

The Association between Total Body Fat and Serum Lipids Concentrations in College Students

Jun-Ho Lee

Department of Clinical Laboratory Science, Wonkwang Health Science University, Iksan, Korea

대학생에서 혈액 지질 수준과 체지방과의 관련성

이준호

원광보건대학교 임상병리과

This study was conducted to investigate the relationship between body fat content and serum lipids in college students. A total of 61 (15 males and 46 females) students of W university in Iksan, between June 2015 and July 2015, were enrolled for analysis. The relationship of serum lipid with BMI, and body fat percent measured by impedance fat meter (InBody 520) was analyzed. The study population was divided into three groups according to the InBody 520's guideline. Group 1 accounted for 26.7% of men and 10.9% of women. Weight and BMI were significantly different among the three groups in men and women ($p < 0.05$); whereas height was not. In men, serum total cholesterol, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol, and hemoglobin were significantly different between the three groups ($p < 0.05$). Conversely, in women, serum total cholesterol, low density lipoprotein cholesterol, and alanine transferase were significantly different between the three groups ($p < 0.05$). However, there were no differences in other variables between the three groups. BMI was significantly different among three groups in both men and women ($p < 0.05$). In men and women, body fat percent was correlated with BMI, weight, total cholesterol, and low density lipoprotein cholesterol. Multiple regression analysis on total cholesterol indicates that body fat percent, BMI, and hemoglobin were not significantly independent variables in men and women. This study showed that body fat percent was significantly associated with other obesity markers and serum lipids.

Key words: Body fat, Lipids, Cholesterol

Corresponding author: Jun-Ho Lee
Department of Clinical Laboratory Science,
Wonkwang Health Science University, 514
Iksan Daero, Iksan 54538, Korea
Tel: 82-63-840-1213
Fax: 82-63-840-1219
E-mail: onepot@wu.ac.kr

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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2017 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

Received: July 28, 2017
Revised 1st: August 19, 2017
Revised 2nd: August 22, 2017
Revised 3rd: August 23, 2017
Revised 4th: August 24, 2017
Revised 5th: August 24, 2017
Accepted: August 24, 2017

서론

최근 전 세계적으로 비만 인구가 급격히 증가하면서 보건학적으로 중요한 문제로 대두되고 있다[1]. 우리나라도 경제발전을 통하여 물질적인 풍요와 생활수준은 향상되었지만 행동양식의 변화와 식생활의 서구화로 인해 비만이 증가하는 추세에 있

다[2]. 비만은 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증, 관상동맥질환 등 혈청 지질의 상승을 통하여 동맥경화성 질환을 동반하는 대사 증후군의 유병률을 증가시키며 말초혈관의 저항성 증가로 인하여 혈압을 상승시키고[3-7], 관절염, 통풍, 담석증, 호흡기 계통의 이상, 유방암 등의 빈도도 증가한다[8-9]. 따라서 비만과 과체중으로 인한 질병에 대한 부담이 높은 것으로 추정되어 예방

관리의 중요성과 국민적 관심이 증가하게 되었다[10].

이상지질혈증이 있는 사람은 체질량지수(Body Mass Index, BMI)가 크고 체질량지수는 중성지방(triglyceride, TG), 저밀도지단백콜레스테롤(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C) 등과는 양의 상관관계가 있고 고밀도지단백콜레스테롤(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)과는 음의 상관관계가 있다는 다수의 연구가 있다[11-13]. 또한 BMI가 커질수록 혈청 TG와 총콜레스테롤(total-cholesterol)이 유의하게 증가되고, 혈압과 혈청 지질값도 유의한 관련성이 보고되고 있다[14-16]. 따라서 비만과 혈청 지질 수준, 고혈압은 서로 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 체지방률은 BMI와는 별도로 체중당 체지방량이 차지하는 비율로 알 수 있는 객관적인 비만 측정 지수로 신체 운동 수행 능력과 개인의 건강도를 알 수 있는 중요한 지표로 사용되고 있다[17]. 최근까지 국내에 많이 보급되고 있는 InBody는 생체전기저항분석법(Bioimpedance analysis)의 원리를 이용하여 체지방률을 측정할 수 있는 장비로서 체지방률뿐만 아니라 체지방량, 근육량 등 많은 신체정보를 얻을 수 있어 신체의 구성성분을 분석하는데 많이 이용되고 있다[18]. 그러나 최근에 생체전기저항분석법을 이용하여 전체적인 지방량으로 비만의 정도를 평가하여 혈액 지질 수준과의 관련성을 조사한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 저자는 20대 대학생을 대상으로 체지방분석기로 이용하여 구한 체지방 비율을 구하여 비만의 정도를 평가하고 체지방의 비율과 혈액 지질 수준과의 관련성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구는 2015년 6월부터 7월까지 W대학교 학생을 대상으로 체지방 측정, 신체계측, 혈액검사 등을 실시하였다. 연구대상자는 총 61명(남 15명, 여 45명)이 연구에 참여하였다. 본 연구에 참여한 모든 대상자에게 연구의 목적을 설명하고 연구방법 및 참여기간, 부작용 및 위험요소, 개인정보와 비밀보장에 대한 내용을 공지하고 각각의 서면 사전 동의를 얻어 연구를 수행하였다.

2. 자료수집 및 측정

조사 대상자의 체지방 측정은 Impedance fat meter로 많이 이용되는 InBody 520 (Biospace, Cheonan, Korea)을 사용하였으며, 신체계측은 반바지와 반팔 상의의 가벼운 옷차림 상태에서 신체자동계측기로 신장과 체중을 0.1단위까지 측정하였

다. 비만도를 측정하기 위하여 현재 가장 일반적으로 이용되는 BMI를 이용하였으며 신장의 제곱으로 체중을 나누어 계산하였다. 대상자는 8시간 이상 공복 상태에서 검사를 실시하였으며, 혈액소검사는 LC-660 자동혈구계산기(HORIBA, Kyoto, Japan)을 이용하여 실시하였다. 총콜레스테롤, TG, HDL-C, 간기능검사(liver function test, LFT), 신장기능검사(renal function test, RFT)를 포함한 생화학 검사는 Olympus AU400 analyser (Olympus, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. 비만은 BMI 25 kg/m² 이상, 고지혈증은 총콜레스테롤 240 mg/dL 이상, TG 150 mg/dL 이상인 경우 증가군으로 정의하였고, HDL-C는 40 mg/dL 미만인 경우 감소군으로 분류하였다. 체지방 비율을 기준으로 대상자를 3군으로 분류하였는데 본 연구에서 이용된 InBody 520 제조사에서 제공되는 Index와 선형연구의 분류를 참고하여, 남자는 체지방 비율이 25% 이상을 과체중, 20% 이상에서 25% 미만을 경계영역, 15% 이상에서 20% 미만을 정상군, 15% 미만을 저체중으로 분류하였고, 여자는 체지방 비율에 따라 30% 이상을 과체중, 25% 이상에서 30% 미만을 경계영역, 20% 이상에서 25% 미만을 정상, 20% 미만을 저체중으로 분류하였다[19-20]. 본 연구에서는 남녀 각각 과체중과 경계영역을 1군, 정상인을 제2군, 저체중을 3군으로 분류하였다. 모든 검체는 공복 상태에서 채취하였으며 검사는 엄격한 정도관리와 함께 분석이 이루어졌다.

3. 통계분석

체지방 비율을 이용하여 대상자를 3군으로 나누어 분석하였고, 모든 결과 값은 '평균±표준편차'로 제시하였다. 모든 통계분석은 PASW Statistics version 18.0 (SPSS, Chicago, USA) 프로그램을 이용하여 평균, 표준편차, 독립표본 t검정과 일원분산분석, 상관관계분석, 다중회귀분석을 실시하였다.

결 과

대상자는 61명 중 남자 15명(24.8%), 여자 46명(75.5%)이었고 평균연령은 남자 22.6세, 여자 20.4세였다. 체지방 비율에 따른 대상자의 분포는 1군(남자: 체지방량 ≥20, 여자: 체지방량 ≥25) 9명(14.8%), 2군(남자: 20 > 체지방량 ≥ 15, 여자: 25 > 체지방량 ≥20) 13명(21.3%), 3군(남자: 15 > 체지방량, 여자: 20 > 체지방량) 39명(63.9%)으로 3군이 가장 많았다(Table 1).

조사 대상자들 중 남자의 체지방률 별 신장은 1군 172.2 cm, 2군 171.5 cm, 3군 171.3 cm로 세 군간의 유의한 차이가 없었으나, 체중은 각각 80.3 kg, 71.8 kg, 58.8 kg으로 세 군간의 유

Table 1. The distribution of subjects by groups classified on body fat percent

Sex (Age)	Group I (%)	Group II (%)	Group III (%)	Total (%)
Male (22.6)	4 (26.7)	5 (33.3)	6 (40.0)	15 (24.8)
Female (20.4)	5 (10.9)	8 (17.4)	33 (71.7)	46 (75.5)
Total	9 (14.8)	13 (21.3)	39 (63.9)	61 (100)

Table 2. Mean values of variable by groups classified on body fat percent in male

Variable	Group I	Group II	Group III	p-value
Height (cm)	172.2±9.2	171.5±5.8	171.3±7.3	NS
Weight (kg)*	80.3±5.6	71.8±6.7	58.8±4.8	<0.05
BMI (kg/m ²)*	29.7±4.6	23.3±2.2	20.2±2.1	<0.05
TCHO (mg/dL)*	205.7±47.5	176.4±28.2	168.8±18.6	<0.05
TG (mg/dL)*	140.5±78.7	128.4±72.3	110.5±63.7	<0.05
HDL-Chol (mg/dL)	56.0±7.7	52.5±8.4	56.4±11.1	NS
LDL-Chol (mg/dL)*	115.2±31.6	102.3±30.5	96.2±35.7	<0.05
Hb (g/dL)*	16.1±0.7	14.7±0.6	14.2±1.2	<0.05
ALT (IU)	24.5±17.2	21.5±18.0	10.1±3.9	NS
TP (g/dL)	7.7±0.8	7.4±0.3	7.5±0.4	NS

BMI, body mass index; TCHO, total cholesterol; TG, triglycerides; HDL-Chol, high density lipoprotein cholesterol; LDL-Chol, low density lipoprotein cholesterol; Hb, blood hemoglobin; ALT, alanine transferase; TP, total protein; NS, not significant.
*significant.

Table 3. Mean values of variable by groups classified on body fat percent in female

Variable	Group I	Group II	Group III	p-value
Height (cm)	157.5±6.2	159.5±7.6	160.1±6.3	NS
Weight (kg)*	81.1±10.5	61.1±3.7	50.1±6.3	<0.05
BMI (kg/m ²)*	29.1±4.3	24.9±3.4	21.0±2.8	<0.05
TCHO (mg/dL)*	185.2±22.3	176.8±33.1	172.5±29.5	<0.05
TG (mg/dL)	137.6±72.4	84.8±37.6	78.4±26.6	NS
HDL-Chol (mg/dL)	51.4±15.9	65.1±18.0	61.9±13.4	NS
LDL-Chol (mg/dL)*	119.4±34.6	110.4±23.7	98.6±33.6	<0.05
Hb (g/dL)	12.9±0.4	13.0±0.5	13.0±0.9	NS
ALT (IU)*	27.0±26.6	8.2±3.3	7.0±4.4	<0.05
TP (g/dL)	7.5±0.4	7.3±0.6	7.4±0.7	NS

See Table 2.

의한 차이가 있었다($p<0.05$). BMI는 1군 29.7 kg/m², 2군 23.3 kg/m², 3군 20.2 kg/m²로 세 군간에는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 혈청 지질수준은 총콜레스테롤이 1군 205.7 mg/dL, 2군 176.4 mg/dL, 3군 168.8 mg/dL이었고, TG는 1군 140.5 mg/dL, 2군 128.4 mg/dL, 3군 110.5 mg/dL였으며, HDL-C은 1군 56.0 mg/dL, 2군 52.4 mg/dL, 3군 56.4 mg/dL을 보였고, LDL-C은 1군 115.2 mg/dL, 2군 102.3 mg/dL, 3군 96.2 mg/dL을 보였다. 또한 적혈구 헤모글로빈은 1군 16.1 g/dL, 2군 14.71 g/dL, 3군 14.21 g/dL를 보였으며, 총콜레스테롤, TG, HDL-C, LDL-C, 헤모글로빈 모두는 세 군간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$) (Table 2).

조사대상자들 중 여자의 체지방률에서 신장은 1군 157.5

cm, 2군 159.5 cm, 3군 160.1 cm로 세 군간에 유의한 차이가 없었으나 체중은 각각 81.1 kg, 61.1 kg, 50.1 kg으로 세 군간에는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). BMI는 1군 29.1 kg/m², 2군 24.9 kg/m², 3군 21.0 kg/m²으로 역시 세 군간에는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 혈액 지질수준은 총콜레스테롤이 1군 185.2 mg/dL, 2군 176.8 mg/dL, 3군 172.5 mg/dL이었고, TG는 1군 137.6 mg/dL, 2군 84.8 mg/dL, 3군 78.4 mg/dL였으며, HDL-C은 1군 51.4 mg/dL, 2군 65.1 mg/dL, 3군 61.9 mg/dL을 보였고 LDL-C은 1군 119.4 mg/dL, 2군 110.4 mg/dL, 3군 98.6 mg/dL을 보였다. 또한 적혈구 헤모글로빈은 1군 12.9 g/dL, 2군 13.0 g/dL, 3군 13.0 g/dL를 보였으며 총콜레스테롤, LDL-C, ALT는 세 군간에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$)

Table 4. Multiple regression analysis of total cholesterol by confounding variables in male and female

sex	Independent variables	r	p
Male*	body fat (%)	0.24	NS
	BMI (kg/m ²)	0.17	NS
	Hb (g/dL)	0.39	<0.05
Female [†]	body fat (%)	0.21	NS
	BMI (kg/m ²)	0.15	NS
	Hb (g/dL)	0.11	NS

*R²=0.63, [†]R²=0.15, See Table 2.

(Table 3).

남녀 모두 각 변수들과의 상관관계를 분석한 결과 체지방 비율은 BMI와 높은 상관관계를 가지고 있었고, 체중, 총콜레스테롤, 중성지방, LDL-C과 유의한 상관관계를 보였다. 또한 심혈관계 질환의 위험인자인 총콜레스테롤에 영향을 미치는 변수를 파악하기 위해 총콜레스테롤을 종속변수로 하고 BMI, 체지방률, 헤모글로빈을 독립변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였으나 남녀 모두 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

고 찰

비만은 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 및 관상동맥질환 등 대사질환과 밀접한 관련이 있으며, 순환기계 질환의 중요한 위험인자로 알려져 있다. 미국의 역학조사에 의하면 1976년부터 1980년대 초에는 비만율이 25%이었으며 1988년 이후 1990년대 초에는 그 비율이 33%로 증가하고 1999년도 이후에는 61%로 빠르게 증가되고 있다[21]. 또한 몇 선행연구에서 비만의 정도와 관상동맥질환의 관련성이 보고되고 있으며 중요한 위험인자로 알려져 있는 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 낮은 HDL-C, 높은 LDL-C, 당뇨병과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다[21,22]. 또한 전통적으로 순환계질환의 위험인자로서 특히 비만 어린이에서 연관성이 높게 보고되어 소아비만은 향후 심혈관계 질환의 중요한 원인이 되고 있다[23].

우리나라에서는 1970년대 이후 경제발전을 통하여 물질적인 풍요와 생활수준은 향상되었지만 노인 인구의 증가로 인한 만성퇴행성질환이 증가되고 있어 중요한 보건문제로 대두되고 있다[2]. 그 중에서 비만과 고혈압은 대표적인 대사성질환으로 둘 사이에는 관련성이 매우 높다. 최근 우리나라에서도 전체 인구 중에서 비만 인구가 차지하는 비율이 점차 증가하고 있는 추세여서 비만은 개인적인 문제일 뿐만 아니라 국가적인 보건문제로 대두되고 있는 실정이다[10].

비만의 병리학적 정의는 지방세포의 비대나 수적인 증가로

인하여 지방조직의 축적이 표준체중의 20%를 초과하는 것을 말한다. 비만의 정확한 평가와 대책을 수립하기 위해서는 체지방량을 정확하게 측정하는 것이 매우 중요하다. 체지방을 측정하는 방법에는 체밀도법, 체내 총수분량에서 체내지방량 환산법, 방사성동위원소를 이용하여 검사하는 방법, X-선을 이용하여 피하지방의 두께를 측정하는 방법 등이 있으며, 비만도는 신장과 체중을 이용하여 표시하는데 BMI, 체중/신장법, Ponderal 지수 등이 있다[24]. 그러나 임상에서는 앞에서 언급한 직접적인 체지방 측정방법은 어렵기 때문에 BMI, 피부두께 측정 및 표준체중표 같은 간접적으로 체지방을 측정하고 있다. 본 연구에서는 부담이 적고 간편하며 적은 비용으로 측정할 수 있는 생체전기저항분석법을 이용하여 전체적인 체지방량 비율을 구하고 신체를 계측하여 BMI를 계산하고 혈액 지질 농도를 이용하여 동맥경화 지수를 구하여 체지방률과 비만도 지수 및 혈청지질 수준과의 관련성을 연구하였다.

본 연구에서는 대상자들을 체지방률에 따라 1군, 2군, 3군으로 나누었는데 2군과 3군의 비율이 많이 나타났고 체지방 비율이 20% 이상인 1군 남자의 비율은 26.7%이고 체지방비율이 25%이상인 1군 여자의 비율은 10.9%의 결과로 선행연구[17,25]와 비슷한 결과를 보였지만 3군의 비율이 비정상적으로 높았다. 이는 대학생을 대상으로 한 Jang 등의 연구와 비슷한 결과를 보였다[25]. 학교보건에 있어서 대학생들은 보건관리의 사각지대에 놓여있다고 할 수 있다. 불규칙한 생활과 음주, 흡연 등에 자유롭게 노출됨으로써 생리적 기능과 정서적 불안정, 스트레스를 받는 등 개인의 신체적·정서적 건강에 부정적인 영향을 주는 시기인데도 불구하고 보건관리의 주체가 없는 실정이다[25-27]. 이런 이유가 대학생만을 대상으로 한 연구가 선행연구와 많은 차이를 보이는 이유로 생각된다.

고지혈증은 혈액 총콜레스테롤과 중성지방이 증가한 상태로 관상동맥질환의 중요한 위험인자로 고혈압이 동반될 때 그 위험이 더욱 증가한다[22]. 지질관련 항목 중 심혈관계질환의 직접적인 위험인자인 총콜레스테롤이 남녀 모두에서 유의하게 높은 결과를 보여 Jang 등[25]과 Kim 등[17]의 선행연구와 일치하는 결과를 보였다. 또한 비만도를 나타내는 체지방률과 혈청지질 수준도 유의한 상관관계를 나타내어 BMI가 증가할수록 혈청 총콜레스테롤 농도도 함께 증가한다고 보고한 Kim 등[17]의 연구결과와 차이를 보이지 않았다. 일반적으로 콜레스테롤은 나이가 가장 큰 변수로 알려져 있으나[28], 본 연구는 20대를 대상으로 하여 나이는 변수로 사용하지 못했다. TG 농도와 총콜레스테롤의 농도는 같은 경향을 보여서 BMI가 증가할수록 같이 증가한다는 연구가 있는데[9,29], 본 연구에서도 남녀 모두

BMI가 증가함에 따라 TG도 함께 증가하여 유의한 상관관계를 보였다. HDL-C은 남녀 모두에서 BMI와 상관관계가 없었고 체지방군과도 유의성을 보이지 않았다. Lubkowska 등[30]의 지질단백대사 연구에서 아디포넥틴(adiponectin)과 렙틴(leptin)이 체지방 분포 및 지질과의 관련성 연구에서는 지방대사를 포함하여 HDL-C와 양의 상관관계가 있다는 결과와는 차이가 있다. 아마도 측정방법의 차이와 조사대상자의 특성이 다르기 때문으로 생각된다.

총콜레스테롤 농도를 종속변수로 한 다중회귀분석에서 남자와 여자 모두에서 체지방 비율, BMI가 총콜레스테롤의 농도에 영향을 미치는 변수로 작용하지 못했는데 선행연구에서 체지방률, 나이, BMI가 영향을 미치는 변수를 보인다는 연구와 차이를 보였다[17,25,31]. 이는 조사대상자의 수가 적고 대학생을 대상으로 하여 연령대가 한정되었기 때문으로 보여진다.

본 연구에서는 생체전기저항분석법을 이용하여 간단하고 빠르게 측정할 결과치를 이용하여 구한 체지방률과 기존의 대부분의 연구에서 사용된 비만도 지수를 이용하였는데 체지방 비율이 BMI와 유사하게 혈청 지질 수준과 유의한 상관관계를 나타내어 계속 비만을 평가하는 도구로 사용하는데 문제가 없을 것으로 생각된다. 그러나 체지방비율이 혈액 콜레스테롤의 농도에 영향을 미치는 유의한 상관관계가 있는 요인에 대한 증거는 보이지 않았다.

본 연구는 최근 진료를 위한 도구뿐만 아니라 헬스장 등 여러 곳에서 사용되는 체지방측정기의 체지방률과 혈청 지질 사이의 관계를 알아보았지만 몇 가지 제한점이 있다. 첫째 혈압 등 다양한 심혈관 인자를 검사하지 못했고, 두 번째 대상자의 수와 연령에 한계가 있었고, 세 번째 체지방률과 심혈관계 질환의 원인이 되는 총콜레스테롤과의 인과관계를 밝히지 못하는 단면연구의 제한점이 있다. 앞으로 본 연구에 포함되지 않은 다른 요인들도 독립변수로 고려한 후 체지방 비율이 성인의 지질수준에 미치는 영향에 대한 추가연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 대학생을 대상으로 체지방률과 혈청 지질 수준의 관련성을 알아보기로 시행하였다. 2015년 6월부터 8월까지 W 대학에 재학중인 남자 15명 여자 46명을 대상으로 신체계측, 체지방률, 혈액 검사 등을 실시하였다. 체지방률을 InBody 제조사 guideline에 따라 세 그룹으로 나누었는데 1군 남자의 비율은 26.7%, 여자의 비율은 10.9%였다. 세 그룹에서 체중과 체질량지수는 남녀 모두 유의한 차이를 보였으나($p < 0.05$) 신장은

유의한 차이가 없었다. 남자는 세 그룹에서 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백콜레스테롤, 헤모글로빈이 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 여자에서는 총콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤, 알라닌전효소가 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 남녀 모두 각 변수들과의 상관관계를 분석한 결과 체지방 비율은 BMI와 높은 상관관계를 가지고 있었고, 체중, 총콜레스테롤, LDL-C와 유의한 상관관계를 보였다($p < 0.05$). 또한 심혈관계 질환의 위험인자인 총콜레스테롤에 영향을 미치는 변수를 파악하기 위해 총콜레스테롤을 종속변수로 하고 BMI, 체지방률, 헤모글로빈을 독립변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였으나 남녀 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 본 연구는 체지방률과 혈청 지질 수준과 유의한 관계가 있음을 보여준다.

Acknowledgements: 본 연구는 2015학년도 원광보건대학교 교내연구비에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Funding: None

Conflict of interest: None

REFERENCES

1. Church TS, Tudor-Locke C, Katzmarzyk PT, Earnest CP. Trends over 5 decades in U.S. occupation-related physical activity and their associations with obesity. *PLoS ONE*. 2011;6(5):e19657.
2. Park YR, Kang JH, Park HA, Kim KW, Seo JS, Park NY. Comparison of obesity and overweight prevalence among Korean adults according to community health survey and Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Obes*. 2014;23(1):64-68.
3. Oh SW. Obesity and metabolic syndrome in Korea. *Diabetes Metab J*. 2011;35(6): 561-566.
4. Gawron-S, Chrzczanowicz J, Kostka J, Nowak D, Drygas W, Jegier A, et al. Cardiovascular risk factors and total serum antioxidant capacity in healthy men and in men with coronary heart disease. *Biomed Res Int*. 2014;2014:216964.
5. Hao Y, Ma X, Luo Y, Shen Y, Dou Y, Pan X, et al. Serum adipocyte fatty acid binding protein levels are positively associated with subclinical atherosclerosis in Chinese pre- and postmenopausal women with normal glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99(11):4321-4327.
6. Haupt TH, Kallemose T, Ladelund S, Rasmussen LJ, Thorball CW, Andersen O, et al. Risk factors associated with serum levels of the inflammatory biomarker soluble urokinase plasminogen activator receptor in a general population. *Biomark Insights*. 2014;9:91-100.
7. Hong NS, Kim JG, Lee YM, Kim HW, Kam S, Kim KY, et al. Different associations between obesity and impaired fasting glucose depending on serum gamma-glutamyltransferase levels within normal range: a cross-sectional study. *BMC Endocr Disord*. 2014;14:57.

8. Kemp MW, Kallapur SG, Jobe AH, Newnham JP. Obesity and the developmental origins of health and disease. *J Paediatr Child Health*. 2012;48(2):86-90.
9. Na YM, Park HA, Kang JH, Cho YG, Kim KW, Hur YI, et al. Obesity related disease and disability. *Korean J Fam Med*. 2011;32(7):412-422.
10. Kang JH, Jeong BG, Cho YG, Song HR, Kim KA. Socioeconomic costs of overweight and obesity in Korean adults. *J Korean Med Sci*. 2011;26(12):1533-1540.
11. Namboodiri KK. The collaborative lipid research clinics family study: biological and cultural determinants of familial resemblance for plasma lipids and lipoproteins. *Genet Epidemiol*. 1985;2(3):227-254.
12. Gidding SS, Stone NJ, Bookstein LC, Laskarzewski PM, Stein EA. Month-to-month variability of lipids lipoproteins and apolipoproteins and the impact of acute infection in adolescents. *J Pediatr*. 1998;133(2):242-246.
13. Stein EA, Sniderman A, Laskarzewski P. Assessment of reaching goal in patients with combined hyperlipidemia: low-density lipoprotein cholesterol, non-high-density lipoprotein cholesterol, or apolipoprotein B. *Am J Cardiol*. 2005;96(9A):36K-43K.
14. Ahn YH, Yoon KE, Park CO, Kim TJ. A correlative study on serum lipids levels in persons with hypertension and/or overweight among Koreans. *Korean J Clin Lab Sci*. 1988;20(1):94-101.
15. Ahaneku JE, Agbedana OE, Taylor OG. Relationship between body mass index (BMI) and changes in plasma total and HDL-cholesterol levels during treatment of hypertension in African patients. *Acta Med Okayama*. 1995;49(5):267-270.
16. Jones CA, Ross L, Surani N, Dharamshi N, Karmali K. Framingham ten-year general cardiovascular disease risk: agreement between BMI-based and cholesterol-based estimates in a South Asian convenience sample. *PLoS One*. 2015; 10(3):e0119183.
17. Kim H. Correlations between waist-hip ratio, body fat, BMI (body mass index), relative body weight and serum lipids by men and women. *JKAN*. 1999;29(3): 596-604.
18. Ogawa H, Fujitani K, Tsujinaka T, Imanishi K, Shirakata H, Kantani A, et al. InBody 720 as a new method of evaluating visceral obesity. *Hepato-gastroenterology*. 2011;58(105):42-44.
19. Wellens RI, Roche AF, Khamis HJ, Jackson AS, Pollock ML, Siervogel RM. Relationships between the body mass index and body composition. *Obes Res*. 1996; 4(1):35-44.
20. Deurenberg P, Yap M, van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes*. 1998;22(12):1164-1171.
21. Reilly MP, Rader DJ. The metabolic syndrome: more than the sum of its parts. *Circulation*. 2003;108(13):1546-1551.
22. Zalesin KC, Franklin BA, Miller WM, Peterson ED, McCullough PA. Impact of obesity on cardiovascular disease. *Med Clin North Am*. 2011;95(5):919-937.
23. Chu MA. Obesity and metabolic syndrome among children and adolescents in Korea. *J Korean Med Assoc*. 2010;53(2):142-152.
24. Mueller WH, Wear ML, Hanis CL, Emerson JB, Barton SA, Hewett-Emmett D, et al. Which measure of body fat distribution is best for epidemiologic research?. *Am J Epidemiol*. 1991;133(9):858-869.
25. Jang HS. A study on total body fat by means of skinfold thickness, energy intake, and daily energy expenditure of college students. *Korean Soc Food Nutr*. 1994;23(2):219-224.
26. Jeong HC, JangKJ. College students' attitude toward body weight control, health-related lifestyle and dietary behavior by self-perception on body image and obesity index. *J Korean Soc Food Nutr*. 2005;34(10):1559-1565.
27. Kong M, Yun J. A study on the influence of college life stresses on the mental health of college students. *Journal of Rehabilitation Psychology*. 2012;19(1):1-22.
28. Ledwoż, Michalak J, Stepień A, Kądziołka A. The relationship between plasma triglycerides, cholesterol, total lipids and lipid peroxidation products during human atherosclerosis. *Clinica Chimica Acta*. 1986;155(3):275-283.
29. Lee GJ, Kim SK, Lee CK, Lee SG, Oh JH, Cho KJ. Prevalence rate of obesity and serum lipid test results of Korean adult employees in recent medical check-up data. *Korean J Clin Lab Sci*. 2008;40(2):55-61.
30. Lubkowska A, Radecka A, Bryczkowska I, Rotter I, Laszczyńska M, Dudzińska W. Serum adiponectin and leptin concentrations in relation to body fat distribution, hematological indices and lipid profile in humans. *Int J Environ Res Public Health*. 2015; 12(9):11528-11548.
31. Shin HG, Na YA. Concentration of serum cholesterol and triglyceride in health checkup groups at life transition periods (40 years old and 66 years old) in partial area of Korea. *Korean J Clin Lab Sci*. 2010;42(2):92-96.