지수 25 kg/m² 이상은 심혈관질환 발생의 핵심 위험요소로서[2], 당뇨병 유병자들 스스로 본인의 체중변화 양상에 관심을 가져야 하며, 적절한 체중유지가 당뇨병 자가관리의 중요한 요소임을 인지하도록 도와야 한다. 신체활동 측면에서는 44.2%의 대상자가 유산소 운동을, 44.7%의 대상자가 주 5회 이상의 걷기 운동을 하고 있었으며, 근력운동은 하지 않는 대상자가 77.5%로 나타났다. 신체활동은 인슐린 저항성을 높이고, 포도당 운반체 생산을 높이고, 췌장의 베타세포의 기능을 높이는 효과가 있기 때문에[8], 합병증 예방을 위하여 당뇨병 유병자들이 지속

적으로 운동을 할 수 있도록 격려해야 함을 알 수 있다. 또한, 당뇨병 유병자 중 식이조절하는 군이 6.4%로 매우 적은 것으로 확인되었고, 과반수 이상에서 문제수면(7시간 미만 혹은 8시간 초과) 양상을 나타냈다. 이는 성인당뇨병 유병자가 체중조절과 복부비만 감소, 운동 및 식이요법에 관심을 가지고 좀 더 적극적으로 생활습관 개선을 해야 한다는 것으로 보여주고 있으며[27,28] 질 높은 수면양상을 가지기 위해 노력해야 함을 알 수 있다[29]. 혈당과 관련된 생리적인 지표에서는 본 연구대상자 중에서 비정상 LDL-콜레스테롤(≥ 130 mg/dL)군 24.4%, 비정상 HDL-콜레스테롤(< 40 mg/dL)군 29.7%, 비정상 중성지방(≥ 150 mg/dL)군 50.0%, 비정상 총 콜레스테롤(≥ 201 mg/dL)군이 35.3%나 차지하고 있어 당뇨병 환자를 돌보는 간호사들이 이들의 혈중 지질을 관리하는데 관심을 가져야 함을 시사하고 있다. 제2형 당뇨병 성인의 경우 운동부족, 흡연, 과도한 식이 등의 생활습관 위험요인과 더불어 비만, 고지혈증, 고혈압을 동반한 대사장애가 발생하면 이후 혈관내피세포 염증과 혈관 이상이 심장질환을 유발하여 사망에까지 이를 수 있기 때문에[2,30] 임상실무 간호사들은 당뇨병 유병자가 대사증후군과 심혈관질환 위험요인을 낮추도록 생활습관 행위 변화를 야기하는데 초점을 맞추어야 한다. 이렇듯 제2형 성인당뇨병 유병자의 치료목표에 해당하는 혈당 관리의 중요성과 고혈당에 영향을 줄 수 있는 대상자들의 복합적인 특성들을 다각적으로 고려하여 볼 때, 의사결정나무 모형을 제시하여 제2형 성인당뇨병 유병자 중 혈당조절 취약군을 분류하고자 하는 타당성을 확인할 수 있다.

의사결정나무 분석은 대상자의 다각적인 특성 자료들을 기반으로 증상 위험요인, 질병관리, 질병회복, 삶의 질 등과 관련한 관심집단을 분류하는 데 활용되었으며[20], 집단을 형성하는 위험요인 혹은 취약성 요인을 탐색하고 예측하는 모형 구축을 할 수 있는 유용한 방법이다. 기존 선행연구에 의하면 의사결정나무 분석은 회귀분석 결과를 지지할 뿐만 아니라 모형의 예측성과 설명력이 높은 것으로 확인되었다[20,31].

의사결정나무 분석결과, 제2형 성인당뇨병 유병자의 혈당조절 취약군은 총 10개의 예측변인들이 분지를 형성하여 최종 6개의 그룹이 변인들 간의 다양한 조합을 통해 형성되었다. 의사결정나무 분석에서 첫 번째 마디는 결과변인에 대한 영향력이 가장 큰 예측변인임을 의미하는데, 본 연구에서 확인된 의사결정나무 첫 번째 분지형성은 당뇨병 유병기간이었다. 이 외에도 당뇨병 인지여부, 음주력, 성별, 평균 수면시간, 직업, 걷기일수, LDL-콜레스테롤, 소득수준, 복부비만 요인들이 마디분지를 형성하는 유의미한 예측변수들로 확인되었다. 의사결정나무 분석에서의 혈당조절 취약군 예측요인들은 기존 선행연구들[7,9,11,17]에서 보고된 단편적인 혈당조절 영향요

인들과는 다른 관점에서 이해되고 해석되어져야 하는데, 예를 들어 혈당조절 영향요인에 관한 연구에서는 당뇨병 유병기간이 길수록 혈당조절이 잘 되지 않는 것으로 제시되고 있는 반면에[4,12], 본 연구결과에서 도출된 혈당조절 취약군 6개 중에서 4개의 취약군이 당뇨병 유병기간인 6년 미만에서 파생되었다. 그리고 제2형 성인당뇨병 유병자를 대상으로 본 연구결과에서 제시된 10개의 예측요인들은 이들 간의 상호작용 및 조합을 통해서 6개의 혈당조절 취약군 모형에 대한 방향성을 제시하고 그룹들의 특징을 보여주기 때문에 이러한 관점에서 본 연구결과를 해석할 필요가 있다.

본 연구에서 제시된 혈당조절 취약군 예측모형의 결과는 구체적으로 다음과 같다. 전체 대상자 1,022명 중 비정상 혈당조절 수치($HbA1c \geq 6.5\%$)를 갖는 대상자는 총 717명(70.2%)이었고, 6개의 혈당조절 취약군이 규명되었다. 전체 그룹들 중 비정상 혈당조절 대상자가 95.2%로 가장 많은 비율을 차지한 노드 9번이 가장 혈당조절에 취약한 그룹으로 나타났다. 노드 9번은 당뇨병 유병기간이 길고, 당뇨병에 대한 인지가 없으면서 음주율이 그리 높지 않은 여자 당뇨병 유병자일수록 혈당조절에 취약하다는 것을 간접적으로 보여주고 있으며, 이들 특성을 가진 당뇨병 대상자들의 혈당조절 관리가 필요함을 시사하고 있다. 기존 선행연구에서도 당뇨병 유병기간이 길수록 당화혈색소 수치가 높았으며[11,12], 당뇨병 환자가 공복혈당장애 환자보다 질병과 질병관리에 대한 이해가 높은 것으로 나타나[32], 본 연구결과를 지지하고 있다. 이러한 결과는 간호사들이 혈당조절 취약 상태를 파악하기 위하여 당뇨병 유병기간을 6년을 기준으로 분류하여 그 외 대상자의 다른 특성 등을 함께 살펴봐야 할 필요성과 함께 당뇨병 유병자의 경우 질병에 대한 인지를 빨리하여 질병관리를 위해 노력할 수 있도록 초기 진단의 중요성을 제시하고 있다. 또한, 본 연구결과에서 여성이 혈당조절이 취약한 것으로 나타났는데 이는 여러 선행연구 결과와 비슷하였고[7,29], 특히 음주율이 낮다고 해서 혈당조절이 잘 될 것이라는 선입견을 배제해야 하고, 음주율은 낮지만 여자일 경우에는 혈당조절의 어려움이 있다는 것을 보여주고 있다. 따라서, 성별과 혈당조절과의 관련성을 좀 더 구체적으로 확인하기 위하여 포도당 조절 호르몬 분비기전 혹은 당뇨병 치료에 대한 반응 등의 다양한 변인을 포함하여 성별이 혈당조절에 영향을 주는지 확인하는 반복연구가 시행되어야 한다.

두 번째로 혈당조절이 취약한 그룹은 노드 5로 비정상 혈당군의 비율이 87.4%를 차지하였다. 노드 5에 속한 대상자들은 당뇨병 유병기간이 6년 이상이면서 당뇨병 인지가 있는 특성을 보였다. 이는 질병인지가 있음에도 당뇨병 유병기간이 긴 대상자들은 혈당조절이 어렵다는 점을 반영하고 있다. 따라서, 질병에 대한 인지가 있지만 유병기간은 긴 당뇨병 환자들을 대상으로 약물 치료순응도나 생활

양식 등의 질병관리 상태를 파악하고 대상자 맞춤형의 혈당조절 전략을 세울 필요가 있다.

세 번째로 혈당조절이 취약한 그룹은 노드 28로 비정상 혈당군의 비율이 83.3%였다. 노드 28번은 당뇨병 유병기간이 2년 이상 6년 미만이며 주당 평균 수면시간이 7-8시간의 정상 수면군임에도 불구하고, 직업이 있으면서 주당 걷기 일수가 2일 이하인 당뇨병 유병 자일수록 혈당조절에 취약하다는 것을 의미한다. 특히, 본 연구에서 평균 수면시간과 걷기일수가 같이 포함되어 혈당조절 취약군을 형성한다는 점에서 흥미로운 결과이다. 선행연구[29,33]에서는 적거나 많은 수면시간이 당화혈색소와 인슐린 저항성을 높이는 것으로 나타나 혈당조절 시에 제2형 당뇨병 유병자의 수면문제도 함께 고려해야 함을 제시하였는데, 본 연구에서는 당뇨병 유병자가 정상 수면시간을 가지고 있음에도 불구하고 걷기가 충분하지 않을 때 혈당조절에 취약하다는 점에서 걷기의 중요성을 강조하고 있다. 특히 주당 적어도 3일 이상의 걷기 운동이 이루어져야 하는 것[2,28] 또한 혈당조절 프로그램 계획 시에 중요하게 고려해야 할 부분이다.

네 번째 혈당조절이 취약한 그룹은 노드 10번으로 비정상 혈당군의 비율이 80.0%였다. 노드 10번은 당뇨병 유병기간이 6년 미만이고 평균 수면시간이 7시간 미만 혹은 8시간 초과이면서 LDL-콜레스테롤이 비정상(130 mg/dL)인 대상자일수록 혈당조절에 취약한 특징이 있다. 국민건강영양조사를 이용한 기존 선행연구[34]에서 7-8시간을 적정 수면으로 정의하고 7시간 미만과 8시간 초과를 문제수면군으로 분류한 것을 기준으로 살펴본 결과, 본 연구결과에서 문제수면과 LDL-콜레스테롤이 상호조합되었다는 것은 임상적으로 의의가 있다. 기존 연구 결과들[18,35]에서도 LDL-콜레스테롤은 고혈당과 같이 대혈관 및 미세혈관에 영향을 주어 심장, 뇌혈관 질환, 신장 질환 등을 야기하는 요인이었으며, LDL-콜레스테롤 상승은 수면무호흡증에 영향을 주는 위험요인이기도 하기에 본 연구결과를 뒷받침하고 있다. 다시 말해, 이러한 결과는 간호사들이 혈당조절 취약군 예측 시에 질병기간이 짧은 대상자일지라도 문제수면과 혈중지질 농도를 동시에 파악해야함을 시사하고 있다.

그 외 비정상 혈당조절군이 각각 78.6%, 78.3%가 속해있는 노드 26과 노드 31은 각각 혈당조절 취약군 5위와 6위였다. 다섯 번째 그룹은 당뇨병 유병기간이 1년 이하이면서 직업이 있고 정상 수면시간을 가지고 있으면서 소득수준이 높지만 이들에서 혈당조절이 잘 이루어지지 않고 있다는 특징을 가지고 있으며, 여섯 번째 그룹은 당뇨병 유병기간이 6년 미만이면서 문제수면을 가지고 있고, LDL-콜레스테롤은 정상 범위일지라도 복부비만이 있으며, 당뇨병을 인지하고 있는 경우 혈당조절에 취약하다는 점을 보여주고 있다. 다시 말해, 선행연구[16,17]에서는 소득수준이 높은 군일수록 혈당조절

이 잘 되는 것으로 보고하고 있지만, 당뇨병 유병기간 1년 이하와 소득수준이 상호조합되면서 이들 또한 엄격한 혈당관리가 요구되는 혈당조절 취약군이 될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 본 연구결과를 당뇨병 6년 미만의 대상자일 경우 LDL-콜레스테롤이 정상 범위에 속하여도 수면양상과 복부비만 여부를 함께 고려해야 한다는 사실을 제공하고 있다.

본 연구는 의사결정나무 모형을 이용하여 혈당조절 취약군을 선별하는데 활용될 수 있는 스크리닝 도구를 제시하였는데 의의가 있으며, 이는 30-64세의 제2형 성인당뇨병 유병자를 대상으로 질병관리 프로그램을 개발 시에, 비용·효과적으로 혈당조절 취약군을 표적집단으로 선별 및 확인하는데 유용하게 활용될 것이다. 본 연구결과, 대표적인 혈당조절 취약군으로 당뇨병 유병기간이 길고, 당뇨병에 대한 인지가 없으면서 음주율이 높지 않은 여성 당뇨병 유병자가 선정되었으며, 이들 특성을 가진 당뇨병 대상자들의 집중적인 혈당조절 관리가 필요할 것으로 파악되었다. 한편, 본 연구는 국민건강영양조사의 2016-2018년 자료를 활용하였기에 단면연구의 특성상 조사시점에서의 혈당 조절상태와 관련변인을 조사하였기에 교란변수를 평가하지 못하여 변수들 간의 인과관계 설명에 제한이 있으며, 당뇨병 관리와 밀접하게 연관이 있는 식사요법은 질병으로 인한 식사조절 유무에 대한 질문만을 측정하였기 때문에 당뇨병 환자의 식사요법 수행 등에 대한 정확한 평가가 이루어지지 않았다는 점에서 제한점이 있다.

결론

본 연구는 2016년-2018년 제7기의 국민건강영양조사 자료를 이용하여 만 30-64세의 제2형 성인당뇨병 유병자들을 대상으로 엄격한 혈당조절 수치인 당화혈색소 6.5%를 기준으로 혈당조절 실패를 확인하고, 의사결정나무 분석법을 이용하여 혈당조절 취약군을 규명한 연구이다. 본 연구 대상자의 38.3%는 본인이 당뇨병을 가지고 있음을 인지하지 못하고 있었고, 전체 당뇨병 유병자의 평균 당화혈색소 수치는 $7.22 \pm 0.05\%$ 로 제2형 당뇨병 치료목표 수치인 6.5%보다 높았으며, 더욱이 69.0%의 대상자가 비정상 혈당조절군에 포함되어 있어 우리나라 당뇨병 유병자의 적극적이고 엄격한 혈당조절이 필요함이 확인되었다. 의사결정나무 분석 결과 당뇨병 유병기간, 당뇨병 인지여부, 음주력, 성별, 평균 수면시간, 직업, 걷기일수, LDL-콜레스테롤, 소득수준, 복부비만의 10개 예측요인들의 상호조합을 통해 혈당조절 취약군 6개 집단이 규명되었다. 본 연구는 간호사들이 만 30-64세의 제2형 성인당뇨병 유병자를 대상으로 자가관리 프로그램 개발 등 혈당조절을 위한 전략을 수립할 때 참고할 수 있는 우리

나라의 제2형 성인당뇨병 유병자들의 혈당조절관리 현황을 제시하고, 본 연구를 통해 도출된 혈당조절 취약군 예측모형을 활용함으로써 취약군을 간단하게 예측·선별하는 것을 가능하게 하였다. 이 점에서 기존 선행연구들과 차별성이 있다. 또한, 본 연구결과에서 제시한 당뇨병 유병기간, 당뇨병 인지 여부, 음주력, 성별, 평균 수면 시간, 직업, 걷기 일수, LDL-콜레스테롤, 소득수준, 복부비만 등의 다양한 대상자 특성 및 생리적 지표들의 상호작용을 바탕으로 이들 요인들이 여러 측면에서 총체적으로 고려되어야 하는 필요성을 제시하였다는 점에서 연구의 의의가 있다.

본 연구결과를 통해 다음과 같이 제언하고자 한다. 첫째, 지역사회나 임상의로 현장에서 간호사가 성인 제2형 당뇨병 유병자들의 본인 질병에 대한 이해도를 증진시키며 질병관리에 초점을 맞추어 생활습관을 개선하기 위한 전략을 세울 것을 제언한다. 둘째, 혈당 조절과 관련성이 있지만 본 연구에서 분석되지 않는 식습관 행동이나 식이양상 등의 변인들을 포함하여 혈당조절 취약군을 예측하는 반복연구를 실시할 것을 제언한다.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHORSHIP

HSK and SHJ contributed to the conception and design of this study; HSK collected data; HSK and SHJ performed the statistical analysis and interpretation; HSK and SHJ drafted the manuscript; HSK and SHJ critically revised the manuscript; HSK supervised the whole study process. All authors read and approved the final manuscript.

REFERENCES

1. Korea Centers for Disease Control & Prevention. 2019 Chronic disease and issues [internet]. Seoul: Korea Centers for Disease Control & Prevention; 2019 [cited 2020 Dec 10]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503020000&bid=0003>
2. Korean Diabetes Association. 2020 Korean diabetes fact sheet in Korea. [internet]. Seoul: Korean Diabetes Association; 2020 [cited 2020 Dec 10]. Available from: https://www.diabetes.or.kr/bbs/index.html?code=e_resource&mode=tlst
3. Kim JM, Kim SS. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a summary of new consensus report from the american diabetes association and the european association for the study of diabetes in 2018. *Journal of Korean Diabetes*. 2019;20(1):6-9. <https://doi.org/10.4093/jkd.2019.20.1.6>
4. Holman RR, Paul SK, Bethel MA, Matthews DR, Neil HA. 10-year follow-up of intensive glucose control in type 2 diabetes. *New England Journal of Medicine*. 2008;359:1577-1589. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0806470>
5. Korean Diabetes Association. 2019 Clinical practice guidelines for type 2 diabetes mellitus. 6th ed. Seoul: Seoul Medcus Medical Publisher; 2019. p.33-35.
6. Lim JA. Treatment goals for glycemia in older patients with diabetes mellitus. *Journal of Korean Diabetes*. 2019;20(4):220-224. <https://doi.org/10.4093/jkd.2019.20.4.220>
7. Haghghatpanah M, Nejad ASM, Haghghatpanah M, Thunga G, Mallayasamy S. Factors that correlate with poor glycemic control in type 2 diabetes mellitus patients with complications. *Osong Public Health and Research Perspectives*. 2018;9(4):167-174. <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2018.9.4.05>
8. Wake AD. Antidiabetic effects of physical activity: how it helps to control type 2 diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*. 2020;13:2909-2923. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S262289>
9. Gu MK. Factors influencing glycemic control among type 2 diabetes mellitus patients: the sixth korea national health and nutrition examination survey (2013-2015). *Korean Journal of Adult Nursing*. 2019;31(3):235-248. <https://doi.org/10.7475/kjan.2019.31.3.235>
10. Biradar RA, Singh DP, Thakur H, Halli SS. Gender differences in the risk factors for high and very high blood glucose levels: a study of Kerala. *diabetes & metabolic syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2020;14(4):627-636. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.05.001>
11. Abdullah MFILB, Sidi H, Ravindran A, Gosse PJ, Kaunismaa ES, Mainland RL, et al. How much do we know about the biopsychosocial predictors of glycaemic control? age and clinical factors predict glycaemic control, but psychological factors do not. *Journal of Diabetes Research*. 2020;2020:1-11. <https://doi.org/10.1155/2020/2654208>
12. Badedi M, Solan YM, Darraj H, Sabai A, Mahfouz MS, Alamodi S, et al. Factors associated with long-term control of type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Research*. 2016;(2):1-8. <https://doi.org/10.1155/2016/2109542>
13. Kim YJ, Cho E. Lifestyle factors related to glucose control for diabetes management strategies: nested case control design using KNHANES data. *Journal of the Korea Convergence Society*. 2019;10(11):501-510. <http://doi.org/10.15207/JKCS.2019.10.11.501>
14. Lee KJ, Lee HJ, Oh KJ. Using fuzzy-neural network to predict hedge fund survival. *Journal of Korean Data & Information Science Society*. 2015;26(6):1189-1198. <https://doi.org/10.7465/jkdi.2015.26.6.1189>
15. American Diabetes Association. Older adults: standards of medical care in diabetes. 2019. *Diabetes Care* 2019;42(Suppl 1):S139-S147. <https://doi.org/10.2337/dc19-S012>
16. Park J, Lim S, Yim E, Kim Y, Chung W. Factors associated with poor glycemic control among patients with type 2 diabetes mellitus: the fifth Korea national health and nutrition examination survey (2010-2012). *Health Policy and Management*. 2016;26(2):125-134. <https://doi.org/10.4332/KJHPA.2016.26.2.125>
17. Cheng LJ, Wang W, Lim ST, Wu VX. Factors associated with glycaemic control in patients with diabetes mellitus: A systematic literature review. *Journal of Clinical Nursing*. 2019;28(9-10):1433-1450. <https://doi.org/10.1111/jocn.14795>
18. Emanuelsson E, Benn M. LDL-cholesterol versus glucose in microvascular and macrovascular disease. *Clinical Chemistry*. 2021;67(1):167-182. <https://doi.org/10.1093/clinchem/hvaa242>
19. Shahwan MJ, Jairoun AA, Farajallaj A, Shanabli S. Prevalence of dyslipidemia and factors affecting lipid profile in patients with type 2 diabetes. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2019;13(4):2387-2392. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.04.001>

- org/10.1016/j.dsx.2019.06.009
20. Choi JH, Han ST, Kang HC, Kim ES, Kim MK, Lee SK. Prediction and utilization of data mining using answer tree 3.0. Seoul: SPSS Academy; 2002. p.17-31.
 21. Kirkman MS, Mahmud H, Korytkowski MT. Intensive blood glucose control and vascular outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*. 2018;47(1):81-96. <https://doi.org/10.1016/j.jecl.2017.10.002>.
 22. Sim KH, Hwang MS. Effect of self-monitoring of blood glucose based diabetes self-management education on glycemic control in type 2 diabetes. *Journal of Korean Academic Society Nursing Education*. 2013;19(2):127-136. <https://doi.org/10.5977/jkasne.2013.19.2.127>
 23. Moon SH, Lee YH, Ham OK, Kim SH. The effect of the experience of diabetes education on knowledge, self-care behavior and glycosylated hemoglobin in type 2 diabetic patients. *Journal of Korean Academic Society Nursing Education*. 2014;20(1):81-92. <https://doi.org/10.5977/jkasne.2014.20.1.81>
 24. Petrie JR, Guzik TJ, Touyz RM. Diabetes, hypertension, and cardiovascular disease: clinical insights and vascular mechanisms. *Canadian Journal of Cardiology*. 2018;34(5):575-584. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.12.005>
 25. Irazola V, Rubinstein A, Bazzano L, Calandrelli M, Chung-Shiuan C, Elorriaga N, et al. Prevalence, awareness, treatment and control of diabetes and impaired fasting glucose in the Southern cone of Latin America. *Plos One*. 2017;12(9):e0183953. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183953>
 26. German CA, Laughey B, Bertoni AG, Yeboah J. Associations between BMI, waist circumference, central obesity and outcomes in type II diabetes mellitus: the ACCORD trial. *Journal of Diabetes and Its Complication*. 2020;34(3):1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2019.107499>
 27. Kumari G, Singh V, Jhingan AK, Chhajer B, Dahiya S. Effectiveness of lifestyle modification counseling on glycemic control in type 2 diabetes mellitus patients. *Current Research in Nutrition and Food Science*. 2018;6(1):70-82. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.07>
 28. Zheng X, Qi Y, Bi L, Shi W, Zhang Y, Zhang D, et al. Effects of exercise on blood glucose and glycemic variability in type 2 diabetic patients with dawn phenomenon. *BioMed Research International*. 2020;2020:1-6. <https://doi.org/10.1155/2020/6408724>
 29. Lee SWH, Ng KY, Chin WK. The impact of sleep amount and sleep quality on glycemic control in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*. 2017;31:91-101. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.02.001>
 30. Mozaffarian D, Wilson PW, Kannel WB. Beyond established and novel risk factors: lifestyle risk factors for cardiovascular disease. *Circulation*. 2008;117(23):3031-3038. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.738732>
 31. Andrews PJ, Sleeman DH, Statham PF, McQuatt A, Corruble V, Jones PA, et al. Predicting recovery in patients suffering from traumatic brain injury by using admission variables and physiological data: a comparison between decision tree analysis and logistic regression. *Journal of Neurosurgery*. 2002;97(2):326-336. <https://doi.org/10.3171/jns.2002.97.2.0326>
 32. Ledford CJW, Seehusen DA, Crawford PF. The relationship between patient perceptions of diabetes and glycemic control: a study of patients living with pre-diabetes or type 2 diabetes. *Patient Education and Counseling*. 2019;102(11):2097-2101. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2019.05.023>
 33. Chattu VK, Chattu SK, Burman D, Spence DW, Pandi-Perumal SR. The inter-linked rising epidemic of insufficient sleep and diabetes mellitus. *Healthcare*. 2019;7(1):37-55. <https://doi.org/10.3390/healthcare7010037>
 34. Kim HS, Jeong SH, Park SK. Identification of risky subgroups with sleep problems among adult cancer survivors using decision-tree analyses: based on the Korean national health and nutrition examination survey from 2013 to 2016. *Journal of Korean Biological Nursing Science*. 2018;20(2):103-113. <https://doi.org/10.7586/jkbns.2018.20.2.103>
 35. Xu H, Guan J, Yi H, Zou J, Meng L, Tang X, et al. Elevated low-density lipoprotein cholesterol is independently associated with obstructive sleep apnea: evidence from a large-scale cross-sectional study. *Sleep and Breathing*. 2016;20(2):627-634. <https://doi.org/10.1007/s11325-015-1262-3>