

# 정상 성인의 혈청 인슐린 농도에 따른 비만지수, 혈청 지질, 혈압 및 영양소 섭취상태 비교\*

김 우 경 · 이 경 애\*\*

단국대학교 식품영양학과, 부산교육대학교 실과교육과\*\*

## Comparisons of BMI, Blood Lipid Profile, Blood Pressure and Nutrient Intakes by Serum Insulin Concentrations

Kim, Woo Kyung · Lee, Kyoung Ae\*\*

Department of Food and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Department of Practical Arts Education,\*\* Pusan National University of Education, Pusan 607-736, Korea

### ABSTRACT

This study was conducted to figure out the differences of the BMI, blood lipids, blood pressure and nutrient intakes by serum insulin concentrations among adults in Korea. Ninety-three subjects(male : n=37, female : n=56) participated in this study. The subjects were grouped by serum insulin concentrations into two groups-hyperinsulinemia group(n=17) and normoinsulinemia group(n=76). Anthropometric measurements, blood lipid profiles, blood pressure, oral glucose tolerance test, and daily nutrient intakes were analyzed. And serum glucose and insulin secretion pattern as shown through and oral glucose tolerance test were performed. BMI(p<0.05) and WHR(p<0.01) were significantly higher in hyperinsulinemia group than in normoinsulinemia group. There was no differences in fasting blood glucose level between groups, but total glucose area (p<0.001) and insulin glucose resistance(p<0.001) were significantly higher in hyperinsulinemia group than in normoinsulinemia group. Also serum triglyceride(p<0.05), free fatty acid(p<0.05), and systolic blood pressure(p<0.05) were significantly higher in hyperinsulinemia group, but HDL-cholesterol(p<0.001) was significantly lower in hyperinsulinemia group. They showed significant differences in energy, carbohydrate, potassium, riboflavin, niacin and dietary fiber intakes(p<0.05), the intake of those nutrients were low in normoinsulinemia group. Further investigation is necessary to determine the effects of amounts and types of carbohydrate and dietary fiber on serum insulin concentrations. (Korean J Nutrition 32(1) : 10~16, 1999)

KEY WORDS : hyperinsulinemia · BMI · blood lipid · blood pressure · nutrients intake.

### 서 론

고인슐린혈증은 혈액내 지방성분의 증가를 가져오고, 혈관의 smooth cell에 콜레스테롤의 축적을 자극하여 동맥경화증을 유발시킨다고 알려져 있다<sup>1,2)</sup>. 뿐만 아니라 고인슐린혈증은 동맥의 평활근 세포의 증식을 자극하고 자율신경계의 활성을 증가시킴으로써 고혈압과도 관련하여 심혈관계 질환의 독립적인 위험인자로 지적되고 있다<sup>3-5)</sup>.

Reaven<sup>6)</sup>은 고혈압, 당내성, 이상지방혈증(중성지방), 비만의 관계에서 인슐린 저항증이 이러한 일련의 반응의 기

초가 된다고 하였다. 그후 Kaplan<sup>7)</sup>은 고인슐린혈증과 관련된 인자들의 기본적인 것은 복부지방 때문이며, 따라서 복부지방 축적으로 인한 상체비만일 때 고인슐린혈증이 유발되어 당뇨병, 고지혈증, 심혈관계질환의 위험이 증가한다고 하였다. 복부비만은 체지방 분포가 복강내 집중된 것으로 복강내 지방조직은 대사적으로 활성도가 높아 유리지방산의 분비를 증가시키고 인슐린 수용체의 감수성을 감소시키며 분비된 유리지방산은 간에서 인슐린의 흡수를 억제하고 VLDL을 증가시킨다<sup>8)</sup>. 그러므로 비만한 사람에서 인슐린 의존성 당뇨병, 고혈압 및 동맥경화증의 발생위험이 높으며<sup>9)</sup> 이러한 위험인자들이 함께 나타나는 것을 Syndrome X 또는 대사성증후군이라고 한다<sup>6)</sup>.

우리 나라에서는 심장순환계질환의 위험인자를 체중이나 비만 유형, 혈액 지방과 관계하여 설명하고자 한 연구들은

채택일 : 1999년 1월 8일

\*The present research was conducted by the research fund of Dankook University

많이 있으나<sup>8,12)</sup> 혈액 인슐린농도를 심장순환계질환의 위험 인자로 연관시켜 연구하거나 고인슐린혈증의 발병률에 대한 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구는 30대의 정상 성인 남녀를 대상으로 혈중 인슐린 농도와 인슐린 분비면적에 따라 대상자를 두 군으로 나누어 혈액 인슐린농도와 심장순환계질환의 유발 위험요인들과의 관계를 살펴보았다. 그리고 혈액 인슐린농도와 식이가 어떤 관계를 가지는지를 파악하여 고인슐린혈증과 관련된 질환들의 예방을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 연구방법

### 1. 대 상

본 연구는 서울에 소재하는 종합병원에 건강검진을 받기 위해 내원한 사람들을 대상으로 연구의 목적을 설명하여 이에 동의하고, 검진결과 특별한 병적인 소견이 없는 사람들을 대상으로 하였다. 실험에 참가한 대상자수는 남자 37명, 여자 56명으로 총 93명이었고 평균 나이는 남자 33.2±9.5세, 여자 34.4±7.0세였다.

### 2. 방 법

#### 1) 신체계측

신장과 체중을 측정하고, 체중과 신장으로 체질량지수(body mass index, BMI)를 계산하였다. 허리둘레와 엉덩이 둘레를 측정한 후 허리둘레를 엉덩이 둘레로 나누어 허리-엉덩이둘레비(waist-hip ratio, WHR)를 계산하였다.

#### 2) 경구 당부하검사(Oral glucose tolerance test, OGTT)

12시간 금식 후에 혈액을 채취한 후 포도당 75mg이 들어있는 용액 250ml를 5분 안에 마시도록 하고 포도당용액을 마신 후 30분, 60분, 90분, 120분 후에 혈액을 채취하였다. 각기 채취한 혈액은 혈청을 분리하여 혈당과 인슐린을 측정하고 인슐린 분비면적과 혈당 총면적, 인슐린 저항성을 나타내는 인슐린/혈당 면적 비를 계산하였다.

그리고 포도당용액 섭취 전인 공복 시, 섭취 1시간 후, 2시간 후의 혈청 인슐린 농도가 평균+2표준편차 이상이거나 인슐린 분비면적이 평균+표준편차 이상인 대상자를 고인슐린군으로 하였다<sup>3)</sup>.

#### 3) 생화학적 검사

혈당은 포도당산화법을 이용한 kit로, 인슐린은 방사면역법을 사용하는 kit로 측정하였다. 혈청 총 콜레스테롤과 중성지방, HDL-콜레스테롤과 유리지방산은 효소법에 의한 kit를 이용하여 측정하였고, LDL-콜레스테롤은 Frieden-

wald의 공식<sup>13)</sup>에 의해 산출하였다.

### 4) 영양소 섭취량

영양소 섭취량은 24시간 기억회상법에 의해 연속적인 3일 동안 섭취한 식품명과 양을 조사하여 이를 영양소 섭취량으로 환산한 후 평균하여 1일 영양소 섭취량을 구하였다. 한국인영양권장량<sup>14)</sup>과 비교하여 권장량에 대한 섭취비율을 계산하였다.

### 6. 자료 처리

실험 결과는 PC-SAS(Statistical Analysis System) package를 이용하여 다음과 같이 통계처리 되었다.

첫째, 조사대상자의 일반적인 사항으로 비만 지수, 혈청 지질, 혈압 및 당부하검사 결과에 대해 남녀별로 평균±표준편차를 구하고 Student's t-test로 성별에 따른 유의성을 검증하였다.

둘째, 포도당 용액을 섭취하기 전의 공복 시, 섭취 1시간 후, 섭취 2시간 후의 혈청 인슐린 농도가 평균+2표준편차 이상이거나 인슐린 분비면적이 평균+표준편차 이상을 고인슐린군으로 규정하고<sup>3)</sup> 이에 따라 본 대상자를 두 집단(고인슐린군과 정상인슐린군)으로 나누어 혈당 및 인슐린 농도, 비만 지수, 혈청 지질, 혈압, 영양소 섭취량에 대해 평균±표준편차를 구하고 Student's t-test로 군간의 유의성을 검증하였다.

각 항목에 대하여 유의성이 나타난 항목에 대해서만 유의성을 표시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 남녀별 비만지수, 혈청 지질, 혈압 및 당부하검사

남녀별 비만지수, 혈청 지질, 혈압 및 당부하검사 결과는 Table 1에 수록하였다. 평균 신장과 체중은 남녀 각각 169.7±6.5cm, 71.0±7.9kg, 157.6±5.5cm, 57.1±11.6kg이었다. 신장과 체중으로 계산된 남녀의 평균 BMI는 우리나라 성인을 대상으로 한 다른 연구들<sup>8,9)</sup>에서와 비슷한 수준인 남녀 각각 24.6과 23.2로 남자가 높았다(p<0.05). 허리-엉덩이 둘레비는 남자 0.89, 여자 0.81로 장명래 등<sup>9)</sup> 및 국승래 등<sup>10)</sup>의 조사 결과와 비슷하였으며 여자에 비해 남자가 높았다(p<0.01).

혈청 지질은 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 유리지방산량은 남녀간의 차이가 없었으나 HDL-콜레스테롤은 여자에서 높고(p<0.01), 중성지방은 남자에서 높았다(p<0.01). 우리 나라 성인을 대상으로 한 많은 연구<sup>8-12)</sup>에서도 남자가 여자에 비해 혈 중 중성지방량이 많은 것으로 나타

났다. 장명래 등<sup>9)</sup>도 상체비만인 남자가 하체비만인 여자에 비해 중성지방이 유의적으로 높고, HDL-콜레스테롤이 유의적으로 낮았다고 보고하였다.

혈압은 우리 나라 성인을 대상으로 한 연구들과 비슷한 수준이었으며<sup>9)15)</sup> 수축기, 이완기 혈압 모두 여자보다 남자에서 높았다( $p < 0.05$ ).

포도당 용액을 마시기 전에 채취한 공복혈액으로부터 측정된 공복 시 혈당은 남녀간의 차이 없이 남자 91.3mg/dl, 여자 87.7mg/dl로 정상수준이었다. 이는 우리 나라 성인들의 공복 시 혈당을 측정한 여러 논문들의 결과와 비슷하거나<sup>12)14)15)</sup> 다소 낮은 수준이었다<sup>10)11)</sup>. 공복 시 인슐린 농도, 혈당면적, 인슐린 저항성을 나타내는 인슐린/혈당면적비는 남녀간의 유의적인 차이가 없었으나, 인슐린 면적은 남자에서 높았다( $p < 0.05$ ).

## 2. 혈 중 인슐린 농도에 따른 비교

공복 시와 포도당 용액 섭취후의 혈청 인슐린 농도나 인슐린 면적에 따라 조사대상자를 고인슐린군과 정상인슐린

군으로 분류한 결과<sup>2)</sup> 고인슐린군과 정상인슐린군에 속하는 대상자는 각각 17명과 76명이었다. 고인슐린군에 속하는 대상자 17명중 남자는 7명, 여자는 10명이었다.

### 1) 공복 시 혈당, 혈당 및 인슐린 면적

혈청 인슐린 농도에 따른 공복 시 혈당과, 혈당면적, 인슐린면적 및 혈당/인슐린 면적비는 Table 2와 같다. 남녀를 합해서 볼때 공복 시 혈당은 고인슐린군과 정상인슐린군간에 유의적 차이 없이 모두 정상 수준이었다. Carantoni<sup>16)</sup> 등은 공복 시 인슐린 농도는 나이, 성, 비만, 복부지방 축적과 같은 변수들과는 독립적으로 공복 시 혈당과 유의적인 양의 상관관계를 가진다고 하였으나 본 연구에서는 공복 시 혈당이 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

공복 시 혈당과는 달리 혈당면적( $p < 0.001$ ) 및 인슐린 면적( $p < 0.05$ )과 인슐린 저항성을 나타내는 혈당/인슐린 면적비( $p < 0.001$ )는 정상인슐린군에 비해 고인슐린군이 높아 당대사에 이상이 있음을 보여주었고 이는 남녀 모두 같은 경향이었다. Howe등<sup>17)</sup>은 고인슐린혈증군이 대조군에 비해 전분을 섭취했을 때 혈청 인슐린 반응곡선과 인슐린면적, 혈당 면적이 모두 높았다고 보고하였고 이는 본 연구 결과와 일치한다.

### 2) 비만지수

혈청 인슐린 농도에 따른 비만지수는 Table 3과 같다. 남녀를 합해서 보면 고인슐린군이 정상인슐린군에 비해 BMI ( $p < 0.05$ )와 허리-엉덩이 둘레비( $p < 0.01$ )가 높았는데 그중 복부의 지방축적을 나타내는 허리-엉덩이 둘레비가 더욱 유의적이었다. 남녀 별로 나누어 보면 남자는 고인슐린군에서 BMI( $p < 0.05$ )와 허리-엉덩이둘레비( $p < 0.001$ )가 높았으나 여자는 고인슐린군에서 높은 경향은 보였지만 유의적인 수준은 아니었다. BMI 25~30을 과체중으로 분류하면<sup>18)</sup> 고인슐린군은 과체중에 속하였다. 그리고 허리-엉덩이둘레비가 성인 남자의 경우 0.91이상, 여자의 경우 0.85 이상을 상체비만으로 분류하면<sup>11)</sup> 고인슐린군의 남녀 모두 상체비만에 속하여 혈청 인슐린 농도는 체중 및 체중 분포

Table 1. General characteristics of subjects

	Male(n=37)	Female(n=56)
BMI(body mass index)	24.6 ± 0.4 <sup>1)</sup>	23.2 ± 0.5* <sup>2)</sup>
WHR(waist hip ratio)	0.89 ± 0.001	0.81 ± 0.01**
Blood lipid profile(mg/dl)		
Total cholesterol	184.1 ± 5.6	175.7 ± 4.6
LDL-cholesterol	117.7 ± 5.7	106.9 ± 4.3
HDL-cholesterol	40.8 ± 1.4	50.8 ± 2.6**
Triglyceride	158.4 ± 15.5	90.1 ± 6.4**
Free fatty acids	789.1 ± 65.2	701.2 ± 36.7
Blood pressure(mmHg)		
Systolic	123.6 ± 2.8	116.1 ± 2.2*
Diastolic	83.1 ± 2.0	77.3 ± 1.8*
Fasting blood glucose(mg/dl)	91.3 ± 9.2	87.7 ± 14.7
Insulin(μU/ml)	8.8 ± 7.7	6.9 ± 6.8
Total glucose area(mg/dl)	567.8 ± 17.6	528.0 ± 18.5
Total insulin area(μU/ml)	233.2 ± 22.3	177.1 ± 10.9*
IGR(insulin glucose area)	0.41 ± 0.04	0.37 ± 0.02

1) Mean ± SE

2) \*, \*\*: Significantly different between male and female by t-test at  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$

Table 2. Blood glucose, insulin and insulin resistance

	Total		Male		Female	
	Hyperinsulinemia (n=17)	Normoinsulinemia (n=76)	Hyperinsulinemia (n=7)	Normoinsulinemia (n=30)	Hyperinsulinemia (n=10)	Normoinsulinemia (n=46)
Fasting blood glucose(mg/dl)	94.7 ± 15.2 <sup>1)</sup>	88.0 ± 11.9	93.9 ± 7.3	89.4 ± 16.0	97.1 ± 19.0	86.9 ± 8.6
Insulin(μU/ml)	15.4 ± 7.7	6.0 ± 5.7*** <sup>2)</sup>	12.5 ± 7.3	4.6 ± 2.6	17.7 ± 8.2	7.1 ± 7.0**
Total glucose area(mg/dl)	380.9 ± 113.3	160.3 ± 59.3***	353.3 ± 113.6	159.5 ± 56.9**	409.1 ± 118.3	164.0 ± 61.8**
Total insulin area(μU/ml)	614.1 ± 146.2	529.2 ± 117.6*	612.6 ± 127.7	540.9 ± 135.2	628.6 ± 168.6	527.0 ± 106.9*
IGR(insulin glucose resistance)	0.64 ± 0.21	0.31 ± 0.12***	0.59 ± 0.21	0.30 ± 0.12**	0.68 ± 0.24	0.32 ± 0.12**

1) Mean ± SE

2) \*, \*\*, \*\*\*: Significantly different between two groups by t-test at  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$

**Table 3.** BMI, blood lipids and blood pressure

	Total		Male		Female	
	Hyperinsulinemia (n=17)	Normoinsulinemia (n=76)	Hyperinsulinemia (n=7)	Normoinsulinemia (n=30)	Hyperinsulinemia (n=10)	Normoinsulinemia (n=46)
BMI(body mass index)	25.6 ± 3.8 <sup>1)</sup>	23.5 ± 2.9* <sup>2)</sup>	26.2 ± 3.0	22.8 ± 0.5*	25.4 ± 4.5	23.6 ± 2.8
WHR(waist hip ratio)	0.89 ± 0.05	0.84 ± 0.1**	0.92 ± 0.03	0.84 ± 0.1***	0.87 ± 0.1	0.84 ± 0.1
Blood lipid profile(mg/dl)						
Total cholesterol	178.9 ± 33.9	179.3 ± 34.7	173.3 ± 37.6	179.9 ± 36.0	178.9 ± 30.7	179.5 ± 34.8
LDL-cholesterol	107.3 ± 33.1	109.3 ± 33.6	109.1 ± 36.3	109.2 ± 33.5	101.6 ± 31.1	109.7 ± 34.9
HDL-cholesterol	37.0 ± 8.7	48.6 ± 11.5***	37.3 ± 8.1	49.9 ± 11.9**	36.5 ± 8.8	47.7 ± 11.3**
Triglyceride	169.7 ± 117.7	107.3 ± 63.6*	134.2 ± 55.0	104.7 ± 61.8	204.3 ± 150.0	110.6 ± 67.3
Free fatty acids	943.1 ± 467.7	692.2 ± 282.1*	829.6 ± 215.9	631.1 ± 233.4	1018.2 ± 619.0	738.1 ± 303.5
Blood pressure(mmHg)						
Systolic	128.2 ± 18.8	117.2 ± 16.1*	131.4 ± 20.4	115.3 ± 13.8	125.6 ± 19.4	118.1 ± 17.9
Diastolic	84.7 ± 12.8	78.6 ± 13.2	84.3 ± 15.1	75.3 ± 10.1	85.6 ± 12.4	80.6 ± 15.0

1) Mean ± SE      2) \*, \*\*, \*\*\* : Significantly different between two groups by t-test at p < 0.05, p < 0.01, p < 0.001

와 관련이 깊은 것으로 나타났다. Carantoni<sup>16)</sup> 등은 노인들을 대상으로 한 실험에서 BMI와 허리-엉덩이둘레비는 공복 시 혈청 인슐린 농도와 유의적인 상관관계가 있으며 여자보다 남자에서 상관관계가 더 높았다고 하여 본 연구와 일치하였다.

여러 연구 결과들<sup>6)(7)(16)</sup>에 의하면 고인슐린혈증과 인슐린 저항성은 비만의 정도에 비례하는 것 뿐 아니라 체지방 분포에 따라 달라 상체비만과 더 관계가 있다. 고인슐린혈증이 되면 근육의 lipoprotein lipase의 활성은 억제되고 지방조직의 lipoprotein lipase의 활성은 증가되어 근육으로의 지방이동은 감소되고 반면에 지방세포로의 이동이 증가됨으로써 비만이 초래되는 것으로 보인다<sup>19)</sup>. 또한 체중의 증가로 비만해지고 특히 상체비만이 되면 축적된 복부지방으로부터 유리지방산의 분비가 증가되어 혈액내 유리지방산의 농도가 높아지므로 말초조직에서의 포도당 사용이 억제되어 혈액내 인슐린 농도는 증가하게 되므로 결국 복부지방의 증가는 고인슐린혈증을 더욱 악화시킬 수 있다고 한다<sup>20)</sup>.

본 연구에서도 남녀 모두 고인슐린군이 과체중이면서 특히 상체비만을 보여 혈 중 인슐린 농도와 체중 및 체지방 분포는 서로 밀접한 관계를 보였고 이러한 현상은 남자가 여자보다 유의적이었다.

### 3) 혈청 지질 및 혈압

Table 3에서 보는 바와 같이 혈청 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤은 전체 대상자나 남녀를 구분하여도 고인슐린군과 정상인슐린군간에 유의적인 차이가 없었다. Moussa<sup>21)</sup>은 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤이 인슐린 농도와는 상관없었다고 보고하였다. Carantoni<sup>16)</sup>도 LDL-콜레스테롤과 총 콜레스테롤은 인슐린 농도와 유의 상관관계를 보이므로 공복 시 인슐린 농도는 LDL-콜레스

테롤의 좋은 지표라고 할 수 없다고 하였는데 본 연구에서도 같은 결과를 나타내었다.

반면에 HDL-콜레스테롤은 정상인슐린군에 비해 고인슐린군에서 유의적으로 낮은 결과를 보여주었고(p < 0.001), 남녀 모두 차이가 나타났다(p < 0.05). HDL-콜레스테롤이 남자 35mg/dl이하, 여자 45mg/dl이하이면 동맥경화증의 위험이 증가하는데<sup>22)</sup> 고인슐린군의 경우 남녀 모두 이 기준 이하이므로 동맥경화증의 위험이 내재되어 있는 것으로 나타났다. Carantoni<sup>16)</sup>은 노인을 대상으로 한 연구에서 인슐린 농도가 상위 25 percentile에 속할 때 HDL-콜레스테롤 농도가 낮은 사람의 비율이 유의적으로 높았다고 보고하였고, Moussa<sup>21)</sup>도 6~13세 남녀 학생을 대상으로 한 연구에서 혈청 인슐린 농도가 증가함에 따라 HDL-콜레스테롤은 감소하였다고 하여 본 연구 결과와 일치하였다.

중성지방과 유리지방산은 전체적으로 볼 때 고인슐린군에서 높았으나(p < 0.05), 중성지방이 동맥경화증 발생의 위험수준인 250mg/dl 이상<sup>23)</sup>은 아니었다. 남녀별로 보면 고인슐린군에서 높은 경향이었으나 유의적인 수준은 아니었다. 이러한 혈액내 중성지방량의 증가는 변화된 인슐린 민감도와 관련이 있다. 즉 고인슐린혈증은 근육과 지방조직의 인슐린 수용체를 둔감하게 하여 인슐린 저항증을 더욱 심각하게 만들어 혈청 중성지방을 증가시켜 동맥경화증을 초래하게 된다<sup>23)(21)</sup>. 따라서 Cefalu<sup>25)</sup>은 경구당부하검사에 의한 인슐린 면적을 혈액 중성지방증가의 예측인자로 사용할 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 고인슐린군에서 유리지방산과 중성지방이 정상인슐린군보다 높은 경향이었고, HDL-콜레스테롤은 낮아 혈청 인슐린 농도와 혈액내 유리지방산, 중성지방 및 HDL-콜레스테롤량이 서로 관련되어 있음을 알 수 있었다.

혈청 인슐린 농도에 따른 혈압은 Table 3에서와 같이 남

녀를 합하여 볼 때 수축기나 확장기 모두 고인슐린군에서 높은 경향이나 수축기 혈압에서만 유의적이었고( $p < 0.05$ ). 남녀별로 나누어 보면 유의적인 차이는 없었다. WHO기준<sup>26</sup>에 의한 수축기 혈압 160mmHg, 이완기혈압 95mmHg 이상을 고혈압으로 정의할 때 두 군 모두 정상에 속하였다.

인슐린은 여러 기전을 통해 혈압을 증가시킬 수 있는데 신장에서의 나트륨 보유와 catecholamine 분비를 증가시키며, 혈관수축제에 대한 민감도는 증가시키는 반면 혈관확장제에 대한 민감도는 감소시킨다<sup>1)5)27)</sup>. 따라서 지속적으로 증가된 혈 중 인슐린은 혈압을 증가시킨다. 그러나 Mediratta<sup>27)</sup>는 고혈압, 당뇨, 비만을 가진 사람에게서 고인슐린혈증이 많았고 고인슐린혈증이 이들과 매우 관련성이 높기

는 하지만 고인슐린혈증이 고혈압을 나타내는 민감한 지표는 되지 못한다고 하였다. Weisser 등<sup>28)</sup>도 혈청 인슐린과 혈압과의 관계에서 인슐린은 단지 고혈압과 당뇨병의 가족력을 가지고 있는 사람들에서만 관련성이 나타난다고 하였다. 본 연구에서도 고인슐린군이 정상인슐린군에 비해 수축기 혈압이 높기는 하였으나 정상 수준에 있었으므로 고혈압을 우려할 정도는 아니었다.

#### 4) 영양소 섭취 상태

혈청 인슐린 농도에 따른 영양소 섭취량과 권장량에 대한 섭취비율은 Table 4와 Table 5에 나타내었다. 남녀를 합한 전체적으로 볼 때 열량을 비롯한 대부분의 영양소 섭취가 고인슐린군에서 낮았는데, 특히 고인슐린군에서 탄수화물

Table 4. Daily nutrients intake

	Total		Male		Female	
	Hyperinsulinemia (n=17)	Normoinsulinemia (n=76)	Hyperinsulinemia (n=7)	Normoinsulinemia (n=30)	Hyperinsulinemia (n=10)	Normoinsulinemia (n=46)
Energy(kcal)	1708.1 ± 481.5 <sup>1)</sup>	1913.1 ± 595.0	1983.4 ± 494.5	2109.1 ± 704.5	1494.0 ± 365.4	1913.1 ± 595.0
Carbohydrate(g)	251.2 ± 64.4	290.6 ± 77.3* <sup>2)</sup>	293.1 ± 56.1	315.3 ± 82.2	218.7 ± 50.6	290.6 ± 77.3*
Protein(g)	70.6 ± 21.0	81.1 ± 41.3	76.4 ± 16.1	95.3 ± 50.0	66.2 ± 24.1	81.1 ± 41.3
Fat(g)	26.7 ± 5.2	24.7 ± 6.0	25.0 ± 6.1	34.3 ± 5.5	27.6 ± 4.7	24.7 ± 6.0
Carbohydrate(%)	59.7 ± 7.6	62.2 ± 9.2	60.0 ± 6.7	61.4 ± 8.5	59.5 ± 8.6	62.2 ± 9.2
Protein(%)	16.8 ± 3.7	16.3 ± 4.2	15.7 ± 2.7	17.3 ± 4.8	17.6 ± 4.2	16.3 ± 4.2
Fat(%)	23.5 ± 7.3	21.6 ± 8.3	24.4 ± 8.9	21.2 ± 5.9	22.9 ± 6.4	21.6 ± 7.3
Calcium(mg)	546.9 ± 237.6	581.0 ± 305.6	641.9 ± 264.1	684.5 ± 340.4	473.0 ± 198.8	508.8 ± 259.0
P(mg)	911.1 ± 314.8	1017.2 ± 500.4	1020.5 ± 294.0	1178.7 ± 579.1	826.0 ± 319.9	904.4 ± 407.5
Iron(mg)	12.6 ± 6.6	17.1 ± 11.6	13.6 ± 6.7	18.1 ± 10.1	11.8 ± 6.9	16.5 ± 12.6
Na(mg)	712.5 ± 491.2	948.8 ± 197.2	858.4 ± 632.1	1253.4 ± 1022.5	598.9 ± 345.9	736.2 ± 507.8
K(mg)	1156.9 ± 359.4	1667.0 ± 874.4***	1291.1 ± 334.4	1930.0 ± 1026.6**	1052.4 ± 360.7	1483.5 ± 706.4*
Vitamin A(μg RE)	586.0 ± 356.1	1030.5 ± 2301.3	625.4 ± 339.4	655.3 ± 491.4	555.3 ± 385.9	1292.3 ± 2956.5
Thiamin(mg)	0.90 ± 0.31	1.45 ± 0.87	1.02 ± 0.43	1.40 ± 0.96	0.82 ± 0.16	1.48 ± 0.72
Riboflavin(mg)	1.22 ± 0.45	1.76 ± 2.07*	1.30 ± 0.50	1.57 ± 0.87	1.16 ± 0.42	1.90 ± 2.60
Niacin(mg)	12.80 ± 4.86	17.66 ± 10.08**	12.16 ± 3.30	20.31 ± 10.26**	13.30 ± 5.95	15.81 ± 9.65
Vitamin C(mg)	87.9 ± 40.9	96.7 ± 61.7	106.9 ± 46.3	106.2 ± 77.8	71.7 ± 30.3	85.0 ± 46.5
Fiber(g)	5.95 ± 2.64	7.89 ± 4.67*	6.95 ± 3.45	8.74 ± 4.11	5.17 ± 1.62	7.29 ± 4.99*

1) Mean ± SE

2) \*, \*\*, \*\*\* : Significantly different between hyperinsulinemia and normoinsulinemia by t-test at  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$

Table 5. % RDA of nutrients intake

	Total		Male		Female	
	Hyperinsulinemia (n=17)	Normoinsulinemia (n=76)	Hyperinsulinemia (n=7)	Normoinsulinemia (n=30)	Hyperinsulinemia (n=10)	Normoinsulinemia (n=46)
Energy	76.7 ± 18.4	87.0 ± 25.3	79.3 ± 19.8	84.4 ± 28.2	74.7 ± 18.3	88.8 ± 23.1
Protein	106.6 ± 32.6	122.1 ± 59.7	101.8 ± 21.4	127.1 ± 66.7	110.3 ± 40.2	118.6 ± 51.4
Calcium	78.1 ± 33.9	83.0 ± 43.7	91.7 ± 37.7	97.8 ± 48.6	67.6 ± 28.4	72.7 ± 37.0
P	130.2 ± 45.0	145.3 ± 71.5	145.8 ± 42.0	168.4 ± 82.7	118.0 ± 45.7	129.2 ± 58.2
Iron	86.2 ± 51.2	115.9 ± 81.2	112.9 ± 56.0	151.1 ± 84.1	65.4 ± 38.1	91.4 ± 70.1
Vitamin A	83.7 ± 50.9	147.2 ± 328.8	89.3 ± 48.5	93.6 ± 70.2	79.3 ± 55.1	184.6 ± 22.4
Thiamin	81.4 ± 24.6	126.1 ± 72.8	78.5 ± 33.0	107.5 ± 73.7	82.2 ± 16.2	148.2 ± 72.3
Riboflavin	92.2 ± 33.5	136.1 ± 171.8*	86.5 ± 33.1	104.6 ± 58.0	96.7 ± 35.1	158.1 ± 217.0
Niacin	88.8 ± 38.9	120.7 ± 38.4*	71.5 ± 19.4	119.4 ± 60.3***	102.3 ± 45.8	121.6 ± 74.2
Vitamin C	158.3 ± 74.3	170.4 ± 112.2	194.3 ± 84.2	193.1 ± 141.5	130.4 ± 55.0	154.5 ± 84.5

1) Mean ± SE

2) \*, \*\*, \*\*\* : Significantly different between two groups by t-test at  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$

( $p < 0.05$ ), 칼륨( $p < 0.001$ ), 리보플라빈( $p < 0.05$ ) 나이아신( $p < 0.01$ )과 섬유소( $p < 0.05$ )의 섭취가 유의적으로 낮았다. 영양소 섭취에 있어서 남자와 여자는 같은 경향을 보였으며 남자는 칼륨과 나이아신( $p < 0.01$ )에서 여자는 탄수화물과 칼륨, 섬유소( $p < 0.05$ )에서 유의적이었다(Table 4). 권장량에 대한 비율도 영양소 섭취량과 마찬가지로 고인슐린군에서 낮아, 리보플라빈과 나이아신은 유의적인 차이가 나타났으며( $p < 0.05$ ), 고인슐린군은 단백질, 인, 티아민 및 비타민 C를 제외한 다른 영양소들의 섭취량이 권장량에 미달된 반면 정상인슐린군은 열량과 칼슘 섭취만 권장량에 못 미치는 수준이었다. 권장량에 대한 비율은 남녀 모두 비슷한 경향이었고 남자는 나이아신의 섭취가 고인슐린군에서 유의적으로 낮았으며( $p < 0.001$ ), 여자는 모든 영양소에서 고인슐린군과 정상인슐린군간에 유의적인 차이가 없었다.

고지방식은 포도당에 의한 인슐린 분비 유도를 손상시키고, 결과적으로 인슐린의 작용을 손상시킨다고 한다<sup>29,30</sup>. 그리고 고지방, 저탄수화물식이 인슐린 비의존성 당뇨의 시작과 관련이 있다고 생각되어 당뇨병환자에게 저지방, 고탄수화물식을 권장하고 있다<sup>31</sup>. 본 연구에서 고인슐린군과 정상인슐린군 사이에 지방섭취량과 지방으로부터의 열량섭취비는 차이가 없었지만 고인슐린군에서 탄수화물 섭취량이 적은 경향을 보여 이것이 혈청 인슐린 농도에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

탄수화물을 동량 함유한 식품들이라 해도 섭취 후 혈당 반응이 서로 다르다는 것은 이미 잘 알려져 있으며 glyce-mic index(GI)는 혈당 농도를 증가시키는 정도에 따라 식품의 순위를 매겨 당뇨병환자의 식품선택에 도움을 주고 있다<sup>32</sup>. 그러나 GI에는 인슐린 반응이 고려되어 있지 않는데<sup>33</sup> 인슐린 분비는 식후의 혈당 분비에 비례한다고 생각하여<sup>34</sup> 식품을 섭취한 후 혈액의 인슐린량을 연구한 논문은 많지 않다<sup>33-35</sup>. 그러나 탄수화물만이 인슐린 분비를 자극하는 것이 아니며 단백질이 풍부한 식이나 탄수화물이 풍부한 식이에 단백질을 첨가했을 때 특히 당뇨 환자에게 있어 혈당은 증가시키지 않으면서 인슐린의 분비를 증가시킬 수 있다고 한다<sup>34</sup>. 또한 탄수화물이 풍부한 식이에 많은 양의 지방을 첨가하면 오히려 혈당 반응성은 감소시키면서 인슐린 분비는 증가시킨다고 한다<sup>35</sup>. 그러므로 식후 인슐린 반응은 항상 혈당 농도에 비례하는 것이 아니며 단백질이나 지방이 함량이 많은 식이는 상대적으로 혈당은 낮지만 실질적인 인슐린 분비를 유도할 수 있다<sup>35</sup>. 그러나 본 연구에서는 고인슐린군과 정상인슐린군간에 단백질과 지질의 섭취량에 차이가 없어 고인슐린군의 상대적으로 높은 혈청 인슐린 농도를 설명해주지 못하고 있다. 본 연구에서 이러한 영양소들

의 섭취와 혈청 인슐린 농도와의 관계가 명확하게 나타나지 않은 것은 본 연구 대상자들의 수가 적었기 때문으로 사료된다. 따라서 더 많은 인원을 대상으로 연구가 요구된다. 그리고 Jenkins<sup>36</sup>는 점성을 보이는 섬유소의 섭취가 당대사에 영향을 미친다고 하였는데 본 연구에서는 섭취된 섬유소의 종류에 대해서는 조사되지 않았으나 고인슐린군에서 섬유소 섭취량이 정상인슐린군에서 보다 유의적으로 낮았던 것은 주목할 만하다.

## 요약 및 결론

본 연구 결과 공복 시 혈당은 고인슐린군과 정상인슐린군 사이에 유의적 차이 없이 정상수준이었으나 혈당면적, 인슐린 면적 및 인슐린저항성을 나타내는 이들의 면적비는 고인슐린군에서 유의적으로 높았다. 또한 고인슐린군이 정상인슐린군에 비해 BMI와 허리-엉덩이둘레비가 유의적으로 높았고, 특히 남자 고인슐린군에서 상체비만이 두드러졌다. 혈액내 지방성분은 고인슐린군에서 혈청 중성지방과 유리지방산은 높고, HDL-콜레스테롤은 낮아 혈 중 인슐린농도와 지방성분은 밀접한 관계를 보였다. 그러나 혈압은 고인슐린군과 정상인슐린군간에 큰 차이가 없어 우리 나라 사람들의 고인슐린혈증은 고혈압보다는 혈액내 지방성분을 변화시켜 동맥경화의 발생 위험을 증가시킬 수 있다는 가능성을 제시하고 있다. 결론적으로 고인슐린군이 비만 및 동맥경화의 위험을 내포하고 있으며 이러한 가능성은 남녀에서 비슷하였다. 그러나 비만 지수로 볼 때 여자에 비해 남자에서 고인슐린군과 정상인슐린간의 유의적인 차이가 더 컸던 점으로 보아 여자보다 남자가 고인슐린혈증과 관련된 질환 유발에 유의해야 할 것으로 보인다.

그리고 고인슐린군은 정상인슐린군에 비해 열량 및 영양소의 섭취가 낮은 경향이었으며 특히 탄수화물, 섬유소, 칼륨, 리보플라빈, 나이아신의 섭취가 유의적으로 낮았다. 이는 식이 섭취가 고인슐린혈증과 관련 있다는 것을 나타내고 있다. 앞으로 고인슐린혈증에 있어서 탄수화물과 섬유소의 종류 및 섭취량 등 식이와의 관련성에 대한 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

## Literature cited

- 1) Weidmann P, Bohlen L, Courten M. Insulin resistance and hyperinsulinemia in hypertension. *J Hypertension* 13 : S65-S72, 1995
- 2) DeFranzo RA, Ferrannini E. Insulin resistance. A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care* 14 : 173-189, 1987

- 3) Maruno Y, Negishi K, Watanabe T, Itabashi A, Kato M, Shibosawa T, Katayama S. Hyperinsulinemia in relation to hypertension and other coronary risk factors in Japanese men. *Jpn Hear J* 38(5) : 685-696, 1997
- 4) Lender D, Arauz-Pacheco C, Adams-Huet B, Raskin P. Essential hypertension is associated with decreased insulin clearance and insulin resistance. *Hypertension* 29 : 111-114, 1997
- 5) Anderson EA, Hoffmann RP, Bolan TW, Sinkey CA, Mark AL. Hyperinsulinemia produces both sympathetic neural activation and vasodilation in normal humans. *J Clin Invest* 87 : 2246-2252, 1991
- 6) Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 37 : 1959-1607, 1988
- 7) Kaplan NM. The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia, and hypertension. *Arch Intern Med* 149 : 1514-1520, 1989
- 8) Lee KS, Kim JA, Park CY. Association of hypertension with cluster of obesity, abnormal glucose and dyslipidemia in Korean urban population. *Kor J Prevent Med* 31(1) : 59-71, 1998
- 9) Jang MR, Lee UC, Shin HS, Cho CY, Ahn JE. Relationship of obesity level and fat distribution to blood pressure, blood glucose, and serum lipids and lipoproteins. *J Kor Acad Fam Med* 15 : 1076-1087, 1994
- 10) Kook SR, Park YS, Ko YK, Kim SM. Relationship of body fat, lipid, blood pressure, glucose in serum to waist-hip ratio between obese and normal body mass index group. *J Kor Acad Fam Med* 18 : 317-327, 1997
- 11) Lee YM, Chio YS, Hong MH, Kim SD. Regional fat distribution as a cardiovascular risk factors. *J Kor Acad Fam Med* 17 : 734-797, 1996
- 12) Lee SK, Kim GM, Mun YS, Lee HR. Comparative effects of overweight on serum lipid profile in younger versus older Men. *J Kor Acad Fam Med* 15 : 511-524, 1994
- 13) Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol distribution : The lipid research clinics program prevalence study. *Circulation* 61 : 302-315, 1980
- 14) The Korean Nutrition Society. Recommended dietary allowances for Korean, 6th revision, 1995
- 15) Park HS, Cho HJ, Kim YS, Kim CJ. The diseases associated with obesity in Korea. *J Kor Acad Fam Med* 13(4) : 344-353, 1992
- 16) Carantoni M, Zuliani C, Volpato S, Palmieri E, Mezzetti A, Vergnani L, Fellin R. Relationships between fasting plasma insulin, anthropometrics and metabolic parameters in a very old healthy populations. *Metabolism* 47 : 535-540, 1998
- 17) Howe J, Rimpler WV, Behall KM. Dietary starch composition and level of energy intake alter nutrient oxidation in "carbohydrate-sensitive man". *J Nutr* 126 : 2120-2129, 1996
- 18) Lavin N. Manual of endocrinology and metabolism. 1st ed. Boston : Little Brown and Company, pp.487-500, 1986
- 19) Barnard RJ, Wen SJ. Exercise and diet in the prevention and control of the metabolic syndrome. *Sports Med* 18 : 218-228, 1994
- 20) Barnard RJ, Roberts CK, Varon SM, Berger JJ. Diet-induced insulin resistance precedes other aspects of the metabolic syndrome. *J Appl Physiol* 84 : 1311-1315, 1998
- 21) Moussa MAA, Shaltout AA, Nkansa-Dwamena DN, Mourad M, Al-Sheikh N, Agha N, Galal DO. Association of fasting insulin with serum lipids and blood pressure in Kuwaiti children. *Metabolism* 47 : 420-424, 1998
- 22) Consensus Conference. Treatment of hypertriglyceridemia. *JAMA* 251 : 1196-1200, 1984
- 23) Daly ME, Vale C, Walker M, Littlefield A, Alberti KG MM, Mathers JC. Acute effect on insulin sensitivity and diurnal metabolic profiles of a high sucrose compared with a high starch diet. *Am J Clin Nutr* 67 : 1186-96, 1998
- 24) Vague J. Willeford Lecture : diabetogenic and atherogenic fat. In : Oomura Y ed., *Progress in obese research*. pp.343-358, John Libby & Comp. Ltd., London, 1990
- 25) Cefalu WT, Werbel S, Bell-farrow AD, Terry JG, Wang AQ, Opara EC, Morgan T, Hinson WH, Crouse JR. Insulin resistance and fat patterning with aging : relationship to metabolic risk factors for cardiovascular disease. *Metabolism* 47 : 401-408, 1998
- 26) World Health Organization. Arterial hypertension. Technical report series No. 628, Geneva
- 27) Mediratta S, Fozailoff A, Frishman WH. Insulin resistance in systemic hypertension : Pharmacotherapeutic Implications. *J Clin Pharmacol* 35 : 943-956, 1995
- 28) Weisser B, Grune S, Spuhler T, Kistler T, Vetter W. Plasma insulin is correlated with blood pressure only in subjects with a family history of hypertension or diabetes mellitus : results from 11001 participants in the Heureka study. *J Hypertense* 11 : S308-S309, 1993
- 29) Ahren B, Simonsson E, Scheurink AJW, Mulder H, Myrsten U, Sundler F. Dissociated insulinotropic sensitivity to glucose and carbachol in high fat diet induced insulin resistance in C57BL/6J mice. *Metabolism* 46(1) : 97-106, 1997
- 30) Oakes ND, Cooney GJ, Camilleri S, Christolm DJ, Kraegen EW. Mechanisms of liver and muscle insulin resistance induced by chronic high-fat feeding. *Diabetes* 46 : 1761-1767, 1997
- 31) Marshall JA, Hamman RF, Boxer J. High-fat, low-carbohydrate diet and the etiology of non-insulin-dependent diabetes mellitus : The San Luis Valley Diabetes Study. *Am J Epidemiol* 134 : 590-603, 1991
- 32) Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index : methodology and clinical implication. *Am J Clin Nutr* 54 : 846-854, 1991
- 33) Holt SHA, Miller JCB, Petocz P. An insulin index of food : the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. *Am J Clin Nutr* 66 : 1261-1276, 1997
- 34) Simpson RW, McDonald J, Wahlqvist ML, Alvey L, Outch K. Macronutrients have different metabolic effects in nondiabetics and diabetics. *Am J Clin Nutr* 42 : 449-453, 1985
- 35) Collier G, McLean A, O'Dea K. Effect of co-ingestion of fat on the metabolic responses to slowly and rapidly absorbed carbohydrates. *Diabetologia* 26 : 50-54, 1984
- 36) Jenkins DJA, Jenkins AL. Nutrition principles and Diabetes. *Diabetes Care* 18(11) : 1491-1498, 1995