

# 일부 농촌지역 주민의 혈청 leptin 농도와 비만지표의 관련성

김상용, 신민호, 박경수, 최진수

전남대학교 의과대학 예방의학교실, 의과학연구소

## The Relationship between Serum Leptin Concentration and Obesity Indices in a Rural Population

Sang Yong Kim, Min Ho Shin, Kyeong Soo Park, Jin Su Choi

Department of Preventive Medicine, Chonnam National University Medical School and  
Chonnam National University Research Institute of Medical Science

**Objective :** To evaluate the relationship between serum leptin concentration and obesity indices in a rural population.

**Methods :** Two hundred and nine subjects were randomly sampled from 1036 residents who had participated in the survey. Their obesity indices were measured by bioelectrical impedance analysis and anthropometry. Serum leptin concentrations were measured by immunoradiometric assay.

**Results :** Serum leptin concentrations were positively correlated with body mass index, percent of body fat, fat mass, waist circumference, and hip circumference. Serum leptin concentrations were higher in obese or overweighted subjects than normal or thin subjects(8.5[0.9-31.4] compared with 2.7[0.1-12.0]  $\mu\text{g/L}$ ,  $p < 0.01$ ). Serum leptin

concentrations were higher in women than men, even after an adjustment to body mass index( $\beta = 4.183$ ,  $p < 0.01$ ). According to body composition, serum leptin concentrations were more related with waist circumference in men, hip circumference in women.

**Conclusions :** Serum leptin concentrations are positively correlated with obesity indices. Serum leptin concentrations are higher in obese subjects, in women, and more related with peripheral obesity. These findings support the hypothesis that human obesity is associated with leptin-resistance rather than leptin-deficiency.

Korean J Prev Med 2000;33(2):193-198

**Key Words:** Leptin, Obesity, Rural population

## 서 론

전세계적으로 비만의 유병률이 점차 증가하고 있다. 미국의 경우 비만은 가장 흔한 대사성질환으로 그 유병률이 전체 인구의 약 1/3에 달한다(U.S.DHSS, 1999). 우리나라의 경우도 지방의 과잉섭취로 인해 비만의 유병률이 점차 증가하고 있다. 식이섭취 형태의 변화로 탄수화물의 섭취는 감소하고, 지방 섭취는 증가하여 체질량지수(body mass index, BMI)가 25 이상인 사람이 1990년 16.7%에서 1995년에는 20.5%로 증가하였다(보건부

지부, 1997).

비만은 대사성질환 또는 내분비계질환으로 만성적인 경과를 취한다. 비만은 그 자체로도 문제이지만 당뇨병, 고혈압, 심혈관질환, 암 등 여러 가지 다른 질환의 원인이 되기 때문에 비만인의 증가는 심각한 문제가 되고 있다. 비만의 원인은 아직까지도 명확하게 밝혀지지 않았으나, 최근에 leptin이 체중조절에 중요한 역할을 하는 호르몬으로 알려짐에 따라 주목을 받고 있다.

Leptin은 비만 유전자(ob gene)에 의해 지방세포에서 생산되는 분자량 16kD의

단백호르몬이다(Zhang 등, 1994). 그리스어 leptos(thin)에서 어원이 유래한 leptin은 1958년에 '뇌하수체에 작용하여 체중을 조절하는 호르몬'의 존재가 기술된 바 있어 이미 그 존재가 예견되었다(Hervey, 1958). 1994년에 비만 쥐(ob/ob mouse)에서 비만에 관여하는 비만 유전자가 밝혀졌고(Zhang 등, 1994), 1995년에는 인간의 피하지방조직에서 비만 유전자의 염기서열이 밝혀졌다(Considine 등, 1995).

Leptin은 체중조절에 중추적인 역할을 하는 호르몬으로 알려져 있다. 비만 쥐에 재합성 leptin을 주입하였더니 체중과 체지방량(fat mass)이 감소하였다(Pelley-mounter 등, 1995). Leptin은 뇌하수체에

존재하는 수용체를 통하여 에너지 저장을 조절하는 되먹이기 회로(feedback loop)의 구성성 회로(afferent loop)로 작용한다(Considine 등, 1995). 음의 에너지 균형 상태에서는 leptin의 혈청 농도가 감소하여 에너지 소비를 줄이고, 반대로 양의 에너지 균형 상태에서는 leptin의 혈청 농도가 증가하여 에너지 소비를 증가시킨다. 따라서 leptin 농도가 증가하면 leptin의 작용에 의해 식욕이 감소하고 에너지 소비가 증가하여 체중은 감소하게 된다. 즉, leptin은 에너지 균형 변화의 감지자 역할을 한다는 것이다(Kolaczynski 등, 1996).

그런데 지방세포에 ob mRNA가 발현되어 있는 비만인에서 체중은 감소하지 않고 오히려 혈청 leptin 농도는 증가되어 있다. 이러한 혈청 leptin 농도의 증가는 체질량지수, 체지방량의 증가와도 관련이 있다. 비만인에서 leptin 농도가 높은 이유는 leptin에 대한 저항성(leptin resistance)과 관련이 있는 것으로 여겨지고 있다(Caro 등, 1996). 이와 관련해서는 뇌하수체 leptin 수용체가 정상인 일부 비만인에서 leptin 수용체 후 결함(post-receptor defect)의 가능성이 제시되기도 하였다(Considine 등, 1996).

본 연구는 비만이 leptin 결핍보다는 leptin 저항성과 관련이 있다는 기존의 가설을 확인하고, 농촌지역 인구집단을 대상으로 혈청 leptin 농도와 비만지표의 관련성을 파악해보고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 일부 농촌지역 역학조사에 참여한 주민 1036명중 혈청 leptin 농도를 측정된 209명을 연구대상으로 하였다. 역학조사 기간은 1998년 8월 10일부터 8월 22일까지 약 2주 동안이었고, 장소는 전남도 영광군 염산면이었다. 역학조사 참여자 1036명 중 220명을 단순무작위표본추출하였다. 그 중 채혈을 하지 않았거나 용혈반응이 일어난 경우 등 부적합한 11명을 제외한 209명의 검체를 대상으로

혈청 leptin 농도를 측정하였다. 본 연구에서는 혈청 leptin 농도를 측정된 209명을 연구대상자로 한정하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 신체계측 및 비만지표 측정

역학조사 기간 동안에 참여자들이 가벼운 옷을 입고 신발을 벗은 상태에서 신체계측을 하였다. 신장-체중 자동측정기(Dong Sahn Jenix Co, Seoul, Korea)를 이용하여 신장은 0.1cm, 체중은 0.1kg 단위까지 측정하였다. 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수를 계산하였다.

$$BMI = \text{Weight(kg)} / \text{Height(m)}^2$$

줄자를 사용하여 배꼽 수준인 허리에서 가장 좁은 부분을 측정된 허리둘레와, 대퇴골 천자 수준인 엉덩이에서 최대로 넓은 부분을 측정된 엉덩이둘레를 0.1cm 단위까지 측정하였다. 허리둘레와 엉덩이둘레를 이용하여 요부/둔부비(Waist/Hip Ratio)를 구하였다.

생체전기저항분석법을 이용하여 체지방률(body fat percent)과 체지방량을 측정하였다. 본 연구에서는 4전극법을 이용한 체지방측정기(Bioelectrical Impedance Fatness Analyzer, GIF-891DX, Gil Woo Trading Co, Seoul, Korea)를 이용하였다.

### 2) 혈청 leptin 농도 측정

정맥혈을 채혈하여 혈청을 분리한 후 leptin 농도를 측정하기 전까지 -70℃로 냉동 보관하였다. 혈청 leptin 농도는 immunoradiometric assay kit(DSL-23100, Diagnostic System Laboratories Inc, Webster, USA)를 이용하여 중복 측정하였다. 이 측정방법의 표준곡선 범위는 0.25-120.0 $\mu\text{g/L}$ 이고 검사내 변이계수(intraassay CV)는 4.9%이하, 검사간 변이계수(interassay CV)는 6.6% 이하이다. 통계분석에는 중복 측정된 두 값의 평균값을 사용하였으며, 두 측정값 사이의 상관계수는 0.998이었다.

## 3. 분석 방법

성별에 따라 연령, 신장, 체중, 체질량지수, 체지방률, 체지방량, 허리둘레, 엉덩이

둘레, 요부/둔부비의 평균과 표준편차를 구하였다. 체격 및 비만지표들과 혈청 leptin 농도의 관련성은 Pearson 상관계수로 구하였으며 통계적 유의수준은 0.05 이하로 하였다. 체질량지수를 두 가지 범주로 구분하여 혈청 leptin 농도의 평균을 비교하는 t-test를 시행하였다. 체질량지수를 통제된 상태에서 혈청 leptin 농도에 미치는 성별의 영향을 평가하고자 체질량지수와 성별을 독립변수로 포함하는 다중회귀분석을 시행하였다. 혈청 leptin 농도에 미치는 체지방분포의 영향을 평가하고자 독립변수로 허리둘레, 엉덩이둘레, 체지방량을 포함하는 단계적 다중회귀분석을 시행하였다. 통계분석에는 SPSS for Windows 7.5.2k(SPSS Inc, Chicago, USA)를 사용하였다.

## 연구결과

모집단인 역학조사 참여자 1036명과 표본집단인 혈청 leptin 농도를 측정된 연구대상자 209명의 연령, 성별, 체격 및 비만지표는 유의한 차이가 없었다. 연구대상자들은 남자가 78명(37.3%), 여자가 131명(62.7%)으로 여자가 더 많았다. 연구대상자들의 연령 분포는 30-39세가 21명(10.0%), 40-49세가 31명(14.8%), 50-59세가 85명(40.7%), 60-69세가 51명(24.4%), 70-79세가 19명(9.1%), 80-89세가 2명(1.0%)이었다. 평균 연령은 55.5세이었고, 60세 이상이 34.5%를 차지하였다.

연구대상자들의 체격 및 비만지표들의 측정치를 남자와 여자로 나누어 평균과 표준편차로 나타내고 비교하였다(Table 1). 신장과 체중의 측정치는 남자가 여자보다 유의하게 더 컸다( $p < 0.01$ ). 체질량지수, 체지방률, 체지방량, 혈청 leptin 농도의 측정치는 여자가 남자보다 유의하게 더 컸다( $p < 0.05$ ). 연령, 허리둘레, 엉덩이둘레, 요부/둔부비는 남자와 여자 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

비만지표와 혈청 leptin 농도의 관련성을 파악하고자 상관계수를 구하였다. 남자에서 혈청 leptin 농도는 체중, 체질량지

**Table 1.** Descriptive characteristics of 209 subjects\*

Characteristics	Sex		All
	Men	Women	
Age (years)	56.5±10.8	54.9±10.7	55.5±10.7
Height (m) <sup>†</sup>	1.65±0.05	1.52±0.06	1.57±0.08
Weight (kg) <sup>†</sup>	63.9±9.8	56.6±8.8	59.3±9.8
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>†</sup>	23.4±3.0	24.4±3.3	24.0±3.2
% body fat (%) <sup>†</sup>	11.6±4.5	17.1±6.8	13.9±7.8
Fat mass (kg) <sup>†</sup>	7.6±3.7	9.9±4.7	8.4±5.1
Waist circumference (cm)	85.5±8.3	84.2±8.2	84.7±8.2
Hip circumference (cm)	94.9±6.4	95.0±6.6	94.9±6.5
Waist hip ratio	0.90±0.05	0.88±0.07	0.89±0.06
Serum leptin (μg/L) <sup>††</sup>	1.7(0.1-16.3)	6.8(0.4-31.4)	4.9(0.1-31.4)

\*Arithmetic mean±SD, <sup>†</sup>p<0.05 <sup>††</sup>Arithmetic mean(range)

**Table 2.** Correlations between serum leptin concentration and other parameters in men

parameters	Leptin	Height	Weight	BMI <sup>†</sup>	Fat %	FM <sup>†</sup>	Waist	Hip
Height	0.062							
Weight	0.374**	0.561**						
BMI	0.430**	0.173	0.910**					
Fat %	0.447**	0.103	0.516**	0.563**				
Fat mass	0.505**	0.254*	0.720**	0.730**	0.958**			
Waist	0.528**	0.169	0.773**	0.834**	0.513**	0.649**		
Hip	0.504**	0.332**	0.815**	0.806**	0.539**	0.681**	0.848**	
WHR <sup>‡</sup>	0.307**	-0.108	0.385**	0.507**	0.254*	0.320**	0.752**	0.289*

\*p<0.05, \*\*p<0.01, <sup>†</sup>BMI: body mass index, <sup>†</sup>FM: fat mass, <sup>‡</sup>WHR: waist hip ratio

**Table 3.** Correlations between serum leptin concentration and other parameters in women

parameters	Leptin	Height	Weight	BMI <sup>†</sup>	Fat %	FM <sup>†</sup>	Waist	Hip
Height	0.024							
Weight	0.653**	0.515**						
BMI	0.752**	0.065	0.886**					
Fat %	0.297**	0.031	0.389**	0.447**				
Fat mass	0.437**	0.164	0.605**	0.623**	0.962**			
Waist	0.580**	0.024	0.635**	0.724**	0.264**	0.409**		
Hip	0.647**	0.303**	0.835**	0.804**	0.379**	0.557**	0.660**	
WHR <sup>‡</sup>	0.150	-0.245**	0.052	0.194	-0.010	0.015	0.704**	-0.067

\*p<0.05, \*\*p<0.01, <sup>†</sup>BMI: body mass index, <sup>†</sup>FM: fat mass, <sup>‡</sup>WHR: waist hip ratio

**Table 4.** Mean serum leptin concentrations(μg/L) by sex and body mass index\*

Sex	Body mass index		All <sup>†</sup>
	<25 <sup>†</sup>	≥25 <sup>†</sup>	
Men <sup>†</sup>	1.1(0.1-8.2)	3.1(0.9-16.3)	1.7(0.1-16.3)
N	55	23	78
Women <sup>†</sup>	3.8(0.4-12.0)	10.7(3.3-31.4)	6.8(0.4-31.4)
N	75	56	131
All <sup>†</sup>	2.7(0.1-12.0)	8.5(0.9-31.4)	4.9(0.1-31.4)
N	130	79	209

\*Arithmetic mean(range), <sup>†</sup>p<0.01, <sup>†</sup>p<0.01

수, 체지방률, 체지방량, 허리둘레, 엉덩이 둘레, 요부/둔부비와 유의한 양의 상관관계가 있었다(Table 2). 여자에서 혈청 leptin 농도는 체중, 체질량지수, 체지방률, 체지방량, 허리둘레, 엉덩이둘레와 유의한 양의 상관관계가 있었다(Table 3). 요부/둔부비와 혈청 leptin 농도는 남자에서는 상관관계가 있었으나(p<0.01), 여자에서는 상관관계가 없었다. 체질량지수는 남녀 모두에서 체중, 체지방률, 체지방량, 허리둘레, 엉덩이둘레, 혈청 leptin 농도와 유의한 양의 상관관계가 있었다(p<0.01). 체질량지수와 요부/둔부비는 남자에서는 유의한 상관관계가 있었으나(p<0.01), 여자에서는 상관관계가 없었다. 체지방량은 남녀 모두에서 체중, 체질량지수, 체지방률, 허리둘레, 엉덩이둘레, 혈청 leptin 농도와 유의한 양의 상관관계가 있었다(p<0.01). 체지방량과 신장, 요부/둔부비는 남자에서는 유의한 상관관계가 있었으나(p<0.05), 여자에서는 상관관계가 없었다.

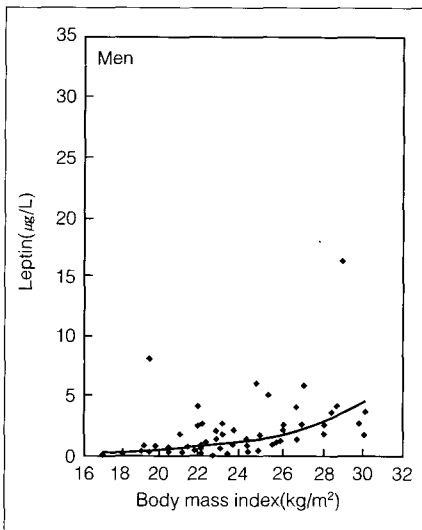
성별과 체질량지수에 따라 혈청 leptin 농도의 차이가 있는지 평가해보고자 하였다. 체질량지수가 25 이상인 과체중 또는 비만인과 체질량지수가 25 미만인 저체중 또는 정상인으로 구분하여 혈청 leptin 농도의 평균을 비교하였다(Table 4). 먼저 성별에 따라서 혈청 leptin 농도는 남자와 여자 모두에서 과체중 또는 비만인에서 저체중 또는 정상인보다 약 세 배정도 유의하게 더 높았다(8.5[0.9-31.4] compared with 2.7[0.1-12.0] μg/L, p<0.01). 체질량지수별로 혈청 leptin 농도는 여자에서 남자보다 약 네 배정도 유의하게 더 높았다(6.8[0.4-31.4] compared with 1.7[0.1-16.3] μg/L, p<0.01).

성별에 따라 혈청 leptin 농도에 유의한 차이가 있었기 때문에 남자와 여자로 나누어 체질량지수, 체지방량과 혈청 leptin 농도의 관계를 함수로 추정하였다. 체질량지수와 혈청 leptin 농도의 관계는 남자와 여자 모두에서 지수함수모형이 가장 적합하였다(Table 5, Figure 1, Figure 2). 체지방량과 혈청 leptin 농도의 관계는 남자에서는 이차함수모형, 여자에서는 지수

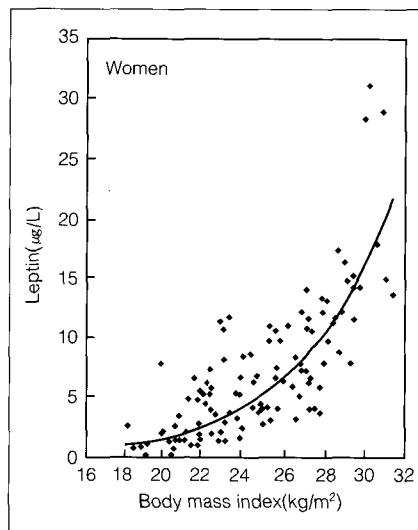
**Table 5.** Adjusted R<sup>2</sup> in curve estimation regression models\*

Independent variable	Sex	Model		
		Linear	Quadratic	Exponential
Body mass index	Men	0.174	0.203	0.391
	Women	0.562	0.626	0.634
	All	0.411	0.482	0.411
Fat mass	Men	0.208	0.378	0.239
	Women	0.155	0.148	0.256
	All	0.195	0.199	0.256

\*In this analysis, leptin was the dependent variable



**Figure 1.** Relation of serum leptin to body mass index in men. The exponential model that best fits the relation is represented by the following solid line:  $leptin = e^{a+\beta x}$ , where  $x$  is the body mass index; adjusted R<sup>2</sup> = 0.391



**Figure 2.** Relation of serum leptin to body mass index in women. The exponential model that best fits the relation is represented by the following solid line:  $leptin = e^{a+\beta x}$ , where  $x$  is the body mass index; adjusted R<sup>2</sup> = 0.634

함수모형이 가장 적합하였다(Table 5, Figure 3, Figure 4). 체질량지수, 체지방량과 혈청 leptin 농도의 관계는 전체적으로 지수함수가 가장 적합하였으나, 근사적으로 선형관계를 가정하고 이후의 다중회귀분석을 시행하였다.

혈청 leptin 농도가 체질량지수에 따라 유의한 차이를 보였고, 남자와 여자 사이에도 유의한 차이가 있었기 때문에, 체질량지수를 통제한 상태에서 성별에 따른 혈청 leptin 농도의 차이를 평가하였다(Table 6). 그 결과 체질량지수를 보정한 상태에서도 혈청 leptin 농도는 여자에서 더 높았다( $\beta=4.183, p<0.01$ ).

혈청 leptin 농도에 미치는 체지방량과

체지방분포의 영향을 평가하고자 독립변수로 체지방량, 허리둘레, 엉덩이둘레, 종속변수로 혈청 leptin 농도를 포함하는 단계적 회귀분석을 시행하였다(Table 7). 단계적 회귀분석의 결과 남자에서는 허리둘레와 체지방량이, 여자에서는 엉덩이둘레와 허리둘레가 유의한 변수로 나타났 다( $p<0.01$ ).

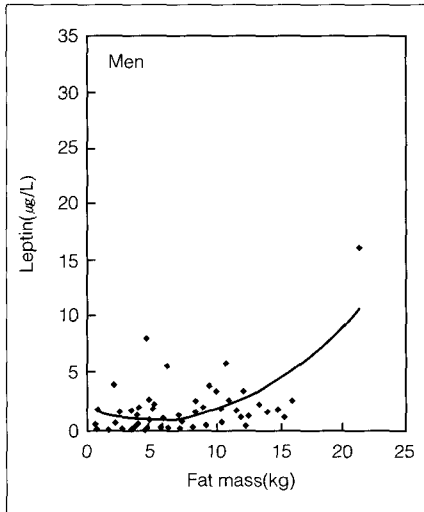
### 고 찰

Leptin은 체중조절에 중추적인 역할을 하는 호르몬으로 알려져 있다. 비만 유전자의 돌연변이에 의해 leptin이 결핍되어 있는 비만 쥐에 재합성 leptin을 주입하였

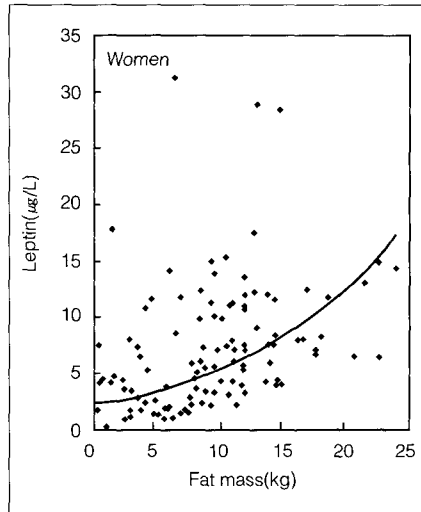
더니 극적인 치료 효과를 보였다(Halaas 등, 1995). 인간의 비만도 leptin 결핍에 의한 것이라면 leptin을 주입함으로써 치료될 수 있을 것으로 기대되었다. 그러나 leptin 결핍에 의한 비만인은 소수에 불과하였고, 대다수의 비만인들은 높은 혈청 leptin 농도를 보였다(Considine 등, 1996). 이러한 사실로부터 비만은 leptin 결핍보다는 leptin 저항성과 더 관련이 있을 것이라고 생각하게 되었다. 본 연구에서도 혈청 leptin 농도는 비만인에서 정상인보다 훨씬 더 높았다. 이러한 결과는 비만이 leptin 결핍보다는 leptin 저항성과 관련이 있다는 기존의 가설을 지지하는 것이었다.

체지방량과 혈청 leptin 농도의 관계는 지수함수모형(exponential model)이 가장 적합한 것이라고 한다(Considine 등, 1996). 본 연구에서 체지방량과 혈청 leptin 농도의 관계는 남자에서는 이차함수모형, 여자에서는 지수함수모형이 가장 적합하였다. 그러나 이와는 달리 선형모형(linear model)으로 보고한 경우도 있었다(Rosenbaum 등, 1996). 이러한 차이는 연구자마다 다른 인구집단을 연구대상으로 하였기 때문에 연구대상자들의 체지방구성에 차이가 있을 수 있으며, 표본의 크기도 달랐기 때문이라고 생각된다.

혈청 leptin 농도는 남자보다 여자에서 유의하게 더 높았다. 이러한 혈청 leptin 농도의 성별 차이를 과거에는 남자와 여자의 체질량지수 분포의 차이로 설명하였다. 즉, 여자가 남자보다 체질량지수가 더 높기 때문에 혈청 leptin 농도가 더 높다는 것이었다. 그러나 체질량지수가 높다고 하더라도 체지방량이 많아서인지 근육 등 체지방량이 많아서인지는 구별되지 않았다. 그런데 최근의 연구에 의하면 어떤 일정한 체질량지수에서 혈청 leptin 농도는 남자보다 여자에서 더 높다고 한다(Ostlund 등, 1996). 본 연구에서도 체질량지수를 보정한 상태에서 혈청 leptin 농도는 남자보다 여자에서 더 높았다. 따라서 혈청 leptin 농도는 체질량지수와는 독립적으로 성(sex)에 의해 영향을 받는다고 생각할 수 있다. 이렇게 혈청



**Figure 3.** Relation of serum leptin to fat mass in men. The exponential model that best fits the relation is represented by the following solid line: leptin =  $\alpha x^2 + \beta x + c$ , where  $x$  is the fat mass; adjusted  $R^2 = 0.393$



**Figure 4.** Relation of serum leptin to fat mass in women. The exponential model that best fits the relation is represented by the following solid line: leptin =  $e^{a+b^x}$ , where  $x$  is the fat mass; adjusted  $R^2 = 0.267$

**Table 6.** Multiple regression analysis of leptin concentration on body mass index and sex

Independent variables	Regression coefficient	SE	R <sup>2</sup>
Intercept*	-20.390	1.790	0.565
Body mass index*	0.944	0.075	
Sex*	4.183	0.495	

\*p<0.01

**Table 7.** Stepwise multiple regression of leptin concentration on fat mass, waist and hip circumference by sex

sex	Independent variables	Regression coefficient	SE	R <sup>2</sup>
Men	Waist circumference*	0.105	0.031	0.323
	Fat mass*	0.134	0.061	
Women	Hip circumference*	0.388	0.072	0.461
	Waist circumference*	0.183	0.058	

\*p<0.01

leptin 농도가 남자보다 여자에서 더 높은 이유에 대해서는 여자가 남자보다 체지방량이 더 많으며(Caro 등, 1996), estrogen의 영향 때문에 여자의 지방조직에서 ob mRNA의 표현이 더 많고, 남자에서는 androgen이 혈청 leptin 농도의 증가를 억제하는 효과가 있기 때문(Rosenbaum 등, 1996)이라는 주장이 있다.

일반적으로 비만은 체지방의 분포양상에 따라 복부형(중심성)과 둔부형(말초성)으로 분류한다. 남자는 복부형 비만, 여자는 둔부형 비만이 흔하다. 허리둘레와 엉덩이둘레가 각각 복부형 비만과 둔부형 비만을 잘 반영해주는 지표로 알려져 있다. 혈청 leptin 농도는 이러한 체지방 분포와도 관련이 있어, 복부형 비만보

다 둔부형 비만에서 더 높다고 한다. 그 이유는 ob mRNA의 표현이 내장지방조직보다는 피하지방조직에서 더 높고(Masuzaki 등, 1995), 내장지방세포는 말초조직의 지방세포보다 대사가 더 활발하기 때문에 혈청 leptin 농도와는 관련성이 적다고 한다(Bennett 등, 1997). 본 연구에서도 여자에서는 엉덩이둘레가 유의한 변수로 나타나 혈청 leptin 농도는 둔부형 비만과 관련이 있는 것으로 나타났다(p<0.01). 그런데 남자에서는 체지방량을 보정한 상태에서도 허리둘레가 유의한 변수로 나타나 오히려 복부형 비만과 더 관련이 있는 것으로 나타났다. 이와 비슷한 결과가 인도인(Asian Indian)을 대상으로 한 연구에 의해 보고되었는데, 혈청 leptin 농도는 single slice CT로 추정한 복부의 전체지방량과 관련이 있었다(Ramchandaran 등, 1997). 따라서 높은 혈청 leptin 농도는 여자에서는 둔부형 비만과 관련이 있으나, 남자에서는 만성퇴행성질환의 위험인자인 복부형 비만과 더 관련이 있다고 여겨진다.

본 연구의 제한점은 첫째, 혈청 leptin 농도와 관련성 분석에 비만지표 이외의 다른 인자나 연구대상자들의 유병상태 등은 고려하지 않았다는 것이다. 혈청 leptin 농도와 관련이 있는 것으로 알려진 인자로는 음식, 저장된 체지방량, 운동 등의 에너지 소비, 음주, 흡연, insulin, glucocorticoid, cytokines(TNF- $\alpha$ , interleukin-1, interleukin-6) 등이 있다. 또 leptin과 관련이 있는 것으로 알려진 질환은 비만, 당뇨병, 다낭성난소질환, 고혈압, 갑상선질환, 신경성식욕부진, 말기신부전 등이 있다(Mantzoros 등, 1999). 둘째, 본 연구는 비교적 나이가 많은 농촌지역 인구를 대상으로 하였기 때문에 일반인구를 대표하기 어렵다. 서사모아의 폴리네시안을 대상으로 시행한 연구에 의하면, 농촌인구가 도시인구보다 더 낮은 혈중 leptin 농도를 보였다(Zimmer 등, 1996). 일반적으로 농촌인구가 도시인구보다 신체 활동이 더 많기 때문에 일반인구와는 체지방구성이 다를 수 있다는 것이다. 셋째, 본 연구에서 생체전기저항분석법으로

측정한 체지방률이 낮은 사람들의 경우 실제의 체지방량을 제대로 반영하지 못했을 수 있다. 체지방률이 10% 미만인 경우에는 생체전기저항분석법으로 구한 측정값이 실제 체지방량을 제대로 반영하지 못한다는 보고가 있다(Luke 등, 1998). 넷째, leptin의 생리적 특성상 비만이 포함된 인구집단에서 leptin의 분포는 일반적으로 오른쪽으로 꼬리가 긴 형태(right skewed pattern)를 보이는데 본 연구에서는 leptin의 분포가 근사적인 정규 분포를 따른다고 가정하고 통계분석을 시행하였다. 또 본 연구에서는 체질량지수, 체지방량과 혈청 leptin 농도의 관계를 근사적인 선형관계로 가정하고 회귀분석을 시행하였다.

## 요 약

일부 농촌지역 주민을 대상으로 혈청 leptin 농도와 비만지표의 관련성을 파악하고자 하였다. 역학조사에 참여한 주민 1036명 중 단순무작위표본추출하여 혈청 leptin 농도를 측정된 209명을 연구대상으로 하였다. 체질량지수, 체지방량 등의 비만지수는 신체계측, 생체전기저항분석법으로 측정하였으며 혈청 leptin 농도는 면역방사계측법으로 측정하였다.

혈청 leptin 농도는 비만지표인 체질량지수, 체지방률, 체지방량, 허리둘레, 엉덩이둘레와 유의한 양의 상관관계가 있었다. 혈청 leptin 농도는 과체중 또는 비만인에서 저체중 또는 정상인보다 유의하게 더 높았다. 혈청 leptin 농도는 남자보다 여자에서 더 높았는데 체질량지수를 보정한 상태에서도 남자보다 여자에서 더 높았다. 혈청 leptin 농도는 남자에서는 허리둘레, 여자에서는 엉덩이둘레와 더 관련이 있어 높은 혈청 leptin 농도는 남자에서는 복부형 비만, 여자에서는 둔부형 비만과 관련이 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 혈청 leptin 농도는 비만지

표들과 양의 상관관계가 있었고, 정상인보다 비만인, 남자보다 여자에서 더 높았으며, 복부형 비만보다 둔부형 비만과 더 관련이 있었다. 이러한 결과는 비만이 leptin 결핍보다는 leptin 저항성과 더 관련이 있다는 가설을 지지하는 것이다.

## 참고문헌

- 보건복지부. '95국민영양조사결과보고서 1997: 213-215
- Bennett FI, Anderson NM, Wilks R, Luke A. Leptin concentration in women is influenced by regional distribution of adipose tissue. *Am J Clin Nutr* 1997; 66: 1340-1344
- Caro JF, Kolaczynski JW, Nyce MR, Ohannesian JP, Opentanova I, et al. Decreased cerebrospinal fluid/serum leptin ratio in obesity: a possible mechanism for leptin resistance. *Lancet* 1996; 348: 159-161
- Considine RV, Considine EL, Williams CJ, Nyce MR, Magosin SA, et al. Evidence against either a premature stop codon or the absence of obese gene mRNA in human obesity. *J Clin Invest* 1995; 95: 2986-2988
- Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriauciunas A, Stephens TW, et al. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal weight and obese humans. *N Eng J Med* 1996; 334: 292-295
- Haffner SM, Mykkänen L, Stern MP. Leptin concentrations in women in the San Antonio Heart Study: Effect of menopausal status and postmenopausal hormone replacement therapy. *Am J Epidemiol* 1997; 146: 581-585
- Halaas JL, Gajiwala KS, Maffei M, Cohen SL, Chait BT, et al. Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene. *Science* 1995; 269: 543-546
- Hervey GR. The effects of lesions in the hypothalamus in parabiotic rats. *J Physiol* 1958; 145: 336-352
- Kolaczynski JW, Ohannesian J, Considine RV, Marco CC, Caro JF. Response of leptin to short-term and prolonged overfeeding in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81: 4161.
- Luke AH, Rotimi CN, Cooper RS, Long AE, Forrester TE, et al. Leptin and body composition of Nigerians, Jamaicans, and US blacks. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 391-396

- Ma Z, Gingerich RL, Santiago JV, Klein S, Smith CH, et al. Radioimmunoassay of leptin in human plasma. *Clin Chem* 1996; 42: 942-946
- Mantzoros CS. The role of leptin in human obesity and disease: a review of current evidence. *Ann Intern Med* 1999; 130: 671-680
- Mantzoros CS, Lioliso AD, Tritos NA, Kaklamani VG, Douglarakis DE, et al. Circulating insulin concentrations, smoking and alcohol intake are important independent predictors of leptin in young healthy men. *Obes Res* 1998; 6: 179-186
- Masuzaki H, Ogawa Y, Isse N, Satoh N, Okazaki T, et al. Human obese gene expression. Adipocyte specific expression and regional differences in the adipose tissue. *Diabetes* 1995; 44: 855-858
- Ostlund RE, Yang JW, Keim S, Gingerich R. Relation between plasma leptin concentration and body fat, gender, diet, age, and metabolic covariates. *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81: 3909-3913
- Pelleymounter MA, Cullen MJ, Baker MB, Hecht R, Winters D, et al. Effects of the obese gene product on body weight regulation in *ob/ob* mice. *Science* 1995; 269: 540-543
- Ramchandaran A, Snehalatha C, Vijay K, Satyavani E, Latha S, et al. Plasma leptin in non-diabetic Asian Indians: association with abdominal adiposity. *Diabetic Med* 1997; 14: 937-941
- Rosenbaum M, Nicolson M, Hirsch J, Heymsfield SB, Gallagher D, et al. Effects of gender, body composition, and menopause on plasma concentrations of leptin. *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81: 3424-3427
- U.S. Department of Health and Human Services. Health, United States, 1999 with Health and Aging Chartbook 1999: 223, available from: URL: <http://www.cdc.gov/nchs/data/hs99nchb.pdf>
- Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, et al. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 1994; 372: 425-432
- Zimmet P, Hodge A, Nicolson M, Staten M, de Courten M, et al. Serum leptin concentration, obesity, and insulin resistance in Western Samoans: cross sectional study. *BMJ* 1996; 313: 965-9