

The Relationship between Alcohol Consumption and Diabetes in Korean Adults

Gi Tae Kim^{1*} and Jae Woong Sull^{1,2,†,**}

¹Department of Senior Healthcare, General Graduate School, Eulji University, Sungnam 13135, Korea

²Department of Biomedical Laboratory Science, College of Health Sciences, Eulji University, Seongnam 13135, Korea

The prevalence of diabetes continues to increase worldwide, and the problem is also important in Korea, and about 14% of Korean adults have diabetes. Alcohol consumptions are increasing rapidly around the world and are recognized as one of the major problems in the country. Alcohol consumption is an environmental factor previously known to be associated with the risk of developing diabetes. Alcohol consumption can cause problems in the endocrine system and gastrointestinal function, and oxidative stress of acetaldehyde, an ethanol metabolite, can damage beta cells in the pancreas. In the present study, we found the effect of alcohol intake on fasting blood sugar and the difference between men and women in the risk of diabetes according to alcohol intake. In men, the high-drinking group had a higher risk of diabetes than the non-drinking group (OR, 1.41; $P=0.058$). In women, the Moderate-drinking group had a lower risk of diabetes compared to the non-drinking group (OR, 0.42; $P=0.039$). The high-drinking group had a higher risk of diabetes than the non-drinking group (OR, 2.97; $P=0.034$). The group that consumed more than the WHO's daily alcohol intake risk standard tended to have a higher risk of diabetes than the group that did not (OR, 5.48; $P=0.001$). This study suggest that moderate alcohol consumption reduce the risk of developing diabetes, and high alcohol consumption increase the risk of developing diabetes.

Key Words: Diabetes, Alcohol consumption, Age, Fasting blood sugar

서 론

당뇨병은 전 세계적으로 유병률이 계속 증가하고 있으며, 한국에서도 그 문제가 중요시되고 있다(Jung et al., 2021). 당뇨병은 주로 췌장의 베타세포 기능 장애와 인슐린 분비, 인슐린 민감도 장애에 의해 발생하며, 대한 당뇨병 학회의 2020년 당뇨병 실태조사에서 30세 이상 한국 성인은 13.8%가 당뇨병을 가지고 있다(Yoon, 2020; Stumvoll and Gerich, 2021). 또한, 당뇨병은 가족력, 과체중,

식습관, 음주 및 흡연과 같은 생활습관과 관련된 여러 요인들의 상호작용으로 인해 발생할 수 있다(Mayor, 2007; Ohlson et al., 1985; Yoon et al., 2023).

2005년에는 전 세계적으로 1인당 총 알코올 섭취량이 5.5 L였으며, 2016년에 6.4 L로 상승하며 증가하는 추세를 보였다. 한국을 포함한 남동아시아 지역도 2005년에는 2.1 L의 알코올 섭취량을 보였지만, 2016년에는 4.5 L로 증가하는 경향을 보였다(WHO, 2018). 여러 나라에서 알코올 섭취는 국가의 주요 문제 중 하나로 인식되고 있으며, 사망에 영향을 미칠 수 있는 주요 원인 중 하나이다(Rehm

Received: September 11, 2023 / Revised: September 21, 2023 / Accepted: September 21, 2023

*Researcher, **Professor.

†Corresponding author: Jae Woong Sull, Department of Biomedical Laboratory Science, College of Health Sciences, Eulji University, 553 Sansungdaero, Seongnam, Gyeonggi-do 13135, Korea.

Tel: +82-31-740-7318, Fax: +82-31-740-7354, e-mail: jsull@eulji.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

et al., 2003; Rehm and Monteiro, 2005). 2018년 한국인 평균 하루 알코올 섭취량은 남성이 23.94 g, 여성이 5.79 g이었다(Kim and Kim, 2021).

알코올 섭취는 이전부터 당뇨병 발생 위험과 관련이 있다고 알려진 환경적 요인이다. 알코올의 생물학적 메커니즘은 아직 정확히 밝혀지지 않았지만, 이전 연구들에서 알코올 섭취와 당뇨병의 관계가 여러 차례 보고되었다. 알코올 섭취와 당뇨병 발생 위험 사이에는 J나 U 모양의 관련성이 확인되었다(Pietraszek et al., 2010). 알코올은 염증 매커니즘에 영향을 미쳐 인슐린 민감성 조절과 관련이 있으며, 이는 당뇨병 발생에 중요한 역할을 할 수 있다(Mayer et al., 2009; Abel and Fehér, 2009). 알코올 섭취는 내분비 시스템과 위장 기능에 문제를 발생시킬 수 있으며, 에탄올 대사 산물인 아세트알데하이드의 산화 스트레스로 췌장의 베타세포를 손상시킬 수 있다(Cox et al., 1996; Xu et al., 2016). 당뇨병의 발병률은 알코올 의존증이 있는 사람들이 비음주자보다 더 높은 것으로 나타났다(Wadland and Ferenchick, 2004). 그리고 알코올 섭취량이 많을 때, 당뇨병 발생 위험 증가와 관련이 있었다(Holbrook et al., 1990; Tsumura et al., 1999). 하지만, 적당한 알코올 섭취는 포도당 신생과 글리코겐 분해를 억제하는 것으로 알려져 있다(Lieber, 1984). 다른 연구들에서 적당한 알코올 섭취는 당뇨병 발병 위험 감소와 관련이 있는 것으로 나타났다(Howard et al., 2004; Koppes et al., 2005). 그리고 알코올 섭취량에 따른 당뇨병 발생 위험은 성별, 체질량 지수, 흡연 유무에 따라 감소하거나 증가하는 차이를 보였다(Stampfer et al., 1988; Seike et al., 2008; Hodge et al., 2006; Li et al., 2016).

알코올 섭취 빈도와 알코올 섭취량과 같은 음주 패턴과 당뇨병 간의 관계를 확인한 한국인에 대한 많은 연구가 있지만, 여성에 대한 연구는 거의 없다. 본 연구는 한국인 남녀를 대상으로 알코올 섭취량과 당뇨병 간의 관계를 확인하고자 하였다. 알코올 섭취량이 공복 시 혈당에 미치는 영향과 알코올 섭취량에 따른 당뇨병 발생 위험의 남녀 차이를 조사하고자 한다.

재료 및 방법

연구 대상자

질병관리청에서 수행하는 한국인유전체역학조사사업(Korean Genome and Epidemiology Study; KoGES)은 만성질환의 유전적, 환경적 요인을 밝히기 위해 일반인구들을

장기가 추적하는 코호트 사업이다(Park et al., 2014). 본 연구는 도시 지역인 안산과 농촌 지역인 안성에 거주하는 40~69세 남녀의 2001~2002년 데이터를 사용하였다. 하루 알코올 섭취량 정보가 누락된 280명과 체질량 지수 정보가 누락된 1,890명은 제외했다. 남성은 3,410명, 여성은 3,753명으로 총 7,163명의 연구 참가자가 본 연구에 포함되었다.

자료 수집

인터뷰 기반의 설문지를 이용하여 참여자들에게 매일 최소 1잔의 알코올을 섭취한 적이 있는지를 설문하여 알코올 섭취에 대한 정보를 수집하였으며, 현재 음주자의 경우 지난 30일 동안 음주량과 빈도에 대한 설문을 추가로 수행하였다. 하루 알코올 섭취량은 표준 음료 1잔의 평균 빈도, 1회당 양, 알코올 함량을 사용하여 계산되었다.

생화학적 검사

연구 대상자들의 Fasting blood sugar, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), gamma-glutamyl transferase (GGT), Triglycerides, Total cholesterol, HDL (high density lipoprotein) cholesterol 수치는 ADVIA 1650 (Siemens, Tarrytown, NY, USA)을 이용해 측정했다.

통계 분석

통계 프로그램은 IBM SPSS statistics 24.0 (Armonk, NY, USA)을 사용하였고 연구 대상자의 일반적 특성에 대한 분포 등 연속형 자료는 빈도 분석을 수행하여 평균(Mean)과 표준편차(Standard deviation; SD). 연령과 성별을 통제변수로 하여 다중선형회귀분석을 시행하였다. 당뇨병 발생 위험에 대한 다중로지스틱회귀분석은 하루 알코올 섭취량을 이용하여 참가자들을 비음주자, low-drinking (<5 g/day), moderate-drinking (5~30 g/day), high-drinking (≥30 g/day) 4개의 그룹으로 나누어서 수행하였다(Lee et al., 2022). 그리고 world health organization (WHO) 하루 알코올 섭취량 위험 기준 가이드라인에 따라 남성은 <60 g/day, ≥60 g/day로 여성은 <40 g/day, ≥40 g/day로 그룹을 나누어서 수행하였다(WHO, 2000). 당뇨병은 공복 시 혈당이 ≥126 mg/dL이거나, 당뇨병 경구용 약물을 복용한 적이 있거나, 이전에 진단받은 적이 있는 사람으로 정의하였다. 연령과 체질량 지수를 통제한 방법에서 비교하였으며, 연관성은 오즈비와 95% 신뢰구간을 사용하여 추정하였다. 또한, 모든 경우에서 2 tailed significance를 구하였고, $P <$

0.05를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

연구 대상은 전체 7,163명 중 남성 3,410명(47.61%), 여성 3,753명(52.39%)였고 연령은 평균 51.47세로 남성 50.82세, 여성 52.06세였다. 평균 체질량 지수는 24.60 kg/m², 평균 HDL 콜레스테롤은 44.72 mg/dL로 남녀 간 큰 차

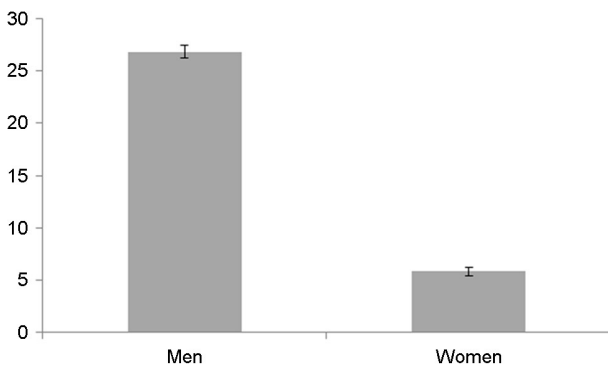


Fig. 1. Amount of alcohol (g/day) of the study population.

이가 없었다. 그리고 평균 공복 시 혈당은 87.91 mg/dL, 평균 총 콜레스테롤은 192.60 mg/dL, 평균 트리글리세리드는 161.64 mg/dL이었으며, 남성이 모두 높았다. 또한, 현재 음주자의 비율은 남성이 75.55%로 여성 현재 음주자 비율 24.57%보다 높았으며, 하루 알코올 섭취량도 남성이 26.83 g/day로 여성의 하루 알코올 섭취량 5.84 g/day보다 높았다(Table 1) (Fig. 1).

주중에 따라 비음주자와 음주자의 비율을 확인하였으며, 섭취 빈도에 따라 나누어 비교하였다(Table 2, Table 3). 남성의 경우 소주, 맥주, 양주, 막걸리, 와인, 청주 순으로 음주자가 많았으며, 여성의 경우 소주, 맥주, 와인, 막걸리, 청주, 양주 순으로 음주자가 많았다. 음주자가 가장 많은 소주의 섭취 빈도는 남성의 경우 일주일에 2~3번 섭취하는 사람이 32.80%로 가장 많았으며, 여성의 경우 한 달에 1번 섭취하는 사람이 37.05%로 가장 많았다.

하루 알코올 섭취량이 공복 시 혈당을 유의하게 증가시키는 것을 확인했다(β , 0.1; $P < 0.001$). 또한, 체질량 지수와 총콜레스테롤, 트리글리세리드도 공복 시 혈당을 유의하게 증가시키는 영향을 보였다(BMI; β , 0.13; $P < 0.001$), (Total cholesterol; β , 0.17; $P < 0.001$), (Triglycerides; β , 0.16; $P <$

Table 1. General characteristics of the study population

Variable	Subjects	All	Men	Women
		7,163	3,410	3,753
		Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD
Age, year		51.47 \pm 8.78	50.82 \pm 8.57	52.06 \pm 8.93
Body mass index, kg/m ²		24.60 \pm 3.08	24.31 \pm 2.87	24.86 \pm 3.24
GGT, IU/L		35.11 \pm 62.88	52.60 \pm 84.52	19.22 \pm 22.96
AST, IU/L		29.61 \pm 17.80	32.26 \pm 22.29	27.20 \pm 11.89
ALT, IU/L		28.21 \pm 27.12	33.75 \pm 35.12	23.17 \pm 15.17
Triglycerides, mg/dL		161.54 \pm 103.75	176.89 \pm 117.27	147.59 \pm 87.43
Total cholesterol, mg/dL		192.60 \pm 36.17	193.62 \pm 36.23	191.67 \pm 36.10
HDL-cholesterol, mg/dL		44.72 \pm 10.04	43.45 \pm 9.76	45.88 \pm 10.15
Fasting blood sugar, mg/dL		87.91 \pm 22.41	90.99 \pm 24.60	85.08 \pm 19.76
Diabetes [†] , %		8.60%	9.80%	7.51%
Drinking status, %				
Non-drinking		46.82%	18.89%	72.21%
Ex-drinking		6.24%	9.56%	3.22%
Current-drinking		46.94%	71.55%	24.57%
Amount of alcohol, g/day		21.07 \pm 28.56	26.83 \pm 30.85	5.84 \pm 11.67

AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase; GGT, gamma-glutamyl transferase; HDL, high density lipoprotein

[†]Diabetes was defined as fasting blood sugar \geq 126 mg/dL or medication or diagnosis

Table 2. Frequency of consuming each type of alcoholic beverage (3,410 men)

Variables	Makgeolli N (%)	Beer N (%)	Cheongju N (%)	Wine N (%)	Soju N (%)	Strong spirits N (%)
Men						
Non-drinking	3,131 (91.82)	2,375 (69.65)	3,300 (96.77)	3,302 (96.83)	1,157 (33.93)	3,086 (90.50)
Drinking	279 (8.18)	1,035 (30.35)	110 (3.23)	108 (3.17)	2,253 (66.07)	324 (9.50)
Frequency of alcohol consumption						
Once a month	115 (41.21)	228 (22.03)	54 (49.09)	54 (50.00)	189 (8.39)	177 (54.63)
2~3 times a month	51 (18.28)	276 (26.66)	20 (18.18)	18 (16.67)	359 (15.93)	85 (26.23)
Once a week	44 (15.77)	219 (21.16)	12 (10.91)	17 (15.74)	376 (16.69)	35 (10.80)
2~3 times a week	38 (13.62)	229 (22.13)	15 (13.64)	13 (12.04)	739 (32.80)	20 (6.17)
4~6 times a week	16 (5.74)	57 (5.51)	4 (3.64)	4 (3.70)	341 (15.14)	4 (1.24)
More than 7 times a week	15 (5.38)	26 (2.51)	5 (4.55)	2 (1.85)	249 (11.05)	3 (0.93)

Table 3. Frequency of consuming each type of alcoholic beverage (3,753 women)

Variables	Makgeolli N (%)	Beer N (%)	Cheongju N (%)	Wine N (%)	Soju N (%)	Strong spirits N (%)
Women						
Non-drinking	3,679 (98.03)	3,273 (87.21)	3,718 (99.07)	3,668 (97.74)	3,081 (82.09)	3,720 (99.12)
Drinking	74 (1.97)	480 (12.79)	35 (0.93)	85 (2.26)	672 (17.91)	33 (0.88)
Frequency of alcohol consumption						
Once a month	53 (71.62)	214 (44.58)	17 (48.57)	52 (61.17)	249 (37.05)	19 (57.58)
2-3 times a month	7 (9.46)	136 (28.33)	8 (22.85)	13 (15.29)	205 (30.50)	8 (24.24)
Once a week	9 (12.16)	68 (14.17)	4 (11.43)	7 (8.24)	87 (12.95)	2 (6.06)
2-3 times a week	3 (4.06)	48 (10.00)	4 (11.43)	7 (8.24)	95 (14.14)	2 (6.06)
4-6 times a week	1 (1.35)	6 (1.25)	1 (2.86)	3 (3.53)	24 (3.57)	1 (3.03)
More than 7 times a week	1 (1.35)	8 (1.67)	1 (2.86)	3 (3.53)	12 (1.79)	1 (3.03)

Table 4. Linear regression analysis between three phenotypes and fasting blood sugar

Phenotype	Effect size (mg/dL)	Standard error	P-value
Body mass index, kg/m ²	0.13	0.09	<0.001*
GGT, IU/L	0.12	0.00	<0.001*
AST, IU/L	0.07	0.02	<0.001*
ALT, IU/L	0.12	0.01	<0.001*
Triglycerides, mg/dL	0.16	0.00	<0.001*
Total cholesterol, mg/dL	0.17	0.01	<0.001*
HDL-cholesterol, mg/dL	-0.03	0.03	0.008*
Amount of alcohol, g/day	0.1	0.02	<0.001*

Estimated effect size (β) and P-values in the multiple linear regression model considered age and sex

*Significant of $P < 0.05$

Table 5. The risk of developing type 2 diabetes in relation to alcohol consumption

Variable	N (%)	OR [†] (95%CI)	P-value
Men			
Non-drinking	644 (20.88%)	1 (reference)	
Low-drinking (<5 g/day)	485 (15.73%)	1.00 (0.66~1.52)	0.999
Moderate-drinking (5~30 g/day)	1,217 (39.46%)	0.96 (0.69~1.35)	0.832
High-drinking (≥30 g/day)	738 (23.93%)	1.41 (0.99~2.02)	0.058
WHO guideline ^{††}			
<60 g/day	3,105 (91.06%)	1 (reference)	
≥60 g/day	305 (8.94%)	1.23 (0.84~1.80)	0.281
Women			
Non-drinking	2,710 (74.61%)	1 (reference)	
Low-drinking (<5 g/day)	671 (18.48%)	0.67 (0.45~0.99)	0.045*
Moderate-drinking (5~30 g/day)	220 (6.06%)	0.42 (0.18~0.96)	0.039*
High-drinking (≥30 g/day)	31 (0.85%)	2.97 (1.08~8.14)	0.034*
WHO guideline			
<40 g/day	3,731 (99.41%)	1 (reference)	
≥40 g/day	22 (0.59%)	5.48 (1.92~15.62)	0.001*

CI, confidence interval; OR, odds ratios

Adjusted for age and body mass index

*Significant of $P < 0.05$

[†]Diabetes was defined as fasting blood sugar ≥ 126 mg/dL or medication or diagnosis

^{††}Risky amount of alcohol according to WHO guideline

0.001). HDL 콜레스테롤의 경우 공복 시 혈당을 감소시키는 영향을 가지고 있었다(β , -0.03; $P=0.008$) (Table 4).

남성과 여성을 하루 알코올 섭취량에 따라 Non-drinking, Low-drinking, Moderate-drinking, High-drinking 그룹으로 나누어 당뇨병 발생 위험에 따른 다중로지스틱회귀분석을 시행하였으며, 연령과 BMI를 통제변수로 하였다(Table 5). 또한, WHO 하루 알코올 섭취량 위험 기준에 따라 그룹을 나누어 당뇨병 발생 위험에 따른 다중로지스틱회귀분석을 시행하였다. 남성의 경우, High-drinking 그룹은 Non-drinking 그룹에 비해 당뇨병 발생 위험이 높은 경향을 보였다(adjusted OR, 1.41; 95% CI, 0.99~2.02; $P=0.058$). 여성의 경우, Low-drinking 그룹과 Moderate-drinking 그룹이 Non-drinking 그룹에 비해 당뇨병 발생 위험이 감소하는 경향을 보였다(adjusted OR, 0.67; 95% CI, 0.45~0.99; $P=0.045$; adjusted OR, 0.42; 95% CI, 0.18~0.96; $P=0.039$). 그리고 High-drinking 그룹은 Non-drinking 그룹에 비해 당뇨병 발생 위험이 높은 경향을 보였다(adjusted OR, 2.97; 95% CI, 1.08~8.14; $P=0.034$). 또한, WHO 하루 알코올 섭취량 위험 기준보다 많이 섭취한 그룹이 그렇지 않은 그룹보다

다 당뇨병 발생 위험이 높은 경향을 보였다(adjusted OR, 5.48; 95% CI, 1.92~15.62; $P=0.001$).

고 찰

본 연구에서는 한국인 남성 3,410명, 여성 3,753명, 총 7,163명을 대상으로 하루 알코올 섭취량과 당뇨병 간의 연관성을 분석하였다. 하루 알코올 섭취량이 공복 시 혈당에 유의하게 영향을 미치는 것을 확인했으며, 여성에게서 적당한 알코올 섭취는 당뇨병 발생 위험을 감소시키는 경향을 가지고 있었다. 그리고 높은 알코올 섭취량은 당뇨병 발생 위험을 증가시키는 경향을 가지는 것을 확인했다.

알코올 섭취에 따른 영향은 에탄올의 대사 과정에서 생성되는 대사물에 의한 것일 수 있다. 에탄올은 신체 내에서 알코올 탈수소효소(Alcohol dehydrogenase)와 알데히드 탈수소효소(Aldehyde dehydrogenase)에 의해 acetaldehyde와 acetate로 산화된다. 알코올 탈수소효소와 알데히드 탈수소효소 관련 유전자들이 에탄올 대사 과정에 관여한다

(Beulens et al., 2007). 여러 연구에서 알코올 섭취는 체질량 지수, 신체 활동, 흡연, 식단 등 다른 생활습관 요인들에 영향을 받는 것으로 확인되었다(Hu et al., 2001; Mozaffarian et al., 2009; Joosten et al., 2010). 알코올은 포도당 합성과 글리코겐 분해를 억제하여 당뇨병 환자뿐만 아니라 정상인에게도 포도당 대사에 영향을 미칠 수 있다(Van de Wiel, 2004). 쥐를 대상으로 한 연구에서는 아세트알데히드가 당화 생성물의 형성을 억제하는 결과를 보였다(Al-Abed et al., 1999). 그리고 알코올 섭취가 당뇨병과 관련이 있는 공복 시 인슐린 농도, 인슐린 민감성에 영향을 미칠 수 있다는 연구가 보고되었다(Davies et al., 2002). 또한, 인슐린 분비와 공복 시 혈장 글루카곤 농도, 총 아디포넥틴 농도, HbA1c 농도와도 관련이 있는 것으로 보고되었다(Bonnet et al., 2012; Joosten et al., 2011).

본 연구에서는 여성에게서 비음주자보다 술은 조금 먹는 사람(<5 g/day)이 당뇨병 발생 위험이 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 적당히 술을 먹는 사람(5~30 g/day)에게서도 동일한 영향을 확인할 수 있었다. 한 연구에서는 적당한 알코올 섭취가 낮은 HbA1c 농도와 관련이 있었다(Ahmed et al., 2008). 또한, 한 달에 30잔 이상씩 알코올을 섭취한 당뇨병 환자가 비음주자보다 HbA1c 농도가 더 낮았다(Mackenzie et al., 2006). 알코올을 48 g 섭취한 후 간에서의 포도당 합성이 45% 감소했다(Siler et al., 1998). Stockholm Public Health Cohort (SPHC)를 대상으로 이루어진 한 연구에서는 적당히 술을 먹는 사람(일주일에 3.5~12잔)이 비음주자보다 당뇨병 발생 위험이 감소하는 관련성을 보였다(OR, 0.47; 95% CI, 0.29~0.79) (Agardh et al., 2019). Atherosclerosis Risk In Communities (ARIC) 연구 참가자들의 데이터를 분석한 한 연구에 따르면 알코올 섭취량이 일주일에 7잔 이상인 남성의 경우 알코올 섭취량 감소가 당뇨병 발생 위험 증가와 관련이 있었다(HR, 1.12; 95% CI, 1.02~1.23). 그리고 남성과 여성 모두 과체중 참가자와 비만한 참가자 그룹에서 일주일 알코올 섭취량이 많을수록 당뇨병 발생 위험이 감소하는 경향을 보였다(He et al., 2019).

본 연구에서는 여성에게서 비음주자보다 술을 많이 먹는 사람(≥ 30 g/day)이 당뇨병 발생 위험이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, WHO 위험 기준보다 술을 많이 먹는 사람(≥ 40 g/day)이 위험 기준보다 술을 적게 먹는 사람(<40 g/day)보다 당뇨병 발생 위험이 증가했다. 당뇨병 환자들의 알코올 섭취는 혈당 모니터링을 잘 못하거나 약물 및 인슐린 복용을 하지 않는 행동을 하는 스

로 혈당 조절을 못 하는 것과 관련이 있었다(Singh and Press, 2008). 일본인을 대상으로 한 연구에서는 알코올 섭취량이 많을 때, 공복 시 혈당이 증가하는 것을 확인했다(Kuwahara et al., 2014). National Health Insurance Service-National Sample Cohort (NHIS-NSC)를 대상으로 이루어진 한 연구에서는 알코올 소비 빈도의 증가가 당뇨병 발생 위험을 증가시키는 영향을 보였다(HR, 1.21; 95% CI, 1.09~1.35; $P < 0.001$) (Choi et al., 2022). 알코올 섭취량과 당뇨병의 관계가 U자 모양을 나타내었으며, 남성의 경우 하루 알코올 섭취량이 60 g이 넘는 그룹이 당뇨병 발생 위험이 높은 경향을 보였고(RR, 1.01; 95% CI, 0.71~1.44), 여성의 경우 하루 알코올 섭취량이 50 g이 넘는 그룹이 당뇨병 발생 위험이 높은 경향을 보였다(RR, 1.02; 95% CI, 0.83~1.26) (Baliunas et al., 2009).

한국인을 대상으로 한 알코올과 당뇨병 간의 연구 대부분은 남성이 여성보다 음주자의 비율이 더 높고 여성의 수가 충분하지 않기 때문에 남성만을 대상으로 이루어졌다. 한국인 남성을 대상으로 한 연구에서는 알코올 홍조가 없는 그룹에서 알코올을 일주일에 20잔을 넘게 먹는 그룹이 비음주자보다 인슐린 저항성 발생 위험이 더 높았고(OR, 3.48; 95% CI, 1.44~8.42), 알코올 홍조가 있는 그룹에서 알코올을 일주일에 12잔을 넘게 먹는 그룹이 비음주자에 비해서 인슐린 저항성 발생 위험이 더 높았다(OR, 4.66; 95% CI, 1.80~12.06) (Jung et al., 2010). 한국인 중년 남성을 대상으로 한 연구에서는 알코올 섭취량이 높은 그룹(30 g/day)이 비음주자에 비해 발생 위험이 더 높았다(HR, 1.32; 95% CI, 1.01~1.73) (Lee et al., 2017). 한국인 남녀를 같이 분석한 연구에서는 하루 알코올 섭취량이 >60 g/day인 그룹이 비음주자에 비해 당뇨병 발생 위험이 더 높게 나타났다(HR, 1.94; 95% CI, 1.07~3.51) (Baik and Park, 2020). 본 연구에서는 남성이 아닌 여성에게서만 알코올 섭취량과 당뇨병 간의 관련성이 나타났는데 이는 연구 참가자들의 이질성의 영향일 수 있다. 많은 연구에서 성별과 인종에 따라 결과가 다르게 나타났으며, 알코올 섭취와 관련된 다른 메커니즘의 간섭 때문일 수 있다. 알코올 섭취와 당뇨병과의 관계는 여성에게서만 나타날 수 있으며, 아시아인에게서는 당뇨병과 관련이 없을 수 있다는 의견이 제안되기도 했다(Knott et al., 2015).

본 연구는 알코올과 당뇨병 간의 관련성을 확인하고자 하였다. 남성과 여성의 차이, 주종별 섭취 빈도의 차이가 있는지를 확인하고자 하였다. 하지만, 연구 대상자 수 부족으로 주종 별 섭취 빈도의 차이는 추가 분석을 할 수

없었다. 또한, 본 연구는 단면 연구(Cross section study)이고, 알코올 섭취 이외의 요인에 대해 영향을 받았을 수 있으며, 표본수가 크지 않으므로 인과 관계를 밝히는데 제한점이 있다. 따라서, 성별에 따른 차이를 더 잘 이해하기 위해 충분한 수의 연구 대상을 가지고 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

결론적으로 본 연구의 결과는 한국인 여성에게서 알코올 섭취량이 공복 시 혈당과 당뇨병 발생 위험과 관련이 있다는 증거를 제공할 수 있다. 그리고 적당한 알코올 섭취량은 당뇨병 발생 위험을 감소시킬 수 있으며, 높은 알코올 섭취량은 당뇨병 발생 위험을 증가시킬 수 있다는 잠재적인 증거를 제시할 수 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was conducted with bioresources from National Biobank of Korea, the Korea Disease Control and Prevention Agency, Republic of Korea (KBN-2021-006) and the Basic Science Research Program of the National Research Foundation of Korea through the Ministry of Education, Science, and Technology (2018R1D1A1B07050834).

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

REFERENCES

- Abel T, Fehér J. Effect of moderate alcohol consumption on insulin sensitivity. *Orv Hetil.* 2009. 150: 2218-2221.
- Agardh EE, Lundin A, Lager A, et al. Alcohol and type 2 diabetes: The role of socioeconomic, lifestyle and psychosocial factors. *Scand J Public Health.* 2019. 47: 408-416.
- Ahmed AT, Karter AJ, Warton EM, Doan JU, Weisner CM. The relationship between alcohol consumption and glycemic control among patients with diabetes: the Kaiser Permanente Northern California Diabetes Registry. *J Gen Intern Med.* 2008. 23: 275-282.
- Al-Abed Y, Mitsuhashi T, Li H, et al. Inhibition of advanced glycation endproduct formation by acetaldehyde: role in the cardioprotective effect of ethanol. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1999. 96: 2385-2390.
- Baik I, Park SI. Associations of alcohol consumption and physical activity with lean type 2 diabetes mellitus among Korean adults: A prospective cohort study. *PLoS One.* 2020. 15: e0238641.
- Baliunas DO, Taylor BJ, Irving H, et al. Alcohol as a risk factor for type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care.* 2009. 32: 2123-2132.
- Beulens JWJ, Rimm EB, Hendriks HFJ, et al. Alcohol consumption and type 2 diabetes: influence of genetic variation in alcohol dehydrogenase. *Diabetes.* 2007. 56: 2388-2394.
- Bonnet F, Disse E, Laville M, et al. Moderate alcohol consumption is associated with improved insulin sensitivity, reduced basal insulin secretion rate and lower fasting glucagon concentration in healthy women. *Diabetologia.* 2012. 55: 3228-3237.
- Choi JW, Han E, Kim TH. Risk of Hypertension and Type 2 Diabetes in Relation to Changes in Alcohol Consumption: A Nationwide Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022. 19: 4941.
- Cox WM, Blount JP, Crowe PA, Singh SP. Diabetic patients' alcohol use and quality of life: relationships with prescribed treatment compliance among older males. *Alcohol Clin Exp Res.* 1996. 20: 327-331.
- Davies MJ, Baer DJ, Judd JT, Brown ED, Campbell WS, Taylor PR. Effects of moderate alcohol intake on fasting insulin and glucose concentrations and insulin sensitivity in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2002. 287: 2559-2562.
- He X, Rebholz CM, Daya N, Lazo M, Selvin E. Alcohol consumption and incident diabetes: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Diabetologia.* 2019. 62: 770-778.
- Hodge AM, English DR, O'Dea K, Giles GG. Alcohol intake, consumption pattern and beverage type, and the risk of Type 2 diabetes. *Diabet Med.* 2006. 23: 690-697.
- Holbrook TL, Barrett-Connor E, Wingard DL. A prospective population-based study of alcohol use and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Epidemiol.* 1990. 132: 902-909.
- Howard AA, Amsten JH, Gourevitch MN. Effect of alcohol consumption on diabetes mellitus: a systematic review. *Ann Intern Med.* 2004. 140: 211-219.
- Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, et al. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med.* 2001. 345: 790-797.
- Joosten MM, Chiuvè SE, Mukamal KJ, Hu FB, Hendriks HFJ, Rimm EB. Changes in alcohol consumption and subsequent risk of type 2 diabetes in men. *Diabetes.* 2011. 60: 74-79.
- Joosten MM, Grobbee DE, vander A DL, Verschuren WMM, Hendriks HFJ, Beulens JWJ. Combined effect of alcohol consumption and lifestyle behaviors on risk of type 2 diabetes.

- Am J Clin Nutr. 2010. 91: 1777-1783.
- Jung CH, Son JW, Kang S, et al. Diabetes Fact Sheets in Korea, 2020: An Appraisal of Current Status. *Diabetes Metab J*. 2021. 45: 1-10.
- Jung JG, Kim JS, Oh MK. The role of the flushing response in the relationship between alcohol consumption and insulin resistance. *Alcohol Clin Exp Res*. 2010. 34: 1699-1704.
- Kim SY, Kim HJ. Trends in Alcohol Consumption for Korean Adults from 1998 to 2018: Korea National Health and Nutritional Examination Survey. *Nutrients*. 2021. 13: 609.
- Knott C, Bell S, Britton A. Alcohol Consumption and the Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Dose-Response Meta-analysis of More Than 1.9 Million Individuals From 38 Observational Studies. *Diabetes Care*. 2015. 38: 1804-1812.
- Koppes LLJ, Dekker JM, Hendriks HFJ, Bouter LM, Heine RJ. Moderate alcohol consumption lowers the risk of type 2 diabetes: a meta-analysis of prospective observational studies. *Diabetes Care*. 2005. 28: 719-725.
- Kuwahara K, Kochi T, Nanri A, et al. Flushing response modifies the association of alcohol consumption with markers of glucose metabolism in Japanese men and women. *Alcohol Clin Exp Res*. 2014. 38: 1042-1048.
- Lee DY, Yoo MG, Kim HJ, et al. Association between alcohol consumption pattern and the incidence risk of type 2 diabetes in Korean men: A 12-years follow-up study. *Sci Rep*. 2017. 7: 7322.
- Lee YJ, Lee H, Jang HB, et al. The potential effects of HECTD4 variants on fasting glucose and triglyceride levels in relation to prevalence of type 2 diabetes based on alcohol intake. *Arch Toxicol*. 2022. 96: 2487-2499.
- Li XH, Yu FF, Zhou YH, He J. Association between alcohol consumption and the risk of incident type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2016. 103: 818-829.
- Lieber CS. Alcohol and the liver: 1984 update. *Hepatology*. 1984. 4: 1243-1260.
- Mackenzie T, Brooks B, O'Connor G. Beverage intake, diabetes, and glucose control of adults in America. *Ann Epidemiol*. 2006. 16: 688-691.
- Mayer EJ, Newman B, Quesenberry CP Jr, Friedman GD, Selby JV. Alcohol consumption and insulin concentrations. Role of insulin in associations of alcohol intake with high-density lipoprotein cholesterol and triglycerides. *Circulation*. 1993. 88: 2190-2197.
- Mayor S. International Diabetes Federation consensus on prevention of type 2 diabetes. *Int J Clin Pract*. 2007. 61: 1773-1775.
- Mozaffarian D, Kamineni A, Carnethon M, Djoussé L, Mukamal KJ, Siscovick D. Lifestyle risk factors and new-onset diabetes mellitus in older adults: the cardiovascular health study. *Arch Intern Med*. 2009. 169: 798-807.
- Ohlson LO, Larsson B, Svärdsudd K, et al. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus. 13.5 years of follow-up of the participants in the study of men born in 1913. *Diabetes*. 1985. 34: 1055-1058.
- Park SY, Kim YJ, Lee EG. KoGES (Korean Genome and Epidemiology Study) epidemiologic data online access process. *Public Health Wkly Rep KCDC*. 2014. 8: 481-484.
- Pietraszek A, Gregersen S, Hermansen K. Alcohol and type 2 diabetes. A review. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2010. 20: 366-375.
- Rehm J, Monteiro M. Alcohol consumption and burden of disease in the Americas: implications for alcohol policy. *Rev Panam Salud Publica*. 2005. 18: 241-248.
- Rehm J, Room R, Graham K, Monteiro M, Gmel G, Sempos CT. The relationship of average volume of alcohol consumption and patterns of drinking to burden of disease: an overview. *Addiction*. 2003. 98: 1209-1228.
- Seike N, Noda M, Kadowaki T. Alcohol consumption and risk of type 2 diabetes mellitus in Japanese: a systematic review. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2008. 17: 545-551.
- Siler SQ, Neese RA, Christiansen MP, Hellerstein MK. The inhibition of gluconeogenesis following alcohol in humans. *Am J Physiol*. 1998. 275: E897-907.
- Singh R, Press M. Can we predict future improvement in glycaemic control? *Diabet Med*. 2008. 25: 170-173.
- Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, et al. A prospective study of moderate alcohol drinking and risk of diabetes in women. *Am J Epidemiol*. 1988. 128: 549-558.
- Stumvoll M, Gerich J. Clinical features of insulin resistance and beta cell dysfunction and the relationship to type 2 diabetes. *Clin Lab Med*. 2001. 21: 31-51.
- Tsumura K, Hayashi T, Suematsu C, Endo G, Fujii S, Okada K. Daily alcohol consumption and the risk of type 2 diabetes in Japanese men: the Osaka Health Survey. *Diabetes Care*. 1999. 22: 1432-1437.
- Van de Wiel A. Diabetes mellitus and alcohol. *Diabetes Metab Res Rev*. 2004. 20: 263-267.
- Wadland WC, Ferenchick GS. Medical comorbidity in addictive disorders. *Psychiatr Clin North Am*. 2004. 27: 675-687.

World Health Organization. Global status report on alcohol and health 2018. 2018. pp. 38-60. World Health Organization. Geneva, Switzerland.

World Health Organization. International guide for monitoring alcohol consumption and related harm. 2000. pp. 51-55. World Health Organization. Geneva, Switzerland.

Xu M, Zhou Y, Xu B, et al. Associations of smoking and alcohol consumption with impaired β -cell function in Chinese men. *J Diabetes*. 2016. 8: 434-441.

Yoon E, Bae JC, Suh S. Intake of Fruit and Glycemic Control in Korean Patients with Diabetes Mellitus Using the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Endo-*

crinol Metab (Seoul). 2023.

Yoon KH. Diabetes Fact Sheet in Korea 2020. 2020. pp. 5-12. Korean Diabetes Association. Seoul, Korea.

<https://doi.org/10.15616/BSL.2023.29.3.159>

Cite this article as: Kim GT, Sull JW. The Relationship between Alcohol Consumption and Diabetes in Korean Adults. *Biomedical Science Letters*. 2023. 29: 159-167.