성별, 체질량지수에 따른 고밀도지단백 콜레스테롤이 공복혈당장애에 미치는 영향

진수희

대구대학교 재활과학대학 재활건강증진과, 강사

The Relation of Impaired Fasting Glucose and HDL-Cholesterol by Gender and Body Mass Index

Soo-Hee Jin

Part-time Lecturer, Department of Rehabilitation and Health Promotion, Daegu University, Gyeongsan, Korea

Objectives: We investigated relation between HDL-cholesterol and the incidence of impaired fasting glucose in obese and normal body weight by gender in Korean adults. **Methods:** 6,438 subjects aged 40-59 years (2,197 impaired fasting glucose, 4,241 normoglycemia) were selected except the patients with cardiovascular disease and pregnant women using 2016 KNHANES data. We analyzed the relation of impaired fasting glucose and HDL-cholesterol by BMI. **Results:** In both men and women regardless of BMI, who with low HDL-cholesterol significantly higher risk of impaired fasting glucose than who with normal HDL-cholesterol in unadjusted model. In except men with obesity, who with low HDL-cholesterol significantly higher risk of impaired fasting glucose than who with normal HDL-cholesterol when age, smoke, drink, exercise adjusted. In addition, women with normal BMI (OR, 1.82; 95% CI, 1.42-2.33) higher risk of impaired fasting glucose than women with obesity (OR, 1.57; 95% CI, 1.14-2.17). **Conclusions:** It is necessary to management of HDL-cholesterol to control impaired fasting glucose, except for obese men.

Key words: Impaired fasting glucose, HDL-cholesterol, Body mass index

서론

공복혈당장애는 공복 혈당의 혈당이 100 mg/dL 이상에서 126 mg/dL 미만으로 정의된다[1]. 공복혈당장애는 제2형 당뇨병으로 발전할 위험성이 높고 수명을 단축시키는 것으로 알려져 있다. 이에 공복혈당장애를 조기 발견하여 식이, 신체 활동, 체중 조절과 같은 건강한 생활 습관을 통하여 공복혈당장애가 당뇨병으로 진행되는 것을 늦추거나 막을 수 있다[2,3].

비만은 제2형 당뇨병 발생의 가장 잘 알려진 위험인자이며, 최근 우리나라도 비만형 당뇨병 환자가 늘어나는 추세(48.6%)에 있지만 아직

도 비비만형(body mass index 25 미만, BMI<25) 당뇨병 발생률이 상대적으로 높게 나타나고 있다[4]. 이런 현상은 우리나라를 포함한 아시아인들에서 공통적으로 관찰되는 현상으로 즉, 서양인에 비해 상대적으로 낮은 BMI를 가지고 있음에도 불구하고 서양인과 비교해 높은 수준의 당뇨병 유병률을 보이고 있다. 이는 당뇨병 발생의 주요 위험인자인 비만 이외에 다른 요인 또는 특성이 관여하고 있음을 시사해 주고 있다[5,6].

이상지질혈증은 혈액 내 총 콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백(low density lipoprotein, LDL) 콜레스테롤 농도가 높거나, 고밀도지단백(high density lipoprotein, HDL) 콜레스테롤 농도가 낮은 상태를 말

Corresponding author: Soo-Hee Jin

201 Daegudae-ro, Gyeongsan 38453, Korea
Tel: +82-53-420-4869, E-mail: jsh9299@hanmail.net

Received: December 7, 2018 Revised: January 10, 2019 Accepted: January 18, 2019

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

How to cite this article:

Jin SH. The relation of impaired fasting glucose and HDL-cholesterol by gender and body mass index. J Health Info Stat 2019;44(1):8-13. Doi: <https://doi.org/10.21032/jhis.2019.44.1.8>

© It is identical to the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permit unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2019 Journal of Health Informatics and Statistics

하는데 이 중 낮은 HDL-콜레스테롤, 높은 중성지방, 높은 LDL-콜레스테롤은 공복혈당장애와 함께 심혈관질환의 주요한 위험 요인이며 심혈관질환으로 사망에 이르게 하는 요인으로 밝혀졌다[7].

혈당과 지방대사의 관계 연구에서는 높아진 중성지방이 유리 지방산을 발생시켜 염증을 일으키고, 이 염증이 인슐린 저항성을 증가시키고 β -세포의 기능을 손상시켜 당뇨병을 발생시킨다고 하였고, 또 다른 연구에서는 낮은 HDL-콜레스테롤이 항염증 활동을 줄이고 콜레스테롤의 이동을 막아서 미세 환경을 변형시켜 인슐린 저항성과 β -세포 기능의 손상을 가져 온다고 밝히고 있는데, 이러한 복잡한 과정들은 지방과 혈당이 에너지대사에 있어 중요하고, 둘 다 간에 의해 조절되는 것을 고려한다면 당연한 결과로 보인다[8,9].

이상지질혈증 및 당뇨병은 심혈관질환의 주요한 위험요인으로 알려져 있는데, 당뇨병을 앓고 있는 많은 환자들이 이상지질혈증을 가지고 있으며, 당뇨병 환자가 심혈관질환으로 발전하지 않게 관리하는 데 이상지질혈증의 조절이 중요하다고 여겨지고 있다. 최근 연구에서 지질의 변화는 당뇨의 결과로서 일어난다는 것뿐만 아니라 당대사의 장애로 인해 지질이 변화한다고 하였다[8,9].

비만 환자가 종종 낮은 혈청 HDL-콜레스테롤 수치와 관련이 있다는 것은 잘 알려져 있다[10]. 비만 환자에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 관상동맥 심장질환에 대한 위험 요인일 수 있다는 연구 결과가 있는데, 이 연구에서는 비만 환자에서의 낮은 HDL-콜레스테롤이 직접적으로 발생하였을 수도 있고, 관상동맥 심장질환의 발생과 관련하여 HDL-콜레스테롤이 낮아졌을 수도 있다고 밝히고 있다[11].

한편, 선행연구에 의하면 저 농도의 장기간 잔류성유기오염물질(persistent organic pollutant, POPs)의 폭로는 비만보다 더 강력한 당뇨병의 위험요인으로 나타났는데[12], 이 잔류성유기오염물질의 체내농도가 HDL-콜레스테롤과 반비례한다는 연구가 있다[13].

요컨대, 높은 체질량지수는 공복혈당장애의 가장 큰 위험요인이지만 정상 체질량지수를 가진 사람들에서도 공복혈당장애가 발생하고 있고, 공복혈당장애의 경우 낮은 HDL-콜레스테롤이 동반되는 경우가 많으므로 체중과 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애 발생에 어떻게 작용하는지 살펴볼 필요가 있다.

본 연구에서는 당뇨병 전 단계인 공복혈당장애를 변수로 선정하였는데 그 이유는 이미 당뇨병에 이환된 환자의 경우는 운동, 식이조절 등의 건강행태변화와 함께 체질량지수의 변화가 나타날 수 있기 때문에 비뚤림(bias)의 위험을 줄이고자 함이다. 또한 공복혈당장애에 영향을 주는 나이, 열량섭취, 지방섭취, 흡연, 음주, 운동, 교육수준, 소득, 고혈압 등[14]의 변수는 HDL-콜레스테롤의 순영향을 살펴보기 위해 보정하기 위한 변수로 선택하였다.

따라서 본 연구는 2016년 국민건강영양조사 자료[15]를 이용하여 우

리나라 40-59세의 중년을 대상으로 비만체중과 정상체중에서 공복혈당장애의 발생에 HDL-콜레스테롤이 미치는 영향을 알아봄으로써 공복혈당장애를 관리하는 데 도움이 되는 자료를 제공하고자 한다.

연구 방법

2016년 국민건강영양조사(제7기 1차년도)의 총 조사대상자 10,806명 중에서 건강 설문조사, 검진조사, 영양조사에 참여한 8,150명 중 당뇨병이거나 공복혈당이 126 mg/dL 이상, 뇌졸중, 심근경색, 협심증, 임신을 제외한 40-59세 6,438명을 대상으로 하였다.

공복혈당장애 유무와 성별에 따라 나이, 열량섭취량, 지방섭취량, 체질량지수, HDL-콜레스테롤, 중성지방은 평균을, 현재 흡연, 음주, 운동(중증도 이상), 교육(전문대졸 이상), 수입(하위 1/4), 고혈압은 빈도를 비교하였다.

공복혈당장애 여부는 당뇨 진단 기준에 따라 정상군은 공복혈당 100 mg/dL 미만, 공복혈당장애군은 공복혈당 100-126 mg/dL 미만으로 분류하였고, HDL-콜레스테롤치는 HDL-콜레스테롤 원자료 $\times$ 1.010-3.172의 공식[15]에 의해 계산된 수치를 사용하였으며, HDL-콜레스테롤치 정상 유무는 남성 40 mg/dL 이상, 여성 50 mg/dL 이상인 경우 정상, 그 미만은 낮은 HDL-콜레스테롤군으로 분류하였고, BMI는 정상 25 kg/m² 미만, 비만 25 kg/m² 이상으로 분류하였다.

자료 분석은 복합표본설계를 고려하여 분산추정종과 조사구군집 및 건강 설문, 검진가중치를 반영하여 실시하였다. 대상자의 일반적인 특성은 성별에 따라 공복혈당 정상군과 공복혈당 장애군으로 나누어 백분율(표준오차), 평균 $\pm$ 표준오차로 표시하였고, t-검정과 카이제곱 검정을 이용하였다. 체질량지수(정상군, 비만군)와 HDL-콜레스테롤치(이상군, 정상군)에 따른 공복혈당장애 빈도는 카이제곱 검정을 이용하였다. 체질량지수에 따른 낮은 HDL-콜레스테롤치와 공복혈당장애와의 관계는 다중 로지스틱 회귀분석을 이용하여 승산비(odds ratio, OR) (95% 신뢰구간, 95% confidence interval, 95% CI)로 나타냈다. 또한 연구 결과의 일관성을 확인하기 위해 2013-2016년도 결과를 연도별로 나타냈다. 연구에서 자료 분석은 SPSS 23.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 프로그램을 사용하였으며 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 로 정의하였다.

연구 결과

나이, 체질량지수, HDL-콜레스테롤, 중성지방은 남녀 모두 공복혈당장애군에서 높았으며, 열량섭취는 여성에서 정상군에 더 높았으며, 남성에서는 차이가 없었다. 지방섭취는 남녀 모두 정상군에서 더 높았다. 현재흡연은 남녀 모두에서 차이가 없었으며, 음주는 남성에서는 차

이가 없었고, 여성에서는 정상군이 더 높았다. 중등도 이상 운동실천, 전문대 이상 교육은 남녀 모두 정상군에서 더 높았고, 고혈압, 비만, 낮은 콜레스테롤은 남녀 모두 공복혈당장애군에서 높았다. 하위 1/4의 소득수준은 남성에서는 유의한 차이가 없었고, 여성에서는 공복혈당장애군에서 더 높았다(Table 1).

남성 전체에서 낮은 HDL-콜레스테롤군(<40 mg/dL)에서의 공복혈당장애 빈도는 45.8%, 정상군에서는 33.4%로 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애에 영향을 주는 것으로 나타났다(12.4%p, $p < 0.001$). 남성 전체를 체질량지수에 따라 비만군과 정상군으로 층화시킬 경우 체질량지수가 정상인 경우에서는 낮은 HDL-콜레스테롤의 유무에 따라 공복혈당장애 빈도가 유의한 차이(14.0%p, $p < 0.001$)를 보이는 반면 비만인 남성의 경우 낮은 HDL-콜레스테롤 유무에 따른 공복혈당장애 빈도에는 유의한 차이가 없었다(4.7%p, $p = 0.254$).

여성 전체에서 낮은 HDL-콜레스테롤군(<50 mg/dL)의 공복혈당장애 빈도는 38.2%, 정상군 19.8%로 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애에 영향을 주는 것으로 나타났다(18.5%p, $p < 0.001$). 여성 전체를

체질량지수에 따라 비만군과 정상군으로 층화시킬 경우 비만군은 낮은 HDL-콜레스테롤의 유무에 따라 공복혈당장애 빈도가 유의한 차이(13.5%p, $p < 0.001$)를 보였고, 체질량지수가 정상인 여성의 경우 낮은 HDL-콜레스테롤 유무에 따른 공복혈당장애 빈도는 14.2%p ($p < 0.001$) 차이가 났다.

정상 체중 남성과 여성 전체에서 낮은 HDL-콜레스테롤 유무에 따른 공복혈당장애 빈도는 유의한 차이를 보였다(Table 2).

HDL-콜레스테롤 정상군에 비해 낮은 HDL-콜레스테롤군의 공복혈당장애 위험도를 승산비로 나타낸 결과 남성에는 모형 1, 2, 3 모두에서 전체와 체질량지수 정상군에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험을 유의하게 높이는 것으로 나타났다. 그러나 비만 남성의 경우 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애와 관련이 없는 것으로 나타났다.

여성에서는 모형 1, 2, 3 모두에서 전체, 체질량지수 정상과 비만에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험도를 유의하게 높이는 것으로 나타났다. 특히 체질량지수 정상군(모형 3 OR, 1.82; 95% CI,

Table 1. General characteristics of participants

Characteristics	Male (n=2,858)			Female (n=3,580)		
	Normal (n=1,713)	IFG (n=1,145)	p	Normal (n=2,528)	IFG (n=1,052)	p
Age (y)	37.4±0.5	50.7±0.5	<0.001	40.8±0.5	55.0±0.7	<0.001
Daily energy intake (kcal)	2,433.3±30.9	2,048.5±39.3	0.621	1,734.1±18.2	1,584.1±25.1	<0.001
Fat intake (g)	62.7±1.3	55.8±1.8	0.002	43.3±0.7	32.2±0.9	<0.001
BMI (kg/m ²)	23.6±1.0	25.3±0.1	<0.001	22.39±0.1	25.22±0.1	<0.001
HDL cholesterol (mg/dL)	90.6±0.2	120.1±1.2	<0.001	89.1±0.2	119.8±1.3	<0.001
Triglyceride (mg/dL)	141.5±5.4	195.7±6.2	<0.001	101.8±1.9	153.9±4.2	<0.001
Current smoker	35.1 (1.5)	35.3 (1.7)	0.920	5.7 (0.6)	5.7 (1.0)	0.971
Alcohol drinker	78.2 (1.2)	78.5 (1.5)	0.864	64.9 (1.1)	55.5 (1.7)	<0.001
Exercise (≥ moderate)	38.1 (1.7)	27.3 (1.7)	0.045	22.1 (0.1)	15.5 (0.1)	<0.001
Education (≥ college)	41.2 (1.6)	37.0 (2.0)	0.042	35.6 (1.3)	19.0 (1.4)	<0.001
Income (lowest Q1)	12.7 (1.3)	15.7 (1.5)	0.065	14.2 (1.2)	27.1 (1.7)	<0.001
Hypertension	12.5 (1.0)	33.3 (1.7)	<0.001	11.8 (0.8)	36.0 (1.8)	<0.001
BMI (≥ 25 kg/m ²)	32.7 (1.4)	50.6 (1.7)	<0.001	19.7 (1.0)	49.8 (1.8)	<0.001
Low HDL cholesterol	21.4 (1.2)	31.7 (1.8)	<0.001	31.4 (1.1)	53.4 (1.8)	<0.001

Values are presented as mean ± standard error or % (standard error).

IFG, impaired fasting glucose; Q1, lowest 1/4; HDL, high density lipoprotein; BMI, body mass index.

Table 2. Frequency of impaired fasting blood glucose by BMI and HDL cholesterol

Group	Male			Female		
	HDL-cholesterol			HDL-cholesterol		
	≥ 40 mg/dL	< 40 mg/dL	Difference (p)	≥ 50 mg/dL	< 50 mg/dL	Difference (p)
BMI < 25	26.9 (1.4)	40.9 (2.9)	14.0 (<0.001)	14.0 (1.0)	28.2 (1.6)	14.2 (<0.001)
BMI ≥ 25	45.5 (2.3)	50.2 (3.1)	4.7 (0.254)	40.9 (2.7)	54.4 (2.3)	13.5 (<0.001)
Total	33.4 (1.3)	45.8 (2.1)	12.4 (<0.001)	19.7 (1.1)	38.2 (1.4)	18.5 (<0.001)

Values are presented as % (standard error). Difference value are presented as %p.

HDL, high density lipoprotein; BMI, body mass index.

Table 3. Relation of HDL-cholesterol and impaired fasting blood glucose by BMI

Group	Male	Female
Model 1		
Low HDL cholesterol	1.71 (1.38-2.12)	2.50 (2.11-2.96)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	1.88 (1.43-2.49)	2.41 (1.92-3.02)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	1.21 (0.87-1.67)	1.73 (1.28-2.33)
Model 2		
Low HDL cholesterol	1.48 (1.16-1.89)	2.06 (1.71-2.47)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	1.45 (1.08-1.96)	1.92 (1.50-2.44)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	1.17 (0.81-1.98)	1.66 (1.21-2.27)
Model 3		
Low HDL cholesterol	1.45 (1.14-1.83)	1.99 (1.65-2.39)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	1.47 (1.09-2.00)	1.82 (1.42-2.33)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	1.10 (0.77-1.59)	1.57 (1.14-2.17)
Model 4		
Low HDL cholesterol	1.16 (0.91-1.47)	1.60 (1.32-1.93)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	1.30 (0.95-1.78)	1.66 (1.29-2.13)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	1.04 (0.72-1.48)	1.50 (1.09-2.08)

Values are presented as odds ratio (95% confidence interval).

HDL, high density lipoprotein; BMI, body mass index. Reference is normal HDL-cholesterol group.

Model 1, unadjusted; Model 2, age adjusted; Model 3, age, smoke, drink, exercise adjusted; Model 4, age, smoke, drink, exercise, BMI adjusted.

1.42-2.33)이 비만군(OR, 1.57; 95% CI, 1.14-2.17)에 비해 공복혈당장애의 위험도가 더 높은 것으로 나타났다.

모형 4는 모형 3에 체질량지수를 추가하여 보정한 결과로 남성에서는 모든 군에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험도와 관계없는 것으로 나타났고, 여성의 경우는 모든 군에서 위험도를 높이는 것으로 나타났다(Table 3).

연구결과의 일관성을 확인하기 위해 2013-2016년 자료를 Table 3의 모형 3과 같이 나타냈다. 2013년의 결과는 비만 남성을 제외한 모든 대상에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험을 유의하게 높이는 것으로 2016년도 자료와 일치하였으며, 2014년도에는 전체 여성과 비만인 여성에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험을 유의하게 높이는 것으로 나타났고, 2015년도에는 정상 남성과, 비만인 남성을 제외한 대상에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험을 유의하게 높이는 것으로 나타났다(Table 4).

고 찰

본 연구결과 공복혈당장애가 남성 36.5%, 여성 26.7% (가중치)로 나타났다으며, 이는 대한당뇨병학회의 Diabetes Fact sheet in Korea 2016 [4]에서 제시한 남성 31.0%, 여성 19.7% (30세 이상)보다 높는데 이는 본 연구에서는 나이를 40-59세로 제한했기 때문일 것으로 사료된다.

Table 4. Relation of HDL-cholesterol and impaired fasting blood glucose by BMI according to year

Group	Male	Female
2016		
Low HDL cholesterol	1.45 (1.14-1.83)	1.99 (1.65-2.39)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	1.47 (1.09-2.00)	1.82 (1.42-2.33)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	1.10 (0.77-1.59)	1.57 (1.14-2.17)
2015		
Low HDL cholesterol	1.34 (1.05-1.71)	1.19 (1.51-2.44)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	1.32 (0.89-1.96)	1.51 (1.10-2.08)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	1.06 (0.75-1.51)	1.54 (1.07-2.22)
2014		
Low HDL cholesterol	1.01 (0.81-1.26)	1.62 (1.32-1.98)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	0.89 (0.65-1.21)	1.17 (0.87-1.56)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	0.89 (0.62-1.26)	2.08 (1.47-2.93)
2013		
Low HDL cholesterol	1.63 (1.31-2.03)	1.89 (1.57-2.27)
Low HDL cholesterol in BMI < 25	1.69 (1.21-2.37)	1.89 (1.50-2.39)
Low HDL cholesterol in BMI ≥ 25	1.21 (0.85-1.71)	1.46 (1.07-1.99)

Values are presented as odds ratio (95% confidence interval).

HDL, high density lipoprotein; BMI, body mass index.

Reference is normal HDL-cholesterol group.

Age, smoke, drink, exercise adjusted.

성별에 따른 공복혈당정상군과 공복혈당장애군의 비교에서 나이, 중등도 이상 운동실천, 교육수준, 소득수준, 고혈압, 비만 유무, 낮은 HDL-콜레스테롤은 기존의 연구결과들과 같은 양상을 보였다[16-18].

현재흡연은 남녀 모두에서 차이를 보이지 않았는데 이는 2014년도 국민건강영양조사 자료를 이용한 선행연구[19]의 결과와는 일치하였다. 그러나 1개 대학병원의 건강검진 센터를 이용한 한국 성인 남성 5,103명을 대상으로 흡연과 대사증후군의 관련성 연구[20]에서는 비흡연자에 비해 과거흡연자와 현재흡연자가 각각 공복혈당장애의 위험이 높은 것으로 나타났다.

음주는 여성에서 공복혈당정상군에서 더 높았는데, 남녀 모두에서 정상군과 공복혈당장애군에서 유의한 차이를 보이지 않은 선행연구와 다르게 나타났다[19].

지방섭취량은 남녀 모두에서 정상군에 비해 공복혈당장애군에서 유의하게 낮았는데, 이는 지방의 섭취 증가가 간의 지방량을 감소시킴으로 간 인슐린(hepatic insulin) 민감도를 향상시켜서 공복혈당을 감소시킨다는 Krats et al. [16]의 연구와 일치한다.

하루 열량섭취량은 남성은 별 차이가 없었고, 여성에서는 정상군이 더 높았는데 이는 Onuoha et al. [17]의 연구에서 하루 섭취열량보다는 균형 있는 열량섭취에 의해 공복혈당, 비만 등이 영향을 받는 것으로 이해할 수 있다.

정상 체중 남성과 여성 전체에서 낮은 HDL-콜레스테롤의 유무에

따라 공복혈당장애의 빈도는 유의한 차이를 보였는데, 이는 비만 남성에서는 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애에 큰 영향을 주지 않는다는 뜻으로 해석할 수 있다. 미국인 28,209명을 대상으로 한 제2형 당뇨병의 예측인자로 공복혈당과 비만, 대사증후군을 본 종단연구의 결과에서 정상체중, 비만체중 모두에서 혈당이 높을수록 연간 당뇨병으로 전환되는 사람이 많았고, 특히 비만($\geq 30 \text{ kg/m}^2$)인 남성에서 같은 혈당 범주 내에서 정상($< 30 \text{ kg/m}^2$)인 남성보다 당뇨병으로 전환되는 비율이 유의하게 높았다[21]. 이는 Table 2에 나타난 결과와 연결시켜 보면 비만인 남성은 공복혈당장애가 다른 여러 요인들보다 비만의 영향을 절대적으로 받는 것으로 생각할 수 있다.

낮은 HDL-콜레스테롤군의 공복혈당장애 위험도를 체질량지수에 따라 승산비로 나타낸 결과, 비만 남성을 제외하고 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험도를 유의하게 높이는 것으로 나타났다. 또한 여성의 경우 비만군에 비해 정상군에 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험도를 더 높이는 것으로 나타났다(모형 3: 정상 OR, 1.82, 비만 OR, 1.57). 이는 공복혈당장애를 조절하기 위해서는 정상체중인 남성과 모든 여성은 체중 조절과 HDL-콜레스테롤 조절을 함께 하는 것이 필요하고, 비만인 남성은 체중 조절을 우선으로 해야 할 것으로 해석할 수 있다.

공복혈당장애에 영향을 주어 제시되었던 Table 1의 변수들을 모두 보정한 경우의 결과가 모형 3과 유사하게 나왔으므로 따로 제시하지 않았다.

체질량지수를 보정한 경우(모형 4), 체질량지수를 보정하기 전 남성의 승산비는 1.45에서 보정 후 1.16으로 낮아지면서 통계적 유의성이 없어졌고, 여성에서는 1.99에서 체질량지수 보정 후 1.60으로 낮아지는 했지만 통계적 유의성은 유지되었다. 이는 남성에서 공복혈당장애는 체질량지수에 의해 많은 영향을 받는다는 것을 알 수 있고, 여성도 공복혈당장애가 체질량지수의 영향을 받지만 이와 함께 낮은 HDL-콜레스테롤의 영향을 받는 것으로 이해할 수 있다.

연구결과의 일관성을 확인하기 위해 2013-2015년도 국민건강영양조사 자료를 동일한 방법으로 분석한 결과, 2014년을 제외하고 일관성 있는 경향을 보였고 모든 결과에서 비만 남성의 경우 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애에 주는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

선행연구[12]에 의하면 저 농도의 장기간 잔류성유기오염물질의 폭로는 비만보다 더 강력한 당뇨병의 위험요인으로 나타났다. 미국인을 대상으로 한 연구[13]는 이 잔류성유기오염물질의 농도가 HDL-콜레스테롤과 반비례한다고 보고하였다. 그러나 잔류성유기오염물질의 대표적인 물질인 PCB를 생산한 몬산토 화학회사의 본거지인 미국 앨라배마주 애니스톤 거주자 연구[22]에서 HDL-콜레스테롤은 잔류성유기오염물질의 농도와 관련이 없고, LDL-콜레스테롤이 관련이 있다는

연구를 발표하면서 두 연구의 차이점으로 조사된 개체의 차이와 잔류성유기오염물질에 대한 조정의 차이를 들었다.

본 연구의 제한점은 첫째, 단면연구의 특성상 공복혈당장애와 낮은 HDL-콜레스테롤의 전후관계가 명확하지 않을 수 있으며 둘째, 복합 표본설계를 고려하여 설문, 검진가중치를 반영하여 값들을 추정하였는데, 제공되는 전체를 대상으로 한 가중치를 사용하였으므로 추정값에 비뚤림이 존재할 수 있다. 셋째, 공복혈당보다 당화혈색소가 당뇨병을 더 잘 예측하고, 공복혈당과 당화혈색소를 이용한 조합이 당뇨병을 더 잘 예측한다는 연구[8]가 있다. 또한 HDL-콜레스테롤보다는 non HDL-콜레스테롤(총콜레스테롤-HDL콜레스테롤)이 당뇨병을 더 잘 예측한다는 연구결과[7]도 있다. 그러나 본 연구에서는 공복혈당과 HDL-콜레스테롤치를 선택하여 분석을 했는데 이는 당화혈색소는 이미 당뇨병에 이환된 환자들의 혈당관리를 위한 검사에 이용되므로 당뇨병에 이환되기 전의 일반인들이 잘 사용하지 않는 지표라는 점과, 본 논문은 어느 지표가 당뇨병을 잘 예측한다는 비교 연구가 아니라 는 점 때문이다.

비만 남성의 공복혈당장애는 낮은 HDL-콜레스테롤의 영향을 비교적 받지 않는 것으로 나타났는데 그 원인에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

공복혈당장애가 발생하면 당뇨병으로 발전될 확률이 높아지고, 당뇨병으로의 발전을 예방하는 것이 중요하므로 일반적으로는 식이요법과 운동을 통한 체중 조절을 시도하게 되는데[2,3] 정상체중인 경우에는 위의 방법과 함께 HDL-콜레스테롤을 높이는 것이 공복혈당을 낮추는 방법이라 사료된다. 또한 비만 남성의 경우는 비만여성과 달리 공복혈당장애에 HDL-콜레스테롤 영향보다 비만 그 자체의 영향을 더 많이 받기 때문에 체질량지수 조절을 우선시해야 할 것으로 사료된다.

결론

2016년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 우리나라 40-59세의 중년 6,438명을 대상으로 성별에 따른 비만체중과 정상체중에서 공복혈당장애의 발생에 낮은 HDL-콜레스테롤이 미치는 영향을 알아보았다. 비만 유무에 따라 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애에 주는 위험도를 교차비로 나타낸 결과 비만 남성을 제외하고 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험을 유의하게 높이는 것으로 나타났다. 또한 여성의 경우 비만군에 비해 정상군에서 낮은 HDL-콜레스테롤이 공복혈당장애의 위험을 더 높이는 것으로 나타났다. 따라서 비만인 남자를 제외하고는 공복혈당장애를 조절하기 위해서는 체질량지수 조절은 물론 HDL-콜레스테롤도 함께 조절할 필요가 있을 것으로 사료된다.

ORCID

Soo-Hee Jin <https://orcid.org/0000-0001-6787-8422>

REFERENCES

1. Genuth S, Alberti KG, Bennett P, Buse J, Defronzo R, Hahn R, et al. Expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003;26(11):3160-3167.
2. Shah RV, Abbasi SA, Yamal JM, Davis BR, Barzilay J, Einhorn PT, et al. Impaired fasting glucose and body mass index as determinants of mortality in ALLHAT: is the obesity paradox real?. *J Clin Hypertens* 2014; 16(6):451-458.
3. American Diabetes Association. (2) Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes Care* 2015;38Suppl:S8-16.
4. Korean Diabetes Association. Diabetes fact sheet in Korea 2016. Available at <http://www.diabetes.or.kr> [accessed on August 1, 2018].
5. Kodama K, Tojjar D, Yamada S, Toda K, Patel CJ, Butte AJ. Ethnic differences in the relationship between insulin sensitivity and insulin response: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care* 2013; 36(6):1789-1796.
6. Qian Y, Lin Y, Zhang T, Bai J, Chen F, Zhang Y, et al. The characteristics of impaired fasting glucose associated with obesity and dyslipidaemia in a Chinese population. *BMC Public Health* 2010;10:139.
7. Peters AL. Clinical relevance of non-HDL cholesterol in patients with diabetes. *Clinical Diabetes* 2008;26(1):3-7.
8. Parhofer KG. Interaction between glucose and lipid metabolism: more than diabetic dyslipidemia. *Diabetes Metab J* 2015;39(5):353-362.
9. Wu L, Parhofer KG. Diabetic dyslipidemia. *Metabolism* 2014;63(12): 1469-1479.
10. Rashid S, Genest J. Effect of obesity on high-density lipoprotein metabolism. *Obesity* 2007;15(12):2875-2888.
11. Bertiere MC, Fumeron F, Rigaud D, Malon D, Apfelbaum M, Girard-Globa A. Low high density lipoprotein-2 concentrations in obese male subjects. *Atherosclerosis* 1988;73(1):57-61.
12. Lee DH, Lee IK, Jin SH, Steffes M, Jacobs DR Jr. Association between serum concentrations of persistent organic pollutants and insulin resistance among nondiabetic adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002. *Diabetes Care* 2007; 30(3):622-628.
13. Lee DH, Steffes MW, Sjödin A, Jones RS, Needham LL, Jacobs DR Jr. Low dose organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls predict obesity, dyslipidemia, and insulin resistance among people free of diabetes. *PLoS One* 2011;6(1):e15977.
14. Rao SS, Disraeli P, McGregor T. Impaired glucose tolerance and impaired fasting glucose. *Am Fam Physician* 2004;15;69(8):1961-1968.
15. Ministry of Health and Welfare. Korean National Health and Nutrition Examination Survey (7th 1st year). Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2016 (Korean).
16. Kratz M, Marcovina S, Nelson JE, Yeh MM, Kowdley KV, Callahan HS, et al. Dairy fat intake is associated with glucose tolerance, hepatic and systemic insulin sensitivity, and liver fat but not β -cell function in humans. *Am J Clin Nutr* 2014;99(6):1385-1396.
17. Onuoha NO, Okafor AM, Eme PE, Onyia UD. Anthropometric status, fasting blood sugar, nutrient intake and energy balance of traders in a market population in Nsukka, Nigeria. *Integr Food Nutr Metab* 2016;4(1):1-4.
18. Kim H, Ro Y, Kim N, Yoo Y, Yong J, Oh J. Prevalence and risk factors for diabetes mellitus and impaired fasting glucose of adults. *J Korea Acad Nurs* 2000;30(6):1479-1487 (Korean).
19. Lee H, Kam S, Jin S. The affecting factors of metabolic syndrome in Korean adults in their 30s and 40s. *Korean J Health Serv Manag* 2018; 12(3):143-156 (Korean).
20. Kim S, Nah E, Cho H. Association between smoking, metabolic syndrome, and arteriosclerosis in Korean men. *J Health Info Stat* 2016; 41(1):18-26 (Korean).
21. De Fina LF, Vega GL, Leonard D, Grundy SM. Fasting glucose, obesity, and metabolic syndrome as predictors of type 2 diabetes: The Cooper Center Longitudinal Study. *J Investig Med* 2012;60(8):1164-1168.
22. Aminov Z, Haase RF, Pavuk M, Carpenter DO. Analysis of the effects of exposure to polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides on serum lipid levels in residents of Anniston, Alabama. *Environ Health* 2013;12(1):108-121.