20-39세 성인 비만 남성에서 혈청 남성호르몬 농도에 영향을 미치는 인자

김영빈, 이준호, 김성주, 유병연, 강지현*

건양대학교 의과대학 건양대학교병원 가정의학교실

Factors Associated with Serum Testosterone Levels in Obese Men Aged 20-39 Years

Young-Bin Kim, Jun-Ho Lee, Seong-Ju Kim, Byung-Yeon Yu, Jee-Hyun Kang*

Department of Family Medicine, Konyang University Hospital, Konyang University College of Medicine, Daejeon, Korea

Background: Reportedly, obesity is associated with low testosterone levels in men; however, very few studies have assessed obesity and low testosterone levels in young men. This study aimed to investigate factors associated with serum testosterone level in young obese men aged 20-39 years.

Methods: A total of 270 participants aged 20-39 years were recruited via the out-patient clinic of a university hospital for weight management between 2017 and 2020. All participants underwent anthropometric measurement, bioelectrical impedance analysis, and blood tests. We compared serum total testosterone levels and other factors using Pearson's correlation coefficient and a multiple linear regression model.

Results: There was significant negative correlation between serum testosterone levels and waist circumference ($r=-0.390$, $P<0.001$), body mass index ($r=-0.305$, $P<0.001$), and body fat percent ($r=-0.286$, $P<0.001$). Independently, serum testosterone levels were significantly associated with waist circumference ($\beta=-0.046$, $P=0.002$), serum alanine aminotransferase (ALT) levels ($\beta=-0.399$, $P=0.005$), and serum triglyceride levels ($\beta=-0.501$, $P<0.001$) after linear regression model adjustments.

Conclusion: Low serum total testosterone level was independently associated with waist circumference, serum triglyceride, and ALT level in young obese men.

Keywords: Obesity; Testosterone; Waist Circumference; Triglyceride

서론

비만은 현대 사회의 주요 보건문제 중의 하나로, 심혈관계 질환, 고혈압, 제2형 당뇨병, 통풍 등의 질환을 증가시킬 뿐 아니라 이로 인한 사망률도 증가시킨다.^{1,2)}

2019년 대한비만학회가 발표한 2019 Obesity Fact Sheet에 따르면 대한민국 남자의 45.4%, 여자의 26.5%가 비만이었다. 2009년부터 2018년까지 모든 연령대에서 비만 유병률이 증가하였으며 특히 20

대, 30대, 80대 이상에서 크게 증가하였다고 보고하였다.³⁾

남성에서 연령의 증가에 따라 남성호르몬이 감소하면서 남성에서도 갱년기와 갱년기 증상이 나타나게 된다. 하지만 연령의 증가 외에도 비만이 성선기능저하증(hypogonadism)의 주요 원인으로 꼽히는데 여기서 성선기능저하증은 혈청 total testosterone 또는 free testosterone level의 감소 및 남성호르몬 결핍증의 증상 및 징후가 동반되는 경우를 의미한다.⁴⁾ 남성호르몬 결핍증은 에너지 불균형, 혈당 조절능력 저하, 인슐린 감수성 저하 및 이상지질혈증과 연관되며

Received August 11, 2021 Revised October 27, 2021

Accepted November 24, 2021

Corresponding author Jee-Hyun Kang

Tel: +82-42-600-9240, Fax: +82-42-600-9090

E-mail: jeehyunkang@yahoo.co.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4416-8895>

Copyright © 2022 The Korean Academy of Family Medicine

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2012년 남성 비만관련 2차 성선기능저하증(Male Obesity-associated Secondary Hypogonadism; MOSH)의 개념이 처음 제시되었다.⁵⁾

남성 비만 환자에서 성선기능저하증과 비만의 관련성에 대한 연구들이 최근 증가하는 추세이며 특히 젊은 성인 남성에서도 이러한 관련성을 보여주는 연구들이 보고된 바 있다.^{6,7)} 그러나 젊은 성인 남성에서 비만과 남성호르몬의 관련성에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에선 국내 1개 병원에서 3년간 비만클리닉 외래를 방문한 20-39세 남성 비만 환자들에서 혈청 남성호르몬 농도에 영향을 미치는 인자가 무엇인지 알아보고자 하였다.

방 법

1. 연구 대상

2017년 3월 15일부터 2020년 11월 9일까지 일개 대학병원 가정의학과 외래에 체중감량을 위해 처음 방문한 20-39세 남성을 대상으로 하였다. 총 270명의 초진환자의 진료기록과 초진일에 시행한 신체검사 및 혈액검사를 바탕으로 단면연구를 시행하였다.

2. 연구방법

외래 초진기록을 통해 환자의 과거력(고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등) 및 약물복용력, 운동, 흡연, 음주 유무를 조사하였다. 흡연은 비흡연자, 현재 흡연자로 구분하였고 음주는 술의 종류와 관계없이 주당 음주 횟수를 기준으로 1회 이상, 1회 미만으로 음주 유무를 분류하였다. 조깅, 달리기, 수영 등 평소보다 훨씬 더 숨을 차게 만드는 활동을 하루 20분 이상 시행한 것을 강도 높은 운동으로 정의하였고 주 3일 이상, 주 3일 미만으로 운동유무를 분류하였다.

자동 신체 계측기로 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(body mass index, BMI; kg/m^2)를 계산하였다. 허리둘레는 직립자세에서 늑골의 최하단부와 엉덩뼈능선 최상단부의 중간 지점에서 가볍게 숨을 내쉬 상태에서 측정했다. 체지방률은 Inbody 720 (Biospace, Seoul, Korea)을 사용해 측정하였다. 혈액검사는 정맥혈 채혈을 통해 혈당, 당화혈색소(HbA1c), 혈청 크레아티닌, alanine aminotransferase (ALT), 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지단백질(high density lipoprotein cholesterol; HDL-C), 저밀도지단백질(low density lipoprotein cholesterol; LDL-C), 총 남성호르몬 농도를 측정하였다.

3. 통계분석

분석 프로그램은 IBM SPSS Statistics 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, 모든 분석은 유의확률 0.05를 기준으로 통계학

적 유의성을 판단하였다. 남성호르몬 농도와 다른 연속형 변수들 간의 연관성을 알아보기 위해 피어슨 상관관계분석을 시행하였다. 총 남성호르몬 농도에 독립적인 영향을 미치는 인자를 알아보기 위해 상관분석에서 관련성이 확인된 변수들을 독립변수로 이용한 선형회귀분석을 실시하였다.

4. 기관윤리위원회 승인

이 연구는 본원 임상시험위원회의 승인을 받았으며, 의무기록을 이용한 후향적 연구로 환자동의는 면제되었다(approval number: 2021-07-003).

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적 특성

연구기간 동안 총 270명의 20-39세의 남성이 대상자로 선정되었으며, 조사 대상자 전체의 평균 연령은 32.0 ± 5.5 세였고, 평균 체중은 100.4 ± 15.4 kg, 평균 체질량지수는 32.6 ± 4.4 kg/m^2 , 평균 허리둘레는 105.0 ± 11.3 cm였다. 흡연자는 117명(43.3%), 주당 1회 이상 음주한 사람은 213명(78.9%), 주 3일 이상 운동한 사람은 80명(29.6%)으로 나타났다. 고혈압으로 진단되어 혈압약을 복용 중인 대상자는 11명(4.1%), 고지혈증으로 약물치료중인 대상자가 7명(2.6%), 당뇨약을 복용 중인 사람이 3명(1.1%)으로 조사되었다. 혈액결과에서 조사 대상자 전체의 평균 남성호르몬 농도는 3.56 ± 1.52 ng/mL 으로 나타났다. 대상자의 평균수축기혈압은 137.0 ± 14.0 mmHg, 평균 이완기 혈압은 87.0 ± 13.0 mmHg였다. 그 외 평균 혈당은 104.0 ± 28.1 mg/dL , 중성지방은 195.0 mg/dL (interquartile range [IQR], 138.45-317.53 mg/dL), 고밀도 콜레스테롤 농도는 47.75 ± 9.75 mg/dL , 저밀도 콜레스테롤 농도는 128.00 ± 23.77 mg/dL , 간기능검사 중 ALT는 47.0 IU/L (IQR, 31.75-77.0 IU/L)였다(Table 1).

2. 남성호르몬 농도와 다른 변수들의 관련성

남성호르몬 농도와 다른 변수들의 관련성을 분석하기 위해 피어슨 상관관계분석을 시행하였다. 체질량지수와 총 남성호르몬 농도 간에 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 관찰되었고($r=-0.305$, $P<0.001$), 수축기 혈압($r=-0.158$, $P=0.010$), 이완기 혈압($r=-0.120$, $P=0.049$), 허리둘레($r=-0.390$, $P<0.001$), 체지방률($r=-0.286$, $P<0.001$)도 각각 총 남성호르몬 농도와 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다.

혈액검사 중에서 고밀도지단백질이 총 남성호르몬 농도와 유의한 양의 상관관계를 보였으며($r=0.140$, $P=0.021$) 당화혈색소($r=-0.260$, $P<0.001$), 혈당($r=-0.255$, $P<0.001$), ALT ($r=-0.311$, $P<0.001$), 중성지방

Table 1. General characteristics of the subjects (n=270)

Variable	Value
Demographics	
Age (y)	32.0±5.5
Systolic blood pressure (mmHg)	137.0±14.0
Diastolic blood pressure (mmHg)	87.0±13.0
Height (cm)	176.4±5.6
Weight (kg)	100.4±15.4
Waist circumference (cm)	105.0±11.3
Body mass index (kg/m ²)	32.6±4.4
Body fat percentage	34.9±5.3
Smoking	117 (43.3)
Alcohol	213 (78.9)
Exercise	80 (29.6)
Hypertension medication	11 (4.1)
Dyslipidemia medication	7 (2.6)
Diabetes mellitus medication	3 (1.1)
Laboratory parameter	
Glucose (mg/dL)	104.0±28.1
HbA1c (%)	5.6±0.7
Creatinine (mg/dL)	0.83±0.12
ALT (IU/L)	47.0 (31.8–77.0)
Total cholesterol (mg/dL)	203.5±38.9
Triglyceride (mg/dL)	195.0 (138.5–317.5)
HDL-C (mg/dL)	47.75±9.75
LDL-C (mg/dL)	128.00±23.77
Total testosterone (ng/mL)	3.56±1.52

Values are presented as mean±standard deviation, number (%), or median (interquartile range).

Glucose, serum fasting glucose level; Creatinine, serum creatinine level; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein-cholesterol.

($r=-0.271$, $P<0.001$)은 각각 총 남성호르몬 농도와 유의한 음의 상관관계를 보였다(Table 2).

3. 남성호르몬 농도에 영향을 주는 인자

상관분석에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보인 변수들을 독립변수로, 남성호르몬 농도를 종속변수로 이용한 다중 선형회귀분석을 시행하였다. 모델 1에서는 나이만을 보정하였고, 모델 2에서는 나이 및 흡연 유무, 음주량, 신체활동량을 함께 보정하였고, 모델 3에서는 나이, 흡연 유무, 음주량, 신체활동량과 더불어 혈압약, 고지혈증약, 당뇨약 복용 유무를 더하여 보정하였다. 모델 1과 모델 2에서 허리둘레(모델 1: $\beta=-0.045$, standard error [SE]=0.014, $P=0.002$; 모델 2: $\beta=-0.047$, SE=0.014, $P=0.001$), 혈당(모델 1: $\beta=-0.006$, SE=0.003, $P=0.045$; 모델 2: $\beta=-0.006$, SE=0.003, $P=0.041$), ALT (모델 1: $\beta=-0.440$, SE=0.138, $P=0.002$; 모델 2: $\beta=-0.399$, SE=0.140, $P=0.005$), 중성지방(모델 1: $\beta=-0.494$, SE=0.134, $P<0.001$; 모델 2: $\beta=-0.513$, SE=0.135, $P<0.001$)이 총 남성호르몬 농도 저하와 독립적으로 관련 있는 변수들로 나타났으며, 약물 복용 유무를 추가 보정한 모델 3에서는 허리

Table 2. Correlation between total testosterone level, and other factors

Variable	Total testosterone (ng/mL)	
	r	P-value
Age (y)	0.002	0.973
Height (cm)	-0.055	0.371
Weight (kg)	-0.359	<0.001
Systolic blood pressure (mmHg)	-0.158	0.010
Diastolic blood pressure (mmHg)	-0.120	0.049
Waist circumference (cm)	-0.390	<0.001
Body mass index (kg/m ²)	-0.305	<0.001
Body fat percentage (%)	-0.286	<0.001
HbA1c (%)	-0.260	<0.001
Glucose (mg/dL)	-0.255	<0.001
Creatinine (mg/dL)	0.100	0.103
ALT (IU/L) ^a	-0.311	<0.001
Total cholesterol (mg/dL)	-0.079	0.195
Triglyceride (mg/dL) ^a	-0.271	<0.001
HDL-C (mg/dL)	0.140	0.021
LDL-C (mg/dL)	-0.048	0.432

Glucose, serum fasting glucose level; Creatinine, serum creatinine level; ALT, alanine aminotransferase; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol; LDL, low density lipoprotein-cholesterol.

^aThese variables are log-transformed variables.

둘레($\beta=-0.046$, SE=0.014, $P=0.002$), ALT ($\beta=-0.399$, SE=0.141, $P=0.005$), 중성지방($\beta=-0.501$, SE=0.137, $P<0.001$)이 총 남성호르몬 농도 저하에 영향을 주는 독립변수들로 나타났으며 각 모델들의 설명력은 모델 1은 24.2%, 모델 2는 24.1%, 모델 3은 23.4%로 나타났다(Table 3).

고찰

본 연구는 20–39세 남성 비만 환자들에서 혈청 남성호르몬 농도에 영향을 미치는 인자들이 무엇인지 알아보고자 시행되었으며 그 결과 젊은 성인 남성에서 남성호르몬 저하에 영향을 미치는 유의한 독립변수는 허리둘레와 중성지방, ALT 농도인 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 다른 연구들의 결과와 비슷한 양상을 보이는데 Molina-Vega 등⁴⁾의 연구에서는 남성호르몬 농도의 감소와 BMI 증가 사이에 유의한 연관성이 있었고, Li 등⁷⁾의 연구에서는 혈청 남성호르몬 농도의 감소가 허리둘레 증가와 유의한 연관성이 있었다.

남성 비만관련 2차 성선기능저하증의 기전은 아직 명확하지 않으나 비만과 성선기능저하증이 쌍방향적으로 영향을 미친다고 받아들이고 있다. 남성호르몬 농도의 감소는 근육과 체지방량의 감소를 유발하고 내장지방의 비율을 높이며, 증가된 내장지방 비율 및 복부 지방 축적은 시상하부-뇌하수체-생식선 축(hypothalamic-pituitary-gonadal axis)을 억제하여 남성호르몬 농도 감소를 악화시킨다.^{8,9)}

Table 3. Multivariable linear regression of total testosterone level

Variable	Model 1			Model 2			Model 3		
	β	SE	P-value	β	SE	P-value	β	SE	P-value
Waist circumference	-0.045	0.014	0.002	-0.047	0.014	0.001	-0.046	0.014	0.002
Body mass index	0.025	0.030	0.410	0.027	0.030	0.367	0.028	0.031	0.358
Body fat percentage	-0.009	0.021	0.689	-0.007	0.021	0.736	-0.008	0.022	0.700
Systolic blood pressure	0.006	0.009	0.530	0.005	0.009	0.628	0.004	0.010	0.641
Diastolic blood pressure	0.001	0.010	0.986	0.001	0.010	0.959	0.001	0.010	0.979
HbA1c	0.020	0.155	0.900	0.027	0.155	0.861	-0.025	0.184	0.840
Glucose	-0.006	0.003	0.045	-0.006	0.003	0.041	-0.005	0.003	0.084
ALT ^a	-0.440	0.138	0.002	-0.399	0.140	0.005	-0.399	0.141	0.005
Triglyceride ^a	-0.494	0.134	<0.001	-0.513	0.135	<0.001	-0.501	0.137	<0.001
HDL-C	0.008	0.009	0.358	0.008	0.009	0.356	0.008	0.009	0.351
R ²		0.273			0.280			0.283	
Adjusted R ²		0.242			0.241			0.234	

SE, standard error; Glucose, serum fasting glucose level; ALT, alanine aminotransferase; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol.

Model 1: adjusted for age. Model 2: adjusted for age, status of smoking, alcohol, exercise. Model 3: adjusted for all variables of Model 2 plus status of anti-diabetic, anti-hypertensive and anti-dyslipidemic medication.

^aThese variables are log-transformed variables.

비만과 남성호르몬 농도 사이의 관련성에 대해 조사한 이전의 연구들에서도 낮은 남성호르몬 농도와 비만 사이의 유의한 연관성이 있음을 확인하였으나 50세 이상의 남성을 대상으로 한 연구들이 많았다. 18세 이상 60세 이하 남성들을 대상으로 시행된 Ríos 등¹⁰⁾의 연구에서는 20.7%의 환자가 남성호르몬 농도 감소를 보였고, Halappanavar와 Pakhetra¹¹⁾의 연구에서는 147명의 젊은 성인 남성 비만 환자 중 35.4%의 환자들의 총 남성호르몬 농도가 감소하였다. 남성 갱년기 이전의 젊은 남성에서도 비만인 경우 남성호르몬 농도가 감소할 수 있고 연령의 증가에 의한 남성호르몬 감소를 배제하기 위하여 본 연구에서는 연구대상을 20-39세 성인 남성 비만 환자들로 선정하였다.

45세 이상의 당뇨병이 없는 남성 비만 환자에서 남성호르몬 농도 감소를 확인하기 위해 Mulligan 등¹²⁾이 2006년 시행한 Hypogonadism in Males (HIM) study에서는 전체 환자 중 52%의 환자의 혈청 총 남성호르몬 농도가 정상 범위보다 낮았으며, 40%의 환자에서 혈청 유리 남성호르몬 농도 감소를 보였다. 50세 미만의 남성들을 대상으로 한 Molina-Vega 등⁴⁾의 연구에서는 전체 환자 중 25.6%가 혈청 유리 남성호르몬 농도 감소가 있었으며 고도비만군에서는 19.8%의 환자가, 초고도비만군에서는 33.8%의 환자가 혈청 유리 남성호르몬 농도 감소를 보여 체질량지수가 높아짐에 따라 성선기능저하증의 유병률도 증가하였다. 본 연구에서 20-39세 젊은 비만 남성에서 남성호르몬 농도 3.5 ng/mL 이하의 성선기능저하증 환자는 132명(48.9%)이었으며 남성호르몬 농도 저하와 복부비만의 연관성을 확인할 수 있었다. 남성호르몬 농도 저하와 관련된 인자들을 확인하기 위해 시행한 선형회귀분석에서 연령만을 보정한 모델 1, 연령과 함께 운동,

흡연, 음주 유무를 보정한 모델 2에서는 허리둘레, 혈당, 혈청 중성지방, 혈청 ALT 농도가 남성호르몬 농도의 감소와 연관성이 있었지만 연령과 운동, 흡연, 음주 유무에 더해 고지혈증, 당뇨, 고혈압 치료제 복용 유무를 보정한 모델 3에서는 허리둘레, 혈청 중성지방, 혈청 ALT 농도가 남성호르몬 농도의 감소와 연관성이 있었다. 허리둘레는 체지방량을 가장 잘 반영하는 신체계측지표이자 복부 내장지방과 밀접한 지표로, Han 등¹³⁾의 연구에서 20명의 폐경 전 여성을 대상으로 허리둘레 단독지표가 자기공명영상에서 측정된 복부 내장지방량에 대해 78%의 설명력을 가졌다. 또한 1,584명의 25-84세 남성환자를 대상으로 시행된 Svartberg 등¹⁴⁾의 연구에서 연령보정 상관분석을 통해 허리둘레가 총 남성호르몬 수치, 유리 남성호르몬 수치, 성호르몬 결합 글로불린 수치와 음의 상관관계가 있다고 보고되었다.

낮은 남성호르몬 농도와 성호르몬 결합 글로불린 농도는 복부비만, 2형 당뇨병, 대사증후군 등과 연관 있는데 102명의 핀란드인들을 11년간 추적관찰한 Laaksonen 등¹⁵⁾의 연구에서 총 남성호르몬 농도, 유리 남성호르몬 농도, 성호르몬 결합 글로불린 농도 최하위 군이 다른 연구군의 남성들에 비해 대사증후군 발생가능성이 1.7-2.8배 높았다. 1,284명의 45세 이상 남성들을 대상으로 한 Chung 등¹⁶⁾의 연구에서 중성지방/고밀도지단백질 비율 최상위 군의 평균 체질량지수, 공복혈당 등이 가장 높았고 남성호르몬 농도 및 성호르몬 결합 글로불린 농도의 중앙값이 가장 낮았으며 연령, 체질량지수, 흡연, 음주, 운동 유무 등을 보정하였을 때 남성호르몬 농도와 성호르몬 결합 글로불린 농도의 교차비가 중성지방/고밀도지단백질 비율 최상위 사분위수 군에서 3.90, 최하위 사분위수 군에서 1.96이었다.

낮은 혈청 남성호르몬 농도는 비알코올성 지방간과 독립적인 연관성을 가지고 있다. Kim 등¹⁷⁾의 연구에서 혈청 남성호르몬 농도에 따라 5분위로 나누었을 때 최하위 5분위수 군에서 비알코올성 지방간의 교차비가 5.12이었다. Şahin 등¹⁸⁾의 연구에서 성선기능저하증 남성 환자들에게 남성호르몬 치료를 한 뒤 정상 대조군과 비교하였을 때 혈청 ALT, 저밀도지단백질 농도가 통계적으로 유의미한 감소를 보였다.

본 연구의 회귀분석 모델 1, 2에서는 혈당, 중성지방, ALT, 허리둘레가 남성호르몬 농도가 통계적으로 유의한 독립변수였으며, 이는 남성호르몬이 복부비만과 대사증후군과 관련이 있음을 보여주는 결과라고 생각된다. 모델 3에서 혈당과 남성호르몬 농도의 연관성이 통계적으로 유의하지 않았는데, 이는 본 연구에서 당뇨약을 복용 중인 경우가 보정된 결과로 추측할 수 있다.

본 연구에는 여러 한계점이 있다. 첫째, 단일기관에서 270명의 환자를 대상으로 연구가 진행되었기 때문에 선택 비뚤림이 존재할 수 있다. 추후 더 많은 규모의 인구집단을 대상으로 연구가 필요하다. 둘째, 단면연구이므로 남성호르몬 농도와 비만 간의 인과관계를 증명하는 데는 어려움이 있다. 셋째, 남성호르몬과 관련 있는 성호르몬 결합 글로불린, 렙틴 등이 교란변수로 작용할 수 있으나 이에 대한 조사를 시행하지 못하였다.

결론적으로 본 연구에서는 젊은 비만 남성에서 남성호르몬의 감소는 허리둘레와 중성지방과 독립적인 연관성이 관찰되었다. 하지만 본 연구 결과를 보편화하기에는 한계점이 있어 추후 더 많은 20-39세 젊은 남성 집단을 통한 추가적인 연구들이 필요할 것이다.

요약

연구배경: 젊은 성인 남성에서 비만과 남성호르몬의 관련성에 대한 연구는 부족하다. 본 연구는 국내 1개 병원에서 3년간 비만치료를 위해 외래 방문한 20-39세 남성 비만 환자들의 혈청 남성호르몬 농도에 영향을 미치는 인자가 무엇인지 알아보려고 하였다.

방법: 외래 초진기록을 통해 환자의 과거력(고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등) 및 약물복용력, 운동, 흡연, 음주 유무를 조사하였다. 자동 신체 측측기로 측정한 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(kg/m²)를 계산하였다. 허리둘레는 직립자세에서 늑골의 최하단부와 엉덩뼈능선 최상단부의 중간 지점에서 가볍게 숨을 내쉬 상태에서 측정되었다. 체지방률은 Inbody 720 (Biospace, Korea)을 사용하여 측정하였다.

결과: 총 270명의 20-39세 남성 비만 환자들이 연구에 참여하였다. 연구대상자들의 평균 체중은 100.4±15.4 kg이었으며 피어슨 상관관계

수 분석에서 총 남성호르몬 농도와 체질량지수, 수축기혈압, 이완기혈압, 허리둘레, 체지방량, 당화혈색소, 혈당, ALT, 중성지방이 유의한 상관관계를, 고밀도지단백질이 양의 상관관계를 보였다. 통계적으로 유의한 상관관계를 보인 변수들을 독립변수로 다중 선형회귀분석을 시행하였고, 허리둘레(모델 3, $\beta=-0.046$, $P=0.002$), ALT (모델 3, $\beta=-0.399$, $P=0.005$), 중성지방(모델 3, $\beta=-0.501$, $P<0.001$)이 총 남성호르몬 농도 저하에 영향을 주는 독립변수들로 나타났다.

결론: 젊은 비만 남성에서 남성호르몬의 감소는 허리둘레와 중성지방 및 ALT와 독립적인 연관성이 관찰되었다.

중심단어: 비만; 남성호르몬; 허리둘레; 중성지방

CONFLICT OF INTEREST

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

ORCID

Young-Bin Kim, <https://orcid.org/0000-0001-9188-9543>

Jun-Ho Lee, <https://orcid.org/0000-0003-4144-9157>

Seong-Ju Kim, <https://orcid.org/0000-0003-1589-8506>

Byung-Yeon Yu, <https://orcid.org/0000-0002-8126-7617>

Jee-Hyun Kang, <https://orcid.org/0000-0003-4416-8895>

REFERENCES

- Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* 2014; 56: 369-81.
- Silveira EAD, Vieira LL, Jardim TV, Souza JD. Obesity and its association with food consumption, diabetes mellitus, and acute myocardial infarction in the elderly. *Arq Bras Cardiol* 2016; 107: 509-17.
- Nam GE, Kim YH, Han K, Jung JH, Rhee EJ, Lee SS, et al. Obesity fact sheet in Korea, 2019: prevalence of obesity and abdominal obesity from 2009 to 2018 and social factors. *J Obes Metab Syndr* 2020; 29: 124-32.
- Molina-Vega M, Asenjo-Plaza M, García-Ruiz MC, Varea-Marineto E, Casal-Nieves N, Álvarez-Millán JJ, et al. Cross-sectional, primary care-based study of the prevalence of hypoandrogenemia in nondiabetic young men with obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2019; 27: 1584-90.
- Saboor Aftab SA, Kumar S, Barber TM. The role of obesity and type 2 diabetes mellitus in the development of male obesity-associated secondary hypogonadism. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2013; 78: 330-7.
- Canale MP, Manca di Villahermosa S, Martino G, Rovella V, Noce A, De Lorenzo A, et al. Obesity-related metabolic syndrome: mechanisms of sympathetic overactivity. *Int J Endocrinol* 2013; 2013: 865965.

7. Li FB, Wang CZ, Huang JM, Yang WT, Lan BY, Ding CZ, et al. Obesity-associated secondary hypogonadism in young and middle-aged men in Guangzhou: a single-centre cross-sectional study. *Int J Clin Pract* 2020; 74: e13513.
8. Teerds KJ, de Rooij DG, Keijer J. Functional relationship between obesity and male reproduction: from humans to animal models. *Hum Reprod Update* 2011; 17: 667-83.
9. Derby CA, Zilber S, Brambilla D, Morales KH, McKinlay JB. Body mass index, waist circumference and waist to hip ratio and change in sex steroid hormones: the Massachusetts Male Ageing Study. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2006; 65: 125-31.
10. Rios R, Jara N, Ratkman B, Valenzuela A, Palavecino C, Ortuya JM. Prevalence of hypogonadism in a male population below 60 years of age with metabolic syndrome. *Adv Androl* 2015; 2015: 613259.
11. Halappanavar A, Pakhetra R. Prevalence of hypogonadism in young obese males. *Clin Med (Lond)* 2020; 20 Suppl 2: s108.
12. Mulligan T, Frick ME, Zuraw QC, Stemhagen A, McWhirter C. Prevalence of hypogonadism in males aged at least 45 years: the HIM study. *Int J Clin Pract* 2006; 60: 762-9.
13. Han TS, McNeill G, Seidell JC, Lean ME. Predicting intra-abdominal fatness from anthropometric measures: the influence of stature. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 587-93.
14. Svartberg J, von Mühlen D, Sundsfjord J, Jorde R. Waist circumference and testosterone levels in community dwelling men. The Tromsø study. *Eur J Epidemiol* 2004; 19: 657-63.
15. Laaksonen DE, Niskanen L, Punnonen K, Nyyssönen K, Tuomainen TP, Valkonen VP, et al. Testosterone and sex hormone-binding globulin predict the metabolic syndrome and diabetes in middle-aged men. *Diabetes Care* 2004; 27: 1036-41.
16. Chung TH, Kwon YJ, Lee YJ. High triglyceride to HDL cholesterol ratio is associated with low testosterone and sex hormone-binding globulin levels in Middle-aged and elderly men. *Aging Male* 2020; 23: 93-7.
17. Kim S, Kwon H, Park JH, Cho B, Kim D, Oh SW, et al. A low level of serum total testosterone is independently associated with nonalcoholic fatty liver disease. *BMC Gastroenterol* 2012; 12: 69.
18. Şahin M, Oğuz A, Tüzün D, Çalkaya S, Gül K. A new cardiovascular risk marker in men with hypogonadism: alanine aminotransferase. *Türk J Endocrinol Metab* 2019; 23: 197-205.