

제조업 근로자의 공복 시 혈당과 혈청지질 및 비만지표와의 관련성

박승경¹, 조영채^{2*}

¹대전보건대학 피부미용과, ²충남대학교 의학전문대학원 예방의학교실

Fasting Blood Sugars and Their Association with Serum Lipids, and Obesity Indices in Manufacturing Workers

Sung-Kyeong Park¹, Young-Chae Cho^{2*}

¹Department of Beauty Art & Skin Care, Daejeon Health Science College

²Department of Preventive Medicine and Public Health, Chungnam National University School of
Medicine and Research Institute for Medical Sciences

요약 본 연구는 제조업 근로자들의 공복 시 혈당과 혈청지질(TC, TG, HDL-C, LDL-C) 및 비만지표(BMI, 체지방률, 허리둘레, 허리둘레와 엉덩이둘레의 비)와의 관련성을 검토할 목적으로 시도하였다. 연구는 2015년 1월부터 12월까지의 기간에 한 대학병원 건강검진센터에서 종합건강검진을 받았던 30~59세의 근로자 1,473명을 대상으로 하였다. 자료의 분석은 조사대상자의 공복 시 혈당을 정상군과 비정상군으로 구분하여 혈청지질 및 비만지표의 평균치를 비교하였고, 성과 연령을 조정한 다중 회귀분석을 통해 공복시 혈당에 영향을 미치는 관련요인을 검토하였다. 연구결과, 조사대상자의 TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레는 공복 시 혈당이 정상인 군보다 비정상인 군에서 유의하게 높았고, HDL-C는 공복 시 혈당이 정상군보다 비정상군에서 유의하게 낮았다. 조사대상자의 공복시 혈당치는 TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레와 유의한 양의 상관관계를 보였다. 공복 시 혈당에 영향을 미치는 요인으로는 TC, TG, BMI 및 체지방률이 유의한 변수로 선정되었다. 이상과 같은 결과는 제조업 근로자들의 공복시 혈당은 TC, TG, LDL-C와 같은 혈청지질 및 BMI, 체지방률과 같은 비만지표와 유의한 관련성이 있음을 시사한다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the relationship between the fasting blood sugar and serum lipid levels (TC, TG, HDL-C, LDL-C) and obesity indices (BMI, body fat rates, waist circumference, waist to hip ratio). The study sample consists of 1,473 manufacturing workers aged from 30 to 59 years, who underwent a health check-up at a university hospital during the period from Jan. to Dec. 2015. A data analysis was conducted to classify the subjects into the normal and abnormal groups according to their fasting blood sugar levels depending on the average values of the serum lipids and obesity indices. Multiple regression analyzes adjusted for sex and age were conducted for the factors affecting the fasting blood sugar level. As a result, the Serum TC, TG, LDL-C, BMI and waist circumference were found to be significantly higher in the abnormal fasting blood sugar level group than in the normal one, but the HDL-C was significantly lower in the abnormal group than in the normal one. The fasting blood sugar level had a significant positive correlation with the TC, TG, LDL-C, BMI and waist circumference. The TC, TG, BMI and body fat were the significant factors affecting the fasting blood sugar. The above results suggest that the fasting blood sugar and serum lipid levels (TC, TG, HDL-C, LDL-C), obesity indices (BMI, body fat rates, waist circumference, waist to hip ratio) of manufacturing workers are significantly associated with each other.

Keywords : Manufacturing worker, FBS, TC, TG, HDL-C, LDL-C, BMI, Body fat rate.

이 연구는 2016년도 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음

*Corresponding Author : Young-Chae Cho(Chungnam National Univ.)

Tel: +82-42-580-8265 email: choyc@cnu.ac.kr

Received January 19, 2017

Revised February 21, 2017

Accepted April 7, 2017

Published April 30, 2017

1. 서 론

당뇨병은 당대사이상과 함께 고혈압, 고지혈증, 비만과 같은 여러 대사장애가 동반되는 것이 특징인 질환이다. 2011년 국민건강 영양조사에 의하면 우리나라 30세 이상 남녀에서의 당뇨병 유병률은 2001년 8.9%, 2005년 9.1% 그리고 2007년부터 2009년에는 9.9%를 유지하고 있다. 우리나라 당뇨병 환자의 수는 지난 50여 년에 걸쳐 1.5%에서 9.9%까지 증가하였고, 30세 이상에서 10명 중 1명이 당뇨병에 이환되며, 30~40대 당뇨병 유병자의 절반 이상이 질병을 인지하지 못하여 치료를 받지 못하고 있다고 한다[1].

이와 같은 당뇨병의 발생과 관련이 있는 위험인자로써 비만(체질량지수 $\geq 23 \text{ kg/m}^2$), 고혈압($\geq 140/90 \text{ mmHg}$ 또는 항고혈압제 복용), 고중성지방혈증($\geq 250 \text{ mg/dL}$), 고밀도지단백콜레스테롤 감소($< 40 \text{ mg/dL}$), 당뇨병의 가족력, 습관성 운동부족 등이 알려져 있다[2]. 또한 당뇨병은 공복혈당장애와 내당능장애 상태가 되면 당뇨병이 발생하는 것을 예측할 수 있으며, 이런 당뇨병의 전 단계 상태도 심혈관질환의 발생에 중요하게 작용한다고 알려지고 있다[3]. 따라서 혈청지질이나 비만관련 지표들과 공복 시 혈당과의 관계를 알아볼 필요성이 있다고 본다.

우선, 혈청지질을 나타내는 지표들과 혈당수준과의 관련성을 보면 Thomas 등[4]은 총콜레스테롤, 고밀도지단백 콜레스테롤 및 중성지방 모두 공복 시 혈당과 2시간 후 혈당 수준이 높을수록 높아지는 결과를 보였으며, 저밀도 지단백 콜레스테롤은 공복혈당장애와 내당능장애에서 통계적인 유의성이 있다고 보고 하였다. 또한, 중성지방은 체내에서 가장 흔한 형태의 지방이며 당뇨병을 갖고 있는 사람들에서 높은 수치를 보이고 있다[5]. 높은 중성지방은 복부비만과 밀접한 관계가 있으며[6], 복부비만은 인슐린 저항성과 관련성이 높아서 고혈당을 일으키는 것으로 보고되고 있다[7].

비만을 나타내는 지표들과 혈당수준과의 관련성에서는 비만은 당 대사 이상과 관련이 있고[8], 당뇨병의 이환율을 상승시킨다고 보고되고 있다[9]. 또한, 비만을 나타내는 지표인 체질량지수, 허리둘레, 허리/엉덩이둘레 비 모두 공복 시 혈당수준이 높을수록 유의하게 높다고 보고하고 있다[4,10]. 뿐만 아니라 복부비만은 인슐린 비의존성 당뇨병과 관련성이 있으며[11], 복부비만의 경우 생체 대사적으로 더 활동적이고 인슐린과 카테콜라민의

조절에 덜 민감하여, 이로 인한 유리지방산(free fatty acid)의 생산증가는 중성지방의 증가에 연관성이 있으며 그것은 내당능장애가 있는 사람에서 공복혈당장애가 있는 경우에 비하여 더 큰 것으로 나타나는 것으로 보고되고 있다[12,13].

위와 같은 선행연구들을 통해 보면, 혈청지질과 비만이 당뇨병 발생과 관련성이 있음을 설명하고 있지만 구체적으로 혈청지질 및 비만을 나타내는 각 지표들과 혈당 수준과의 관련성을 설명하지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 제조업 근로자들의 공복 시 혈당과 혈청지질치(TC, TG, HDL-C, LDL-C) 및 비만지표(BMI, 체지방률, 허리둘레, 허리둘레와 엉덩이둘레의 비)와의 관련성을 밝히고자 시도하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1 연구대상

조사대상은 2015년 1월부터 12월까지의 기간에 한 대학병원 건강검진센터에서 종합건강검진을 받았던 30~59세의 제조업 근로자 1,577명 중 검사결과에 영향을 미칠 가능성이 있는 고혈압증, 고지혈증 등의 질병으로 치료중인 자와 자료수집 결과 기록이 미비하였거나 불성실한 응답 등으로 통계처리가 어려운 자 104명을 제외시킨 1,473명을 분석대상으로 하였다.

2.2 자료수집 및 조사내용

조사는 대상자들의 종합건강검진 결과표와 검진 시에 피검진자들이 작성한 설문지로부터 본 조사에 필요한 내용을 미리 작성한 조사표에 이기하여 자료를 수집하였다. 조사항목은 성, 연령, 혈압, 혈청지질, 비만관련지표 등이었으며 구체적인 측정 및 평가는 다음과 같다.

2.2.1 공복시 혈당

공복시 혈당(fasting blood sugar; FBS)의 측정은 피검자들을 검사 전날 오후 10시부터 금식한 상태로 검사 당일 오전에 상완정맥에서 채혈하였으며, 자동화학분석기(Olympus AU 5400)를 사용하여 측정하였다. FBS의 정상과 비정상의 구분은 미국 당뇨병학회의 기준으로 100 mg/dL 미만을 「정상군」, 100 mg/dL 이상을 「비정상군」으로 구분하였다[14].

2.2.2 혈청지질

총콜레스테롤(total cholesterol; TC), 중성지질(triglyceride; TG)의 측정은 효소반응을 이용한 비색법으로 하였고, 고밀도지단백콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol; HDL-C)은 망간이용침전법과 효소반응을 이용한 비색법으로 하였다. 저밀도지단백콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol; LDL-C)은 Friedwald의 공식(LDL-C = TC - HDL-C - TG/5)에 의해 산출하였다[15].

2.2.3 비만지표

신체중실지수(Body Mass Index; BMI)는 체중(kg)/신장(m²)으로 계산하였다. 체지방율(percentage of body fat; % fat)은 임피던스 방법을 사용하여 Bioelectrical Impedance Fatness Analyzer(GIF-891DX, Gilwoo. korea)로 측정하였다. 허리둘레는 직립자세에서 줄자를 이용하여 늑골의 최하단부와 골반장 골릉(iliac crest)사이의 가장 가는 부위를 0.1cm까지 측정하였다. 허리둘레와 엉덩이둘레의 비(waist to hip ratio; WHR)는 허리둘레÷엉덩이둘레로 산출하였다.

2.3 자료처리 및 통계분석

자료의 통계처리는 SPSS WIN(ver. 19.0) 통계프로그램을 이용하였다. 조사대상자의 공복시혈당 비정상군과 정상군 간의 혈압, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교는 Welch의 검정 및 일원배분분산분석(one-way ANOVA)을 하였다. 공복시 혈당과 혈압, 혈청지질치 및 비만지표 간의 상관관계는 Pearson의 상관계수를 구하였으며, 공복시 혈당에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위하여 성과 연령을 조정한 다중 회귀분석(multiple regression analysis)을 실시하였다. 모든 통계량의 유의수준은 p<0.05로 하였다.

3. 연구결과

3.1 성별에 따른 연령, 공복 시 혈당, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교

조사대상자의 성별 연령, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교는 [Table 1]과 같다. 평균연령은 남자가 45.75±11.35세, 여자가 48.30±12.33세로 남자보다 여자

에서 유의하게 높았다(p<0.001). TG는 여자가 106.61±63.52mg/dl, 남자가 138.89±93.14mg/dl로 여자보다 남자에서 유의하게 높았고(p<0.001), HDL은 남자가 44.50±11.74mg/dl, 여자가 47.27±10.60mg/dl로 여자보다 남자에서 유의하게 낮았으며(p<0.001), LDL은 남자가 112.50±30.02mg/dl, 여자가 117.72±33.00mg/dl로 남자보다 여자에서 유의하게 높았다(p<0.001). 체지방율은 남자가 21.56±6.46%, 여자가 28.55±6.21%로 남자보다 여자에서 유의하게 높았으며(p<0.001), 허리둘레는 여자가 78.75±9.50cm, 남자가 82.84±8.38cm로 여자보다 남자에서 유의하게 높았다(p<0.001). 그러나 공복 시 혈당, TC, BMI 및 허리와 엉덩이둘레 비에서는 남녀 간에 유의한 차이가 없었다.

Table 1. Comparison of mean score of age, fasting blood sugar, serum lipid level and obesity indices by sex.

Variable	Total (n=1,473)	Male (n=808)	Female (n=665)	p-value
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	
Age(year)	46.89±11.86	45.75±11.35	48.30±12.33	p<0.001
Fasting blood sugar (mg/dl)	89.53±21.35	90.39±23.24	88.48±18.74	0.097
Total cholesterol (mg/dl)	185.47±34.17	184.78±32.45	186.32±36.19	0.369
Triglyceride(mg/dl)	124.38±82.72	138.89±93.14	106.61±63.52	p<0.001
High density lipoprotein cholesterol (mg/dl)	45.75±11.32	44.50±11.74	47.27±10.60	p<0.001
Low density lipoprotein cholesterol (mg/dl)	114.85±31.49	112.50±30.02	117.72±33.00	p<0.001
Body mass index (kg/m ²)	24.37±3.39	24.53±3.13	24.17±3.67	0.054
Body fat rate(%)	24.71±7.24	21.56±6.46	28.55±6.21	p<0.001
Waist circumference (cm)	80.99±9.13	82.84±8.38	78.75±9.50	p<0.001
Waist to hip ratio(%)	0.89±0.49	0.87±0.06	0.90±0.73	0.267

3.2 공복 시 혈당 구분에 따른 연령, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교

조사대상자의 공복 시 혈당 구분에 따른 연령, 혈청지

질치 및 비만지표의 평균치 비교는 [Table 2]와 같다. 평균연령은 공복 시 혈당이 정상인 군에서 46.26±11.95세, 비정상인 군에서 52.55±9.63세로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p<0.001$). TC는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 183.47±33.42mg/dℓ, 비정상인 군에서 202.67±36.28mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고($p<0.001$), TG는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 119.09±75.56mg/dℓ, 비정상인 군에서 168.44±121.85 mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다 ($p<0.001$). HDL-C는 공복시 혈당이 비정상인 군에서 41.47±10.41mg/dℓ, 정상인 군에서 46.26±11.34mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 낮았으며($p<0.001$), LDL-C는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 113.39±30.82mg/dℓ, 비정상인 군에서 127.51±34.63mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p<0.001$). BMI는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 24.21±3.36kg/m², 비정상인 군에서 25.67±3.39kg/m²로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고($p<0.001$), 허리둘레는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 80.50±9.04cm, 비정상인 군에서 85.32±8.85cm로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p<0.001$). 그러나 체지방률과 허리와 엉덩이둘레 비에서는 유의한 차이가 없었다.

3.3 남자에서의 공복 시 혈당 구분에 따른 연령, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교

조사대상 남자의 공복 시 혈당 구분에 따른 연령, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교는 [Table 3]과 같다. 평균연령은 공복 시 혈당이 정상인 군에서 45.09±11.34세, 비정상인 군에서 51.66±10.01세로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p<0.001$). TC는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 182.55±31.23mg/dℓ, 비정상인 군에서 204.24±37.18mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고($p<0.001$), TG는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 131.81±83.46mg/dℓ, 비정상인 군에서 199.60±144.15mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p<0.001$). HDL-C는 공복 시 혈당이 비정상인 군에서 41.26±10.93mg/dℓ, 정상인 군에서 44.90±11.81mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 낮았으며($p=0.009$), LDL-C는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 111.28±28.89mg/dℓ, 비정상인 군에서 123.05±37.52mg/dℓ로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p=0.008$). BMI는 공복 시

Table 2. Comparison of mean score of age, serum lipid level and obesity indices by fasting blood sugar in total subjects.

Variable	Abnormal group of FBS [†]	Normal group of FBS [‡]	p-value
	(n=150)	(n=1,323)	
	Mean±SD	Mean±SD	
Age(year)	52.55±9.63	46.26±11.95	$p<0.001$
Total cholesterol(mg/dℓ)	202.67±36.28	183.47±33.42	$p<0.001$
Triglyceride(mg/dℓ)	168.44±121.85	119.09±75.56	$p<0.001$
High density lipoprotein cholesterol(mg/dℓ)	41.47±10.41	46.26±11.34	$p<0.001$
Low density lipoprotein cholesterol(mg/dℓ)	127.51±34.63	113.39±30.82	$p<0.001$
Body mass index(kg/m ²)	25.67±3.39	24.21±3.36	$p<0.001$
Body fat rate(%)	25.63±6.66	24.64±7.30	0.102
Waist circumference(cm)	85.32±8.85	80.50±9.04	$p<0.001$
Waist to hip ratio(%)	0.90±0.05	0.88±0.52	0.709

[†] : Abnormal group was over 100mg/dℓ of fasting blood sugar (FBS)

[‡] : Normal group was under 100mg/dℓ of fasting blood sugar (FBS)

Table 3. Comparison of mean score of age, serum lipid level and obesity indices by fasting blood sugar in male subjects.

Variable	Abnormal group of FBS [†]	Normal group of FBS [‡]	p-value
	(n=92)	(n=716)	
	Mean±SD	Mean±SD	
Age(year)	51.66±10.01	45.09±11.34	$p<0.001$
Total cholesterol(mg/dℓ)	204.24±37.18	182.55±31.23	$p<0.001$
Triglyceride(mg/dℓ)	199.60±144.15	131.81±83.46	$p<0.001$
High density lipoprotein cholesterol(mg/dℓ)	41.26±10.93	44.90±11.81	0.009
Low density lipoprotein cholesterol(mg/dℓ)	123.05±37.52	111.28±28.89	0.008
Body mass index(kg/m ²)	26.00±3.22	24.35±3.08	$p<0.001$
Body fat rate(%)	23.54±6.19	21.34±6.46	0.004
Waist circumference(cm)	87.70±8.23	82.23±8.23	$p<0.001$
Waist to hip ratio(%)	0.91±0.05	0.87±0.05	$p<0.001$

[†] : Abnormal group was over 100mg/dℓ of fasting blood sugar (FBS)

[‡] : Normal group was under 100mg/dℓ of fasting blood sugar (FBS)

혈당이 정상인 군에서 $24.35 \pm 3.08 \text{ kg/m}^2$, 비정상인 군에서 $26.00 \pm 3.22 \text{ kg/m}^2$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고($p < 0.001$), 체지방률은 혈당이 정상인 군에서 $21.34 \pm 6.46\%$, 비정상인 군에서 $23.54 \pm 6.19 \text{ kg/m}^2$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p = 0.004$). 허리둘레는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 $82.23 \pm 8.23 \text{ cm}$, 비정상인 군에서 $87.70 \pm 8.23 \text{ cm}$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고($p < 0.001$), 허리와 엉덩이둘레비는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 $0.87 \pm 0.05\%$, 비정상인 군에서 $0.91 \pm 0.05\%$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p < 0.001$).

3.4 여자에서의 공복 시 혈당 구분에 따른 연령, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교

조사대상 여자의 공복 시 혈당 구분에 따른 연령, 혈청지질치 및 비만지표의 평균치 비교는 [Table 4]와 같다. 평균연령은 공복 시 혈당이 정상인 군에서 47.68 ± 12.51 세, 비정상인 군에서 53.57 ± 9.15 세로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p < 0.001$). TC는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 $184.61 \pm 35.92 \text{ mg/dl}$, 비정상인 군에서 $200.89 \pm 35.41 \text{ mg/dl}$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고($p < 0.001$), TG는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 $103.52 \pm 61.14 \text{ mg/dl}$, 비정상인 군에서 $132.83 \pm 76.54 \text{ mg/dl}$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p < 0.001$). HDL-C는 공복 시 혈당이 비정상인 군에서 $41.70 \pm 9.85 \text{ mg/dl}$, 정상인 군에서 $47.93 \pm 10.50 \text{ mg/dl}$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 낮았으며($p = 0.009$), LDL-C는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 $115.97 \pm 32.87 \text{ mg/dl}$, 비정상인 군에서 $132.62 \pm 30.48 \text{ mg/dl}$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p < 0.001$). BMI는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 $24.03 \pm 3.66 \text{ kg/m}^2$, 비정상인 군에서 $25.30 \pm 3.56 \text{ kg/m}^2$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고($p = 0.006$), 허리둘레는 공복 시 혈당이 정상인 군에서 $78.30 \pm 9.48 \text{ cm}$, 비정상인 군에서 $82.60 \pm 8.80 \text{ cm}$ 로 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았다($p < 0.001$).

Table 4. Comparison of mean score of age, serum lipid level and obesity indices by fasting blood sugar in female subjects.

Variable	Abnormal group of FBS† (n=58)	Normal group of FBS‡ (n=607)	p-value
	Mean±SD	Mean±SD	
Age(year)	53.57±9.15	47.68±12.51	<i>p</i> <0.001
Total cholesterol(mg/dl)	200.89±35.41	184.61±35.92	<i>p</i> <0.001
Triglyceride(mg/dl)	132.83±76.54	103.52±61.14	0.003
High density lipoprotein cholesterol(mg/dl)	41.70±9.85	47.93±10.50	<i>p</i> <0.001
Low density lipoprotein cholesterol(mg/dl)	132.62±30.48	115.97±32.87	<i>p</i> <0.001
Body mass index(kg/m ²)	25.30±3.56	24.03±3.66	0.006
Body fat rate(%)	28.02±6.40	28.61±6.19	0.451
Waist circumference(cm)	82.60±8.80	78.30±9.48	<i>p</i> <0.001
Waist to hip ratio(%)	0.89±0.05	0.91±0.78	0.832

† : Abnormal group was over 100mg/dl of fasting blood sugar (FBS)

‡ : Normal group was under 100mg/dl of fasting blood sugar (FBS)

3.5 공복 시 혈당치와 혈청지질치 및 비만지표와의 상관관계

조사대상의 공복 시 혈당치와 혈청지질치 및 비만지표와의 상관관계는 [Table 5]와 같다. 전체 조사대상자의 공복 시 혈당치는 TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레와 유의한 양의 상관관계를 보였다. 남자에서의 공복 시 혈당치는 TC, TG, 허리둘레 및 허리둘레와 엉덩이둘레의 비와 유의한 양의 상관관계를 보였으며, 여자에서의 공복시 혈당치는 TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레와 유의한 양의 상관관계를 보인 반면 HDL-C와는 유의한 음의 상관관계를 보였다.

3.6 공복 시 혈당치에 영향을 미치는 요인

조사대상의 공복 시 혈당치에 영향을 미치는 관련요인을 알아보기 위해 연령과 성별을 조정한 다중회귀분석 결과는 [Table 6]과 같다. 공복 시 혈당에 영향을 미치는 요인으로는 TC, TG, BMI 및 체지방률이 유의한 변수로 선정되었다. 즉, TC, TG, BMI 및 체지방률이 높을수록 공복시 혈당이 유의하게 높았으며, 투입된 변수들의 설명력은 17.2%를 나타내었다.

Table 5. Correlation coefficients between fasting blood sugar(FBS) and serum lipid level, and obesity indices.

Variable	Fasting blood sugar(FBS)		
	Total	Male	Female
	Coefficient	Coefficient	Coefficient
Total cholesterol(mg/dℓ)	0.172*	0.175*	0.176*
Triglyceride(mg/dℓ)	0.186*	0.167*	0.214**
High density lipoprotein cholesterol(mg/dℓ)	-0.075	-0.019	-0.156*
Low density lipoprotein cholesterol(mg/dℓ)	0.116*	0.093	0.160*
Body mass index(kg/m ²)	0.100*	0.085	0.118*
Body fat rate(%)	0.011	0.073	0.022
Waist circumference(cm)	0.141*	0.123*	0.156*
Waist to hip ratio(%)	0.042	0.188*	0.051

** : p<0.01, * : p<0.05(significant difference)

Table 6. Age and sex adjusted multiple regression analysis of factors affecting to the fasting blood sugar.

Variable	B	SE	Beta	t	p-value
Total cholesterol(mg/dℓ)	0.06	0.01	0.09	3.42	0.001
Triglyceride(mg/dℓ)	0.02	0.00	0.10	3.45	0.001
High density lipoprotein cholesterol(mg/dℓ)	0.04	0.05	-0.02	-0.87	0.383
Body mass index(kg/m ²)	0.60	0.23	0.97	2.61	0.009
Body fat rate(%)	0.38	0.12	0.13	3.13	0.002
Waist to hip ratio(%)	0.85	1.08	0.02	0.79	0.430
Constant	59.07	3.05		16.62	0.000
Adjusted R ² = 0.172					

4. 고찰

본 연구는 제조업 근로자들의 공복 시 혈당과 혈청지질치(TC, TG, HDL-C, LDL-C) 및 비만지표(BMI, 체지방률, 허리둘레, 허리둘레와 엉덩이둘레의 비)와의 관련성을 밝히고자 시도하였다. 우선 본 연구에서 제조업 근로자를 대상으로 선정한 이유는 대부분의 제조업은 소기업으로 근무환경이나 근로조건이 상대적으로 열악할 뿐만 아니라 건강한 생활습관 또한 유지하기가 어려울 것으로 판단되어 보건학적으로 문제가 될 것으로 생각되었기 때문이다.

연구결과, 조사대상자의 공복 시 혈당 구분에 따른 혈청지질치 및 비만지표의 평균치를 보면, TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레는 공복 시 혈당이 정상군보다

비정상군에서 유의하게 높았고, HDL-C는 공복 시 혈당이 정상군보다 비정상군에서 유의하게 낮았다. 선행연구를 보면, Thomas 등[4]의 연구에서도 TC, TG 및 LDL-C는 공복 시 혈당장애군과 내당능장애군에서 정상군보다 혈당수준이 유의하게 높았다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 결과임을 보여주고 있다. 또한, TG는 체내에서 가장 흔한 형태의 지방이며, 당뇨병을 갖고 있는 사람들에서 높은 수치를 보이고 있다[5]. 높은 TG는 복부비만과 밀접한 관계가 있으며[6], 복부비만은 인슐린 저항성과 관련성이 높아서 고혈당을 일으키는 것으로 보고되고 있다[12,13].

한편, 비만에 따른 당뇨병의 사망률이나 유병률의 발생은 인종, 성별, 연령에 관계없이 지속적으로 증가하고 있다고 보고되고 있다[16,17,18]. 복부비만은 생체 대사적으로 더 활동적이고 인슐린과 카테콜라민의 조절에 덜 민감하여, 이에 따른 유리지방산(free fatty acid)의 생산 증가는 중성지방의 증가에 연관성이 있으며 그것은 내당능장애가 있는 사람에서 공복혈당장애가 있는 경우에 비하여 더 큰 것으로 나타나는 것으로 보고되고 있다[5]. 본 연구에서의 BMI 및 허리둘레는 공복 시 혈당이 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높은 것으로 나타났는데 이는 공복 시 혈당이 낮은 군보다 높은 군에서 BMI와 WC가 증가하는 것으로 나타났다는 선행연구와 일치된 결과를 보였다[19,20].

본 연구에서의 조사대상의 공복 시 혈당치와 혈청지질치 및 비만지표와의 상관관계를 보면, 공복 시 혈당치는 TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레와 유의한 양의 상관관계를 보였다. 그러나 공복 시 혈당치와 HDL-C와는 음의 상관관계를 보였으나 유의한 차이는 없었다. 공복 시 혈당치와 혈청지질치의 상관관계에서 Thomas 등[4]은 TC, TG 및 LDL-C는 공복 시 혈당과 2시간 후 혈당에서 모두 혈당수준이 높을수록 높아지는 결과를 보였으나, HDL-C는 유의한 차이가 없다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 한편, 공복 시 혈당치와 비만지표와의 상관관계에서 Park 등[19]과 Kang 등[20]의 연구에서도 공복 시 혈당은 BMI가 증가할수록 증가하였고, WC가 증가할수록 증가하는 것으로 나타나 본 연구결과와 일치한 결과를 보였다.

본 연구에서의 조사대상의 공복 시 혈당치에 영향을 미치는 관련요인을 알아보기 위해 연령과 성별을 조정한 다중회귀분석을 실시한 결과, 공복 시 혈당에 영향을 미

치는 요인으로는 TC, TG, BMI 및 체지방률이 유의한 변수로 선정되었으며 이들의 설명력은 17.2%를 나타내었다. 고혈당은 심혈관계 질환의 강력한 독립인자로 알려져 있어[21,22,23], 성인병이나 대사증후군의 좋은 지표가 되고 있으며, 위의 본 연구결과에서도 밝혔듯이 혈청지질치나 비만지표는 공복 시 혈당에 관련성이 높다는 것을 알 수 있다. 선행연구에서도 체내 혈당과 체중과의 관련성에서는 내당능장애가 있는 사람들에게 체중감소를 위한 식사 및 운동프로그램을 실시한 결과 1-2년 후에 공복혈당 및 2시간 후 혈당과 인슐린 측정치가 유의하게 감소하였다고 보고하여 체중과의 관련성을 강조하였다[24]. 특히 아시아인은 서양인보다 과체중이나 비만 수준이 낮음에도 불구하고 제2형 당뇨병의 유병률이 높은 것[25]을 감안할 때, 여러 비만지표에 따른 당뇨병 관리의 기준을 서양인과 다르게 적용하여야 할 필요가 있으며, 당뇨병 관리에 적절한 비만지표를 선정하여 사용하는 것이 바람직할 것이다[26].

결론적으로 현대인에서의 대표적인 만성질환의 하나인 당뇨병의 발생률을 줄이기 위해서는 TC, TG, HDL-C 및 LDL-C 등의 혈청지질치 및 BMI, 체지방률, 허리둘레, 등의 비만지표들을 정상치 이하로 유지하기 위한 노력이 필요할 것으로 본다.

5. 결론

본 연구는 제조업 근로자들의 공복 시 혈당(FBS)과 혈청지질치(TC, TG, HDL-C, LDL-C) 및 비만지표(BMI, 체지방률, 허리둘레, 허리둘레와 엉덩이둘레의 비)와의 관련성을 검토할 목적으로 시도하였다. 연구대상은 2015년 1월부터 12월까지의 기간에 한 대학병원 건강검진센터에서 종합건강검진을 받았던 30~59세의 제조업 근로자 1,473명을 대상으로 하였다. 자료는 대상자들의 검진 시에 피검자들이 작성한 설문지와 종합건강검진결과로부터 수집하였으며, 조사대상자의 공복 시 혈당을 정상군과 비정상군으로 구분하여 혈청지질치 및 비만지표의 평균치를 비교하였고, 성과 연령을 조정한 다중 회귀분석을 통해 공복 시 혈당에 영향을 미치는 관련 요인을 검토하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

1. 조사대상자의 TG와 허리둘레는 여자보다 남자에서 유의하게 높았고, LDL-C와 체지방률은 남자

보다 여자에서 유의하게 높았으며, HDL-C는 여자보다 남자에서 유의하게 낮았다.

2. TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레는 공복 시 혈당이 정상군보다 비정상군에서 유의하게 높았고, HDL-C는 공복 시 혈당이 정상군보다 비정상군에서 유의하게 낮았다.
3. 공복 시 혈당치는 TC, TG, LDL-C, BMI 및 허리둘레와 유의한 양의 상관관계를 보였다.
4. 공복 시 혈당에 영향을 미치는 요인으로는 TC, TG, BMI 및 체지방률이 유의한 변수로 선정되었으며 이들의 설명력은 17.2%를 나타내었다.

이상과 같은 결과는 제조업 근로자들의 공복 시 혈당은 TC, TG, LDL-C와 같은 혈청지질치 및 BMI, 체지방률과 같은 비만지표와 유의한 관련성이 있음을 시사한다.

Reference

- [1] Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. 2011 National Health Statistics-National Health and Nutrition Examination Survey 5th, 2012.
- [2] Elasy T. Diabetes and C-reactive protein. Clin diabetes, 25(1), pp. 1-2, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.2337/diaclin.25.1.1>
- [3] Unwin N, Shaw J, Zimmet, Alberti KG. Impaired glucose tolerance and impaired fasting glycaemia: the current status on definition and intervention. Diabet Med, 19, pp. 708-723, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1464-5491.2002.00835.x>
- [4] Thomas GN, Schooling CM, McGhee SM, Ho S-Y, Cheung BMY, Wat NM, Janus ED, Lam TH. Identification of factors differentially associated with isolated impaired fasting glucose and isolated post-load impaired glucose tolerance: the Hong Kong Cardiovascular Risk Factor Study, Eur J Endocrinol, 155, pp. 623-632, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1530/eje.1.02250>
- [5] American Heart Association. Cholesterol level. Available from <http://www.amhrt.org/presenter.jhtml?identifier=4500>.
- [6] Thomas GN, Ho S-Y, Lam KSL, Janus ED, Hedley AJ, Lam TH. Impact of obesity and body fat distribution on cardiovascular risk factors in Hong Kong Chinese. Obes Res, 12, pp. 1805-1813, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1038/oby.2004.224>
- [7] Thomas GN, Critchley JAJH, Tomlinson B, Anderson PJ, Lee ZSK, Chan JCN. Obesity, independent of insulin resistance, is a major determinant of blood pressure in normoglycaemic Hong Kong Chinese. Metabolism, 49;1523-1528, 2000.
DOI: <https://doi.org/10.1053/meta.2000.18512>

[8] Hartz AJ, Rupley DC, Kalkhoff RD. Relationship of obesity to diabetes: influence of obesity level and body fat distribution. *Prev Med*, 12, pp. 351-357, 1983. DOI: [https://doi.org/10.1016/0091-7435\(83\)90244-X](https://doi.org/10.1016/0091-7435(83)90244-X)

[9] Chan JCN, Cockram CS. Diabetes in the Chinese population and its implications for health care. *Diabetes Care*, 20, pp. 1785-1790, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2337/diacare.20.11.1785>

[10] Chong IK, Kim SW, Park YJ, et al. Comparison of Clinical Characteristics of Impaired Fasting Glucose with Impaired Glucose Tolerance in Yonchon County. *Diabetes & Metabolism Journal*, 24(1), pp. 71-77, 2000.

[11] Macdiarmid J. The global challenge of obesity and the international obesity task force. 1998, Available from [http://www.iuns.org/features/obesity/obesity_copy\(1\).htm](http://www.iuns.org/features/obesity/obesity_copy(1).htm)

[12] Fujioka S, Matzuzawa Y, Tokunaga K, Tarui S. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 36, pp. 54-59, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(87\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0026-0495(87)90063-1)

[13] Matsuzawa Y. Pathophysiology and molecular mechanisms of visceral fat syndrome: the Japanese experience. *Diabetes Metab Rev*, 13, pp. 3-13, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0895\(199703\)13:1<3::AID-DMR178>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0895(199703)13:1<3::AID-DMR178>3.0.CO;2-N)

[14] Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 26(11), pp. 3160-3167, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2337/diacare.26.11.3160>

[15] Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*, 18, pp. 499, 1972.

[16] Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Johnson CL. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000. *JAMA*, 288(14), pp. 1723-1727, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.288.14.1723>

[17] Kereiakes DJ, Willerson JT. Metabolic syndrome epidemic. *Circulation*, 108, pp. 1552-1553, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000093203.00632.2B>

[18] Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, et al. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity related health risk factors, 2001. *JAMA*, 289(1), pp. 76-79, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.289.1.76>

[19] Park HS., Kim PN. Lifestyle Factors Associated with Visceral fat Accumulation by CT Scan in Korean Obese Adults. *Korean J Obes*, 11(4), pp. 337-348, 2002.

[20] Kang JH., Kim KA., Cho YG., Chun JY., Kim OH. Effect of Visceral Obesity for Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Korean J Obes*, 15(4), pp. 175-187, 2006.

[21] Reaven GM. Banting lecture. role of insulin resistance in human disease. *Diabete*, 37, pp. 1595-1607, 1998. DOI: <https://doi.org/10.2337/diab.37.12.1595>

[22] Kwon HS., Kim DM., Kim BW., Kim YK., Kim IJ., Kim TH et al. Updates on the metabolic syndrome, *Bio Wave*, 9(2), pp. 1-13, 2007.

[23] Kim KS. The influencing factors associated with glycemic control among adult diabetes patients. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16(5), pp. 3284-3292, 2015. DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.5.3284>

[24] Uusitupa M, Louteranta A, Lindstrom J, Valle T, Sundvall J, Eriksson J, Tuomilehto J. The Finnish Diabetes Prevention Study. *Br J Nutr*, (Suppl. 1), pp. S137-S142, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0007114500001070>

[25] Yoon KH, Lee JH, Kim JW, Cho JH, Choi YH, Ko SH, Zimmet P, Son HY. Epidemic obesity and type 2 diabetes in Asia. *Lancet*, 369(9558), pp. 273-274, 2007.

[26] Yoon HS, Bae SY, Cho YC. Relationship between obesity indices and serum lipid levels in adults using data from health examination. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16(2), pp. 1145-1152, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.2.1145>

박 승 경(Sung-Kyong Park)

[정회원]



- 2003년 8월 : 충남대학교 보건대학원 (보건학석사)
- 2006년 8월 : 충남대학교 대학원 (보건학박사)
- 2004년 9월 ~ 현재 : 대전보건대학 피부미용과 부교수

<관심분야>

공중보건학, 건강관리, 피부미용

조 영 채(Young-Chae Cho)

[정회원]



- 1980년 2월 : 서울대학교 보건대학원 (보건학석사)
- 1991년 2월 : 충남대학교 대학원 (수의학박사)
- 1990년 2월 ~ 현재 : 충남대학교 의학전문대학원 예방의학교실 교수

<관심분야>

환경 및 산업보건, 건강관리