

여대생의 혈청 인슐린, 유리지방산, 지질 농도와 신체계측치와의 관련성

김석영 · 김성희 · 임상선

경상대학교 식품영양학과

Relationships among Fasting Serum Insulin, Free Fatty Acid, Lipid Levels and Anthropometric Measurements in Female College Students

Kim, Seok Young · Kim, Sung Hee · Lim, Sang Sun

Department of Food and Nutrition, Gyeong Sang National University, Chin Ju 660-701, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the relationships among the levels of fasting serum insulin, free fatty acid, lipids and anthropometry in normal-weight female college students. Serum insulin and free fatty acid levels were negatively correlated. However, insulin, triglyceride, and cholesterol levels were not correlated with fat mass or BMI(body mass index). The ability of anthropometric and biochemical indicators to predict fatness could be important for epidemiologic and clinical research. In the subjects, waist circumference was correlated with BMI, fat mass and percent body fat, and HDLC/CHOL(high density lipoprotein cholesterol/cholesterol) was correlated with body weight, BMI, and fat mass. Our data suggests that waist circumference and HDLC/CHOL are predictors of fatness, whereas WHR appears to be a less important contributor to fatness in female college students. (*Korean J Nutrition* 32(2) : 189~196, 1999)

KEY WORDS : insulin · free fatty acid · waist circumference · WHR · HDLC/CHOL(high density lipoprotein cholesterol/cholesterol).

서 론

체지방조직은 사람의 주된 에너지 저장소이다. 공복이 12~18시간 이상 지속되면 간에 저장된 글리코겐(glycogen)이 현저히 줄어들고, 이렇게 되면 지방조직에서 중성지방(triglyceride)이 분해되어, 혈중 유리지방산(free fatty acid)의 농도가 증가하게 된다.¹⁾ 이렇게 증가된 유리지방산은 신체 에너지원으로 사용되며,²⁾ 혈당을 일정하게 유지시키는 역할도 한다.³⁾ 인슐린은 지방산 해리를 억제할 뿐 아니라,^{4,5)} 생성된 유리지방산을 혈 중에서 제거할 때에도 중요한 역할을 한다.^{6,7)} 대부분의 비만에서 인슐린 농도가 높음에도 불구하고 유리지방산 농도가 높은 것^{8,9)}은 포도당 대사의 장애와 인슐린 저항성이 증가하였기 때문이다.^{10,12)}

비만이거나 당뇨병인 경우에 공복시 인슐린은 유리지방산 농도와 정상관관계를 보였다¹³⁾고 한다. 그러나 정상인을 포함한 다수의 피험자를 대상으로 한 몇몇 연구에서는 인슐

린과 유리지방산은 서로 관련이 없음을 보여주었다. 즉 Pouliot 등¹⁴⁾은 폐경전 여성을 대상으로 조사한 결과 포도당 부하검사 동안 유리지방산 농도와 인슐린 면역 간에는 상관이 없었다고 한다. 또 김석영 등¹⁵⁾도 비만도와 나이가 다양한 여성들을 대상으로 조사한 결과 인슐린과 유리지방산 간에는 상관성이 없었다고 하였다. 이러한 결과는 당뇨병이나 비만 뿐 아니라 정상체중 범위에 있는 사람도 정도의 차이는 있지만 인슐린 저항성이 있을 수 있고 따라서 인슐린에 의한 유리지방산 억제력이 정상적으로 작용하지 못하였기 때문일 것이다.¹⁶⁾

그동안 인슐린, 체지방과 혈당 간의 상관성에 대해서는 많은 연구가 있었다.¹⁷⁻¹⁹⁾ 이에 비해 대사과정에서 이 변인들과 밀접한 관련이 있는 유리지방산²⁰⁾과의 상관성에 대해서는 상대적으로 알려진 바가 적었다. 또 대부분의 연구가 당뇨병이거나 비만을 대상으로 행해졌기 때문에 건강한 정상인의 유리지방산과 혈당 및 인슐린과의 관련성에 대한 연구는 드문 편이었다. 젊은 여성들은 간혹 지나친 체중 감량이나 편협한 식생활때문에 건강상 문제가 있을 수 있지만^{21,22)}

상대적으로 비만이나 성인병 발생율은 낮은 관계로, 이들의 생화학적 분석치와 체지방 및 신체계측치와의 관련성에 대해서 잘 알려져 있지 않았다. 그러나 이들은 생애주기상 가장 활기있고 건강한 시기에 있으므로 이들에서의 인슐린과 혈청지질 간의 관련성은 이상적인 기준치로서 중년기나 노년기와 비교할 수 있는 기초자료로서의 가치가 있다. 또 한 국인의 영양상태와 건강문제를 더 잘 이해하고 대처하기 위해서는 다양한 나이 대에 있는 우리나라 사람들의 신체적, 생화학적 자료가 축적되어져야 한다. 따라서 본 연구는 경상체중의 젊은 여성을 대상으로 공복시의 유리지방산, 지질, 인슐린 농도와 신체계측치와의 관련성을 분석해 볼으로써 아직 체내대사가 교란되기 이전의 건강한 상태에 있는 젊은 여성의 체지방량과 공복시 인슐린, 유리지방산 및 지질 농도 간의 상관성을 알아 보고자 시도하였다. 또 이를 대상으로 한 역학적인 조사에서 간편하게 사용할 수 있으며 체지방을 가장 잘 반영할 수 있는 생화학적 분석치와 신체계측치를 확인하여 보았다.

재료 및 방법

1. 연구대상

K대 식품영양학과 4학년에 재학 중인 건강한 정상체중의 여대생 43명을 대상으로 하였다. 신체계측과 혈액채취는 1997년 9월에 실시하였다.

2. 신체계측

신장과 체중은 아침 공복시에 함께 측정하였는데 신장은 철제로 제작된 신장계(KYS, Yamakoshi Seisakusho사제품, 일본)로 mm단위 까지 측정하였다. 체중은 가운데 걸치고 측정한 뒤 가운데 무게를 제하였는데 전자식 체중계(DOLPHIN 100A, CAS사제품, 한국)로 50g 단위까지 측정하였다. 측정된 키, 체중치로 body mass index(BMI, kg/m²)를 구하였다.²³⁾ Impedance method²⁴⁾(Model GIF-891 GIL WOO TRADING CO, 한국)를 이용하여 체지방비와 체지방량을 측정하였으며, 가운데 걸치게 하여 배꼽주위의 허리 둘레와 엉덩이 둘레를 측정하여 허리 둘레/엉덩이 둘레의 비(waist/hip girth ratio, WHR)를 구하였다.²⁵⁾ 그 외 혈압과 맥박은 전자혈압계(GSB-820, 금성사 제품, 한국)로 측정하였다.

3. 혈액채취 및 분석

실험대상자들은 오전 7시까지 실험실로 오도록 하여, 공복상태에서 10ml의 정맥혈을 채취하였다. 채취한 혈액은 3000rpm에서 25분간 원심분리하여 혈청을 분리한 다음,

- 70°C의 냉동고에 보관하면서 분석에 이용하였다. 인슐린 농도는 radio immunoassay법²⁶⁾으로 측정하였고, 유리지방산은 효소법²⁷⁾을 사용하였으며, 일본 Hitachi 7150 Autoanalyzer를 이용하여 측정하였다. 또 포도당, 중성지방, 콜레스테롤은 자동분석기를 이용하여 효소법²⁸⁾으로 분석하였다. HDL-cholesterol농도는 침전체를 이용하여 chylomicron, low density lipoprotein(LDL), very low density lipoprotein(VLDL)을 침전 시킨 후 상층액에 있는 high density lipoprotein(HDL)중에서 cholesterol을 효소법으로 측정하였다.

4. 통계분석

모든 실험결과는 statistic analysis system(SAS) 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 신체계측치, 혈액성분 상호 간에, 그리고 신체계측치와 혈액성분 간에 Pearson's correlation coefficients를 구하였다.

결과 및 고찰

1. 조사대상자의 신체계측치

Table 1에서와 같이 전체대상자의 평균연령은 21.7±0.5세였고, 평균 신장과 체중은 각각 160.5±6.1cm, 51.9±6.9kg이었으며, BMI는 20.1±2.0이었다. 또 체지방비는 25.7±3.8%이었고, 체지방량은 13.5±3.3kg이었다. 그동안 보고된 여러 연구들에 의하면 우리나라 여대생들은 BMI는 대략 20.2~21.7정도였고 체지방비는 24.6~27.4%정도라고 한다.^{22)29~31)} 따라서 본 조사 대상자들은 비만정도나 체지방비에 있어서 우리나라의 다른 여대생들과 유사하였다. 그런데 정상 체중범위는 BMI 20~25라고 하므로³²⁾

Table 1. Characteristics of the subjects(n=43)

Variable	Mean±SD
Age(years)	21.7 ± 0.5
Height(cm)	160.5 ± 6.1
Weight(kg)	51.9 ± 6.9
BMI(kg/m ²)	20.1 ± 2.0
% Body fat	25.7 ± 3.8
Fat mass(kg)	13.5 ± 3.3
Waist(cm)	73.2 ± 5.9
Hip(cm)	89.7 ± 4.9
WHR	0.81± 0.04
SBP(mmHg)	128.2 ± 9.4
DBP(mmHg)	87.9 ± 9.5
Pulse rate(beats/min)	79.4 ± 11.4
Basal core temperature(°C)	36.8 ± 0.5

BMI : Body mass index

WHR : Waist-hip girth ratio

SBP : Systolic blood pressure

DBP : Diastolic blood pressure

본 조사대상자들은 정상체중 범위이긴 하여도 하한치에 가까운 여원체형임을 알 수 있었다.

허리 둘레와 엉덩이 둘레는 각각 73.2 ± 5.9 cm, 89.7 ± 4.9 cm였으며, 엉덩이 둘레에 대한 허리둘레의 비(WHR)는 0.81 ± 0.04 였다. 짚은 여성들의 허리와 엉덩이 둘레에 대한 보고는 드문 편인데, 장은재 등²⁹⁾은 여대생의 허리와 엉덩이 둘레가 각각 76.2cm, 92.6cm라고 하여 본 조사치보다 약간 큰 편이었다. 그러나 김향숙 등³⁰⁾은 우리나라 여대생의 허리 둘레가 64.4cm, 엉덩이 둘레가 88.2cm라고 하였는데 이들과 비교했을 때 엉덩이 둘레는 유사하였지만, 허리둘레는 큰 편이었다. 장은재 등²⁹⁾은 여대생의 WHR가 0.82라고 하여 본 조사대상자들과 매우 유사하였다.

그리고 수축기 혈압은 128.2 ± 9.4 mmHg였으며, 이완기 혈압은 87.9 ± 9.5 mmHg였다. 또 맥박수는 79.4 ± 11.4 회였다. 일부 도시지역 성인을 대상으로 조사한 문일순 등³⁴⁾에 의하면 20~29세 여자의 수축기 혈압이 114.2mmHg, 이완기 혈압이 72.7mmHg이라고 하였다. 또 김동성 등³⁵⁾은 20~29세 여자의 수축기와 이완기 혈압이 각각 108.5 mmHg와 69.7mmHg라고 하였는데 이들과 비교해 보면 본 조사대상자들의 혈압이 약간 높은 편이었다. 또 정상혈압 범위는 수축기 혈압 140mmHg미만, 이완기 혈압 85 mmHg미만³⁶⁾이라고 하므로 본 조사대상자들은 정상이긴 하지만 이완기 혈압이 경계치에 있음을 알 수 있었다.

2. 조사대상자의 혈중 인슐린 및 지질성분

Table 2에서와 같이, 아침 식전 공복시에 측정한 인슐린 농도는 7.6 ± 2.5 μU/ml였고, 혈당은 70.5 ± 11.2 mg/dl였으며, 유리지방산 농도는 622.7 ± 309.6 μEq/l였다. Bonadonna 등³⁷⁾은 22세 전후의 정상 체중인 사람들의 인슐린 농도가 8μU/ml라고 하여 본 대상자들과 매우 유사하였다. 또 비만의 경우 23μU/ml였고 대조군은 13μU/ml정도¹⁹⁾라고 하였고, 나이와 비만도가 다양한 우리나라 주부들의 인슐린 농도는 $11.7 \mu\text{U}/\text{ml}$ ¹⁸⁾로, 이들과 비교해 볼 때 본 대상자들

Table 2. Concentrations of serum insulin, glucose, and lipids in the subjects(n=43)

Variable	Mean \pm SD
Insulin(μU/ml)	7.6 \pm 2.5
Blood glucose(mg/dl)	70.5 \pm 11.2
Free fatty acid(μEq/l)	622.7 \pm 309.6
Triglyceride(mg/dl)	81.9 \pm 28.4
Total cholesterol(mg/dl)	209.8 \pm 52.2
HDL-cholesterol(mg/dl)	56.0 \pm 15.5
HDLC/CHOL	0.27 \pm 0.07

HDLC/CHOL : high density lipoprotein cholesterol/total cholesterol ratio

의 인슐린 농도는 낮은 편이었다. 한편 문일순 등³⁴⁾은 일부 도시지역의 20~29세 여성의 공복시 혈당이 83.5mg/dl라고 하였고, 홍순명 등³⁷⁾은 여대생의 혈당이 74.3mg/dl이라고 하였으므로³⁸⁾ 본 조사대상자들의 공복시 인슐린과 혈당은 낮은 편으로 정상범위에 있음을 알 수 있었다. 또 유리지방산의 정상범위는 500~900μEq/l정도라고 하는데,³⁹⁾ 폐경전 짚은 여성의 유리지방산 농도가 $442.7 \mu\text{Eq}/\text{l}$ ¹⁴⁾라고 하였으며 우리나라 주부들은 $566.5 \mu\text{Eq}/\text{l}$ 였다.¹⁵⁾ 또 폐경여성은 $550 \mu\text{Eq}/\text{l}$ 였으며,³⁹⁾ 22세 전후의 건강한 성인은 $610 \mu\text{mol}/\text{l}$ ¹²⁾라고 하였다. 따라서 본 조사대상자들의 유리지방산 농도는 이들보다 약간 높은 편이지만 정상범위에 있음을 알 수 있었다.

한편 본 조사대상자들의 중성지질 농도는 81.9 ± 28.4 mg/dl였고, 콜레스테롤 농도는 209.8 ± 52.2 mg/dl였다. 또 HDL-cholesterol은 56.0 ± 15.5 mg/dl였으며, HDLC/CHOL(high density lipoprotein cholesterol/total cholesterol)은 0.27 ± 0.07 였다. 미국의 콜레스테롤 교육 프로그램(National Cholesterol Education Program)에서 정한 바람직한 성인의 중성지질 농도는 200mg/dl미만이라고 하며, 콜레스테롤은 200mg/dl미만, HDL-cholesterol은 60mg/dl이상이라고 하였다.⁴⁰⁾ 이와 비교해 보면 본 대상자들의 중성지질 농도는 매우 낮은 편이었고 콜레스테롤과 HDL-cholesterol은 정상범위에 있었지만 높은 편으로 경계치에 속하였다. 한편 20~29세 한국 여성의 콜레스테롤치는 연구 대상자에 따라 약간의 차이를 보여 161.7~175 mg/dl정도^{41~43)}였으며, 짚은 여성의 중성지질 농도는 $72.4 \sim 99.3$ mg/dl^{37,45)}로 이와 비교해 보면 본 대상자들의 콜레스테롤치는 약간 높은 편이었고 중성지질 농도는 유사하였다. 한편 여대생의 HDL-cholesterol은 $54.7 \text{mg}/\text{dl}$ 라고⁴⁴⁾ 하였고, 20~34세 미국 여성의 HDL-cholesterol평균치가 $55.7 \text{mg}/\text{dl}$ ⁴⁵⁾라고 하여 본 결과치와 매우 유사하였다. 나이와 비만도가 다양한 여성을 대상으로 Després 등⁴⁶⁾이 조사한 바에 의하면 HDL-cholesterol은 $60.1 \text{mg}/\text{dl}$ 였으며, HDLC/CHOL은 0.30로 본 조사대상자를 보다 약간 높은 편이었다.

3. 인슐린 및 혈 중 지질성분 간의 관련성

Table 3에서 보는 바와 같이, 정상체중의 짚은 여성들에 있어서 인슐린 농도는 혈 중 지질성분 중 유일하게 유리지방산 농도와 역상관관계를 보여, 혈중 인슐린 농도가 높을수록 공복시 유리지방산 농도가 낮은 것으로 나타났다. 그러나 이와 같이 인슐린과 유리지방산이 역상관관계에 있음

Table 3. Correlation matrix between fasting insulin, glucose and lipids of subjects(n=43)

	Insulin	Glucose	FFA	TG	TC	HDLC
Glucose	-0.10					
FFA	-0.41*	0.20				
TG	-0.16	0.04	-0.06			
TC	0.14	0.15	-0.19	-0.09		
HDLC	0.12	-0.07	-0.02	0.01	0.48*	
HDLC/ CHOL	-0.05	-0.19	0.15	0.08	-0.44*	0.55**

TG : Triglyceride, TC : Total cholesterol, HDLC : High density lipoprotein cholesterol, HDLC/CHOL : High density lipoprotein cholesterol/total cholesterol ratio

*p<0.01 **p<0.001

을 보여주는 연구는 매우 드물다. Zancanaro 등⁴⁷⁾은 비만을 대상으로 측정한 결과 두 변인은 역상관을 보였지만 유의성은 없었다고 하였다. 또 비만도와 나이가 다양한 건강한 주부들을 대상으로 조사하였을 경우에도 두 변인 간에 관련이 없는 것으로 나타났다.¹⁵⁾ 또 폐경 전 여성들을 대상으로 조사한 결과 포도당 부하검사동안 유리지방산 농도는 인슐린 면적과 관련 없었다고 하였다.¹⁴⁾ 한편 정상인²⁰⁾과 비만, 당뇨병 환자¹³⁾에서 공복시 유리지방산과 인슐린은 정상관관계를 보였다고 한다. 이와 같이 두 변인 간에 일관성이 있는 상관관계가 나타나지 않는 이유는 인슐린이 유리지방산 해리를 억제하는 역할을 하지만 성별과 지방조직의 위치, 비만 정도에 따라 그 작용에 차이가 있기 때문일 것이다.^{9,47,48)} 두 변인 사이의 상관성을 구하고자 할 때, 각 변인의 분산정도가 작아야 상관계수가 커진다.⁴⁹⁾ 분산도를 알 수 있는 지수로서 흔히 사용하는 것이 표준편차이다.⁵⁰⁾ 본 대상자들의 경우 인슐린과 유리지방산의 표준편차는 각각 2.5μU/ml, 309.6μEq/l로 다른 보고들^{14,15)}과 비교하였을 때 인슐린의 표준편차가 매우 적었음을 알 수 있었다. 이러한 사실은 두 변인 간의 관계를 나타낸 Fig. 1에서도 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 인슐린과 유리지방산 간의 역상관관계를 확인할 수 있었던 것은 대상자들이 나이와 비만도에서 개인차가 비교적 적은 균질집단이었고 특히 인슐린의 분산이 적었기 때문일 것이다.

혈액 내에 유리지방산 농도가 높아지면 간에서 VLDL이 과도하게 만들어져 결국 고 중성혈증이나 고 콜레스테롤증이 된다.⁵¹⁾ 또 말초조직으로의 포도당 이입이 저해되며 산화는 감소하고 간에서는 포도당 생성을 억제하지 못한다.¹²⁾ 비만, 당뇨병환자나 비만도가 다양한 집단을 대상으로 여러 연구에서 유리지방산과 혈당은 정상관관계^{14,20,52)}를 보였다. 그러나 비만이 아닌 경우에는 두 변인은 상관이 없었다⁵²⁾고 한다. 정상체중이지만 하한치에 가까운 본 대상자들의 경우

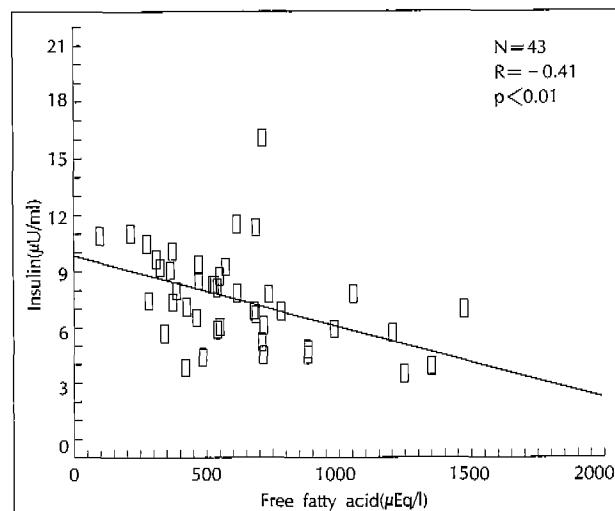


Fig. 1. The relationship between the fasting insulin and free fatty acid in healthy young women.

에도 유리지방산과 혈당은 서로 상관이 없는 것으로 나타났다. 또 여러 연구에서 공복시 인슐린은 중성지방^{17,53,54)}이나 콜레스테롤⁵⁵⁾과 정상관관계를 보였지만 본 연구에서는 관련이 없는 것으로 나타났다. 그밖에 콜레스테롤 농도는 HDL-cholesterol과, HDL-cholesterol은 HDLC/CHOL과 정상관관계를 보였다.

4. 신체 계측지 간의 관련성

Table 4에서 보는 바와 같이 체지방비는 체중, BMI, 체지방량, 허리둘레, 엉덩이둘레와 정상관관계를 보였고 체지방량은 키, 체중, BMI, 체지방비, 허리둘레, 엉덩이둘레와 정상관관계를 보였다. 한편 허리둘레는 키, 체중, BMI, 체지방비, 체지방량, 엉덩이둘레, WHR와 유의한 정상관관계를 보인 반면에 WHR는 허리둘레와 정상관관계를 보였지만 다른 신체계측치와는 유의한 상관관계를 보이지 못하였다. 일반적으로 WHR는 남성에 있어서는 복부비만 정도나 심혈관 질환의 위험요인과의 상관성이 매우 높은 유용한 지표로 알려져 있다.^{56,57)} 남자대학생을 대상으로 조사한 연구^{58,59)}에서도 WHR가 높은 집단이 낮은 집단에 비해 체중, BMI, 체지방량이나 중성지방 농도에 있어서 유의한 차이를 보였다고 한다. 그러나 여성의 경우에는 나이와 비만정도에 따라, 특정집단에서는 체지방량이나 복부 지방량 및 체지방분포의 변화를 잘 반영하지 못하는 것으로 알려져 있다.^{60,61)} 그 보다는 허리 둘레가 인슐린 및 혈중 지질상태와 상관이 높고 내장 지방량을 잘 반영하기 때문에 오히려 허리 둘레가 보다 유용한 지표라고 한다.⁶²⁻⁶⁴⁾ 이러한 보고들과 본 연구결과를 종합해 보면 정상체중의 젊은 여성의 경우에는 WHR는 비만관련 신체계측치와 상관정도가 낮아 유용

한 지표가 되지 못한 반면, 허리둘레는 쉽게 측정할 수 있으며 체지방량을 반영할 수 있는 상당히 유용한 지표가 될 수 있음을 알 수 있었다.

혈압은 비만 관련 신체계측치들과 어떠한 유의적인 상관성도 보이지 않았는데, 여성과 중년 남성을 대상으로 한 다른 연구에서도 이와 같은 결과를 보고하고 있다.⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾ 또 윤희 등⁶⁷⁾은 비만도가 다양한 주부들을 대상으로 조사한 결과 이완기 혈압은 체지방과 정상관을 보였으나 수축기 혈압은 비만관련 신체계측치와 상관이 없었다고 하였다. 한편 BMI와 혈압이 유의하게 정상관관계를 보였다는 보고⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾도 많아서 혈압과 비만도 간에는 대상자에 따라 일관된 상관성이 없음을 알 수 있었다.

5. 혈중 성분과 신체계측지와의 관련성

Table 5에서 보는 바와 같이 본 조사 대상자들은 공복시 혈당이 체지방비와 역상관을 보였고, HDLC/CHOL이 체

중, BMI, 지방량과 유의한 역상관을 보였다. 이 두 변인을 제외한 그밖의 혈액성분들은 비만 관련 신체계측치와 관련성을 보이지 않았다. 일반적으로 공복시 인슐린 농도는 BMI나 체지방량과 역상관관계에 있으며,⁷⁰⁾⁽⁷¹⁾ WHR나 혈압과는 정상관관계⁷²⁾⁽⁷³⁾를 보인다고 하였다. 또 여대생, 성인 남녀를 대상으로 한 여러 연구에 의하면 혈중 중성지방 농도는 BMI와 정상관관계를 보였다.¹⁵⁾⁽⁶⁹⁾⁽⁷⁴⁾⁽⁷⁵⁾ 그러나 본 대상자들에서는 서로 관련이 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 체지방량이 증가함에 따라 남성은 여성에 비해 혈청 중성지방 농도가 보다 급속히 증가하고, 또 여성에 비해 혈중 지질성분과 비탄도와의 관련성이 높은 편⁶¹⁾⁽⁷⁵⁾이라고 한다. 게다가 본 대상자들은 정상체중의 하한치에 속하는 여원 체형이었기 때문에 중성지방 농도와 신체계측치 사이에 상관관계를 보이지 못한 것 같다. 한편 중년남성,⁶⁹⁾ 중소도시의 주부,¹⁵⁾ 여대생,⁷⁴⁾ 농촌주민,⁷⁵⁾ 사회복지 시설에 수용 중인 여

Table 4. Correlation matrix between anthropometric measurements and blood pressure(n=43)

	Height	Wt	BMI	%BF	FM	W	Hip	WHR	SBP	DBP
Wt	0.66****									
BMI	0.13	0.82****								
%BF	0.27	0.46***	0.41***							
FM	0.52***	0.83****	0.71****	0.87****						
W	0.39**	0.74****	0.69****	0.51***	0.72****					
Hip	0.62****	0.94****	0.79****	0.53***	0.84****	0.79****				
WHR	-0.05	0.15	0.24	0.22	0.22	0.74****	0.18			
SBP	0.17	0.03	-0.09	0.16	0.16	0.02	-0.01	0.03		
DBP	0.15	0.08	-0.01	0.16	0.16	0.14	0.16	0.04	0.48***	
PR	-0.05	-0.23	-0.29	-0.04	-0.04	-0.20	-0.18	-0.13	0.22	0.32*

Wt : Weight, BMI : Body mass index, %BF : Percent body fat, FM : Fat mass W : Waist circumference, WHR : Waist-hip girth ratio, SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure, PR : Pulse rate

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 ****p<0.0001

Table 5. Correlation coefficients between anthropometry and biochemical variables(n=43)

	Insulin	Glucose	FFA	TG	TC	HDLC	HDLC/CHOL
Height	0.04	-0.05	-0.09	-0.13	0.07	0.05	-0.02
Weight	0.15	-0.06	-0.22	-0.12	0.21	-0.14	-0.32*
BMI	0.17	-0.04	-0.23	-0.05	0.23	-0.22	-0.41**
% Body fat	-0.09	-0.35*	-0.17	-0.04	0.14	-0.12	-0.28
Fat mass	0.04	-0.28	0.22	-0.10	0.20	-0.15	-0.35*
Waist	0.24	-0.19	-0.19	0.03	0.15	-0.13	0.28
Hip	0.11	-0.15	-0.16	-0.15	0.22	-0.03	0.23
WHR	0.25	-0.11	-0.10	0.22	0.01	-0.17	0.20
SBP	0.02	-0.23	-0.03	-0.32*	-0.21	-0.17	0.03
DBP	0.06	-0.45**	-0.02	-0.28	-0.18	-0.24	-0.13
PR	-0.10	-0.08	0.39**	-0.09	-0.32*	-0.17	0.16

BMI : Body mass index, WHR : Waist-hip girth ratio, SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure, FFA : Free fatty acid, TG : Triglyceride, TC : Total cholesterol, HDLC : High density lipoprotein cholesterol, HDLC/CHOL : High density lipoprotein cholesterol/total cholesterol ratio

*p<0.05 **p<0.01

자노인⁷⁶⁾을 대상으로 한 여러 연구에서도 본 연구결과와 마찬가지로 혈 중 콜레스테롤 농도는 BMI와 관련이 없는 것으로 나타났다. 그런데 우리나라와 같이 저지방 고당질식을 주로 섭취하는 지역에서는 비만관련 신체계측치와 콜레스테롤치와의 관련성이 매우 낮은 편이라고 한다. 또 혀영란과 임현숙⁷⁸⁾은 고지방식이의 섭취에 의해 콜레스테롤 농도는 상승하였으나 중성지방농도는 변화가 없었다고 하여, 식사종류에 따라 혈 중 콜레스테롤 농도가 달라졌음을 보고한 바 있다. 따라서 이들과 같이 경제적으로 어렵거나 체중조절에 민감한 계층은 아마도 저지방식이를 취하는 경향이 있을 수 있고, 그들이 섭취한 식사의 종류에 따라 혈청 콜레스테롤 농도와 비만도 사이의 상관도가 달라진다는 사실을 알 수 있었다. 따라서 본 대상자들의 경우처럼 젊고 정상체중인 여성의 경우 체지방량이나 체지방비를 반영할 수 있는 생화학적 변인은 혈당과 HDLC/CHOL 정도였다. 이 중 HDLC/CHOL은 BMI와도 유의한 역상관을 보였으므로 정상체중의 젊은 여성에서 비만관련 신체계측치와 가장 관련성이 높은 생화학적 변인으로 볼 수 있었다.

이 밖에 공복시 혈당은 이완기 혈압과 중성지질은 수축기 혈압과 유의한 역상관을 보였다. 또 맥박수는 유리지방산과 정상관을 총콜레스테롤치와 역상관을 보였다.

요 약

본 연구는 정상체중의 젊은 성인 여성을 대상으로 공복시 체지방량, 인슐린, 유리지방산과 지질농도간의 관련성을 알아 보고자 시도하였다. 공복시 유리지방산 농도는 인슐린과 역상관관계에 있었다. 그러나 유리지방산은 혈당, 중성지방, 콜레스테롤 농도와는 상관이 없었다. 또 혈청 인슐린, 중성지방과 콜레스테롤 농도는 비만 관련 신체계측치와 관련이 없었다. 신체계측치 중 허리둘레가 WHR보다 BMI, 체지방량, 체지방비와 상관이 높았고, 측정하기가 보다 간편하므로 젊은 여성의 경우에 허리둘레가 체지방량을 잘 반영할 수 있는 보다 유용한 변인임을 알 수 있었다. 또 혈청 지질 성분 중에서는 HDLC/CHOL이 체중, BMI, 지방량과 유의한 역상관을 보여 체지방량을 가장 잘 반영하였다.

정상체중이긴 하지만 여원 편인 젊은 여성은 대상으로 신체적 생화학적인 여러 변인 간의 관련성을 분석한 결과 유리지방산은 인슐린과 유의한 역상관관계에 있었다. 또 신체계측치 중에서는 허리둘레가 생화학적 변인 중에서는 HDLC/CHOL이 체지방량을 잘 반영함을 알 수 있었다.

Literature cited

- 1) Newsholme EA, Calder P, Yaqoob P. The regulatory, informational, and immunomodulatory roles of fat fuels. *Am J Clin Nutr* 57(suppl) : 738S-751S, 1993
- 2) Groop LC, Bonadonna RC, Shank M, Petrides AS, DeFronzo RA. Role of free fatty acids and insulin in determining free fatty acid and lipid oxidation in man. *J Clin Invest* 87(1) : 83-89, 1991
- 3) Clore JN, Glickman PS, Nestler JE, Blackard WG. In vivo evidence for hepatic autoregulation during FFA-stimulated gluconeogenesis in normal humans. *Am J Physiol* 261 : E425-E429, 1991
- 4) Capaldo B, Napoli R, Di Marino L, Guida R, Pardo F, Sacca L. Role of insulin and free fatty acid(FFA) availability on regional FFA kinetics in the human forearm. *J Clin Endocrinol Metab* 79(3) : 879-882, 1994
- 5) Campbell PJ, Carlson MG, Hill JO, Nurjahan N. Regulation of free fatty acid metabolism by insulin in humans : role of lipolysis and reesterification. *Am J Physiol* 263 : E1063-E1069, 1992
- 6) Bonadonna RC, Groop LC, Zych K, Shank M, DeFronzo RA. Dose-dependent effect of insulin on plasma free fatty acid turnover and oxidation in humans. *Am J Physiol* 259 : E736-E750, 1990
- 7) Croop LC, Bonadonna RC, Simonson DC, Petrides AS, Shank M, DeFronzo RA. Effect of insulin on oxidative and nonoxidative pathways of free fatty acid metabolism in human obesity. *Am J Physiol* 263 : E79-E84, 1992
- 8) Dole VP. A relation between non-esterified fatty acids in plasma and the metabolism of glucose. *J Clin Invest* 35 : 150-154, 1956
- 9) Jensen MD, Haymond MW, Rizza RA, Cryer PE, Miles JM. Influence of body fat distribution on free fatty acid metabolism in obesity. *J Clin Invest* 83 : 1168-1173, 1989
- 10) Coon PJ, Rogus EM, Goldberg AP. Time course of plasma free fatty acid concentration in response to insulin : Effect of obesity and physical fitness. *Metabolism* 41(7) : 711-716, 1992
- 11) Swislocki AL, Chen YD, Golay A, Chang MO, Reaven GM. Insulin suppression of plasma-free fatty acid concentration in normal individuals and patients with type 2(non-insulin-dependent) diabetes. *Diabetologia* 30(8) : 622-626, 1987
- 12) Roden M, Price TB, Perseghin G, Petersen KE, Rothman DL, Cline GW, Shulman GI. Mechanism of free fatty acid-induced insulin resistance in humans. *J Clin Invest* 97(12) : 2859-2865, 1996
- 13) Felber JP, Golay A, Jequier E, Curchod B, Temler E, DeFronzo RA, Ferrannini E. The metabolic consequences of long-term human obesity. *Int J Obes* 12(5) : 377-389, 1988
- 14) Pouliot M-C, Després J-P, Nadeau A, Tremblay A, Moorjani S, Lupien PJ, Thériault G, Bouchard C. Associations between regional body fat distribution, fasting plasma free fatty acid levels and glucose tolerance in premenopausal women. *Int J Obes* 14 : 293-302, 1990
- 15) Kim SY, Yoon JS, Cha BG. Relationship among body fat distribution, adiposity, fasting serum insulin and lipids in adult female. *Korean J Nutrition* 25(3) : 221-232, 1992
- 16) Bruce R, Godslan I, Walton C, Crook D, Wynn V. Associations between insulin sensitivity, and free fatty acid and triglyceride metabolism independent of uncomplicated obesity. *Metabolism* 43(10) : 1275-1281, 1994
- 17) Evans DJ, Hoffmann RG, Kalkhoff RK, Kisseebah AH. Relationship of body fat topography to insulin sensitivity and metabolic profiles in premenopausal women. *Metabolism* 33(1) : 68-75, 1984
- 18) Peiris AN, Sothmann MS, Hennes MI, Lee MB, Wilson CR, Gustafson AB, Kisseebah AH. Relative contribution of obesity and body fat distribution to alterations in glucose insulin homeostasis : predictive values of selected indices in premenopausal women. *Am J Clin*

- Nutr* 49 : 758-764, 1989
- 19) Bonadonna RC, Groop L, Kraemer N, Ferrannini E, Prato SD, DeFronzo RA. Obesity and insulin resistance in humans: a dose-response study. *Metabolism* 39(5) : 452-459, 1990
 - 20) Paolissio G, Gambardella A, Tagliamonte MR, Saccomanno F, Salvatore T, Gualdiero P, D'Onofrio MVF, Howard BV. Does free fatty acid infusion impair insulin action also through an increase in oxidative stress? *J Clin Endocrinol Metab* 81 : 4244-4248, 1996
 - 21) Park KS, Han JS, Kim HJ, Lim MG. The effect of grape diet on weight control and serum components in Korean overweight female college students. *Korean J Nutrition* 30(7) : 825-831, 1997
 - 22) Park HS, Lee HO, Sung CJ. Body image, eating problems and dietary intakes among female college students in urban area of Korea. *Korean J Community Nutrition* 2(4) : 505-514, 1997
 - 23) Garrow JS, Webster J. Quetelet's index(W/H²) as a measure of fatness. *Int J Obes* 9 : 147-153, 1985
 - 24) Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 60 : 1327-1332, 1986
 - 25) Lohman T, Roche A, Martorel R. Standardization of anthropometric measurements. In : Lohman T, Roche A, Martorel R, eds. Anthropometric Standardisation Reference Manual, pp. 39-80, Human Kinetics, Champaign, IL
 - 26) Reeves WG. Insulin antibody determination: theoretical and practical considerations. *Diabetologia* 24 : 399-403, 1983
 - 27) Demacker PNM, Hijmans AGM, Jansen AP. Enzymic and chemical extraction determinations of free fatty acids in serum compared. *Clin Chem* 28(8) : 1765-1768, 1982
 - 28) Klotzsch SG, McNamara JR. Triglyceride measurements: a review of methods and interferences. *Clin Chem* 36(9) : 1605-1613, 1990
 - 29) Chang U-J, Jo J-N, Hwang J-H. Comparison of instruments for estimating body composition in Korean female college student. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(3) : 514-520, 1997
 - 30) Kim KW, Lee MJ, Kim JH, Shim YH. A study on weight control attempt and related factors among college female students. *Korean J Community Nutrition* 3(1) : 21-33, 1998
 - 31) Kim S-L, Park H-R, Ha A-W. A study on nutritional status of college women commuting along distance and physique classification - a daily energy balance between intake and expenditure -. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(3) : 521-527, 1997
 - 32) Garrow JS. Obesity and related diseases. In : Health implications of obesity. pp1-9, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1988
 - 33) Kim HS, Choi BS, Hong JP, Masuda T, Imai K, Komiya S. Comparative study on body fat distribution in Korean and Japanese young female subjects. *Korean J Nutrition* 26(5) : 615-624, 1993
 - 34) Moon IS, Park SL, Park MH, Whang EJ, Hong MH, Kim SD. A study on overweight and its effect in urban area. *Family Physician* 10(8) : 20-30, 1989
 - 35) Kim DS, Cho KJ, Choi KJ, Hong MH. The study on the blood pressure of the some public service personnel. *Family Physician* 8(5) : 8-14, 1987
 - 36) Brzezinski WA. Blood pressure. In : Walker HK, Hall WD, Hurst JW. Clinical method, p95, Butterworth Publishers, Stoneham, 1990
 - 37) Hong SM, Bak KJ, Jung SH, Oh KW, Hong YA. A study on nutrient intakes and hematological status of female college students of Ulsan city. - 1. emphasis on serum lipids - *Korean J Nutrition* 26(3) : 338-346, 1993
 - 38) Lee RD, Nieman DC. Nutritional Assessment. Mosby, p373, 2 ed, St. Louis, 1996
 - 39) Sumner AE, Kushner H, Lakota CA, Falkner B, Marsh JB. Gender differences in insulin-induced free fatty acid suppression: studies in an African American population. *Lipids* 31(Suppl) : S275-S278, 1996
 - 40) Lee RD, Nieman DC. Nutritional Assessment. Mosby, pp338-341, 2ed, St. Louis, 1996
 - 41) Kang SW, Lee BR, Park HS, Kim SW, Woo EJ, Chae SC, Jun JE, Park WH. Relation of serum cholesterol level and lifestyle in normal adult Korean. *The Korean J Internal Medicine* 43(3) : 373-383, 1992
 - 42) Sung YH, Han JH, Song JH, Choi DH, Lee SD, Jeon JM, Bae JH, Choi CP. The study on serum total cholesterol and triglyceride levels in normal adult Korean workers resident in Pohang and Kwangyang. *The Korean J Internal Medicine* 45(3) : 307-321, 1993
 - 43) Shin YK, Bae SK, Chung WT, Lee MK, Lee DI, Moon CH. Lipid distribution in healthy normal Korean adults. *The Korean J Internal Medicine* 47(5) : 587-602, 1994
 - 44) Kim JH, Lee HS. Levels of serum lipids, copper, zinc, ceruloplasmin and ferroxidase activity in smoking college women. *Korean J Community Nutrition* 2(4) : 515-522, 1997
 - 45) Lee RD, Nieman DC. Nutritional Assessment. Mosby, p649, 2ed, St. Louis, 1996
 - 46) Després J-P, Allard C, Tremblay A, Talbot J and Bouchard C. Evidence for a regional component of body fatness in the association with serum lipids in men and women. *Metabolism* 34(10) : 967-973, 1985
 - 47) Zancanaro C, Cigolini M, Bonora E, Moghetti P, Querena M, Muggeo M. Glucose and insulin suppression of plasma free fatty acids in obese subjects with normal glucose tolerance or mild, newly diagnosed type 2(non-insulin-dependent) diabetes. *J Endocrinol Invest* 13 : 55-59, 1990
 - 48) Bouchard C, Després J-P, Mauriége P. Genetic and nongenetic determinants of regional fat distribution. *Endocrine Reviews* 14(1) : 72-93, 1993
 - 49) Auh TS. Quantitative analysis of social sciences data. p260, Nanam Publishing House, Seoul, Korea, 1994
 - 50) Auh TS. Quantitative analysis of social sciences data. p92, Nanam Publishing House, Seoul, Korea, 1994
 - 51) Felber JP, Golay A, Felley C, Jéquier. Regulation of glucose storage in obesity and diabetes: Metabolic aspects. *Diabetes/Metabolism Reviews* 4(7) : 691-700, 1988
 - 52) Golay A, Swislocki ALM, Chen Y-DI, Reaven GM. Relationships between plasma-free fatty acid concentration, endogenous glucose production, and fasting hyperglycemia in normal and non-insulin-dependent diabetic individuals. *Metabolism* 36(7) : 692-696, 1987
 - 53) Mykkänen L, Kuusisto J, Haffner SM, Pyörälä K, Laakso M. Hyperinsulinemia predicts multiple atherogenic changes in lipoproteins in elderly subjects. *Arterioscler Thromb* 14(4) : 518-526, 1994
 - 54) Mayer EJ, Newman B, Quesenberry CP, Friedman GD, Selby JV. Alcohol consumption and insulin concentrations. Role of insulin in associations of alcohol intake with high-density lipoprotein cholesterol and triglycerides. *Circulation* 88 : 2190-2197, 1993
 - 55) Ferland M, Després J-P, Nadeau A, Moorjani S, Tremblay A, Lupien PJ, Thériault G, Bouchard C. Contribution of glucose tolerance and plasma insulin levels to the relationships between body fat distribution and plasma lipoprotein levels in women. *Int J Obes* 15 : 677-688, 1991
 - 56) Hsieh SD, Yoshinaga H. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men-waist/height ratio as a simple and useful dictor. *Int J Obes* 19 : 585-589, 1995
 - 57) Kumagai S, Tanaka H, Kitajima H, Kono S, Ogawa K, Yamauchi M, Morita N, Inoue M, Shindo M. Relationships of lipid and glucose metabolism with waist-hip ratio and physical fitness in obese men. *Int J Obes* 17 : 437-440, 1993
 - 58) Cho EH, Kim SK. Effects of fat contents & distribution on the disease status of young adults male. *Korean J Nutrition* 28(5) : 451-459, 1995

- 59) Kim SK. The relationship between body fat, serum lipids, insulin and nutrients intake in obese and non-obese male students. *Korean J Nutrition* 28(11) : 1056-1064, 1995
- 60) Winocour PH, Kaluvya S, Ramaiya K, Brown L, Millar JP, Farrer M, Neil HAW, Laker MF, Alberti GMM. Relation between insulinemia, body mass index, and lipoprotein composition in healthy, nondiabetic men and women. *Arteriosclerosis and Thrombosis* 12 : 393-402, 1992
- 61) Galanis DJ, McGarvey ST, Sobal J, Bausserman L, Levinson PD. Relations of body fat and fat distribution to the serum lipid, apolipoprotein and insulin concentrations of Samoan men and women. *Int J Obes* 19 : 731-738, 1995
- 62) Colman E, Toth MJ, Katzel LI, Fonong T, Gardner AW, Poehlman ET. Body fatness and waist circumference are independent predictors of the age associated increase in fasting insulin levels in healthy men and women. *Int J Obes* 19 : 798-803, 1995
- 63) Pouliot M-C, Després J-P, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, Nadeau A, Lupien J. Waist circumference and abdominal sagittal diameter : Best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 73 : 460-468, 1994
- 64) Bonora E, Micciolo R, Ghiatas AA, Lancaster JL, Alyassin A, Muggeo M, DeFronzo RA. Is it possible to derive a reliable estimate of human visceral and subcutaneous abdominal adipose tissue from simple anthropometric measurements. *Metabolism* 44(12) : 1617-1625, 1995
- 65) Ahn HS, Lee LH. The relationships between obesity index and major risk factors in patients with cardiovascular disease. *Korean J Nutrition* 26(9) : 1071-1084, 1993
- 66) Huh KB, Lee JH, Paik IK, Ahn KJ, Jung YS, Kim MJ, Lee HC, Lee YH, Lee YJ. Influence of total abdominal fat accumulation on serum lipids and lipoproteins in Korean middle-aged men. *Korean J Nutrition* 26(3) : 299-312, 1993
- 67) Yoo TH, Lee JE, Youm SH, Kim HS. Analysis of anthropometric measurements, eating habits, and dietary intake of women with child-bearing experiences and different body fat contents. *Korean J Nutrition* 30(2) : 201-209, 1997
- 68) Suh HS, Lee CH, Park HS, Kim CJ. Relationship of several obesity indices to blood pressure. *J Korean Acad Fam Med* 14(8-9) : 594-600, 1993
- 69) Choi YS, Lee OJ, Cho SH, Park WH, Im JG, Kwon SJ. Serum lipid and lipoperoxide levels and their related factors in middle-aged men in Teagu. *Korean J Nutrition* 28(8) : 771-781, 1995
- 70) Huh KB, Lee JH, Paik IK, Ahn KJ, Jung YS, Kim MJ, Lee HC, Lee YH, Lee YJ. Influence of total abdominal fat accumulation on serum lipids and lipoproteins in Korean middle-aged men. *Korean J Nutrition* 26(3) : 299-312, 1993
- 71) Colman E, Toth MJ, Katzel LI, Fonong T, Gardner AW, Poehlman ET. Body fatness and waist circumference are independent predictors of the age associated increase in fasting insulin levels in healthy men and women. *Int J Obes* 19 : 798-803, 1995
- 72) Huh KB, Ahn KJ, Lee HC, Lim SK. Influence of visceral fat accumulation on glucose metabolism in Korean middle-aged women. *The Korean Journal of Internal Medicine* 44(5) : 648-658, 1993
- 73) Johnson D, Prud'homme D, Després J-P, Nadeau A, Tremblay A, Bouchard C. Relation of abdominal obesity to hyperinsulinemia and high blood pressure in men. *Int J Obes* 16 : 881-890, 1992
- 74) Kim YH, Paik HY. Relationship between dietary fatty acids, plasma lipids, and fatty acid compositions of plasma and RBC in young Korean females. *Korean J Nutrition* 27(2) : 109-117, 1994
- 75) Lee JS, Lee MH, Kwon TB, Ju JS. A study on the concentration of serum lipids and its related factors of persons over 40 years old in Whachon area, Kang-Won Do. *Korean J Nutrition* 29(9) : 1035-1041, 1996
- 76) Song YS, Chung HK, Cho MS. The nutritional status of the female elderly residents in nursing home. -1. Nutritional and biochemical health status-. *Korean J Nutrition* 28(11) : 1100-1116, 1995
- 77) Krotkiewski M, Björntorp P, Sjöström L, Smith U. Impact of obesity on metabolism in men and women. *J Clin Invest* 72 : 1150-1162, 1983
- 78) Her YR, Lim HS. Effect of increasing dietary fat on plasma lipoprotein in young Korean women. *Korean J Nutrition* 28(8) : 697-705, 1995