

## 한국 성인에서 중성지방/고밀도지단백콜레스테롤 비와 대사증후군 및 영양소 섭취와의 연관성 : 2016년 국민건강영양조사 자료를 이용하여\*

김영전<sup>1</sup>, 한아름<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 의과대학 의학교육교실, <sup>2</sup>원광대병원 가정의학과

### The correlation between triglyceride to HDL cholesterol ratio and metabolic syndrome, nutrition intake in Korean adults: Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2016\*

Youngjon Kim<sup>1</sup> and A Lum Han<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Education, Wonkwang University School of Medicine, Iksan, Jeonbuk 54538, Korea

<sup>2</sup>Department of Family Medicine, Wonkwang University Hospital, Iksan, Jeonbuk 54538, Korea

#### ABSTRACT

**Purpose:** Metabolic syndrome causes diabetes and increases the risk of cardiovascular disease. This study examined the correlation between metabolic syndrome, nutrition intake, and triglyceride (TG)/high-density lipoprotein (HDL) cholesterol ratio. **Methods:** Using the data from the 7<sup>th</sup> KNHANES (2016), this study was conducted on healthy adults aged 19 and older. The components and existence of metabolic syndrome and nutrition intake were independent variables and the TG/HDLcholesterol ratio was a dependent variable. A complex sample logistic progress test was used with age, sex, smoking, and drinking frequency corrected. **Results:** The TG/HDLcholesterol ratio of people with metabolic syndrome was as high as 1.314 on average, compared to people without metabolic syndrome ( $p < 0.0001$ ). Among each component of metabolic syndrome, the TG/HDL cholesterol ratio had a significant association with fasting blood glucose, TG, HDL cholesterol, and waist circumference ( $p < 0.05$ ). Only energy and carbohydrate intake were significantly related to the TG/HDLcholesterol ratio ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** The TG/HDLcholesterol ratio is associated with each component of metabolic syndrome, but in particular, it is positively correlated with the presence of metabolic syndrome. Lower energy intake had a positive correlation with the TG/HDLcholesterol ratio. These results show that metabolic syndrome can be predicted using the TG/HDLcholesterol ratio, and a diet strategy through nutrition and health education is necessary to prevent metabolic syndrome.

**KEY WORDS:** metabolic syndrome, triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio, nutrition intake, Korean National Health and Nutrition Examination Survey

## 서 론

국민건강영양조사에 따르면 국내 대사증후군 유병률은 꾸준히 증가하여 19세 이상 성인에서 2007년도 21.1%에서 2015년도 22.4%의 유병률을 보였다. 남성과 여성의 유병률에 다소 차이가 있어 남성에서는 2007년도 21.9%에서 2015년도 26.9%로 증가한 데에 비해 여성에서는 2007년도 20.3%에서 2015년도 17.9%로 감소하였다. 나이와

성별의 차이는 있지만 4명 중 1명의 비율로 대사증후군이 발생하고 있어 국내에서도 사회경제적 측면에서 접근할 필요성이 있다. 대사증후군은 1988년에 Reaven이 Syndrome X라고 명명하였고, 심혈관질환을 일으키는 여러 위험 인자들이 한 개인에게 동시에 존재할 때 심혈관질환 발생률이 그만큼 높아지기 때문에 의미를 두고 이에 관련된 많은 연구들이 진행되어 왔다. 즉 대사증후군은 심혈관 질환의 위험성을 증가시키는 인슐린저항성과 관련된 대사 이상의

Received: February 7, 2019 / Revised: April 5, 2019 / Accepted: April 15, 2019

\* This work was supported by grants from Wonkwang University.

† To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-63-859-1301, e-mail: qibosarang@naver.com

© 2019 The Korean Nutrition Society

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.

군집으로 복부 비만, 고혈압, 고중성지방혈증, 저고밀도지단백 콜레스테롤혈증, 내당능장애 등을 포함하고 있다 [1]. 대사증후군이 심혈관질환 위험성을 예측하는데 Framingham risk score 보다 더 나은지에 대해서는 아직도 여러 이견이 있지만 당뇨병은 큰 이견 없이 잘 예측하는 것으로 여러 연구들이 밝히고 있다 [2-4]. 중성지방 (Triglyceride: TG) 과 고밀도지단백 (High Density Lipoprotein: HDL) 콜레스테롤은 각각 심혈관질환에 대해 독립적 위험요소일 뿐만 아니라 대사증후군의 구성요소이다 [1]. TG/HDL콜레스테롤 비는 인슐린저항성을 암시하며 당뇨병이 있거나 동맥경화증이 있는 집단에서 이용되어 심혈관질환의 독립적 예측인자로 가능성이 있음이 밝혀졌다 [5,6]. 이는 TG/HDL 콜레스테롤 비가 증가하면서 저밀도지단백 (Low-density lipoprotein: LDL)콜레스테롤 입자 크기는 감소해서 생성된 small dense LDL이 ApoB-lipoprotein의 에스터화반응 (fractional esterification)을 증가시켜 동맥경화를 유발하는 기전으로 설명할 수 있다 [7]. TG/HDL콜레스테롤 비는 여러 지질 비율 중 허리둘레와 가장 밀접한 양의 상관관계를 보여주고 [8], 일부 지역 주민을 대상으로 한 국내 연구에서도 내장지방과 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다 [9]. 지금까지 축적된 연구들을 토대로 최근에는 국외에서 몇몇 다른 인종과 다른 연령대에서 건강한 성인을 대상으로 TG/HDL콜레스테롤 비가 대사증후군을 예측할 수 있는지 보는 연구들이 진행되었고 양의 상관성이 있음을 밝히고 있다 [10-12]. 국내에서도 최근에 일부 집단 즉, 65세 이상 노인 대상으로 TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군과의 연관성을 본 연구 [13]와 남성 사무직 근로자 대상으로 본 연구 [14]가 있다. 이 외에도 TG, HDL콜레스테롤 수치와 영양소 섭취와의 관련성을 보는 연구들이 있는데 본 연구에서는 기존 연구들을 토대로 [15-17], 이 비와 영양소섭취와의 관련성에 대해 분석해보았다.

본 연구의 목적은 기존의 다양한 연구들을 토대로 TG/HDL콜레스테롤 비가 여러 만성 질환 특히 당뇨의 원인으로 간주되고 있는 대사증후군을 예측할 수 있는 가능성에 대하여 살펴보고, 이 비에 영향을 미치는 영양소 섭취에 대해 보고자 함이다. 이를 통해 대사증후군 위험도를 파악하고 영양소 섭취에 대한 가이드를 제시하여 대사증후군 예방을 위한 영양교육 및 보건교육의 기초 자료로 활용하고, 국민건강증진에 이바지함이다. 이를 위해 첫째, 한국인의 대표성을 띠는 국민건강영양조사의 가장 최근 자료 (2016년도)를 이용하여 만성 대사질환이 없는 건강한 성인을 분석하였으며, 연구 대상자들의 일반적인 특성과 TG/HDL콜레스테롤 비와의 관련성을 분석하였다. 둘째, 영향을 줄 수 있는 여러 요소를 보정한 후 대사증후군

의 각 요소 및 대사증후군 유무와 TG/HDL콜레스테롤 비와의 상관성을 분석하고 셋째, 영양소 섭취와 이 비와의 상관성을 분석하였다.

## 연구방법

### 연구 대상

본 연구는 보건복지부 산하 질병관리본부의 주관으로 실시된 2016년 7기 1차 국민건강영양조사의 자료를 활용하였다. 국민건강영양조사는 국민의 건강수준, 건강행태, 식품 및 영양섭취 실태에 대한 국가 및 시도 단위의 대표성과 신뢰성을 갖춘 통계자료이다. 국민건강영양조사 제7기 1차년도 (2016) 참여 가구는 3,513가구, 참여자는 8,150명이었다. 참여 가구원의 성별 비율은 남자 45.0%, 여자 55.0%로 여자 참여비율이 더 높았다. 연령별로는 40대 14.6%, 50대 14.1%, 30대 14.0% 순이었다. 본 연구에서는 총 8150명 중 19세 이상인 대상들에서 현재 전신적인 질환을 앓고 있는 사람들과 고민감도CRP 10 이상인 대상들은 제외하고 분석하였다. 그 대상 질환으로 현재 뇌졸중, 심근경색증 또는 협심증, 관절염 (골관절염, 류마티스 관절염), 폐결핵, 갑상선질환, 위암, 간암, 대장암, 유방암, 자궁경부암, 폐암, 갑상선암, 기타 암, 신부전, B형간염, C형간염, 간경변증, 만성폐쇄성폐질환으로 하였으며, 현재 고혈압 당뇨병, 이상지질혈증을 치료중인 사람들도 제외하고 2,828명을 분석하였다. 본 연구는 원광대학병원 IRB (연구윤리심의위원회)로부터 승인받고 시행되었다 (2019-01-005).

### 조사 항목

대상자의 일반사항, 신체적 건강요인, 정신적 건강요인, 영양소 섭취는 건강 설문조사와 검진 조사 자료를 이용하였다. 건강 설문조사와 검진조사는 이동검진센터에서 질병이환, 성별, 나이, 흡연, 음주 등 건강행태 영역은 자기 기입식으로 조사된 사항이다. 검진조사는 직접 측정, 관찰, 검체 분석 등의 방법으로 수집된 사항이다. 음주력은 빈도에 따라 하지 않음, 월 1회 미만, 월 1회, 월 2~4회, 주 2~3회, 주 4회 이상 음주로 분류하였고, 흡연력은 현재흡연 여부에 따라 '비흡연자'와 '현재 흡연자'로 분류하였다. 혈압 수치, 신장과 체중, 체질량지수 (BMI)는 검진조사에서 조사된 자료를 사용하였다. 혈액검사는 검진조사에서 조사된 항목 중 공복 시 혈당, 당화혈색소, 총 콜레스테롤, 고밀도지단백 콜레스테롤, 저밀도지단백 콜레스테롤, 중성지방, 고민감도 CRP, 요산, 크레아티닌을 이용하였다.

영양소 섭취상태는 국민건강영양조사의 영양조사 중 24시간 회상법으로 조사한 자료를 사용하였다. 본 연구에서

는 영양조사를 통해 조사된 항목 중 에너지, 단백질, 당질, 지방, 포화지방산, 오메가3 지방산, 콜레스테롤, 식이섬유, 비타민 A활성당량, 비타민C 섭취량을 이용하였다

본 연구에서는 복부비만, 고혈압, 고혈당, 고중성지방혈증, 저HDL콜레스테롤혈증 중 3가지 이상에 해당하는 경우를 대사증후군으로, 3가지 미만에 해당하는 경우는 비대사증후군으로 정의하였다. 대사증후군 진단 기준으로는 NCEP-ATP III 대사증후군 진단 기준과 대한비만학회에서 발표한 한국인을 위한 복부비만 진단 기준을 사용하였다 [18,19].

국민건강영양조사 원시자료 이용지침서에 따라 적용하였다. 비연속변수간의 비교는 complex sample Rao-Scott adjusted chi-square test를 이용하였으며 연속변수의 경우에는 complex sample generalized linear model에서 T test를 이용하였다. TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군 유무 및 구성요소들과의 연관성은 complex sample logistic regression test를 사용하였다. TG/HDL콜레스테롤 비와 영양소 섭취와의 관련성은 성별과 연령을 보정한 후 complex sample logistic regression test로 분석하였다.

## 통계분석

통계분석을 위해 SPSS for window version 20.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 사용하였으며, 통계적 유의성은  $p < 0.05$ 로 하였다. 국민건강영양조사자료는 복합 표본 데이터 (complex survey data)이므로 가중치를 고려한 복합표본분석을 시행하였다. 가중치는 질병관리본부

## 연구결과

### 연구대상자들의 일반적 특성과 TG/HDL콜레스테롤 비와 연관성

연구대상자들은 남자가 41.5%, 여자가 58.5% 이었으며, 평균연령은 42.8세로 나타났다. 연령, 성별, 현재흡연, 음

**Table 1.** General characteristic according to the TG/HDL cholesterol ratio

General characteristics		TG/HDL		p-value*
		Current	B	
Age (yrs)	42.81 ± 0.04	1.937	0.025	< 0.0001
Sex				
Male	1,212 (41.5)		2.006	< 0.0001
Female	1,710 (58.5)	2.148	-	
Smoking status				
No	2,318 (80.5)	2.520	-	
Yes	562 (19.5)		2.304	< 0.0001
Alcohol drinking frequency				
No	382 (14.5)	3.037	-	
< 1/month	536 (20.3)		-0.467	< 0.0001
= 1/month	312 (11.8)		-0.018	0.812
2 ~ 4/month	752 (28.4)		-0.429	< 0.0001
2 ~ 3/week	484 (18.3)		0.335	< 0.0001
> 4/week	177 (6.7)		1.603	< 0.0001
Systolic blood pressure (mmHg)	114.78 ± 0.05	-2.575	0.048	< 0.0001
Diastolic blood pressure (mmHg)	75.23 ± 0.04	-3.945	0.092	< 0.0001
Fasting blood glucose (mg/dl)	95.94 ± 0.09	-2.175	0.054	< 0.0001
HbA1c (%)	5.47 ± 0.003	-5.418	1.537	< 0.0001
Total cholesterol (mg/dl)	196.40 ± 0.13	-2.523	0.028	< 0.0001
HDL cholesterol (mg/dl)	52.82 ± 0.05	10.245	-0.137	< 0.0001
Triglyceride (mg/dl)	133.35 ± 0.65	-1.149	0.031	< 0.0001
LDL cholesterol (mg/dl)	123.83 ± 0.37	19.074	-0.084	< 0.0001
Waist circumference (cm)	80.73 ± 0.04	-6.101	0.113	< 0.0001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.47 ± 0.02	-3.186	0.263	< 0.0001
hsCRP (mg/L)	0.98 ± 0.01	2.654	0.339	< 0.0001
Serum uric acid (mg/dl)	4.94 ± 0.01	-0.880	0.782	< 0.0001
Serum creatinine (mg/dl)	0.80 ± 0.001	-0.096	3.841	< 0.0001
Serum uric acid/creatinine	6.23 ± 0.01	-0.129	0.500	< 0.0001

HbA1c, hemoglobin A1c; TG, Triglyceride; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; BMI, body mass index; hsCRP, highly sensitive C-reactive protein. Values are presented as mean ± Standard deviation or unweighted numbers (weighted %).

Percentages were weighted using the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2016 sampling weights.

\* p-value was taken by complex sample Rao-Scott adjusted chi-square test or complex sample generalized linear model T test.

주, 수축기혈압, 이완기혈압, 공복 시 혈당, 당화혈색소, 총 콜레스테롤, 중성지방, 허리둘레, 체질량지수, 고민감도 CRP, 요산, 크레아티닌, 요산/크레아티닌 비에서 연관성이 있었다. 연령이 1세 증가할 때마다 TG/HDL콜레스테롤 비가 0.025 증가하였으며, 여자에 비해 남자가 평균 2.006 높았다. 흡연자에서 TG/HDL콜레스테롤 비가 평균 2.304 높았고, 비음주자에 비해 주 2~3회 음주자가 0.335, 주 4회 이상 음주자가 1.603 높았다. TG/HDL콜레스테롤 비는 수축기혈압이 1 mmHg 증가 시 0.048, 이완기혈압이 1 mmHg 증가 시 0.092, 공복 시 혈당이 1 mg/dl 증가 시 0.054, 당화혈색소 1% 증가 시 1.537 증가했다. 또한 총콜레스테롤이 1 mg/dl 증가 시 0.028, HDL콜레스테롤 1 mg/dl 감소 시 0.137, 중성지방 1 mg/dl 증가 시 0.031 증가했고, LDL콜레스테롤 1 mg/dl 증가 시 0.084 감소했다. 허리둘레 1 cm 증가 시 0.113, BMI 1 kg/m<sup>2</sup> 증가 시 0.263, 고민감도 CRP 1 mg/l 증가 시 0.339 증가했다. 요산은 1 mg/dl 증가 시 0.782, 크레아티닌 1 mg/dl 증가 시 3.841, 요산/크레아티닌 비 1 증가 시 0.5 증가하는 것으로 나타났다 (Table 1).

#### TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군 유무 및 구성요소들과의 연관성

대사증후군 구성요소를 독립변수로 하고 TG/HDL콜레

스테롤 비를 종속변수로 하여 complex sample logistic regression test 한 결과 모든 구성요소에서 통계적으로 유의미하게 나타났다. 수축기혈압이  $\geq 130$  mmHg인 사람이  $< 130$  mmHg인 사람에 비해 TG/HDL콜레스테롤 비의 평균이 1.393 높았고, 이완기혈압이  $\geq 85$  mmHg인 사람이  $< 85$  mmHg인 사람에 비해 TG/HDL콜레스테롤 비의 평균이 1.762 높았다. 공복 시 혈당이  $\geq 100$  mg/dl인 사람이  $< 100$  mg/dl인 사람에 비해 1.967 높았고, 중성지방이  $\geq 150$  mg/dl인 사람이  $< 150$  mg/dl인 사람에 비해 4.834 높았고, HDL콜레스테롤이 남성  $< 50$  mg/dl, 여성  $< 45$  mg/dl인 사람이 3.097 높았고, 허리둘레 Man  $\geq 90$  cm, Woman  $\geq 85$  cm인 사람이 1.728 높았다. 또한 대사증후군이 있는 사람이 없는 사람에 비해 TG/HDL콜레스테롤 비가 4.576 높았다 (Table 2).

#### 보정 후 TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군 유무 및 구성요소들과의 연관성

Table 2와 같은 변수들과 연령, 성별, 흡연, 음주횟수를 보정한 상태에서 각 변수와 TG/HDL콜레스테롤 비와의 연관성을 알아본 결과, 대사증후군이 있는 사람이 없는 사람에 비해 TG/HDL콜레스테롤 비가 1.314 높았다. 대사증후군 구성요소에 대해서는 공복 시 혈당이  $\geq 100$  mg/dl인

**Table 2.** TG/HDL cholesterol ratio according to the metabolic components and existence

Variables	TG/HDL cholesterol	B	SE	95% Confidence interval		t	p*
Systolic blood pressure (mmHg)							
< 130		2.768					
$\geq 130$		1.393	0.098	1.199	1.587	14.169	< 0.0001
Diastolic blood pressure (mmHg)							
< 85		2.684					
$\geq 85$		1.762	0.090	1.584	1.941	19.505	< 0.0001
Fasting blood glucose (mg/dl)							
< 100		2.498					
$\geq 100$		1.967	0.043	1.882	2.052	45.636	< 0.0001
Serum triglyceride (mg/dl)							
< 150		1.653					
$\geq 150$		4.834	0.059	4.717	4.952	81.266	< 0.0001
Low HDL Cholesterol (mg/dl)							
Man $\geq 50$ , Woman $\geq 45$		2.069					
Man $< 50$ , Woman $< 45$		3.097	0.057	2.983	3.211	53.869	< 0.0001
Waist circumference (cm)							
Man $< 90$ , Woman $< 85$		2.550					
Man $\geq 90$ , Woman $\geq 85$		1.728	0.041	1.648	1.808	42.495	< 0.0001
Metabolic syndrome							
No		2.124					
Yes		4.576	0.084	4.409	4.743	54.214	< 0.0001

TG, Triglyceride; HDL, high density lipoprotein

\* p-value was taken by complex samples logistic regression test.

**Table 3.** Adjusted correlation of TG/HDL cholesterol ratio and the metabolic syndrome

Variables	TG/HDL cholesterol		95% Confidence interval		t	p*
	B	SE				
Current	1.626	0.188	1.254	1.997	8.649	
Age (yrs)	-0.003	0.001	-0.004	-0.001	-4.117	< 0.0001
Sex (male)	0.916	0.018	0.880	0.952	50.345	< 0.0001
Smoking status (yes)	0.650	0.056	0.540	0.760	11.658	< 0.0001
Alcohol drinking frequency						
No						
< 1/month	-0.073	0.045	-0.459	0.314	2.623	0.108
= 1/month	0.221	0.051	-0.164	0.607	19.024	< 0.0001
2 ~ 4/month	-0.191	0.048	-0.582	0.201	15.476	< 0.0001
2 ~ 3/week	-0.017	0.056	-0.419	0.385	0.096	0.757
> 4/week	0.761	0.204	0.358	1.163	13.971	< 0.0001
Systolic blood pressure (mmHg)						
< 130						
≥ 130	-0.106	0.071	-0.247	0.035	-1.483	0.140
Diastolic blood pressure (mmHg)						
< 85						
≥ 85	0.037	0.041	-0.045	0.118	0.891	0.374
Fasting blood glucose (mg/dl)						
< 100						
≥ 100	0.253	0.085	0.084	0.422	2.964	0.004
Serum triglyceride (mg/dl)						
< 150						
≥ 150	3.231	0.030	3.170	3.291	106.200	< 0.0001
Low HDL Cholesterol (mg/dl)						
Man ≥ 50, Woman ≥ 45						
Man < 50, Woman < 45	1.970	0.048	1.875	2.065	40.961	< 0.0001
Waist circumference (cm)						
Man < 90, Woman < 85						
Man ≥ 90, Woman ≥ 85	-0.170	0.071	-0.310	-0.029	-2.385	0.018
Metabolic syndrome						
No						
Yes	1.314	0.109	1.098	1.531	12.016	< 0.0001

TG, Triglyceride; HDL, high density lipoprotein

Adjust for age, sex and smoking status, alcohol drinking frequency

\* p-value was taken by complex samples logistic regression test.

**Table 4.** Correlation of TG/HDL cholesterol ratio and the dietary intake

Variables	TG/HDL cholesterol				t	p*
	Estimate	SE	Min	Max		
Intercept	0.627	0.273	0.091	1.164	2.300	0.022
Sex	1.870	0.191	1.495	2.245	9.814	< 0.0001
Age	0.034	0.006	0.022	0.045	5.822	< 0.0001
Energy (100 kcal)	0.129	0.048	0.035	0.222	2.705	0.007
Protein (kg)	-7.880	4.305	-16.349	0.589	-1.830	0.068
Fat (kg)	-18.484	11.306	-40.725	3.757	-1.635	0.103
Saturated fatty acid (kg)	32.242	24.938	-16.815	81.299	1.293	0.197
N-3 fatty acid (kg)	-16.120	83.414	-180.212	147.972	-0.193	0.847
Cholesterol (g)	-0.262	0.338	-0.927	0.402	-0.777	0.438
Carbohydrate (g)	-4.652	2.294	-9.165	-0.139	-2.028	0.043
Fiber (g)	2.174	9.922	-17.346	21.693	0.219	0.827

N-3 fatty acid: n-3 polyunsaturated fatty acid

\* p-value was taken by complex samples logistic regression test.

사람이  $< 100$  mg/dl인 사람에 비해 0.253 높았고, 중성지방이  $\geq 150$  mg/dl인 사람이  $< 150$  mg/dl인 사람에 비해 3.231 높았고, HDL콜레스테롤이 남성  $< 50$  mg/dl, 여성  $< 45$  mg/dl인 사람이 1.970 높았고 허리둘레 Man  $\geq 90$  cm, Woman  $\geq 85$  cm인 사람이 0.170 낮았다 (Table 3).

### 영양소섭취와 TG/HDL콜레스테롤 비와의 연관성

성별과 연령을 보정한 후 에너지, 단백질, 지방, 포화지방, 오메가3 지방산, 콜레스테롤, 당질, 식이섬유를 독립변수로 하여 complex sample logistic regression test 한 결과 에너지와 당질에서만 TG/HDL콜레스테롤 비와 연관성이 있는 것으로 나타났다. 에너지는 100 kcal 증가 시 TG/HDL콜레스테롤 비가 0.129 씩 증가하고 있고, 당질은 1 g 증가 시 4.652 씩 감소했다 (Table 4).

## 고 찰

전 세계적으로도 증가 추세를 보이는 대사증후군은 당뇨병의 유병률을 높이고, 심혈관 질환의 위험인자로 여러 연구에서 밝혀지고 있어 예방과 관리가 필요하다. 본 연구는 대사증후군의 구성요소 중 중성지방과 고밀도지단백콜레스테롤을 이용한 TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군과의 연관성을 파악하고, 이 비에 영향을 미치는 영양소섭취를 분석하여 대사증후군 예방 및 관리를 위한 영양교육 및 보건교육의 기초 자료를 마련하여 국민건강증진에 도움이 되고자 시행하였다.

대사증후군이 제 2형 당뇨병을 얼마나 잘 예측하는 지 많은 연구들이 밝히고 있고, 그 중 한 연구는 대사증후군이 있는 경우 당뇨병 발생 위험이 5배, 대사증후군과 인슐린저항성을 함께 가지고 있는 경우 6~7배까지 증가하는 것으로 관찰되었다 [4]. 대사증후군의 병태생리학적 역할에 지방조직이 중심적인 역할을 하는데 이는 leptin, resistin, tumor necrosis factor  $\alpha$  (TNF $\alpha$ ), IL-6 (Interleukin 6) 등과 같은 adipocytokine들을 분비하는 기전을 통해 혈관의 염증과 동맥 경화성 변화에 영향을 미친다 [20]. 최근에는 cytokine 생성과 nuclear factor  $\kappa$ B 활성화 등을 도와주는 visfatin, fibroblast growth factor 21 등과 같은 물질들도 대사증후군의 병태생리를 설명하고 있다 [21]. 이러한 대사증후군에서는 심혈관 위험을 예측하는 Framingham risk score 와 상관없이도 주요한 심장혈관질환의 빈도가 증가된다고 보고되었다 [22].

기존에 TG/HDL콜레스테롤 비를 이용한 연구에서는 중성지방과 TG/HDL콜레스테롤 비가 당뇨병의 독립적 위험인자로 밝혔다 [23]. 제 1형 당뇨병 환자에서도 TG/HDL

콜레스테롤 비는 인슐린저항성의 정도와 연관성이 있어 임상지표로 유용하게 사용할 수 있다고 밝히기도 하였다 [24]. 제 4기 (2007년~2009년도) 국민건강영양조사를 이용한 국내연구에서도 TG/HDL콜레스테롤 비가 HOMA-IR (homeostasis model assessment of insulin resistance)로 측정된 인슐린저항성과 양의 상관관계를 보였다 [25]. McLaughlin는 인슐린저항성이 있으면 중성지방이 증가하고 HDL콜레스테롤은 감소하므로 TG/HDL콜레스테롤 비가 인슐린저항성 측정도구로 사용할 수 있다고 처음 제시하였다 [26]. 이 근거로 TG/HDL콜레스테롤 비가 공복 시 혈청 인슐린농도와 연관이 있음을 밝혔고 특히 이 비가 3 이상일 때 더욱 인슐린저항성과 연관이 있다고 하였다 [26]. 이 후에도 여러 연구에서 이러한 경향을 밝히고 있지만 인종 간의 상반된 결과를 보일 수 있다고 한다. 대표적으로 African Americans를 대상으로 한 연구에서는 TG/HDL콜레스테롤 비가 인슐린저항성과 연관성이 없어서 그 지표로 사용하기 어렵다고 보고하였다 [27]. 본 연구에서는 직접적으로 인슐린저항성을 나타내는 공복 시 혈당과 당화혈색소가 TG/HDL콜레스테롤 비와 양의 상관관계를 보였다. TG/HDL콜레스테롤 비는 심혈관질환의 독립적 위험요소로도 거론되고 있는데 당뇨병이 있는 남자를 대상으로 한 연구에서는 관상동맥질환, 심혈관질환 및 사망률과 관련이 있음을 밝혔다 [7,28]. 그 근거로 죽상경화성 이상지질혈증에 속하는 low-density lipoprotein phenotype B 수치가 TG/HDL콜레스테롤 비와 상관관계가 있게 나타났고, lipoprotein 입자 크기와 apoB-lipoprotein이 고갈된 혈청에서 일어나는 에스테르반응 (esterification) 속도와 연관이 있음을 제시하고 있다 [7,28]. 위에서 나열한 것과 같이 기존의 여러 연구들은 대사증후군의 조기 발견 및 관리의 중요성을 역설하고 있다. 또한 기존의 많은 연구에서 TG/HDL콜레스테롤 비가 여러 만성 질환의 예측인자로서 가치가 있음을 밝히고 있다.

본 연구에서는 한국인의 대표성을 갖기 위해 가장 최근에 실시된 국민건강영양조사 7기 1차 (2016년도) 자료를 이용하였고 만성대사질환이 없는 건강한 성인을 대상으로 하였다. 연령, 성별, 흡연, 음주횟수를 보정한 후 complex sample logistic regression test 로 분석한 결과 대사증후군 유무와 TG/HDL콜레스테롤 비가 통계학적으로 유의미하게 양의 상관관계를 나타냈다. TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군의 관련성을 본 국외 몇몇 연구들을 살펴보면 다른 인종과 다른 연령에 따른 결과를 확인할 수 있다. 최근에 이란에서 실시한 연구를 보면 다양한 지질비율 중 TG/HDL콜레스테롤 비가 대사증후군 예측에 가장 밀접한 연관성을 보였다 [10]. 중국에서 60세 이상 노인인구를 대

상으로 지질 관련 변수들이 대사증후군을 예측하는데 얼마나 유용한지를 연구했는데 LAP (lipid accumulation product)보다는 떨어지지만 TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군과 상관관계가 있다고 밝혔다 [12]. 폴란드 비만 아동과 청소년을 대상으로 한 연구에서는 TG/HDL콜레스테롤 비가 1 증가 시 마다 대사증후군 위험도가 2.09 배 증가한다고 밝혔다 [11]. 위 연구들에서는 대사증후군 각 요소와 TG/HDL콜레스테롤 비와의 연관성을 보지 않았지만 본 연구에서는 그 연관성을 본 결과, 대사증후군 각 요소 중 공복 시 혈당, 중성지방, HDL콜레스테롤에서 양의 상관관계가 있는 것으로 보였고, 수축기혈압과 이완기혈압에서는 유의한 상관관계가 없었고, 허리둘레에서는 오히려 음의 상관관계를 보여 주었다. 국내에서 최근에 실시된 TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군과의 관련성을 본 연구들 중 65세 이상 노인인구를 대상으로 한 연구에서는 대사증후군 유병률을 예측하는 TG/HDL콜레스테롤 비의 최적 cutoff value가 2.8 이라고 밝히고 있다 [13]. 남성 사무직근로자를 대상으로 한 연구에서는 대사증후군 유병률이 TG/HDL콜레스테롤 비 구간별 상위로 갈수록 증가하였고, 제 1 사분위 대비 제 4 사분위에서 위험도가 높게 나타났다 [14]. 본 연구에서 요산, 크레아티닌, 요산/크레아티닌 비와 TG/HDL콜레스테롤 비가 양의 상관관계를 보여주고 있다. 요산, 크레아티닌, 요산/크레아티닌 비가 대사증후군과 연관이 있다는 기존의 연구들을 통해서 본 연구 결과의 타당성을 예측해볼 수 있다 [29].

본 연구에서 영양소 섭취와 TG/HDL콜레스테롤 비와의 연관성을 보았는데 에너지와 당질 섭취에서 상관성을 보였다. 에너지 섭취량과 TG/HDL콜레스테롤 비는 양의 상관관계를 보였고 이는 TG/HDL콜레스테롤 비가 높은 군에서 특정 영양소의 제한이나 섭취 권장보다는 에너지 섭취량 자체의 조절이 필요함을 시사한다. 이전의 국내 연구에서 에너지, 당질 섭취량이 높은 군에서 중성지방이 높게 나타났다고 보고하였는데, 이는 지방조직과 간에서의 지방생합성이 증가하여 혈중 중성지방이 높아지는 기전을 통해 증가되는 것으로 밝히고 있다. 국외 연구에서도 과량의 에너지 섭취가 혈중 중성지방의 생성을 증가시킨다고 보고하였다. 폐경 전, 후 여성들의 영양소섭취 상태와 혈중 지질과의 관련성을 본 국내 연구에서는 에너지 섭취량과 콜레스테롤이 연관성이 있었고 식이 섭취량과 중성지방이 연관성이 있다고 밝혔다. 연구마다 다른 결과를 보고하고 있지만 에너지 섭취량이 많은 것 자체가 혈중 지질에 좋지 않은 영향을 미친다는 공통적인 결과들은 본 연구에서 에너지 섭취량과 TG/HDL콜레스테롤 비와 연관성이 있다는 결과가 나올 수 있음을 알 수 있게 해준다. 기본적인

으로 심혈관질환의 위험 요소를 관리하기 위해서는 에너지의 적절한 섭취와 체중 유지, 올바른 식습관의 정립이 필요함을 나타내는 결과들이다. 식사패턴과 TG/HDL콜레스테롤 비와 당뇨병 유병율의 관련성을 본 국내 논문에서는 점수가 높을수록 식습관이 좋지 않은 것을 의미하는 식사패턴 점수와 TG/HDL콜레스테롤 비가 양의 상관성을 보인다고 밝혔다. 또한 식사 패턴은 당뇨병 유병율과도 관련이 있음을 밝히고 있어서 만성질환 예방을 위한 식습관 개선의 필요성을 알 수 있다 [15]. 저당질 식이요법과 같은 특정 다량영양소의 제한이 당화혈색소와 중성지방의 수치를 줄인다는 연구도 있다 [30]. TG/HDL콜레스테롤 비와의 연관성 대신 직접 대사증후군 유발과 관련된 식습관을 본 다른 연구에서는 식물성 단백질 섭취감소가 대사증후군 발생과 연관이 있다고 밝혔다 [31]. WHO (World Health Organization)에서는 2003년도에 발표한 보고서를 통해 식사와 영양이 비만, 당뇨병, 심혈관질환, 정신질환, 암 등의 사회경제적 문제를 야기하는 만성질환의 원인인 동시에 예방과 관리를 위해 매우 중요한 부분임을 강조하고 있다 [32].

연구의 제한점으로는 국민건강영양조사에만 의존하였기 때문에 임상결과가 부족하여 TG/HDL콜레스테롤 비가 다른 예측인자보다 대사증후군을 예측하는데 더 강력하다는 결론을 내릴 수 없다는 것이다. 또한 영양소 섭취와 식습관과 대사증후군과의 연관성에 대한 분석이 추가되었다면 영양과 대사증후군과의 연관성을 보다 자세하게 해석할 수 있었을 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 가장 최근의 자료를 이용하였고, 질병이 없는 건강한 성인을 대상으로 하여 TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군 및 영양소 섭취와의 연관성을 본 연구로 일반인에게 질병 발생 전, 영양 교육 및 보건 교육을 통해 건강증진을 도모할 수 있는 자료로 활용할 수 있다는데 의의가 있다.

## 요 약

본 연구의 목적은 건강한 한국 성인을 대상으로 손쉽게 측정 가능한 지표인 TG/HDL콜레스테롤 비에 영향을 주는 영양소 섭취 및 일반적 요소를 파악하고, 이 비와 대사증후군과의 연관성을 통해 대사증후군을 미리 예측하기 위함이다. 본 연구는 2016년도 국민건강영양조사에 참여한 건강한 성인 2,828명을 대상으로 건강 설문조사, 식이 섭취 현황과 검진조사를 활용하여 TG/HDL콜레스테롤 비와 대사증후군 유무, 영양소 섭취와의 상관성을 알아보았다. 연구결과 TG/HDL콜레스테롤 비와 연관성이 있는 일반적 지표는 나이, 성별, 흡연, 음주 횟수, 혈압, 공복 시 혈당,

당화혈색소, 총콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백콜레스테롤, 허리둘레, BMI, 고민감도 CRP, 요산, 크레아티닌, 요산/크레아티닌 비였다. 관련 요인을 보정한 후 분석한 결과 대사증후군 유무와 TG/HDL 콜레스테롤 비는 양의 상관관계를 보였고, 대사증후군 구성요소 중 공복 시 혈당, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤이 이 비와 양의 상관성을 보였다. 영양소 섭취에서는 에너지와 당질 섭취량이 TG/HDL 콜레스테롤 비와 연관성을 보였다. 특히 에너지 섭취량을 줄이는 것이 TG/HDL 콜레스테롤 비를 낮추고 대사증후군의 위험성을 낮출 수 있음을 알 수 있다. 연구결과를 볼 때 TG/HDL 콜레스테롤 비가 높은 일반인을 대상으로 하는 대사관련 영양 교육 및 보건 교육 관련 구체적인 프로그램의 실행이 필요함을 알 수 있다.

## ORCID

김영진: <https://orcid.org/0000-0002-0445-526x>

한아름: <https://orcid.org/0000-0002-6509-7953>

## References

- Sharrett AR, Ballantyne CM, Coady SA, Heiss G, Sorlie PD, Catellier D, et al. Coronary heart disease prediction from lipoprotein cholesterol levels, triglycerides, lipoprotein(a), apolipoproteins A-I and B, and HDL density subfractions: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Circulation* 2001; 104(10): 1108-1113.
- Laaksonen DE, Lakka HM, Niskanen LK, Kaplan GA, Salonen JT, Lakka TA. Metabolic syndrome and development of diabetes mellitus: application and validation of recently suggested definitions of the metabolic syndrome in a prospective cohort study. *Am J Epidemiol* 2002; 156(11): 1070-1077.
- Hanson RL, Imperatore G, Bennett PH, Knowler WC. Components of the "metabolic syndrome" and incidence of type 2 diabetes. *Diabetes* 2002; 51(10): 3120-3127.
- Ford ES, Li C, Sattar N. Metabolic syndrome and incident diabetes: current state of the evidence. *Diabetes Care* 2008; 31(9): 1898-1904.
- Da Luz PL, Favarato D, Faria-Neto JR Jr, Lemos P, Chagas AC. High ratio of triglycerides to HDL-cholesterol ratio predicts extensive coronary disease. *Clinics (Sao Paulo)* 2008; 63(4): 427-432.
- Boizel R, Benhamou PY, Lardy B, Laporte F, Foulon T, Halimi S. Ratio of triglycerides to HDL cholesterol is an indicator of LDL particle size in patients with type 2 diabetes and normal HDL cholesterol levels. *Diabetes Care* 2000; 23(11): 1679-1685.
- Dobiášová M, Frohlich J. The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size and esterification rate in apoB-lipoprotein-depleted plasma (FER(HDL)). *Clin Biochem* 2001; 34(7): 583-588.
- Özkaya İ, Bavunoglu I, Tunçkale A. Body mass index and waist circumference affect lipid parameters negatively in Turkish women. *Am J Public Health Res* 2014; 2(6): 226-231.
- Park HR, Shin SR, Han AL, Jeong YJ. The correlation between the triglyceride to high density lipoprotein cholesterol ratio and computed tomography-measured visceral fat and cardiovascular disease risk factors in local adult male subjects. *Korean J Fam Med* 2015; 36(6): 335-340.
- Rezapour M, Shahesmaeili A, Hossinzadeh A, Zahedi R, Najafipour H, Gozashti MH. Comparison of lipid ratios to identify metabolic syndrome. *Arch Iran Med* 2018; 21(12): 572-577.
- Krawczyk M, Rumińska M, Witkowska-Sędek E, Majcher A, Pyrzak B. Usefulness of the triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio (TG/HDL-C) in prediction of metabolic syndrome in Polish obese children and adolescents. *Acta Biochim Pol* 2018; 65(4): 605-611.
- Gu Z, Zhu P, Wang Q, He H, Xu J, Zhang L, et al. Obesity and lipid-related parameters for predicting metabolic syndrome in Chinese elderly population. *Lipids Health Dis* 2018; 17(1): 289.
- Hong SB, Shin KA. Significance of non HDL-cholesterol and triglyceride to HDL-cholesterol ratio as predictors for metabolic syndrome among Korean elderly. *Korean J Clin Lab Sci* 2018; 50(3): 245-252.
- Park BM, Ryu HS. Relationship between metabolic syndrome and the triglyceride/high-density lipoprotein-cholesterol ratio in male office workers. *J Korean Public Health Nurs* 2017; 31(2): 376-388.
- Song S, Lee JE. Dietary patterns related to triglyceride and high-density lipoprotein cholesterol and the incidence of type 2 diabetes in Korean men and women. *Nutrients* 2018; 11(1): 8.
- Hashimoto Y, Tanaka M, Miki A, Kobayashi Y, Wada S, Kuwahata M, et al. Intake of carbohydrate to fiber ratio is a useful marker for metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes: a cross-sectional study. *Ann Nutr Metab* 2018; 72(4): 329-335.
- Ide K, Koshizaka M, Tokuyama H, Tokuyama T, Ishikawa T, Maezawa Y, et al. N-3 polyunsaturated fatty acids improve lipoprotein particle size and concentration in Japanese patients with type 2 diabetes and hypertriglyceridemia: a pilot study. *Lipids Health Dis* 2018; 17(1): 51.
- Grundy SM, Cleeman JJ, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. *Circulation* 2005; 112(17): 2735-2752.
- Lee S, Park HS, Kim SM, Kwon HS, Kim DY, Kim DJ, et al. Cut-off points of waist circumference for defining abdominal obesity in the Korean population. *Korean J Obes* 2006; 15(1): 1-9.
- Matsuzawa Y. Adiponectin: a key player in obesity related disorders. *Curr Pharm Des* 2010; 16(17): 1896-1901.
- Stofkova A. Resistin and visfatin: regulators of insulin sensitivity, inflammation and immunity. *Endocr Regul* 2010; 44(1): 25-36.
- Girman CJ, Rhodes T, Mercuri M, Pyörälä K, Kjekshus J,



- Pedersen TR, et al. The metabolic syndrome and risk of major coronary events in the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S) and the Air Force/Texas Coronary Atherosclerosis Prevention Study (AFCAPS/TexCAPS). *Am J Cardiol* 2004; 93(2): 136-141.
23. He S, Wang S, Chen X, Jiang L, Peng Y, Li L, et al. Higher ratio of triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol may predispose to diabetes mellitus: 15-year prospective study in a general population. *Metabolism* 2012; 61(1): 30-36.
24. Uruska A, Zozulinska-Ziolkiewicz D, Niedzwiecki P, Pietrzak M, Wierusz-Wysocka B. TG/HDL-C ratio and visceral adiposity index may be useful in assessment of insulin resistance in adults with type 1 diabetes in clinical practice. *J Clin Lipidol* 2018; 12(3): 734-740.
25. Kim JS, Kang HT, Shim JY, Lee HR. The association between the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio with insulin resistance (HOMA-IR) in the general Korean population: based on the National Health and Nutrition Examination Survey in 2007-2009. *Diabetes Res Clin Pract* 2012; 97(1): 132-138.
26. McLaughlin T, Abbasi F, Cheal K, Chu J, Lamendola C, Reaven G. Use of metabolic markers to identify overweight individuals who are insulin resistant. *Ann Intern Med* 2003; 139(10): 802-809.
27. Sumner AE, Finley KB, Genovese DJ, Criqui MH, Boston RC. Fasting triglyceride and the triglyceride-HDL cholesterol ratio are not markers of insulin resistance in African Americans. *Arch Intern Med* 2005; 165(12): 1395-1400.
28. Hanak V, Munoz J, Teague J, Stanley A Jr, Bittner V. Accuracy of the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio for prediction of the low-density lipoprotein phenotype B. *Am J Cardiol* 2004; 94(2): 219-222.
29. Al-Daghri NM, Al-Attas OS, Wani K, Sabico S, Alokail MS. Serum uric acid to creatinine ratio and risk of metabolic syndrome in Saudi type 2 diabetic patients. *Sci Rep* 2017; 7(1): 12104.
30. Korsmo-Haugen HK, Brurberg KG, Mann J, Aas AM. Carbohydrate quantity in the dietary management of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Obes Metab* 2019; 21(1): 15-27.
31. Iwase H, Tanaka M, Kobayashi Y, Wada S, Kuwahata M, Kido Y, et al. Lower vegetable protein intake and higher dietary acid load associated with lower carbohydrate intake are risk factors for metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes: post-hoc analysis of a cross-sectional study. *J Diabetes Investig* 2015; 6(4): 465-472.
32. World Health Organization. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. Geneva: World Health Organization; 2003.
33. Jung MS, Bae JH, Kim YH. Relationships between dietary intake and serum lipid profile of subjects who visited health promotion center. *J Med Food* 2008; 37(12): 1583-1588.
34. Siri PW, Krauss RM. Influence of dietary carbohydrate and fat on LDL and HDL particle distributions. *Curr Atheroscler Rep* 2005; 7(6): 455-459.
35. Choi YH, Song TH. Correlation of anthropometric data, nutrient intakes and serum lipids in premenopausal and postmenopausal women Korean. *J Food Nutr* 2013; 26(3): 476-484.