

고령 당뇨병 환자의 티아민 섭취량과 공복혈당의 연관성: 성별 비교*

Association between Thiamine Intake and Fasting Blood Glucose in
Older Patients with Diabetes Mellitus: Comparison by Gender Groups

김 지 영**

원광보건대학교 간호학과

Ji Young Kim

Department of Nursing Wonkwang Health Science University

(초록)

당뇨병은 고령 인구에서 유병률이 증가하는 주요 만성질환으로, 공복혈당 관리는 합병증 예방의 핵심 요소이다. 본 연구는 고령 당뇨병 환자의 티아민 섭취량과 공복혈당 간의 관련성을 확인하고, 성별 차이를 비교하고자 하였다. 제9기(2023년) 국민건강영양조사 자료에서 55세 이상 당뇨병 환자 472명을 대상으로 하였으며, 티아민 섭취량은 24시간 회상법으로 산출하고, 공복혈당 126mg/dL 이상을 고위험군으로 정의하였다.

χ^2 검정, t-검정, 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그 결과, 남성에서 티아민 섭취량 1mg 미만 집단은 1~2mg 섭취 집단 대비 공복혈당 상승 위험이 유의하게 높았으며(Model 2: OR=2.13, $p<.01$; Model 3: OR=2.55, $p<.01$), 여성에서는 유의한 관련성이 없었다($p>.05$). 본 연구는 고령 남성 당뇨병 환자에서 낮은 티아민 섭취가 공복혈당 상승 위험과 관련됨을 확인하였으며, 성별을 고려한 맞춤형 영양관리의 필요성을 시사한다.

주제어 : 고령, 당뇨병, 티아민, 공복혈당, 성별 비교, 맞춤형 영양관리

* This paper was supported by Wonkwang Health Science University in 2025.

** Correspondence to: Department of Nursing, Wonkwang Health Science University, 514 Iksan-daero, Iksan-si, Jeollabuk-do, Korea (54538), 김지영(Ji Young Kim) (email: kjy4848@wu.ac.kr)

(Abstract)

Diabetes is a major chronic disease with increasing prevalence among older adults, and fasting glucose management is crucial for preventing complications. This study examined the association between thiamine intake and fasting blood glucose, focusing on gender differences, in older adults with diabetes. Data were drawn from the 9th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2023) including 472 adults aged ≥ 55 years with diabetes. Thiamine intake was assessed by the 24-hour dietary recall, and fasting glucose ≥ 126 mg/dL was defined as high risk. χ^2 tests, t-tests, and logistic regression analyses were conducted. In men, those consuming <1 mg of thiamine had a significantly higher risk of elevated fasting glucose than those consuming 1~2 mg (Model 2: OR=2.13, $p<.01$; Model 3: OR=2.55, $p<.01$). No significant associations were observed in women ($p>.05$). Low thiamine intake was significantly associated with elevated fasting glucose in older men with diabetes, suggesting the need for gender-specific nutritional strategies for glycemic control.

Key words : Older adults, Diabetes mellitus, Thiamine, Fasting blood glucose

I. 서론

당뇨병은 전 세계적으로 중요한 건강 문제이며, 특히 고령 인구에서 유병률이 지속적으로 증가하고 있다(Gil et al., 2024). 공복혈당(fasting blood glucose) 관리는 당뇨병 환자의 대사 조절에 있어 핵심적인 요소이며, 장기간의 고혈당 상태는 미세혈관 및 대혈관 합병증을 유발할 수 있다(Jang & Kwon, 2010). 고령층은 인슐린 저항성 증가, 베타세포 기능 저하, 신체 활동 감소 등으로 혈당 조절이 어렵다(Kirkman et al., 2012). 이러한 대사 변화는 심혈관계 질환, 신경병증, 신장병증 등 합병증 위험을 증가시킨다(Sinclair et al., 2019).

최근 메타분석 결과, 제2형 당뇨병 환자는 건강한 개인보다 티아민, 티아민 일인산(thiamine monophosphate), 총 티아민 화합물(total thiamine compounds) 혈중 농도가 유의하게 낮았다(Ziegler et al., 2023). 이는 당뇨병 환자의 티아민 요구량이 증가할 수 있음을 시

사한다. 고용량의 티아민 보충은 고혈당 개인의 포도당 내성을 개선한다고 보고되었다(Alaei Shahmiri et al., 2013). 티아민 보충은 고령 당뇨병 환자의 혈당 조절을 위한 잠재적 전략으로 고려될 수 있다.

티아민(Thiamine), 즉 비타민 B1은 탄수화물 대사에 필수적인 수용성 비타민으로, 에너지 생산과 신경계 기능 유지에 중요한 역할을 한다(Bâ, 2008). 당뇨병 환자는 고혈당 상태에서 신장으로 티아민 배설이 증가하여 결핍이 흔히 발생한다(Page et al., 2011). 이로 인한 결핍은 당뇨병성 신경병증 및 심부전 등 합병증 발생과 진행에 영향을 준다(Eshak & Arafa, 2018). 티아민 보충은 당뇨병 환자의 혈당 조절 및 합병증 진행 지연 효과를 보였는데 긍정적인 효과를 보일 수 있다. Rabbani 등(2009)은 고용량의 티아민 투여가 제2형 당뇨병 환자의 알부민뇨(albuminuria)를 유의하게 감소시켰으며, Thornalley 등(2007)은 티아민 및 그 유도체가 당뇨병성 신증의 진행을 지연

시킬 수 있음을 보고하였다. 반면 최근 체계적 문헌고찰 및 메타분석 결과는 다르다. 티아민 보충이 당뇨병 혈당 조절에 영향을 준다는 근거는 부족하며, 연구결과도 일관되지 않았다(Muley et al., 2022). 기존 연구는 대부분 중년층을 대상으로 수행되었고, 고령 당뇨병 환자를 대상으로 한 연구는 부족하다. 티아민은 항산화 작용을 통해 산화 스트레스를 감소시킬 수 있으며, 이는 당뇨병 합병증 예방에 기여한다(Beltramo et al., 2008; Ziegler et al., 2023). Shidfar 등(2015)은 티아민 보충이 당뇨병 환자의 산화 스트레스 지표를 개선한다고 보고했다.

국내 일부 연구는 미량영양소 섭취와 대사 증후군 또는 혈당 조절 간의 관련성을 분석하였다. 하지만 대상은 대부분 일반 성인이나 중년층이다. 노인 당뇨병 환자 대상 연구는 드물다. 티아민 섭취에 초점을 맞춘 국내 연구는 거의 없으며, 기존 연구는 비타민 B군 전체 섭취나 식사 질 수준에서 포괄적으로 접근했다. 국외 연구는 티아민 결핍이 당대사 장애 및 합병증 발생과 관련됨이 보고되었으나, 고령 당뇨병 환자 대상의 대규모 인구 기반 연구는 미흡하다. 한국의 식이 특성과 영양섭취 패턴을 반영하여 노인 당뇨병 환자의 티아민 섭취와 공복혈당 간 연관성을 규명해야 한다.

공복혈당 관리는 고령 당뇨병 환자에서 중요하다. 노화는 인슐린 분비 및 신장 기능 저하를 유발하여 티아민 대사에 변화를 일으키고, 이는 공복혈당의 지속적인 상승으로 이어질 수 있다(Kirkman et al., 2012). 고령 환자는 다중 약물 복용(polypharmacy)으로 인한 약물

상호작용에 취약하며, 이는 혈당 변동성을 증가시킬 수 있다(Sinclair et al., 2019). 대사율 변화 및 영양소 흡수 능력 저하는 질병 관리의 어려움을 초래하고, 이러한 요인은 합병증 위험 증가와 연관된다(Kirkman et al., 2012; Sinclair et al., 2019). 이 요소들은 티아민 수치와 혈당 조절 간 연관성에 영향을 준다. 인지 기능 저하, 식욕 감소, 치아 문제 등 고령에 따른 변화는 영양 불균형을 야기하며, 이는 티아민 결핍 위험을 높인다(Kossioni, 2018). 영양 불균형은 고령 당뇨병 환자의 티아민 결핍을 악화시켜 합병증 위험을 높인다(Kossioni, 2018; Ziegler et al., 2023). 티아민 보충은 고령 당뇨병 환자의 혈당 조절 및 합병증 예방을 위한 중재 전략이 된다(Shidfar et al., 2015).

본 연구는 고령 당뇨병 환자의 티아민 섭취와 공복혈당 간의 관련성을 규명하고, 이러한 연관성이 성별에 따른 차이를 비교하고자 한다. 이 결과는 고령 환자를 위한 맞춤형 치료 전략 수립의 기초 자료를 제공할 수 있으며, 영양 및 식이 요법 향상에도 기여할 것이다. 티아민을 포함한 영양적 접근은 당뇨병 관리의 효과를 높이고, 합병증 예방 및 고령 환자의 삶의 질 향상에 기여할 수 있다. 본 연구는 성별에 따른 혈당 조절 및 티아민 대사의 차이를 분석함으로써 고령 남녀 당뇨병 환자에게 적합한 영양 및 치료 가이드라인 마련에 기여할 수 있을 것이다. 고령 인구의 건강 증진을 위한 정책 개발에도 기초 자료를 제공할 것으로 기대된다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 자료

본 연구의 대상자는 2023년 5월 16일부터 7월 31일까지 질병관리청이 수행한 제9기 국민건강영양조사에 참여한 55~80세에 해당하는 성인이다. 80세 이상은 다중질환 증가, 신체기능 저하, 건강지표 변동성 확대, 조사자료 결측 가능성 증가 등으로 분석의 신뢰성과 동질성을 확보하기 어려워 제외하였다(Thake & Lowry, 2017). 전체 6,929명 중 해당 연령대에 속하는 3,097명을 1차로 선정하였으며, 이 중 비당뇨군($n=1,030$), 당뇨병 진단계군($n=1,126$), 그리고 당뇨 관련 변수에 결측치가 있는 대상자($n=234$)를 제외하였다. 또한 분석에 사용된 변수 중 결측치가 있는 235명을 추가로 제외한 결과, 의사로부터 당뇨병 진단을 받은 472명(남성 242명, 여성 230명)을 최종 분석 대상으로 선정하였다.

본 연구에서는 결측값이 있는 대상자를 분석에서 제외하였으나, 전체 당뇨병 표본($n=707$) 중 235명이 제외되어 표본 왜곡의 가능성이 제기될 수 있다. 그러나 대부분의 결측값은 본 연구의 핵심 분석 변수인 당뇨병 유병기간에 집중되어 있었다. 이에 결측으로 제외된 대상자와 포함된 대상자 간의 특성(인구 사회학적, 건강 관련, 임상적)을 비교한 결과, 유의한 차이는 나타나지 않았다. 따라서 결측값이 연구 결과에 미치는 영향은 제한적일 것으로 판단된다.

당뇨병의 진단 기준은 다음 중 2가지 이상을 충족하는 경우로 정의하였다: ① 당화혈색

소(HbA1c) 6.5% 이상, ② 최소 8시간 이상 금식 후 공복혈당 126 mg/dL 이상, ③ 75g 경구포도당 부하 검사 후 2시간 혈당 200 mg/dL 이상, ④ 당뇨병의 전형적인 증상(다뇨, 다음, 설명되지 않는 체중감소)이 있으면서 무작위 포도당 200mg/dL 이상. 본 연구는 성별에 따른 비교를 주요 목적으로 하며, 이에 따라 성별을 주요 조절변인으로 포함하였고, 남성과 여성의 결과를 각각 분석하였다(Figure 1).

본 연구에서 사용된 국민건강영양조사의 원시자료는 「생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙 제2조 제2항 제1호」에 따라 국가가 직접 공공복리를 위해 수행한 연구에 해당하여 생명윤리위원회의 심의를 받지 않고 수행하였다. 연구자들에게 학술연구용으로 제공되어 해당기관 홈페이지(<http://knhanes.kdca.go.kr>)에서 개인정보 수집 이용 동의 및 통계자료 이용자 준수사항 이행서약을 완료한 후 본 연구자의 전자메일을 입력하여 사용 승인을 얻은 후 자료를 직접 다운로드 받아 사용하였다. 국민건강영양조사는 복합표본설계(complex sample design) 기반의 다단계 층화 집락 확률추출법을 적용하여 시도, 동, 읍면, 주택유형(일반주택, 아파트)을 기준으로 추출틀을 층화하여 대상자를 선정하며 면접조사원의 방문조사, 검진 방문 또는 자가기입방식으로 자료를 수집한 전국적인 대표성을 지닌 조사이다.

2. 연구 변인

본 연구는 2023년 제9기 국민건강영양조사 자료를 활용하여(Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2025), 고령 당뇨병 환

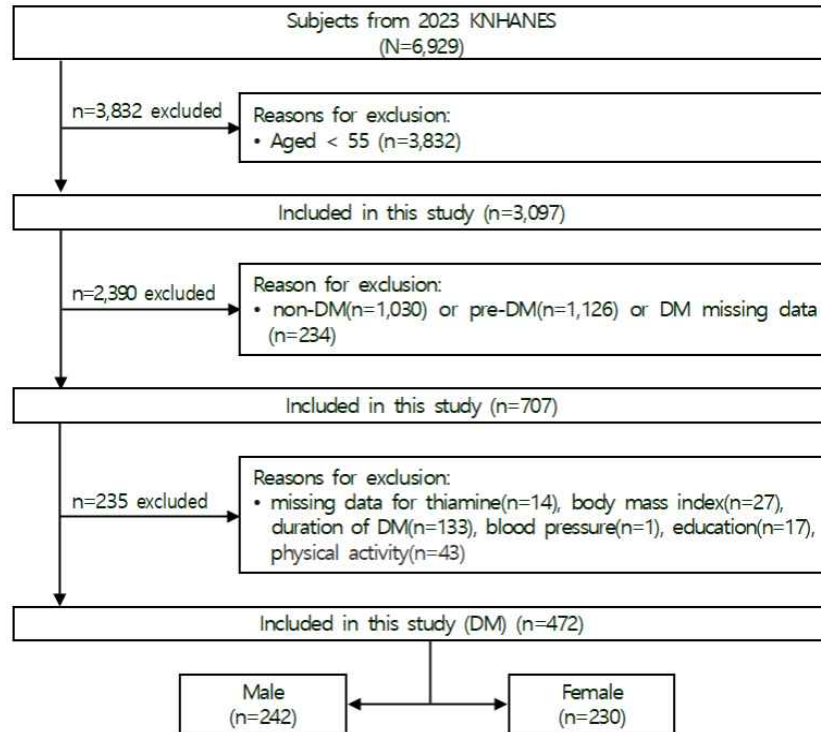


Figure 1. Flow-chart for study participants selection.

자의 티아민 섭취량과 공복혈당의 연관성 및 성별 차이를 분석하였다. 본 연구에서는 티아민 섭취량과 공복혈당 간의 관계를 분석하기 위해 독립변수로 티아민 섭취량을, 종속변수로 공복혈당을 사용하였다.

1) 티아민 섭취량

국민건강영양조사는 24시간 회상법(24-hour dietary recall method)을 사용하여 조사 전날 자정부터 자정까지 대상자가 섭취한 모든 음식의 종류, 섭취량, 조리방법 등을 조사하였다. 에너지, 단백질, 칼슘, 인, 철, 나트륨, 칼륨, 비타민A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민C 등 13가지 영양소의 섭취 수준은 한

국민 영양섭취기준(Korean Dietary Reference Intakes, KDRI)(The Korean Nutrition Society, 2022)에 따라 분석되었다. 티아민 섭취량(mg/day)은 국민건강영양조사 데이터베이스에서 제공된 값으로, 조사된 음식의 티아민 함량을 합산하여 산출된 수치이다. 또한, 해당 데이터에는 영양섭취의 적정성과 질적 수준을 평가하기 위한 영양섭취 적정비율(Nutrient Adequacy Ratio, NAR), 평균 영양섭취 적정비율(Mean Adequacy Ratio, MAR), 영양질지수(Index of Nutritional Quality, INQ) 등의 지표도 포함되어 있다.

2) 공복혈당

공복혈당은 8시간 이상 금식한 후 정맥혈을 채혈하여 측정된 혈당 수치(mg/dL)를 사용하였다. 또한, 공복혈당에 영향을 미칠 수 있는 인구 사회학적 및 건강 관련 특성은 공변량으로 포함하여 분석하였다.

3) 인구 사회학적 특성

인구 사회학적 특성은 나이, 교육 수준, 가구 소득수준의 세 가지 주요 변수를 활용하였으며, 이들 변수는 혈당 조절에 영향을 미칠 수 있는 중요한 요인이다(Basu et al., 2006; Guo et al., 2021; Lee et al., 2015). 나이는 조사 시점에 수집된 연속형 변수 자료를 그대로 사용하였고, 교육 수준은 '최종 학력'에 관한 질문의 4개 항목에서 초등학교 이하와 중학교로 응답한 자를 '중졸 이하' 그리고 고등학교나 대졸 이상으로 응답한 자를 '고졸 이상'으로 이분했다. 가구 소득수준은 소득 4분위수를 기준으로 '하(Q1)와 중하(Q2)' 그리고 '중상(Q3)과 상(Q4)'으로 이분했다.

4) 건강 관련 특성

건강 관련 특성은 흡연, 음주, 신체활동, 당뇨병 유병기간, 1일 에너지 섭취량, 신체계측 지표(체질량지수 및 혈압), 그리고 혈액학적 검사 항목 5가지(당화혈색소, 중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 총 콜레스테롤)를 포함하여 총 12가지 항목을 활용하였다(Colberg et al., 2016; Diaz-Martinez et al., 2018; Shidfar et al., 2015; Thornalley et al., 2007).

(1) 흡연, 음주, 신체활동

흡연은 그 상태의 질문에 대한 4개 답변 항목 중에 '과거에는 피웠으나 현재는 피우지 않음'과 '전혀 피운 적 없음'을 '비흡연자'로, '매일 피움'과 '가끔 피움'을 '현재 흡연자'로 이분했다. 음주는 그 상태의 질문에 대한 2개 답변 항목 중에 '술을 마셔 본 적 없음'을 '비음주자', '현재 음주'라고 응답한 경우를 '현재 음주자'로 이분했다. 신체활동은 '최근 1주일 동안 한 번에 적어도 10분 이상 걸은 날은 며칠입니까?'라는 문항에 대한 8개 답변 항목 중에 '전혀 하지 않음'을 '안 한다', 1일과 2일의 응답을 '1~2일', 그리고 3일 이상의 응답을 모두 '3일 이상'으로 삼분했다.

(2) 당뇨병 유병기간 및 일일 에너지 섭취량

당뇨병 유병기간은 현재 나이에서 당뇨병 진단 시 연령을 뺀 값으로 산출하였다. 일일 에너지 섭취량은 24시간 회상법을 통해 수집된 식이섭취조사 자료를 활용하였다.

(3) 신체계측 지표 및 혈압

신체계측 지표는 조사원이 현장에서 직접 측정한 수치를 그대로 사용하였으며, 체중과 신장을 바탕으로 체질량지수(Body Mass Index, BMI)를 산출하였다. 혈압 측정은 측정 전 최소 30분간 금연하고 5분간 앉아서 휴식한 후 표준화된 방법에 따라 5분 간격으로 3회 측정하였으며, 2번째와 3번째 측정값의 평균을 분석에 활용하였다. 2021년 조사부터는 2013년 미나마타 협약에 따라 수은의 사용을 제한하게 되어, 기존의 수은혈압계 대신 비수은 진동형 혈압계(Microlife WatchBP Office)를 사용

Table 1. General characteristics of subjects according to gender (N=472)

Characteristics		Total	Male (n=242)	Female (n=230)	t or χ^2 (p)
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	
Age (years)		67.41±0.40	66.71±0.53	68.25±0.57	-2.04 (.043)
Education	≤ Middle school	259 (51.4)	99 (39.9)	160 (60.1)	34.64
	≥ High school	213 (48.6)	143 (68.8)	70 (31.2)	(<.001)
Household income	O1 & Q2	286 (54.9)	135 (47.2)	151 (52.8)	9.93
	Q3 & Q4	186 (45.1)	107 (62.1)	79 (37.9)	(.002)
Smoking	Non-smoker	400 (82.8)	179 (46.7)	221 (53.3)	44.46
	Present smoker	72 (17.2)	63 (88.8)	9 (11.2)	(<.001)
Drinking	Non-drinker	89 (17.3)	16 (24.3)	73 (75.7)	20.76
	Present drinker	383 (82.7)	226 (60.2)	157 (39.8)	(<.001)
Physical activity (day/week)	No	70 (14.8)	32 (48.8)	38 (51.2)	0.91
	1~2	63 (12.9)	36 (61.9)	27 (38.1)	(.404)
	≥ 3	339 (72.3)	174 (53.6)	165 (46.4)	
Body mass index (kg/m ²)		24.89± 0.18	24.52± 0.21	25.32± 0.27	-4.34 (<.001)
Duration of DM (years)		57.04± 0.51	55.12± 0.67	59.28± 0.66	-3.20 (.002)
Systolic blood pressure (mmHg)		125.11± 0.81	124.64± 1.07	125.67± 1.02	-1.32 (.190)
Diastolic blood pressure (mmHg)		72.88± 0.44	73.63± 0.62	71.99± 0.52	3.35 (.001)
HbA1c (%)		6.79± 0.05	6.82± 0.07	6.77± 0.07	-1.90 (.059)
Fasting blood sugar (mm/dL)		129.03± 1.69	133.17± 2.38	124.18± 2.02	2.92 (.004)
Daily energy intake (kcal)		1,713.33± 36.23	1,950.37± 53.18	1,435.50± 39.18	7.12 (<.001)
Thiamine intake (mg)		1.05± 0.03	1.17± 0.05	0.90± 0.04	-0.48 (.636)
Triglyceride (mg/dL)		128.96± 3.73	134.60± 5.12	122.35± 5.10	0.99 (.325)
Low-density lipoprotein (mg/dL)		79.65± 1.52	75.30± 1.98	84.75± 2.32	0.11 (.910)
High-density lipoprotein (mg/dL)		51.34± 0.69	49.01± 0.88	54.08± 0.89	-0.68 (.499)
Total cholesterol (mg/dL)		148.83± 1.70	142.83± 2.32	155.88± 2.56	-0.85 (.398)

Note. Unweighted frequency(weighted %); DM=diabetes mellitus; M=mean; SD=standard deviation.

하였다. 수은혈압계와 진동형 혈압계 간 측정값의 체계적 차이를 보정하고 자료의 연속성을 확보하기 위해, 전환식을 적용하였다.

(4) 혈액검사

혈액검사는 훈련된 의료 인력이 수행하였으며, 8시간 이상 공복 후 정맥혈을 채혈하였다. 공복혈당은 혈액 검체를 Pureauto S GLU (Sekisui, Japan) 시약을 사용하여 Hitachi 자동 분석기 7600(Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 mg/dL로 측정된 값이었다. HbA1c는 고성능 액체 크로마토그래피(HPLC, High Performance Liquid Chromatography method) 방식으로 HLC-723G7(Tosoh, Tokyo, Japan) 장비를 이용하여 분석된 값이었다. 지질 관련 항목(중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C, Low Density Lipoprotein-Cholesterol), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C, High Density Lipoprotein-Cholesterol), 총 콜레스테롤)은 8시간 이상 공복 후 혈액을 채취하여 Hitachi 자동 분석기 7600을 사용한 효소법으로 측정된 값이었으며, LDL-C와 HDL-C는 동일한 분석기를 사용하여 직접 측정법으로 분석된 값이었다. 국민건강영양조사의 수행된 모든 검사 항목은 연 3회 실시되는 내부 및 외부 품질관리를 통해 관리되며, 이와 같은 표준화된 절차를 통해 수집된 자료는 국민의 건강 상태 평가 및 보건 정책 수립에 활용된다.

III. 연구결과

1. 연구 자료의 인구 사회학적 및 건강

관련 특성

연구 대상자의 인구 사회학적 및 건강 관련 특성에 대한 기술 통계치는 <Table 1>에 제시하였다. 전체 472명 중 남성은 242명(51.3%), 여성은 230명(48.7%)이었다. 대상자의 평균 연령은 67.41 ± 0.40 세였으며, 남성은 66.71 ± 0.53 세, 여성은 68.25 ± 0.57 세로 여성이 유의하게 더 높았다($p < .05$). 학력은 전체의 51.4%가 중졸 이하였고, 고졸 이상은 남성이 68.8%로 여성(31.2%)보다 유의하게 높았다($p < .001$). 가구소득수준에서는 상위 사분위(Q3 & Q4)에 해당하는 비율이 남성은 62.1%, 여성은 37.9%로 나타나 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 흡연의 경우 현재 흡연자는 남성(88.8%)이 여성(11.2%)보다 유의하게 많았고($p < .001$), 음주율 역시 남성(60.2%)이 여성(39.8%)보다 유의하게 높았다($p < .001$). 신체활동은 성별 간 유의한 차이가 없었으나($p > .05$), 남성은 주 1~2일 활동을 하는 비율이 많았고 여성은 전혀 하지 않는 경우가 많았다.

체질량지수는 평균 $24.89 \pm 0.18 \text{ kg/m}^2$ 였으며, 여성은 $25.32 \pm 0.27 \text{ kg/m}^2$ 로 비만 범주에 해당하였고, 남성은 $24.52 \pm 0.21 \text{ kg/m}^2$ 로 과체중 범주에 해당하였다($p < .001$)(P. Park, Li, Ding, & Park, 2023). 당뇨병 유병기간은 평균 57.04 ± 0.51 년이었고, 여성(59.28 ± 0.66 년)이 남성(55.12 ± 0.67 년)보다 유의하게 길었다($p < .01$). 수축기 혈압은 남성($124.64 \pm 1.07 \text{ mmHg}$)과 여성($125.67 \pm 1.02 \text{ mmHg}$) 간 유의한 차이가 없었으나($p > .05$), 이완기 혈압은 남성($73.63 \pm 0.62 \text{ mmHg}$)이 여성($71.99 \pm 0.52 \text{ mmHg}$)보다 유의하게 높았다($p < .01$). HbA1c 수치는 남성($6.82 \pm 0.07\%$)과 여성($6.77 \pm 0.07\%$)

Table 2. Laboratory data and health related behaviors according to daily thiamine intake in male
(N=242)

Characteristics		Group of daily thiamine intake			t or χ^2 (p)
		< 1mg (n=111, 44.9%)	1~2mg (n=109, 46.1%)	> 2mg (n=22, 9.0%)	
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	
Body mass index (kg/m ²)		24.27± 0.29	24.63± 0.33	25.15± 0.69	-0.09 (.931)
Duration of DM (years)		55.74± 1.07	55.09± 0.92	52.25± 2.09	-0.75 (.453)
Systolic blood pressure (mmHg)		127.17± 1.87	122.11± 1.12	124.90± 4.25	1.38 (.169)
Diastolic blood pressure (mmHg)		74.59± 1.00	72.70± 0.80	73.66± 1.36	0.07 (.945)
HbA1c (%)		6.87± 0.13	6.81± 0.10	6.68± 0.25	1.45 (.149)
Fasting blood sugar (mm/dL)		129.27± 2.96	137.98± 4.04	128.03± 6.49	-3.28 (.001)
Daily energy intake (kcal)		1,512.92± 48.52	2,230.77± 75.04	2,697.50± 201.64	-3.76 (<.001)
Triglyceride (mg/dL)		137.10± 8.26	134.97± 7.15	120.25± 8.18	-0.75 (.453)
Low-density lipoprotein (mg/dL)		75.61± 2.98	75.76± 2.67	71.39± 5.92	-0.89 (.375)
High-density lipoprotein (mg/dL)		48.07± 1.31	49.60± 1.25	50.71± 2.69	-1.02 (.309)
Total cholesterol (mg/dL)		143.09± 3.56	143.26± 3.15	139.27± 7.45	0.96 (.338)
Smoking	Non-smoker	83 (44.2)	81 (47.2)	15 (8.6)	0.07 (.789)
	Present smoker	28 (46.8)	28 (43.1)	7 (10.1)	
Drinking	Non-drinker	9 (52.2)	5 (36.1)	2 (11.7)	1.30 (.256)
	Present drinker	102 (44.3)	104 (46.9)	20 (8.8)	
Physical activity (day/week)	No	19 (50.6)	9 (34.6)	4 (14.8)	2.49 (.088)
	1~2	17 (46.6)	14 (37.7)	5 (15.7)	
	≥ 3	75 (43.5)	86 (49.9)	13 (6.6)	

Note. Unweighted frequency(weighted %); DM=diabetes mellitus; M=mean; SD=standard deviation.

간 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 공복혈당은 여성($124.18\pm2.02\text{mg/dL}$)이 남성($133.17\pm2.38\text{mg/dL}$)보다 유의하게 낮았다($p<.01$). 영양 섭취와 관련하여 하루 에너지 섭취량은 남성($1,950.37\pm53.18\text{kcal}$)이 여성($1,435.50\pm39.18\text{kcal}$)보다 유의하게 높았으나($p<.001$), 티아민 섭취량은 성별 간 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 중성지방, LDL 및 HDL 콜레스테롤, 총 콜레스테롤 수치에서도 성별 차이는 유의하지 않았다(모두 $p>.05$).

2. 남성의 티아민 섭취량에 따른 건강 관련 특성

남성 대상자($n=242$)를 하루 티아민 섭취량에 따라 세 집단으로 나누어 분석한 결과는 <Table 2>에 제시하였다. 전체 대상자 중 1mg 미만 섭취군은 44.9%($n=111$), 1~2mg 섭취군은 46.1%($n=109$), 2mg 초과 섭취군은 9.0%($n=22$)였다. 공복혈당은 세 집단 간 유의한 차이를 보였으며($p<.01$), 티아민 섭취량이 1mg 미만 섭취군에서 $129.27\pm2.96\text{mg/dL}$ 로 가장 낮았고, 1~2mg 섭취군은 $137.98\pm4.04\text{mg/dL}$, 2mg 초과 섭취군은 $128.03\pm6.49\text{mg/dL}$ 로 나타났다. 또한, 하루 에너지 섭취량에서도 유의한 차이가 있었으며, 티아민 섭취량이 증가할수록 에너지 섭취량도 유의하게 증가하였다($p<.001$). 한편, 체질량지수, 당뇨병 유병기간, 혈압, HbA1c, 중성지방, LDL 및 HDL 콜레스테롤, 총 콜레스테롤과 같은 대부분의 건강 관련 변수에서는 세 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 흡연, 음주, 신체활동 등 행동 특성에서도 티아민 섭취량에 따른 유의한 차이는

관찰되지 않았다($p>.05$).

3. 여성의 티아민 섭취량에 따른 건강 관련 특성

여성 대상자($n=230$)를 하루 티아민 섭취량에 따라 세 집단으로 나누어 분석한 결과는 <Table 3>에 제시하였다. 전체 대상자 중 1mg 미만 섭취군은 65.0%($n=154$), 1~2mg 섭취군은 30.6%($n=67$), 2mg 초과 섭취군은 4.4%($n=9$)였다. 하루 에너지 섭취량은 세 집단 간 유의한 차이를 보였으며($p<.01$), 티아민 섭취량이 1mg 미만 섭취군에서 $1,202.37\pm34.64\text{kcal}$ 로 가장 낮았고, 1~2mg 섭취군은 $1,827.31\pm65.07\text{kcal}$, 2mg 초과 섭취군은 $2,158.38\pm250.76\text{kcal}$ 로 나타났다. 한편, 체질량지수, 당뇨병 유병기간, 혈압, HbA1c, 공복혈당, 중성지방, LDL 및 HDL 콜레스테롤, 총 콜레스테롤과 같은 대부분의 건강 관련 변수에서는 세 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 흡연, 음주, 신체활동 등 행동 특성에서도 티아민 섭취량에 따른 유의한 차이는 관찰되지 않았다($p>.05$).

4. 티아민 섭취량과 공복혈당 간의 관계

티아민 섭취량과 공복혈당($\geq 126\text{mg/dL}$) 증가의 위험을 분석하기 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 <Table 4>에 제시하였다. Model 1은 연령과 하루 에너지 섭취량을 보정하였고, Model 2는 Model 1에 교육수준, 가구 소득수준, 흡연, 음주, 신체활동을 추가로 보정하였다. Model 3은 Model 2에 신체계측 지표와 혈액검사 수치를 추가로

Table 3. Laboratory data and health related behaviors according to daily thiamine intake in female (N=230)

Characteristics		Group of daily thiamine intake			t or χ^2 (p)
		< 1mg (n=154, 65.0%)	1~2mg (n=67, 30.6%)	> 2mg (n=9, 4.4%)	
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	
Body mass index (kg/m ²)		25.36± 0.35	25.15± 0.50	25.93± 1.02	1.25 (.215)
Duration of DM (years)		59.92± 0.85	58.95± 1.19	52.20± 3.88	-0.83 (.408)
Systolic blood pressure (mmHg)		125.92± 1.37	126.40± 1.87	116.79± 4.47	-1.20 (.233)
Diastolic blood pressure (mmHg)		71.94± 0.68	72.22± 1.00	71.17± 2.83	0.33 (.743)
HbA1c (%)		6.80± 0.08	6.68± 0.12	6.87± 0.33	0.77 (.441)
Fasting blood sugar (mm/dL)		123.82± 2.48	124.52± 3.38	127.11± 5.88	-0.68 (.499)
Daily energy intake (kcal)		1,202.37± 34.64	1,827.31± 65.07	2,158.38± 250.76	-2.86 (.005)
Triglyceride (mg/dL)		121.89± 7.59	121.64± 7.24	134.13± 13.23	-0.01 (.991)
Low-density lipoprotein (mg/dL)		82.05± 2.98	87.38± 5.11	106.44± 9.42	-0.19 (.853)
High-density lipoprotein (mg/dL)		53.77± 1.13	54.47± 1.82	55.91± 2.79	-0.27 (.787)
Total cholesterol (mg/dL)		153.04± 3.44	158.42± 5.86	80.10± 10.23	0.38 (.704)
Smoking	Non-smoker	147 (64.4)	65 (31.0)	9 (4.6)	-0.14
	Present smoker	7 (79.6)	2 (20.4)	0 (0.0)	(.706)
Drinking	Non-drinker	54 (69.0)	18 (29.4)	1 (1.6)	-0.08
	Present drinker	100 (63.5)	49 (31.0)	8 (5.5)	(.784)
Physical activity (day/week)	No	8 (76.0)	10 (24.0)	0 (0.0)	0.05
	1~2	18 (58.3)	7 (33.4)	2 (8.3)	(.949)
	≥ 3	108 (63.6)	50 (31.6)	7 (4.8)	

Note. Unweighted frequency(weighted %); DM=diabetes mellitus; M=mean; SD=standard deviation.

Table 4. Odds ratios for fasting blood glucose according to daily thiamine intake by logistic regression (N=472)

Outcome	Daily thiamine	Model 1		Model 2		Model 3	
		Adjusted	OR(p) (95% CI) ^a	Adjusted	OR (95% CI) ^b	Adjusted	OR (95% CI) ^c
FBS≥126 mg/dL							
Male	1~2mg		1		1		1
	< 1mg	1.86 (.067)	0.96~3.61	2.13 (.025)	1.10~4.11	2.55 (.020)	1.16~5.60
	> 2mg	1.17 (.741)	0.45~3.07	1.36 (.530)	0.51~3.62	1.12 (.841)	0.36~3.56
Female	1~2mg		1		1		1
	< 1mg	1.27 (.507)	0.62~2.62	1.28 (.511)	0.61~2.66	1.70 (.209)	0.74~3.88
	> 2mg	0.75 (.677)	0.19~2.97	0.77 (.709)	0.19~3.16	0.64 (.692)	0.07~5.81

Note. CI=confidence interval, DM=diabetes mellitus, FBS=fasting blood sugar, OR=odds ratio.

^aLogistic regression for obesity with daily thiamine intake after adjustment for age and daily energy intake.

^bLogistic regression for obesity with daily thiamine intake after adjustment for age, daily energy intake, education, household income, smoking, drinking, physical activity.

^cLogistic regression for FBS with daily thiamine intake after adjustment for age, daily energy intake, education, household income, smoking, drinking, physical activity, body mass index, duration of DM, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, HbA1c, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol, high density lipoprotein cholesterol, total cholesterol.

보정하였다. 티아민 섭취량 1~2mg을 기준군 (reference group)으로 설정하였다.

남성의 경우, 티아민 섭취량 1mg 미만 집단은 기준군에 비해 공복혈당 증가 위험이 유의하게 높았으며, Model 2에서는 2.13배, Model 3에서는 2.55배로 나타났다(모두 $p < .01$). 반면, 티아민 섭취량 2mg 초과 집단은 기준군에 비해 낮은 위험 경향을 보였으나, 이는 통계적으로 유의하지 않았다(모두 $p > .05$). 여성의 경우, 티아민 섭취량에 따른 공복혈당 위험은 통계적으로 유의미하지 않았다. 1mg 미만 섭취 집단은 기준군보다 약간 높은 위험 경향을 보였고, 2mg 초과 섭취 집단은 약간 낮은 위험 경향을 보였으나, 두 집단 모두 통계적으로 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 남성에

서 티아민 섭취 부족이 공복혈당 증가 위험과 유의미하게 관련이 있음을 시사하며, 여성에서는 이러한 경향이 관찰되지 않았다. 본 연구에서 사용된 로지스틱 회귀 분석의 기본 가정이 충족되었음을 확인했습니다.

로지스틱 회귀분석의 기본 가정을 검증한 결과, 독립성 및 선형성이 충족되었으며, 다중공선성은 없었고(VIF<10), Hosmer-Lemeshow 검정 결과 모형의 적합도가 양호하였다($p > .05$).

IV. 논의

본 연구는 55세 이상 당뇨병 환자를 대상으로 인구사회학적 및 건강 관련 특성, 그리고

영양 섭취 현황을 분석하고, 최종적으로 티아민(비타민 B1) 섭취량과 공복혈당 간의 관련성을 성별에 따라 비교 분석하였다. 연구 결과, 여성 당뇨병 환자의 평균 연령이 남성보다 높았으며, 교육 수준과 가계소득은 남성이 상대적으로 높았다. 남성의 흡연 및 음주율이 유의하게 높았고, 여성의 비만율과 신체활동 부족 비율이 높게 나타났다. 또한 여성은 질병 이환 기간이 길었으며, 공복혈당 수준은 남성보다 낮았다. 반면, HbA1c 및 혈중 지질 지표는 성별 차이가 없었다. 에너지 및 티아민 섭취량은 성별에 따른 유의한 차이가 없었으며, 로지스틱 회귀분석 결과, 남성에서 티아민 섭취량이 1mg 미만일 경우 공복혈당 126mg/dL 이상일 위험이 유의하게 높았으나, 여성에서는 유의한 관련성이 나타나지 않았다. 이러한 결과는 여성에서 폐경 이후 인슐린 저항성 증가로 당뇨병 위험이 높아진다고 보고한 선행연구(Kautzky-Willer et al., 2014)와 일치한다. 또한 여성은 초기 증상에 덜 민감하거나 비전형적 증상을 보여 조기 진단이 늦어질 수 있다(Kautzky-Willer et al., 2023). 다만, 본 연구 대상 중 70세 이상 고령 여성에서는 폐경 이후 기간이 오래 지난 경우가 많아, 폐경 관련 영향이 상대적으로 제한적일 수 있다. 따라서 70세 이상 여성의 결과 해석에서는 호르몬 변화 외에도 고령 여성 특유의 대사 특성, 영양 섭취 패턴, 질병 지속 기간 등을 함께 고려해야 한다.

본 연구에서는 고령 여성 당뇨병 환자의 교육 수준이 남성보다 낮게 나타나 성별에 따른 교육 기회 불균형이 여전히 존재함을 확인하였다. 낮은 교육 수준은 건강 정보 접근성 및

자기 관리 능력에 영향을 미치는 주요한 사회적 결정 요인으로 보고되었으며(Walker et al., 2014), 고령자의 건강 문해력에도 가장 큰 영향을 미치는 요인이다(Lee et al., 2015). 따라서 고령 여성 당뇨병 환자의 낮은 교육 수준이 질병 이해와 자기 관리에 부정적 영향을 줄 수 있음을 시사하며, 이에 따라 성별 및 교육 수준을 고려한 맞춤형 교육 프로그램과 효과적인 건강 정보 제공 전략의 개발이 필요하다.

본 연구에서 남성 당뇨병 환자는 여성보다 상대적으로 높은 경제적 수준을 보여, 고령 여성의 경제적 취약성이 여전히 지속되고 있음을 확인하였다. 기존 연구에서도 여성 노인은 남성에 비해 경제적 자원이 부족하고 경제적 불안정성이 크다고 보고되었으며(Youn et al., 2020), 이러한 경제적 취약성은 의료 접근성과 자기 관리에 어려움을 겪을 가능성이 높다(Guo et al., 2021). 따라서 여성 당뇨병 환자의 관리에는 경제적 지원과 사회적 자원을 결합한 맞춤형 접근이 필요하다. 남성 환자에서 흡연 및 음주율이 유의하게 높게 나타난 점은 남성이 여성보다 건강에 해로운 생활습관을 더 많이 보유한다는 선행연구와 일치한다(Wang et al., 2022). 이는 고령 남성 집단을 대상으로 한 생활습관 개선 프로그램의 필요성을 뒷받침하며, 성별 특성을 고려한 차별화된 건강행태 중재 전략이 요구된다.

신체활동의 경우 성별에 따른 전체 수준 차이는 나타나지 않았으나, 남성은 주 1~2회 활동을 유지하는 반면 여성은 전혀 활동하지 않는 비율이 높았다. 이는 여성 노인의 낮은 신체활동 참여율을 보고한 선행연구와 일치한다

(Mohamed et al., 2020). 신체활동은 당뇨병 환자에서 인슐린 감수성 향상, 혈당 조절, 합병증 예방에 중요한 역할을 하지만(Colberg et al., 2016), 부족할 경우 인슐린 저항성 증가와 심혈관계 위험 상승으로 이어질 수 있다(Diaz-Martinez et al., 2018). 그러나 고령 당뇨병 환자에서는 과도한 운동이 저혈당을 유발할 수 있으므로, 개인 맞춤형 운동 처방과 안전 교육이 필수적이다. 체질량지수 분석에서는 여성 노인의 비만율이 상대적으로 높았으며, 이는 여성의 높은 비만율을 보고한 선행연구와 일치한다(Kautzky-Willer et al., 2023). 여성 당뇨병 환자는 남성에 비해 체지방률과 대사적 부담이 더 크며, 이는 진단 이후 여성에서 심혈관질환 위험이 높아지는 요인을 설명할 수 있다(Kim & Kim, 2024).

또한 여성 환자의 평균 질병 지속 기간이 남성보다 길게 나타났는데, 이는 de Jong 등(2022)의 전향적 코호트 연구 결과와도 일치한다. 해당 연구에서는 당뇨병 기간이 5년 증가할 때마다 심혈관질환 위험이 약 20% 상승하였고, 특히 여성에서 상대적 위험이 더 크게 증가하는 경향을 보고하였다. 이는 여성 환자의 대사적 특성이 질병 지속 기간과 맞물려 심혈관질환 발생 위험을 더욱 높일 수 있음을 의미한다. 혈압 관련 분석에서는 수축기 혈압은 성별 차이가 없었으나, 이완기 혈압은 남성이 여성보다 유의하게 높았다. 일본 환자를 대상으로 한 연구에서 여성의 이완기 혈압이 남성보다 낮거나 유의한 차이가 없었다는 결과(Wakabayashi, 2014)와 일치하며, 크로아티아 연구에서는 남성이 더 높게 보고된 바 있어(Škerija et al., 2012), 연구 집단의 특성에

따라 상반된 결과가 나타날 수 있다. 본 연구의 결과는 특히 남성 당뇨병 환자에서 이완기 혈압 관리의 중요성을 강조한다.

HbA1c 수치는 성별 간 유의한 차이가 없었으며, 이는 고령 당뇨병 환자에서 혈당 조절 수준의 성별 차이가 크지 않다고 보고한 기존 연구 결과와 일치한다(Kim et al., 2019)와 일치한다. 일부 연구에서는 남성이 인슐린 감수성 및 체지방 분포 차이로 인해 HbA1c 수치가 높다고 보고하였으나(Rhee et al., 2018), 본 연구의 결과는 고령층에서는 호르몬 변화와 표준화된 치료 지침 적용으로 혈당 조절의 성별 차이가 감소할 수 있음을 시사한다. 따라서 HbA1c 조절 측면에서는 성별 특이적 접근이 반드시 요구되지는 않을 수 있다. 여성 환자의 공복혈당 수치가 남성보다 유의하게 낮았는데, 이는 고령 여성의 공복혈당이 남성보다 낮다고 보고한 선행연구와 일치한다(Ko et al., 2023). 성별 차이는 남성의 높은 내장지방 축적 및 낮은 인슐린 민감성(Basu et al., 2006)과 여성의 더 건강한 식습관 및 높은 치료 순응도(Harreiter & Kautzky-Willer, 2018)로 설명될 수 있다. 또한 폐경 이후 간 포도당 생산 및 호르몬 조절의 차이가 여성의 혈당 대사 기전에 영향을 줄 가능성이 있다. 이는 고령 당뇨병 환자의 혈당 조절 전략에서 성별 특성을 고려한 맞춤형 접근이 필요함을 보여준다.

본 연구에서 남성의 하루 총 에너지 섭취량이 여성보다 높게 나타난 결과는 인도네시아 자카르타 지역 고령자를 대상으로 한 연구와 일치한다. 해당 연구에서도 남성이 여성보다 에너지 및 다수의 영양소를 더 많이 섭취하는

것으로 보고되었으며(Kusumaratna, 2008), 이는 체격, 기초대사율, 활동 수준 차이에 기인한 성별 간 에너지 요구량의 차이를 반영한다. 반면, 티아민 섭취량에서 성별 간 유의한 차이가 없었다. Kim과 Cho(2019)의 연구에서도 남성의 식이 티아민 섭취량은 여성보다 높았으나, 보충제 섭취를 포함한 총 티아민 섭취량은 성별 차이가 없다고 보고하였다. 이는 고령층에서도 주요 티아민 공급원과 보충제 활용 패턴이 성별에 따라 크게 다르지 않음을 시사한다. 또한 본 연구에서 지질 대사 지표(중성지방, LDL-C, HDL-C, 총콜레스테롤)에서 성별 차이가 없었던 것은 연령 증가 및 폐경 상태 변화에 따라 남녀 간 지질 분포 차이가 감소한다는 기존 연구 결과(Park et al., 2015)와 일관된다. 따라서 고령자의 경우 에너지 섭취는 성별 특성을 고려한 관리가 필요하지만, 지질 대사 지표는 성별 구분보다는 전체 고령 집단을 대상으로 한 포괄적 접근이 보다 효율적일 수 있음을 시사한다.

본 연구의 로지스틱 회귀분석 결과, 남성에서 티아민 섭취량이 1mg 미만일 경우 공복혈당이 126mg/dL 이상일 위험이 유의하게 증가하였으며, 다변량 보정 후에도 일관되게 나타났다. 반면 여성에서는 유의한 연관성이 확인되지 않았다. 이러한 결과는 티아민이 인슐린 작용 및 포도당 대사에 관여한다는 기존 연구(Alaei Shahmiri et al., 2013; Duc et al., 2021)와 부분적으로 일치한다. 그러나 이러한 생리적 기전은 성별에 따라 다르게 작용할 가능성이 있다. 여성은 에스트로겐 변동으로 인해 인슐린 감수성과 대사 반응이 달라지며, 남성은 근육량과 에너지 대사 특성의 차이로 인해

티아민 대사가 상이할 수 있다(Kautzky-Willer et al., 2016; Basu et al., 2006). 따라서 성별을 구분하지 않은 단일 분석은 티아민 섭취와 공복혈당 간의 관계를 과소 또는 과대평가할 위험이 있다. 성별을 고려한 실증분석은 보다 정확한 연관성을 규명하고, 맞춤형 영양중재 및 당뇨병 관리 전략을 수립하는 데 중요한 근거를 제공한다(Rhee et al., 2018). Alaei Shahmiri 등(2013)의 연구에서는 고용량의 티아민 보충이 고혈당 성인의 포도당 내성을 개선시켰다고 보고하였으며, 이는 티아민이 인슐린 작용 개선과 관련 있음을 시사한다(Duc et al., 2021). 다만, 해당 연구는 성별 차이를 고려하지 않았다. 또한, 최근 메타분석에서도 티아민 보충이 제2형 당뇨병의 혈당 조절에 뚜렷한 효과를 보이지 않았으며(Muley et al., 2022), 성별 분석이 이루어지지 않은 한계가 있었다. 반면 중국 코호트 연구에서는 티아민 섭취와 당뇨병 발생 사이에 U자형 연관성이 관찰되었고, 여성에서 더 뚜렷하게 나타났다 고 보고되었다(Liu et al., 2022). 이는 본 연구에서 남성에서만 유의성을 확인한 결과와 대비되며, 향후 성별, 호르몬, 식습관 차이를 고려한 추가 연구가 필요하다.

티아민은 체내 저장량이 제한적이고 수용성으로 매일 섭취가 필요하지만, 정제 탄수화물 위주의 식습관으로 결핍이 흔하다(Fattal-Valevski, 2011). 특히 당뇨병 환자는 소변 배출 증가로 티아민 부족 위험이 높으며(Thornalley, 2005), 이는 본 연구에서 낮은 섭취량과 높은 공복혈당 위험 간의 연관성을 설명할 수 있다. 실제로 일부 임상연구에서는 티아민 보충이 인슐린 저항성과 혈당 조절을 개선하는 효과를 보

고하였다(Alaei Shahmiri et al., 2013).

그러나 본 연구는 다음과 같은 제한점을 지닌다. 첫째, 단면적 자료를 기반으로 하였기 때문에 인과관계를 명확히 판단할 수 없다는 점이다. 둘째, 티아민 섭취량은 24시간 회상법을 바탕으로 산출된 수치로서, 장기적인 섭취 경향을 완전히 반영하지 못할 가능성이 있다. 셋째, 티아민의 생리적 활용도와 보충제 섭취 여부가 고려되지 않았다. 넷째, 여성에서 유의성이 나타나지 않은 결과의 해석에 신중을 요하며, 향후 성별 특성이나 폐경 여부 등을 고려한 심화 분석이 필요하다. 그럼에도 불구하고 국내 대규모 표본자료를 활용해 성별 차이를 고려한 분석을 수행했다는 점에서 의의가 크다. 특히 남성에서 낮은 티아민 섭취와 공복혈당 상승 위험의 연관성을 확인함으로써, 고위험군을 대상으로 한 맞춤형 영양중재와 티아민 섭취 가이드라인 제시와 임상적 효과 검증을 위한 종단 연구 및 중재 연구가 병행될 필요가 있다.

Reference

- Alaei Shahmiri, F., Soares, M., Zhao, Y., & Sherriff, J. (2013). High-dose thiamine supplementation improves glucose tolerance in hyperglycemic individuals: A randomized, double-blind cross-over trial. *European Journal of Nutrition*, *52* (7), 1821-1824. [doi: 10.1007/s00394-013-0534-6].
- Bâ, A. (2008). Metabolic and structural role of thiamine in nervous tissues. *Cellular and Molecular Neurobiology*, *28* (7), 923-931. [doi: 10.1007/s10571-008-9297-7].
- Basu, R., Dalla Man, C., Campioni, M., Basu, A., Klee, G., Toffolo, G., et al. (2006). Effects of age and sex on postprandial glucose metabolism: Differences in glucose turnover, insulin secretion, insulin action, and hepatic insulin extraction. *Diabetes*, *55* (7), 2001-2014.
- Beltramo, E., Berrone, E., Tarallo, S., & Porta, M. (2008). Effects of thiamine and benfotiamine on intracellular glucose metabolism and relevance in the prevention of diabetic complications. *Acta Diabetologica*, *45* (3), 131-141. [doi: 10.1007/s00592-008-0048-0].
- Colberg, S., Sigal, R., Yardley, J., Riddell, M., Dunstan, D., Dempsey, P., et al. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, *39* (11), 2065-2079. [doi: 10.2337/dc16-1728].
- de Jong, M., Woodward, M., & Peters, S. (2022). Duration of diabetes and the risk of major cardiovascular events in women and men: A prospective cohort study of UK Biobank participants. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *188* [doi: 10.1016/j.diabres.2022.109899].
- Diaz-Martinez, X., Petermann, F., Leiva, A., Garrido-Mendez, A., Salas-Bravo, C., Martínez, M., et al. (2018). Association of physical inactivity with obesity, diabetes,

- hypertension and metabolic syndrome in the chilean population. *Revista Medica de Chile*, 146 (5), 585-595.
[doi: 10.4067/S0034-98872018000500585].
- Duc, H., Oh, H., Yoon, I., & Kim, M. (2021). Association between levels of thiamine intake, diabetes, cardiovascular diseases and depression in Korea: A national cross-sectional study. *Journal of Nutritional Science*, 10 [doi: 10.1017/jns.2021.23].
- Eshak, E., & Arafa, A. (2018). Thiamine deficiency and cardiovascular disorders. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 28 (10), 965-972.
[doi: 10.1016/j.numecd.2018.06.013].
- Fattal-Valevski, A. (2011). Thiamine (vitamin B1). *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 16 (1), 12-20.
[doi: 10.1177/1533210110392941].
- Gil, Y., Chung, Y., & Park, S. (2024). Diabetes prevalence and diagnosis rates, and risk factor effect analysis. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 10 [doi: 10.17703/jcct.2024.10.1.105].
- Guo, J., Wu, Y., Deng, X., Liu, Z., Chen, L., & Huang, Y. (2021). Association between social determinants of health and direct economic burden on middle-aged and elderly individuals living with diabetes in China. *PLoS One*, 16 [doi: 10.1371/journal.pone.0250200].
- Harreiter, J., & Kautzky-Willer, A. (2018). Sex and gender differences in prevention of type 2 diabetes. *Frontiers in Endocrinology*, 9 [doi: 10.3389/fendo.2018.00220].
- Jang, G., & Kwon, M. (2010). Effects on glycemic control by continuous self monitoring of blood glucose in diabetic patients. *Journal of Korean Academic Society of Home Care Nursing*, 17 (2), 104-111.
- Kautzky-Willer, A., Harreiter, J., & Pacini, G. (2016). Sex and gender differences in risk, pathophysiology and complications of type 2 diabetes mellitus. *Endocrine reviews*, 37 (3), 278-316.
[doi: 10.1210/er.2015-1137].
- Kautzky-Willer, A., Leutner, M., & Harreiter, J. (2023). Sex differences in type 2 diabetes. *Diabetologia*, 66 (6), 986-1002.
[doi: 10.1007/s00125-023-05891-x].
- Kim, D., & Kim, S. (2024). Sex differences in cardiovascular complications of type 2 diabetes. *The Journal of Korean Diabetes*, 25 (4), 203-210.
[doi: 10.4093/jkd.2024.25.4.203].
- Kim, J., Lee, H., & Park, S. (2019). Gender differences in glycemic control among Korean elderly with diabetes. *Journal of Korean Diabetes Association*, 43 (2), 120-127.
- Kim, Y., & Cho, Y. (2019). Prevalent low thiamine status among adults living in seoul metropolitan area (South Korea). *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 89 (5-6), 314-320.

- [doi: 10.1024/0300-9831/a000489].
- Kirkman, M., Briscoe, V., Clark, N., Florez, H., Haas, L., Halter, J., et al. (2012). Diabetes in older adults: Consensus report. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60 (12), 2342-2356.
[doi: 10.2337/dc12-1801].
- Ko, S., Han, D., Park, Y., Yun, J., Kim, K., Bae, J., et al. (2023). Diabetes mellitus in the elderly adults in Korea: Based on data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2019 to 2020. *Diabetes & Metabolism Journal*, 47 (5), 643-652.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. (2025). Guidelines for using raw data from the National Health and Nutrition Examination Survey. Retrieved from <https://www.data.go.kr/data/15076556/fileData.do>
- Kossioni, A. (2018). The association of poor oral health parameters with malnutrition in older adults: a review considering the potential implications for cognitive impairment. *Nutrients*, 10
[doi: 10.3390/nu10111709].
- Kusumaratna, R. K. (2008). Gender differences in nutritional intake and status in healthy free-living elderly. *Universa Medicina*, 27 (3), 113-124.
- Kwon, S. (2014). Women are diagnosed with type 2 diabetes at higher body mass indices and older ages than men: Korea national health and nutrition examination survey 2007-2010. *Diabetes & Metabolism Journal*, 38 (1), 74-80.
- Lee, H., Lee, J., & Kim, N. (2015). Gender differences in health literacy among Korean adults: Do women have a higher level of health literacy than men?. *American Journal of Men's Health*, 9 (5), 370-379.
- Liu, C., Meng, Q., Zu, C., Li, R., Yang, S., He, P., et al. (2022). U-shaped association between dietary thiamine intake and new-onset diabetes: A nationwide cohort study. *QJM: An International Journal of Medicine*, 115 (12), 822-829.
[doi: 10.1093/qjmed/hcac159].
- Mohamed, B., Mahfouz, M., & Badr, M. (2020). Physical activity and its associated factors in females with type 2 diabetes in Riyadh, Saudi Arabia. *PLoS One*, 15 [doi: 10.1371/journal.pone.0239905].
- Muley, A., Fernandez, R., Green, H., & Muley, P. (2022). Effect of thiamine supplementation on glycaemic outcomes in adults with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 12
[doi: 10.1136/bmjopen-2021-059834].
- Page, G., Laight, D., & Cummings, M. (2011). Thiamine deficiency in diabetes mellitus and the impact of thiamine replacement on glucose metabolism and vascular disease. *International Journal of Clinical Practice*, 65 (6), 684-690.
- Park, J., Lee, M., Shim, J., Choi, D., Song, B.,

- Lee, S., et al. (2015). Effects of age, sex, and menopausal status on blood cholesterol profile in the Korean population. *Korean Circulation Journal*, 45 (2), 141-148.
- Park, P., Li, M., Ding, C., & Park, M. (2023). Cardiocerebrovascular disease or fatty liver incidence associated with pattern of metabolic risk factors and nutritional status of Korean adults: A prospective cohort study. *Journal of Health Informatics and Statistics*, 48 (2), 165-178.
- Rabbani, N., Alam, S., Riaz, S., Larkin, J., Akhtar, M., Shafi, T., et al. (2009). High-dose thiamine therapy for patients with type 2 diabetes and microalbuminuria: A randomised, double-blind placebo-controlled pilot study. *Diabetologia*, 52 (2), 208-212.
- Rhee, E., Kim, J., & Lee, W. (2018). Gender disparity in insulin resistance and HbA1c level: the Korean National Health Survey. *Endocrinology and Metabolism*, 33 (2), 196-204.
- Šekerija, M., Poljicanin, T., Erjavec, K., Liberati-Cizmek, A., Prašek, M., & Metelko, Z. (2012). Gender differences in the control of cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes-a cross-sectional study. *Internal Medicine*, 51 (2), 161-166.
- Shidfar, F., Jazayeri, S., Mousavi, S., Malek, M., fateme HOSSEINI, A., & Khoshpey, B. (2015). Does supplementation with royal jelly improve oxidative stress and insulin resistance in type 2 diabetic patients?. *Iranian Journal of Public Health*, 44 (6), 797-803.
- Sinclair, A., Abdelhafiz, A., Forbes, A., & Munshi, M. (2019). Evidence based diabetes care for older people with Type 2 diabetes: A critical review. *Diabetic Medicine*, 36 (4), 399-413. [doi: 10.1111/dme.13859].
- Thake, M., & Lowry, A. (2017). A systematic review of trends in the selective exclusion of older participant from randomised clinical trials. *Archives of gerontology and geriatrics*, 72, 99-102.
- The Korean Nutrition Society. (2022). Korean dietary reference intakes. Retrieved from <https://www.kns.or.kr/>
- Thornalley, P. (2005). The potential role of thiamine (vitamin B1) in diabetic complications. *Current Diabetes Reviews*, 1 (3), 287-298.
- Thornalley, P., Babaei-Jadidi, R., Al Ali, H., Rabbani, N., Antonysunil, A., Larkin, J., et al. (2007). High prevalence of low plasma thiamine concentration in diabetes linked to a marker of vascular disease. *Diabetologia*, 50 (10), 2164-2170.
- Walker, R., Gebregziabher, M., Martin-Harris, B., & Egede, L. (2014). Independent effects of socioeconomic and psychological social determinants of health on self-care and outcomes in type 2 diabetes. *General*

- Hospital Psychiatry*, 36 (6), 662-668.
[doi: 10.1089/jwh.2014.4852].
- Wakabayashi, I. (2014). Gender-related differences in cardiometabolic risk profile of Japanese patients with diabetes. *Journal of Women's Health*, 23 (12), 1046-1053.
[doi: 10.1016/j.genhosppsych.2014.06.011].
- Wang, Y., Cao, P., Liu, F., Chen, Y., Xie, J., Bai, B., et al. (2022). Gender differences in unhealthy lifestyle behaviors among adults with diabetes in the United States between 1999 and 2018. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 [doi: 10.3390/ijerph192416412].
- Youn, H., Lee, H., Lee, D., & Park, E. (2020). The impact of poverty transitions on frailty among older adults in South Korea: Findings from the Korean longitudinal study of ageing. *BMC Geriatrics*, 20 (139), 1-10.
- Ziegler, D., Reiners, K., Strom, A., & Obeid, R. (2023). Association between diabetes and thiamine status-A systematic review and meta-analysis. *Metabolism*, 144 [doi: 10.1016/j.metabol.2023.155565].
- Received: September 15, 2025
Revised (final form): November 06, 2025
Accepted: November 26, 2025