韓國營養學會誌 33(1) : 49~58, 2000

일부 사춘기 여중생의 혈청 Leptin 함량과 영양소섭취상태 및 혈당, 혈청지질과의 상관관계 연구

김 미 현 · 승 정 자

숙명여자대학교 식품영양학과

The Study of Relationship among Serum Leptin, Nutritional Status, Serum Glucose and Lipids of Middle-school Girls

Kim, Mi-Hyun · Sung, Chung-Ja

Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationship among serum leptin, nutritional status, and serum lipids, glucose of 99 middle school girls residing in Kyunggi-do, Korea. Subjects were assigned to one of three groups such as underweight(BMI < 20, n = 38), normal($20 \leq$ BMI < 25, n = 36) and over weight(BMI ≥ 25, n=25) groups. The nutritional status of the subjects was evaluated by anthropometric measurements, questionnaires, 24-hr dietary recalls and blood analysis. The results were as follows: The mean age, body weight, height and BMI were 13.93 years, 55.19kg, 158.40cm and 21.96kg/m^2 respectively. The mean menarche age of the subjects was 12.64 years and the mean daily energy intake was 94.22% of RDA for Koreans. The energy ratio from carbohydrate, fat and protein was 63: 24: 13. Underweight group showed the lowest intakes of oils and fats among three groups($p < 0.05$). The mean serum levels of leptin, glucose, total cholesterol, HDL-cholesterol. LDL-cholesterol and triglyceride were 10.57ng/ml, 78.80mg/dl, 12.29mg/dl, 48.07mg/dl, 93.50mg/dl and 78.61mg/dl, respectively. The mean atherogenic index was 2.37. There were significant increases in serum leptin, glucose, LDL-cholesterol, triglyceride and atherogenic index of subjects with increases in their BMIs. Serum leptin showed a significantly positive correlation with BMI($p < 0.001$), body fat percent($p < 0.001$). When BMI was adjused, serum leptin showed a significantly positive partial correlations with intakes of animal protein($p < 0.05$), milks and animal foods($p < 0.05$), Serum leptin showed a significantly positive correlation with serum glucose($p < 0.05$), total cholesterol($p < 0.01$), LDL-cholesterol($p < 0.001$), triglyceride($p < 0.001$) and atherogenic index($p < 0.001$), however, it had significantly negative correlations with HDL-cholesterol($p < 0.05$). Therefore, these results suggest that the increase of serum levels of leptin may elevate the risk of cardiovascular disease and lipids and some nutrient intakes may be related with serum leptin levels. (*Korean J Nutrition* 33(1) : 49~58, 2000)

KEY WORDS: serum leptin, nutritional status, serum glucose, serum lipids.

서 론

최근 우리 나라는 산업화에 따른 경제성장으로 생활수준이 향상되어 생활이 편리해지고, 서구식 식생활의 유입으로 식생활 패턴이 변화되면서 체형이 크게 변하고 있다. 특히 청소년기는 신체적 급성장기로써 특유의 호르몬의 작용으로 급격한 체형의 변화가 발생할 수 있다.[1]

체형의 변화로 가장 문제가 되고 있는 것은 비만으로, 이는 어느 시기에나 발생할 수 있지만 특히 학령기 아동과 사춘기에 그 발생율이 높아 여러 나라에서 중요한 문제로 대두되고 있다.[1][2] 최근의 연구에서는 학동기 아동과 청소년의 비만 이환율이 18년전 보다 남아가 4.6배, 여아가 3.2배로 증가한 것으로 보고되어[3] 비만아 발현율이 빠른 속도로 증가하고 있음을 알 수 있다. 한편, 최근 비만에 대한 관심과 날씬함에 대한 사회적 압력이 증가되면서 부적절한 체중조절과 왜곡된 신체상이 건강상의 또 다른 위험요인이 되고 있다.[4][5]

과거 비만에 대한 연구는 열량과 3대 영양소와의 관계에 대한 연구가 주를 이루었으나 최근 지방조직에서 체지방의 상승에 따라 증가하여 분비되는 호르몬의 일종인 leptin에 대한 관심이 집중되고 있으며, leptin과 체형, 식이섭취의

채택일 : 1999년 12월 20일

*This research was supported by grants from Ministration of Health Welfare.

© 2000 The Korean Nutrition Society

변화를 연관짓는 연구들이 시도되고 있다. Zhang 등[6]에 의해 발견된 leptin은 식이섭취를 감소시키고, 에너지 소비를 증가시키는 역할을 하는 것으로 보고되었다.[7][8] 혈중 leptin은 체지방 함량, 체질량지수와 뚜렷한 정의 상관관계를 보이며,[9] 비만군은 정상군에 비하여 유의적으로 높은 leptin함량을 나타내었으나, 거식증환자와 같은 저체중군은 정상군에 비하여 유의적으로 leptin함량이 낮았다.[10] 생쥐를 이용한 동물실험에서는 leptin의 투여가 식이섭취와 체중을 감소시킨 것으로 보고되었으나,[7][8] 사람의 경우 체내 leptin함량 증가에 의한 식이섭취감소에 대한 뚜렷한 증거는 보고되고 있지 않다.

우리나라 청소년의 영양 상태에 관한 연구는 다른 연령층에 비하여 미비한 것으로 보고되었는데,[11] 청소년기의 중학생은 사춘기로 성장발육이 급격히 이루어지며 열량과 영양소의 필요량이 증가되나, 여학생의 경우 체형에 대한 관심이 증가하여 부적절한 식이요법 등으로 영양불균형에 처할 위험성이 매우 높다. 따라서 사춘기 여중생을 대상으로 영양상태와 체형의 변화와 관련이 있는 것으로 알려진 비만유전자 산물 leptin의 상관관계를 비교분석할 필요성이 요구된다.

본 연구에서는 사춘기 여중생을 대상으로 저체중군, 정상군, 과체중군으로 표집하여 설문조사, 식이섭취조사, 신체계측, 혈액분석을 통하여 영양상태 및 혈청 leptin, 혈당, 혈청 지질의 함량을 비교관찰하고 이들간의 상관성을 분석하고자 한다. 본 연구를 통해 영양상태 및 혈액성상과 비만유전자간의 상호관련성을 규명함으로써 청소년의 정상적 성장 발달을 위한 영양교육의 기초자료를 마련하고자 한다.

연구 방법 및 내용

1. 연구 대상자

경기도 구리시에 거주하는 만 13~14세의 중학교 2학년 여학생을 체질량지수(BMI)에 따라 저체중군(BMI $<$ 20, n = 38), 정상군(20 $\leq$ BMI $<$ 25, n = 36), 과체중군(BMI $\geq$ 25, n = 25)으로 분류하여(Gibson, 1990) 총 99명을 신체계측, 식이섭취, 혈액성상을 조사하여 분석하였다.

2. 연구방법

1) 신체계측(Anthropometric Measurements)

신장과 체중은 신체자동계측기(Fatness measuring system, DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 측정하였고, 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(BMI; Body Mass Index = 체중(kg)/[신장(m)]^2)와 Röhrer 지수(Röhrer Index = 체중(kg)/[신장(m)]$^3 \times 10^7$)를 계산하였다.

체지방 함량은 체지방측정기(Bio-electrical impedence analyzer, TBF-105, TANITA, Japan)를 사용하여 연령,과 신장을 기준으로 계산하였다.

신체둘레는 줄자를 이용하여 허리둘레, 엉덩이둘레, 오른쪽 허벅다리둘레를 측정하였고, WHR(waist hip ratio)과 WTR(waist thigh ratio)를 산정하였다.

혈압은 자동혈압기(Fully automatic blood pressure monitor, BP-750A, ITOco, Japan)를 사용하여 공복상태에서 측정하였다.

2) 식이 섭취 조사

식이 섭취는 훈련된 조사원이 Food model과 일상생활에서 사용하는 식기를 이용하여 조사자의 회상을 도와주면서 개인 인터뷰를 하는 방법으로 조사하였다. 조사된 자료를 기초로하여 1일 영양소 섭취량은 영양평가프로그램(CAN-Pro, Computer Aided Nutritional analysis program for Professionals, 한국영양학회 부설 영양정보센타)를 이용하여 분석하였다.

3) 혈액 분석

(1) 혈액 채취

공복상태에서 진공 채혈관을 이용하여 정맥혈 15cc를 채취하였다. 채취된 혈액을 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻은 후 분석에 사용하였다.

(2) 혈청 leptin

혈청 leptin 함량는 leptin 측정용 kit(Human Leptin RIA kit, LINCO Reserch, INC)를 사용하여 Radio Immuno Assay법으로 측정하였다.

(3) 혈 당

혈당은 효소법(hexokinase)을 이용한 혈당측정용 kit (Boeringer mannheim, Germany)로 측정하였다.

(4) 혈청지질 함량

혈청 중 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지질 함량은 효소법을 이용한 kit(Boeringer mannheim, Germany)를 사용하여 측정하였다.

혈청 중 LDL-콜레스테롤 함량은 다음과 같이 Friedwald formular[12]에 의거하여 산출하였다.

$$\text{LDL - 콜레스테롤} = \text{(총 콜레스테롤)} - \text{(HDL-콜레스테롤)} - \left(\frac{\text{중성지질}}{5}\right)$$

동맥경화지수(AI: Atherogenic Index)는 다음과 같이 총콜레스테롤함량과 HDL-콜레스테롤함량을 이용하여 다음과 같은 공식으로 계산하였다.

$$\text{동맥경화지수} = \frac{\text{총콜레스테롤} - \text{HDL-콜레스테롤}}{\text{HDL-콜레스테롤}}$$

4) 통계분석

본 실험에서 얻은 모든 결과의 평균과 표준편차를 구하였고, 체질량지수에 따른 저체중군, 정상군, 과체중군 간의 신체계측, 영양소 섭취상태, 혈액성상의 모든 변수는 SAS(Statistical Analysis System) program을 이용하여 ANOVA (One-Way Analysis of Variance)와 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다. 혈청 leptin함량과 모든 변수들 사이의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient(r)로 유의성 검정을 실시하였으며, 본 실험대상자는 체질량지수에 따라 표집하였기 때문에 체질량지수의 분포범위가 넓고 이러한 체지량지수의 분포는 혈청 leptin함량과 변수들의 상관관계분석시 영향을 줄 수 있기 때문에 체질량지수를 고정한 partial correlation coefficient(r)로 분석하여 다시 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 신체계측 사항

연구대상자들의 신체계측 사항은 Table 1과 같이 평균연령은 13.93세이며 평균 체중은 55.19kg, 평균 신장은 158.40cm이었고, 신장과 체중을 이용하여 산출한 평균 체질량지수와 Röhrer 지수는 각각 21.96kg/m^2, 138.77kg/m^{3}이었다. 본 연구 대상자들의 평균 신장과 체중을 한국인 체위기준치(신장: 155cm, 체중: 48kg)[13]와 비교하였을 때 모두 기준치를 초과하였다.

연구 대상자들의 평균 수축기혈압은 118.28mmHg, 확장기혈압은 73.12mmHg로써 WHO기준치와 비교할 때 정상범위에 속하였다. 최용 등[14]이 서울지역 초, 중, 고생을 대상으로 측정한 혈압의 50 percentil(수축기혈압: 100~113mmHg, 확장기혈압: 53~61mmHg)과 비교하였을 때 본 연구 대상자의 수축기와 이완기혈압 모두 높게 나타났고, 서울지역 중학생을 대상으로 한 최연호 등[15]의 수축기혈압 123.6mmHg, 확장기혈압 66.1mmHg와 비교하였을 때는 수축기혈압은 비슷한 수준이었으나 이완기혈압은 높게 나타났다.

허리와 엉덩이둘레의 비율(WHR)은 0.75, 허리와 넓적다리둘레의 비율(WTR)은 1.34였다.

초경은 개인차가 있기는 하지만 사춘기 성적성숙단계가 진행됨에 따라 시작되므로 사춘기 성적성숙의 지표로 사용될 수 있다. 연구 대상자의 평균 초경 연령은 12.64세로 나타나 1960년대 이전에는 14~16세에 초경이 왔다는 보고[13]와 비교하여 볼 때 초경 연령이 점차 낮아졌음을 알 수 있다.

체질량지수로 분류한 세군간에 체중($p < 0.001$), 수축기혈압($p < 0.01$), WHR($p < 0.001$), 체지방 함량($p < 0.001$), 초경연령은 유의적인 차이를 나타내었으나 신장과 이완기 혈압은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

2. 영양소 섭취량과 식품군별 식품 섭취량

연구 대상자들의 평균 영양소섭취량은 Table 2와 같다. 평균 열량 섭취량은 1884.39kcal로써 한국인 영양권장량의

Table 1. Anthropometric measurements of subject

Variable	Total (n = 99)	Underweight (n = 38)	Normal (n = 36)	Overweight (n = 25)	ANOVA p-value
Age(years)	13.93 ± 0.26[6]	13.89 ± 0.31	13.94 ± 0.23	13.96 ± 0.20	N.S[8]
Height(cm)	158.40 ± 5.04	158.31 ± 5.38	158.19 ± 5.45	158.82 ± 3.93	N.S
Weight(kg)	55.19 ± 12.96	41.79 ± 3.49[c7]	57.62 ± 4.80[b]	72.05 ± 6.67[a]	$p < 0.001$
BMI[1](kg/m^2)	21.96 ± 4.92	16.66 ± 0.84[c]	23.00 ± 1.03[b]	28.54 ± 2.18[a]	$p < 0.001$
Röhrer Index(107kg/m^3)	138.77 ± 31.16	105.37 ± 6.71[c]	145.52 ± 8.08[b]	179.82 ± 14.47[a]	$p < 0.001$
SBP[2](mmHg)	118.28 ± 16.20	113.68 ± 10.97[b]	119.17 ± 11.64[ab]	124.00 ± 12.41[a]	$p < 0.01$
DBP[3](mmHg)	73.12 ± 9.45	72.08 ± 10.57	73.61 ± 9.04	74.00 ± 8.40	N.S
WHR[4]	0.75 ± 0.05	0.72 ± 0.04[c]	0.74 ± 0.04[b]	0.79 ± 0.04[a]	$p < 0.001$
WTR[5]	1.34 ± 0.10	1.36 ± 0.09	1.32 ± 0.10	1.36 ± 0.12	N.S
Body fat(%)	29.35 ± 10.47	17.81 ± 2.50[c]	32.53 ± 3.09[b]	42.33 ± 4.78[a]	$p < 0.001$
Menarch age(years)	12.64 ± 1.00	13.26 ± 0.66[a]	12.50 ± 0.91[b]	12.16 ± 1.11[b]	$p < 0.001$

1) Body Mass Index
2) Systolic Blood Pressure
3) Diastolic Blood Pressure
4) Waist hip ratio
5) Waist thigh ratio
6) Mean±Standard Deviation
7) Means with different letters(a. b. c) within a row are significantly different from each other at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.
8) Not significant

94.22%의 섭취수준을 보였으며, 서울지역 여중학생을 대상으로한 하명주 등[16]과 조주은 등[17]의 열량 섭취량(2075.5kcal, 2152kcal)에 비하여 낮은 섭취수준을 보였다. 그러나 농촌지역의 중학생을 대상으로한 이건순[18]의 연구에서 여중생의 열량 섭취량은 1884kcal로 나타나 본 연구와 유사한 섭취수준이었다.

대상자들의 평균 단백질 섭취량은 59.75g으로 권장량의 94.22% 수준이였으며, 동물성 단백질이 총 단백질 섭취량의 43.38%로 국민영양조사보고서[19]의 전국 평균치인 47.3%보다는 낮았다.

대상자들의 평균 지질 섭취량은 51.18g으로 그 중 동물성 지질이 32.64%였고, 콜레스테롤의 섭취량은 235.24mg으로 WHO[20]의 1일 섭취 상한선인 300mg보다는 낮았다.

본 연구 대상자들의 총 열량의 당질 : 지질 : 단백질의 3대 영양소 구성비율은 63 : 24 : 13로 한국인 영양권장량[13]과 비교했을 때 지방의 섭취비율이 높고 단백질의 섭취비율이 낮았다.

연구대상자들의 평균 비타민의 섭취량은 비타민 A가 479.67mg(권장량의 68.52%), 비타민 B_1이 1.13mg(권장량의 113.30%), 비타민 B_2가 0.86mg(권장량의 71.52%), 나이아신이 12.01mg(권장량의 92.39%), 비타민 C가 124.09mg(권장량의 248.18%)의 섭취수준을 보였으며, 비타민 A, 나이아신, 비타민 B_2의 섭취량이 권장량에 미달되었다.

무기질의 평균 섭취량 중 칼슘은 1일 366.40mg으로 한국인 영양권장량의 45.80% 섭취수준을 보여, 권장량의 67.6%의 칼슘섭취량(541.2mg)을 보인 하명주 등[16]의 보고보다 더 낮았고 전반적으로 우리나라 여중생의 칼슘 섭취량이 현저히 낮음을 알 수 있었다.

본 연구에서 인의 섭취량은 890.47mg(권장량[13]의 111.31%)으로 인과 동일한 권장량을 갖는 칼슘보다 두배 이상의 높은 섭취비율을 보였다.

사춘기에는 신장과 체중의 급속한 증가에 대응하고 여성

Table 2. Mean daily energy and nutrients intakes of subject

Variable	Total (n = 99)	Underweight (n = 38)	Normal (n = 36)	Overweight (n = 25)	ANOVA p-value
Energy(kcal)	1884.39 ± 542.96[1] (94.22 ± 27.15)[2]	1943.39 ± 607.78 (97.17 ± 30.39)	1936.87 ± 519.55 (96.84 ± 25.98)	1685.69 ± 411.32 (84.28 ± 20.57)	N.S[3]
Protein(g)	59.75 ± 19.34 (91.92 ± 29.76)	60.65 ± 20.28 (93.31 ± 31.21)	61.03 ± 19.52 (93.89 ± 30.03)	56.02 ± 17.68 (86.18 ± 27.20)	N.S
Animal protein(g)	25.92 ± 15.23	25.30 ± 14.37	25.73 ± 13.26	27.40 ± 19.82	N.S
Plant protein(g)	33.82 ± 11.13	35.35 ± 12.68	35.31 ± 9.95	28.61 ± 8.42	N.S
Fat(g)	51.18 ± 23.42	53.26 ± 26.52	52.09 ± 21.32	45.72 ± 20.52	N.S
Animal fat(g)	16.71 ± 12.33	16.33 ± 12.35	16.52 ± 11.06	17.72 ± 14.70	N.S
Plant fat(g)	34.47 ± 17.77	36.92 ± 21.40	35.57 ± 14.52	28.00 ± 13.85	N.S
Cholesterol(mg)	235.24 ± 197.79	246.32 ± 237.19	218.93 ± 167.24	241.10 ± 167.01	N.S
Carbohydrate(g)	297.28 ± 84.47	306.35 ± 89.85	306.66 ± 79.06	264.58 ± 78.12	N.S
Crude fiber(g)	4.44 ± 2.01	4.53 ± 2.04	4.69 ± 2.37	3.87 ± 1.05	N.S
Vitamin A(mg)	479.67 ± 286.29 (68.52 ± 40.90)	506.64 ± 321.51 (72.38 ± 45.93)	483.48 ± 291.75 (69.07 ± 41.68)	422.14 ± 196.56 (60.31 ± 28.08)	N.S
Vitamin B_1(mg)	1.13 ± 0.43 (113.30 ± 42.70)	1.18 ± 0.49 (117.68 ± 48.85)	1.13 ± 0.40 (112.64 ± 40.19)	1.06 ± 0.34 (106.05 ± 34.29)	N.S
Vitamin B_2(mg)	0.86 ± 0.40 (71.52 ± 33.42)	0.88 ± 0.43 (73.27 ± 36.19)	0.85 ± 0.29 (70.81 ± 24.57)	0.83 ± 0.50 (69.38 ± 41.36)	N.S
Niacin(mg)	12.01 ± 4.67 (92.39 ± 35.95)	12.39 ± 4.91 (95.28 ± 37.76)	12.13 ± 5.11 (93.33 ± 39.33)	11.10 ± 3.37 (85.35 ± 25.92)	N.S
Vitamin C(mg)	124.09 ± 116.18 (248.18 ± 232.35)	129.68 ± 116.07 (259.36 ± 232.14)	104.65 ± 103.61 (209.31 ± 207.22)	145.55 ± 135.71 (291.09 ± 271.41)	N.S
Calcium(mg)	366.40 ± 200.65 (45.80 ± 25.08)	335.57 ± 177.00 (41.95 ± 22.12)	401.44 ± 188.39 (50.18 ± 23.55)	367.16 ± 256.70 (45.89 ± 32.09)	N.S
Phosphorus(mg)	890.47 ± 292.48 (111.31 ± 35.56)	877.84 ± 299.79 (109.73 ± 37.47)	927.78 ± 272.67 (115.97 ± 34.08)	852.91 ± 317.42 (106.61 ± 39.68)	N.S
Iron(mg)	8.72 ± 3.79 (48.46 ± 21.08)	8.96 ± 4.26 (49.80 ± 23.68)	8.87 ± 3.95 (49.29 ± 21.96)	8.02 ± 2.41 (44.56 ± 13.40)	N.S

1) Mean ± Standard Deviation
2) % of Recommmeded Dietary Allowances for Koreans(6th revision 1995)
3) Not significant

의 경우 월경에 의한 철분의 손실이 있어 철분의 요구량이 증가되는데, 본 대상자들의 철분 섭취량은 8.72mg으로 한국인 영양권장량의 48.46%의 낮은 섭취비율을 보였다.

본 연구 대상자들의 식품군별 섭취량은 Table 3과 같다. 1인 1일 총 식품 섭취량은 1045.76g이였고, 식품군별 섭취량은 곡류가 338.59g으로써 가장 높았으며 과일류(199.99g), 채소류(154.07g), 유제품류(95.43g), 육류(49.49g) 등의 순으로 나타났다. 본 연구 대상자의 식품군별 섭취량을 국민영양조사결과[19]와 비교하였을 때 본 대상자들의 곡류, 과일류, 유제품류의 섭취량이 높고, 채소류, 어패류, 육류의 섭취량이 낮았다. 이러한 결과는 청소년의 매식실태를 조사한 이미숙 등[22]의 연구에서 매식 식품중 과일류의 섭취빈도가 가장 높았고, 두 번째로 유제품이 높았던 결과와 유사하였다.

체질량지수로 구분한 세군의 영양소섭취량은 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 과체중군의 영양소 섭취량이 다른 군에 비하여 오히려 낮은 경향을 나타내었다. 이것은 과체중군의 경우 식이 섭취 조사시 섭취량을 적게 보고하였을 가능성이 있으며, 결식과 과식 등의 불규칙한 식습관으로 인하여 다른 군에 비하여 낮은 섭취량을 보일 수 있는 것으로 사료된다. 식품군별섭취량에서 저체중군의 유지류 섭취량이 정상군과 과체중군에서 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).

이상과 같이 본 연구 대상자들의 일반 영양소 섭취상태는 한국인 영양권장량과 비교할 때 비타민 A, 비타민 B_2, 칼슘, 철분의 섭취량이 권장량에 크게 미달되어 정상적인 청소년의 성장발달에 지장을 초래할 수 있으므로 이에 대한 세심한 영양지도가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

3. 혈액성상

1) 혈청 leptin 함량

본 연구 대상자들의 혈청 leptin 함량은 Table 4와 같이 10.57ng/ml로 나타났으며, 10~18세의 남녀학생을 대상으로한 최연호 등[23]의 연구에서 여학생 총 64명의 평균 leptin 함량은 7.6ng/ml로 본 연구 대상자 보다 낮았으나 본 연구 대상자와 같은 연령(14세)의 여학생 6명만의 leptin 함량(13.0ng/ml)은 본 연구결과보다 높았다. 초등학생을 대상으로한 이병철 등[24]의 연구에서 평균 체질량지수 21.5kg/m²인 여학생의 평균 leptin 함량은 14.2ng/ml로, 체질질량지수(21.96)가 유사한 본 연구 대상자보다 더 높은 leptin 함량을 나타내었다.

Table 3. Food intakes of subjects from each food group unit: g

Food Group	Total (n = 99)	Underweight (n = 38)	Normal (n = 36)	Overweight (n = 25)	ANOVA p-value
Cereals	338.59 ± 118.71[1)]	356.49 ± 132.51	350.33 ± 96.74	285.21 ± 113.66	N.S[3)]
Potatoes and starches	19.53 ± 40.59	17.81 ± 38.01	26.40 ± 52.27	11.47 ± 15.25	N.S
Sugar and sweeteners	14.26 ± 21.59	19.48 ± 30.02	10.14 ± 10.77	11.14 ± 12.80	N.S
Pulses	18.27 ± 27.14	15.52 ± 21.88	26.27 ± 38.11	10.32 ± 13.44	N.S
Nuts and seeds	2.39 ± 10.70	2.66 ± 14.56	1.81 ± 6.27	2.82 ± 7.89	N.S
Vegetables	154.07 ± 80.50	153.52 ± 84.49	158.54 ± 81.14	147.75 ± 75.06	N.S
Fungi and Mushrooms	1.15 ± 6.90	2.38 ± 10.58	0.33 ± 1.11	0.15 ± 0.67	N.S
Fruits	199.99 ± 240.48	211.00 ± 237.96	173.06 ± 247.97	223.50 ± 240.87	N.S
Meats	49.49 ± 46.48	49.41 ± 40.45	46.05 ± 39.63	55.34 ± 65.92	N.S
Eggs	31.38 ± 40.74	34.22 ± 52.54	26.88 ± 26.88	33.42 ± 34.86	N.S
Fish, Shellfishes	39.16 ± 39.96	43.75 ± 44.64	38.46 ± 36.67	31.58 ± 36.25	N.S
Seaweeds	5.15 ± 16.95	2.55 ± 5.80	9.48 ± 27.04	2.92 ± 3.50	N.S
Milks	95.43 ± 150.18	67.16 ± 99.40	105.83 ± 130.41	132.00 ± 236.14	N.S
Oils and Fats	8.68 ± 5.82	6.73 ± 3.78[b2)]	10.05 ± 6.72[a]	10.09 ± 6.61[a]	p
Beverages	43.08±115.94	66.87±156.86	25.85±69.73	26.26±74.98	N.S
Seasonings	18.22 ± 14.49	16.64 ± 13.59	19.52 ± 16.11	19.08 ± 13.75	N.S
Prepared foods	6.92 ± 92.91	0.00 ± 0.00	18.49 ± 104.41	1.00 ± 4.47	N.S
Animal foods	215.57 ± 180.67	194.54 ± 142.21	217.52 ± 121.03	252.33 ± 287.07	N.S
Plant foods	830.23 ± 359.77	871.68 ± 360.44	830.08 ± 396.35	751.77 ± 292.60	N.S
Total	1045.76 ± 415.00	1066.21 ± 426.32	1047.49 ± 423.48	1004.05 ± 395.42	N.S

1) Mean ± Standard Deviation
2) Means with different letters(a. b) within a row are significantly different from each other at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.
3) Not significant

체질량지수에 따른 혈청 leptin 함량은 저체중군이 4.98ng/ml, 정상군이 11.30ng/ml, 과체중군이 17.99ng/ml로 체질량지수의 증가에 따라 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$).

비만 유전자산물인 leptin은 지방조직에서 분비되는 호르몬의 일종으로 체내지방의 양과 비례하여 증가하며, 동물실험에서 leptin 투여는 식이섭취를 줄이고 에너지 소비를 증가시키는 것으로 알려졌다.[6][8] 지방조직에서 leptin이 분비된다는 것을 발견함으로써 지방세포 자체가 호르몬을 분비하는 내분비 세포로써 작용한다는 사실을 알게 되었다.[25] 국내외적으로 비만과 관련하여 활발히 연구가 진행되고는 있으나, 실험동물과 달리 인체에서의 그 역할은 확실히 규명되지 못한 실정이다. 또한 leptin 함량은 성별, 연령, 사춘기 발달단계 등에 따라 차이를 보이는 것으로 보고되었는데[10][26-31] 우리 나라에서는 leptin에 대한 연구보고가 많지 않으며, 특히 중학생을 대상으로한 leptin 연구는 극히 부족한 실정이다. 남성과 여성의 leptin 함량에 있어서 청소년기의 양상은 특이적인데, 사춘기전단계, 초기사춘기, 사춘기로 분류하여 본 Garcia-Mayor 등[30]의 연구에서 이러한 사춘기단계의 진전에 따라 여성의 경우 leptin 함량이 증가하였으나, 남성의 경우 감소하였으며, 최연호 등[23]의 연구에서는 사춘기단계를 구분하지는 않았지만, 여학생의 경우 사춘기의 진행단계인 13~17세사이에 급격한 증가를 나타내었으나, 남학생은 차이를 나타내지 않았다. 이와같이 사춘기의 성적성숙과 관련되어지는 leptin의 변화 양상은 남녀 모두에서 체질량지수와의 유의적인 관계가 있고, 여성의 경우 에스트로겐의 증가와, 남성의 경우 테스토스테론의 증가와 관련이 있는 것으로 나타나,[30] leptin이 사춘기의 시작과 관련이 있는 것으로 생각된다. 본 연구에서도 사춘기의 성적성숙단계의 지표가 될 수 있는 초경 연령을 조사한 결과 leptin 함량이 높은 과체중군으로 갈수록 초경 연령이 낮아져 사춘기의 시작이 빠름을 알 수 있다. 사춘기의 진전에 따른 여성의 leptin 함량의 증가는 생식에 필요한 지방조직의 축적 등의 신체변화를 위하여 leptin에 대한 저항이 필요한 것으로 생각되어진다.[26] 비만인에서 체지방의 증가로 leptin이 증가되는데, leptin에 대한 저항성으로 증가된 지방이 유지되어질 수 있다고 한다.[9] 본 연구에서도 leptin함량이 유의적으로 증가된 과체중군의 식이섭취가 다른 군과 유의적으로 차이를 보이지 않아 leptin의 저항성을 제시하여 준다.

2) 혈당 및 혈청 지질 함량

본 연구대상자의 평균 혈당 및 혈청 지질 함량은 Table 4와 같다. 평균 혈당은 78.80mg/dl로 나타났으며, 모두 공복시 정상혈당 범위인 55~115mg/dl에 속하였다.

연구대상자들의 혈청 총 콜레스테롤 함량은 152.29mg/dl, HDL-콜레스테롤 함량은 48.07mg/dl, LDL-콜레스테롤 함량은 93.50mg/dl였다.

우리 나라 소아에 대한 혈청 중성지질 함량에 관한 참고치는 아직 규명되어 있지 않으나 미국 소아과학회에서 제시한 기준치는 12~15세의 남아 36~138mg/dl, 여아 41~138mg/dl로 나타났는데, 본 연구에서는 78.61mg/dl였다. 동맥경화지수는 심혈관계질환 및 성인병 유발 가능성을 조기에 발견하기 위해 사용되는 지수로서 어느 한 지질인자의 작용만을 반영하게 되는 것을 수정한 것으로 동맥경화지수가 3.0이상인 경우 동맥경화위험이 높은 것으로 판단된다. 본 연구대상자들의 평균 동맥경화지수(Atherogenic index)는 2.37이었으며, 3.0이상인 위험군은 19명(19%)이었다.

체질량지수에 따른 세군간의 비교에서 과체중군이 저체중군과 정상군에 비하여 혈당($p < 0.01$), LDL-콜레스테롤($p < 0.01$), 중성지질($p < 0.05$), 동맥경화지수($p < 0.01$)가 유의적으로 높았다.

Table 4. Serum levels of leptin, glucose and lipids of subjects

Variable	Total (n = 99)	Underweight (n = 38)	Normal (n = 36)	Overweight (n = 25)	ANOVA p-value
Leptin(ng/ml)	10.57 ± 6.45[1]	4.98 ± 2.10[c2]	11.30 ± 3.80[b]	17.99 ± 5.88[a]	$p < 0.001$
Glucose(mg/dl)	78.80 ± 7.43	78.71 ± 7.68[b]	76.06 ± 6.03[b]	82.88 ± 7.28[a]	$p < 0.001$
Total cholesterol(mg/dl)	152.29 ± 31.69	151.45 ± 31.97	154.69 ± 31.56	169.92 ± 29.03	N.S[3]
HDL-cholesterol(mg/dl)	48.07 ± 10.37	50.58 ± 11.87	47.94 ± 7.80	44.44 ± 10.48	N.S
LDL-cholesterol(mg/dl)	93.50 ± 26.05	86.27 ± 23.24[b]	91.83 ± 26.06[b]	106.90 ± 25.95[a]	$p < 0.001$
Triglycerides(mg/dl)	78.61 ± 29.25	73.00 ± 27.97[b]	74.58 ± 28.21[b]	92.92 ± 28.97[a]	$p < 0.05$
Atherogenic Index	2.37 ± 0.82	2.05 ± 0.53[b]	2.27 ± 0.69[b]	2.99 ± 1.01[a]	$p < 0.01$

1) Mean ± Standard Deviation
2) Means with different letters(a. b. c) within a row are significantly different from each other at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.
3) Not significant

4. 혈청 leptin과 신체계측치, 영양소 섭취량, 식품군별 식품 섭취량 및 혈액성상과의 상관관계

1) 혈청 leptin과 신체계측치와의 상관관계

본 연구대상자들의 혈청 leptin과 신체계측치와의 상관관계는 Table 5, Fig. 1과 같다.

1953년 Kennedy[38]는 체중 조절, 특히 지방세포의 함량에 호르몬성 인자가 관여하며, 이러한 인자는 지방조직의 함량에 비례하여 분비되며 시상하부에 신호를 주어 음식물 섭취나 에너지 소비에 변화를 일으켜 체성분이 항정상태(steady state)를 이루게 한다고 체중조절기전의 가설을 제시하였는데, 최근 밝혀진 leptin이 이러한 인자로 간주되고 있다.[39] 체지방 함량과 leptin은 밀접한 관련을 가져 체지방의 증가로 인해 지방조직에서 분비되는 leptin의 양이 증가되는 것으로 보고되었는데,[9][26][40][41] 본 연구에서도 체지방 함량이 혈청 leptin 함량과 가장 높은 정의 상관관계를 나타냈다($r = 0.8336$, $p < 0.001$). 또한 혈청 leptin 함량은 체지방 함량의 간접적인 지표로 알려진 체질량지수와 유의적으로 체지방함량과 유사한 높은 정의 상관관계를 보였다($r = 0.8322$, $p < 0.001$). Considrine 등[9]은 성인의 체지방 함량($r = 0.85$)은 체질량지수($r = 0.66$)에 비하여 혈중 leptin 함량과 상관성이 더 높게 나타났다고 보고한 반면, Luke 등[41]과 Saad 등[26]은 성인 남녀 모두 혈청 leptin 함량이 체지방 함량 보다는 체질량지수와 상관성이 더 높은 것으로 보고하였다. 그러나 Bernet 등[40]은 혈청 leptin 함량이 남자에서는 체질량지수($r = 0.6096$)보다 체지방 비율($r = 0.6651$)과 상관성이 더 높은 것으로 나타났으나, 여자는 체지방 비율($r = 0.5855$)과의 상관성이 체질량지수($r = 0.6621$)에 비하여 낮았다.

또한 혈청 leptin함량은 체중($p < 0.001$), 수축기혈압($p < 0.01$), 허리둘레와 엉덩이둘레의 비율($p < 0.001$)와 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다.

혈청 leptin 함량은 초경 연령과 유의적인 부의 상관관계를 나타내었다($p < 0.01$). Matkovic 등[42]의 청소년기 여성 343명을 대상으로한 연구에서 혈청 leptin 함량이 증가됨에 따라 초경연령이 빨라지는 것으로 나타나 leptin이 여성의 출산을 위한 성적성숙을 자극하는 것으로 보고하였다.

신체계측치는 체질량지수의 증가에 많은 영향을 받으므로, 체질량지수를 고정하여 혈청 leptin과 신체계측치와의 부분 상관관계를 살펴 본 결과 혈청 leptin은 단순상관분석에서 유의적인 상관관계를 나타내었던 대부분의 신체계측치와 유의적인 상관성을 나타내지 않았으나, 체지방 함량과는 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다($p < 0.05$).

이상의 결과로 혈청 leptin 함량은 체질량지수 및 신체계측치와 강한 연관성을 가지며 비만도를 설명해 주는 명확한 지표로 사용될 수 있는 것으로 생각된다.

Table 5. Correlation coefficients between serum leptin and anthropometric measurements before and after adjusted BMI in subjects (n = 99)

Variable	Leptin	
	Before adjusted BMI	After adjusted BMI
Height	0.0898	0.1153
Weight	0.8128***[8]	0.0783
BMI[1]	0.8322***	-
Systolic blood pressure	0.2729**	-0.0069
Diastolic blood pressure	0.0996	0.0607
Waist hip ratio	0.5411***	0.1721
Waist thigh ratio	0.0498	0.1100
Body fat	0.8328***	0.2023*
Menarch age	-0.3267**	0.0019

1) Body Mass Index
2) Pearson's correlation coefficient
: Significance at $p < 0.01$, *: Significance at $p < 0.001$

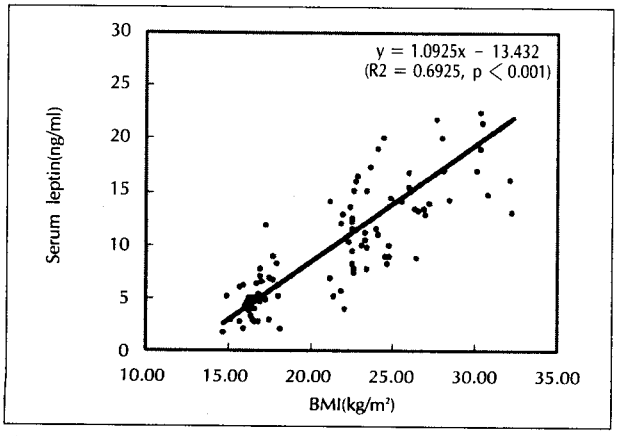

Fig. 1. Relation of serum leptin and BMI for subjects.

2) 혈청 leptin과 영양소 섭취량, 식품군별 식품 섭취량과의 상관관계

혈청 leptin 함량과 일상식이 중의 영양소 및 식품군별 섭취량과의 상관성을 살펴본 본 연구 결과는 Table 6, 7과 같이 혈청 leptin 함량은 식물성 단백질의 섭취량과 유의적인 부의 상관관계를 나타내었으나($p < 0.05$), 체질량지수를 고정한 후에는 유의적인 상관관계를 나타내지 않았고, 체질량지수를 고정하고 상관분석을 실시 하였을 때 동물성 단백질($p < 0.05$), 우유 및 유제품($p < 0.01$), 동물성 식품($p < 0.01$)의 섭취량과 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다.

Leptin은 식욕조절의 역할을 하여 동물실험에서 leptin

투여시 식욕의 저하로 식이 섭취량이 감소하는 것으로 알려져 있으나,[7-9] 사람에 있어서는 혈중 leptin 함량이 유의적으로 높은 비만인이 정상인에 비하여 오히려 높은 열량을 섭취하는 것으로 보고되는 등 뚜렷한 식욕조절의 증거가 보고되지 않고 있다.[43] 또한 식이 섭취의 변화로 영향을 받을 수 있는 영양소 섭취량과 혈중 leptin 함량과의 관련성을 살펴본 연구는 부족한 실정이다. 생쥐를 이용한 동물실험에서 고지방식이를 공급한 결과 체지방의 증가로 혈중 leptin 함량이 증가되었다는 보고가 있으나,[44] 20대의 성인 남녀 12명을 대상으로 7일간 고지방식이를 공급 하였을 때 혈중 leptin 함량에 유의적인 변화를 나타내지 않았다고 하여,[45] 단기간의 고지방식이는 혈중 leptin 함량의 변화와 관련이 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 동물성 식품, 특히 동물성 단백질의 섭취량은 혈중 leptin 함량의 변화와 관련성이 있을 것으로 보여지나, 비교적 장기간의 영양섭취상태에 따른 혈청 leptin 함량의 변화를 살펴보는 연구가 앞으로 필요하다.

3) 혈청 leptin과 혈액성상과의 상관관계

본 연구 대상자들의 혈청 leptin 함량과 혈당 및 혈청지질과의 상관관계는 Table 8과 같이 혈청 leptin함량은 혈당($p < 0.05$), 총 콜레스테롤($p < 0.01$), LDL-콜레스테롤($p < 0.001$), 중성지질($p < 0.001$), 동맥경화지수($p < 0.001$)와 유의적인 정의 상관관계를 나타내었고, HDL-콜레스테롤 함량($p < 0.05$)과는 유의적인 부의 상관관계를 나타내었다.

혈청 leptin 함량은 체질량지수를 고한 후에도 총 콜레스테롤($p < 0.05$), LDL-콜레스테롤($p < 0.05$), 중성지질($p < 0.05$), 동맥경화지수($p < 0.05$)와 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다.

혈청 leptin 함량은 혈당 및 혈청 지질과 유의적인 상관성을 나타내므로 혈당 및 혈청지질과 관련이 있는 질병을

Table 6. Correlation coefficients between serum leptin and nutrient intake before and after adjusted BMI in subjects (n = 99)

Variable	Leptin	
	Before adjusted BMI	After adjusted BMI
Intake	0.0237	0.1309
Energy	-0.0849	0.0794
Protein	0.0161	0.1128
Animal protein	0.2021	0.2167*
Plant protein	-0.2486*[1)]	-0.1026
Fat	0.0020	0.1162
Animal fat	0.1664	0.1659
Plant fat	-0.1127	0.0385
Cholesterol	0.0648	0.1112
Carbohydrate	-0.1402	0.0300
Crude fiber	-0.1003	-0.0623
Vitamin A	-0.0462	0.0520
Vitamin B1	-0.0888	-0.0091
Vitamin B2	0.0922	0.1550
Niacin	-0.1016	-0.0498
Vitamin C	0.0039	0.0174
Calcium	0.1399	0.1048
Phosphorus	0.0238	0.0367
Iron	-0.0713	0.0087

1) Pearson's correlation coefficient, *: Significance at $p < 0.05$

Table 7. Correlation coefficients between leptin and food intake from each food group before and after adjusted BMI in subjects (n = 99)

Food group	Leptin	
	Before adjusted BMI	After adjusted BMI
Cereals	-0.1695	0.0298
Potatoes and starches	-0.0305	-0.0140
Sugar and sweeteners	-0.1287	-0.0014
Pulses	-0.0767	-0.0569
Nuts and seeds	-0.0135	-0.0545
Vegetables	-0.0940	-0.1266
Fungi and Mushrooms	-0.1233	-0.0139
Fruits	0.0041	0.0549
Meats	0.1247	0.1191
Eggs	0.0582	0.1243
Fish, Shellfishes	-0.1155	-0.0840
Seaweeds	0.0509	0.0375
Milks	0.3039**	0.2613*
Oils and Fats	0.1291	-0.1342
Beverages	-0.0659	0.0697
Seasonings	0.1609	0.1678
Prepared foods	-0.0284	-0.0869
Animal foods	0.2723**	0.2564*
Plant foods	-0.1093	0.0238

1) Pearson's correlation coefficient
*: Significance at $p < 0.05$, **: Significance at $p < 0.01$

Table 8. Correlation coefficients among serum leptin, glucose and lipids before and after adjusted BMI in subjects (n = 99)

Variable	Leptin	
	Before adjusted BMI	After adjusted BMI
Glucose	0.2119*[1)]	0.1204
Total cholesterol	0.3018**	0.2296*
HDL-cholesterol	-0.2009*	-0.0495
LDL-cholesterol	0.3645***	0.2506*
Triglycerides	0.3682***	0.2396*
Atherogenic Index	0.4668***	0.2422*

1) Pearson's correlation coefficient *: Significance at $p < 0.05$
: Significance at $p < 0.01$ *: Significance at $p < 0.001$

예측할 수 있는 더욱 민감한 지표로 제안될 수 있을 것으로 사료되며 이에 대한 지속적이고 광범위한 연구가 시행되어야 할 것이다.

요약 및 결론

신체적 급성장기인 청소년의 영양상태 및 혈액성상과 비만 유전자 leptin과의 관계를 살펴보기 위하여 여중생 99명을 대상으로 체질량지수(BMI)에 따라 저체중군(BMI $<$ 20, n = 38), 정상군(20 $\leq$ BMI $<$ 25, n = 36), 과체중군(BMI $\geq$ 25, n = 25)으로 분류하여 신체계측, 설문조사, 식이섭취조사, 혈액분석을 통하여 이들간의 상관관계를 살펴본 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 연구 대상자들의 평균 연령은 13.93세였으며 체중은 55.19kg, 신장은 158.40cm, 수축기혈압은 118.28mmHg, 확장기혈압은 73.12mmHg였다. 또한 평균 체질량지수는 21.96kg/m^{2}였으며, 평균 초경연령은 12.64세였다. 체질량지수로 분류한 세군간에 체중($p < 0.001$), 수축기혈압($p < 0.01$), WHR($p < 0.001$), 체지방 함량($p < 0.001$), 초경연령은 유의적인 차이를 나타내었다.

2) 연구 대상자들의 1인 1일 평균 섭취 열량은 1884.39kcal (권장량의 94.22%), 총 열량의 당질 : 지질 : 단백질의 3대 영양소 구성비율은 63 : 24 : 13로 나타났다. 1일 칼슘, 철분의 섭취량은 권장량의 50~60%의 낮은 섭취수준을 보였다. 체질량지수로 구분한 세군의 영양소섭취량은 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 식품군별섭취량에서 저체중군의 유지류 섭취량이 정상군과 과체중군에서 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).

3) 연구 대상자들의 평균 혈청 leptin 함량, 혈당 농도, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지질의 함량은 각각 10.57ng/ml, 78.80mg/dl, 152.29mg/dl, 48.07mg/dl, 93.50mg/dl, 78.61mg/dl이었으며, 동맥경화지수는 2.37이었다. 체질량지수에 따른 세군간의 비교에서 과체중군의 혈청 lpetin($p < 0.001$), 혈당($p < 0.01$), LDL-콜레스테롤($p < 0.01$), 중성지질($p < 0.05$), 동맥경화지수($p < 0.01$)가 유의적으로 높았다.

4) 혈청 leptin은 체중($p < 0.001$), 체질량지수($p < 0.001$), 수축기혈압($p < 0.01$), WHR($p < 0.001$), 체지방 함량($p < 0.001$)과 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다.

5) 혈청 leptin 함량은 체질량지수를 고정하였을 때 동물성 단백질($p < 0.05$), 우유 및 유제품류($p < 0.05$), 동물성 식품($p < 0.05$)의 섭취량과 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다.

6) 혈청 leptin 함량은 혈당($p < 0.05$), 총 콜레스테롤($p < 0.01$), LDL-콜레스테롤($p < 0.001$), 중성지질($p < 0.001$), 동맥경화지수($p < 0.001$)와 유의적인 정의 상관관계를 나타낸 반면, HDL-콜레스테롤과는 유의적인 부의 상관관계를 나타내었다($p < 0.05$).

이상을 종합해보면 여중생들은 영양소 섭취량 중 칼슘, 철분의 섭취량은 권장량의 수준에 많이 부족되었다. 체질량지수 및 체지방과 높은 상관관계를 갖는 비만 유전자 leptin은 혈중 지질과 높은 상관성을 보여 심혈관질환을 예측할 수 있는 지표가 될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 혈청 leptin 함량은 열량섭취량과는 유의적인 상관성을 보이지 않았으나 체질량지수와 독립적으로 동물성 단백질, 유제품류의 섭취량 등 동물성 식품의 섭취와 정의 상관관계를 나타내어 식이인자와 관련이 있는 것으로 보여지므로 체형과 leptin, 영양소섭취량을 연관짓는 보다 다각적이고 심도 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Literature cited

1) Mahan LK, Rees JM. Adolescent life-style and eating behavior, eating disorder. Nutrition in Adolescence, Times Mirror Mosby college Publishing, pp.77-100, pp.122-133, 1984
2) Kim HS, Lee LH. The prevalence of obesity and it's related factors of high school girls in the large cities. *Koran J Nutition* 26(2): 182-188, 1993
3) Kang YJ, Hong CH, Hong YJ. The prevalence of childhood and adolescent obesity over the last 18 years in seoul area. *The Korean Nutirion Society* 30(7): 832-839, 1997
4) Hong EK, Park YS, Shin YS, Park HS. Knowledge of body image and weight control behavior of junior high school girls in rural area. *The Journal of the Academy of Family Medicine* 16(11S): 201, 1995
5) Song HJ, Ahn SH, Park MS, Yoo TU, Choi YI. Factors that influence adolescents' satisfaction to body inage and their weight control behavior. The Journal of the Academy of Family Medicine. *The Journal of the Academy of Family Medicine* 17(11S): 1146, 1996
6) Zhang Y, Proenca R, Maffel M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372: 425-432, 1994
7) Halaas JL, Boozer C, Blair-West J, Fidahusein N, Dentons DA, Friedman JM. Physiological response to long-term peripheral and central leptin infusion in lean and obese mice. *Proc Natl Acad Sci* 94: 8878-8883, 1997
8) Pellymounter MA, Cullen MJ, Baker MB, Hecht R, Winters D, Boone T. Effects of the obese gene product on body weight regulation in ob/ob mice. *Science* 269: 540-543, 1995
9) Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriauciunas A, Stephens TW, Nyce MR, Ohannesian JP, Marco CC, McKee LJ, Bauer TL, Caro JF. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal-weight and obese humans. *N Engl J Med* 334: 292-5, 1996
10) Ferron F, Considine RV, Peino R, Lado IG, Dieguez C, Casanueva FF. Serum leptin concentratiions in patients with anorexia nervosa, bulimia nervosa and non-specific eating disorders correlate with the body mass index but are indepedent of the respective disease. *Clin*

Endocrinology 46: 289-293, 1997
11) Kim JH, Choi JH, Lee MJ, Moon SJ. An ecological study on eating behavior of middle school in Seoul. *Korean J Community Nutrition* 3(2): 292-307, 1998
12) Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol without use of the preparation ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499, 1972
13) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, *The Korean Nutrition Society*, Seoul, 1995
14) Choi Y, Lee CY, Noh JI, Hong CE, Lee SI. A studty on blood pressure measurement of children in Seoul area. *J Korean Pediatr Soc* 32: 1086-1091, 1989
15) Choe YH, Park KY, Ha IS, Chung HI, Choi Y, Kim JK. A study on obestiy, blood pressure, blood cholesterol and Apo B, and, Urine Na and K of middle school student in Seoul area. *J Korean Pediatr Soc* 35(11): 1546-1557, 1992
16) Ha MJ, Key SH, Lee HS, Seo SJ, Kang YJ, Kim CI. Nutritional status of junior high school students. *The Korean Nutrition Society* 30(3): 326-335, 1997
17) Cho JE, Kim JH, Song KH. A study on the relationship between dietary intakes and the obesity of middle school students in Seoul. *J Korean Soc Food Nutr* 23(1): 55-61, 1994
18) Lee GS, Yoo YS. The dietary behavior and Nutrition status of the youth in rural area of Korea. *Korean J Community Nutrition* 7(2): 199-210, 1997
19) 95 National Nutrition Survey Report, Ministry of health and welfare, 1997
20) WHO Technical Report Series. No 678. Prevention of Coronary Heart Disease: Report of a WHO Expert Committee. WHO. Geneva, 1982
21) Food composition table, fifth revision, National Rural Living science Institute, RDA, 1996
22) Lee MS, Cho HK, Sung CJ. A study on the nutrient intakes from purchased foods in elementary, middle and high school students. *Sook-Myung Journal of Science for Better Living* 13, 1998
23) Choe YH, Kim SK, Hyun IY. Serum leptin concentration in Korean children. *J Korean Pediatr Soc* 41(7): 960-965, 1998
24) Choi WH, The role of leptin. Journal of Korean Society for the Study of Obesity 6(A2): 1-6, 1997
25) Lee BC, Song MY, Suh BK. Serum leptin levels in children with obesity. *J Korean Pediatr Soc* 41(6): 785-790, 1998
26) Saad MF, Damani S, Gingerich RL, Riad-Gabriel MG, Khan A, Boyadjian R, Jinagouda SD, El-Tawil K, Rude RK, Kamdar V. Sexual dimorphism in plasma leptin concentration. *J Clin Endocrin Metab* 82(2): 579-584, 1997
27) Ambrosius WT, Compton JC, Bowsher RR, Paratt JH. Relation of race, age, and sex, hormone differences to serum leptin concentrations in children and adolescents. *Horm Res 14*: 240-246, 1998
28) Falorni A, Bini V, Molinari D, Papi F, Celi F, Stefano GD, Berioli MG, Bacosi ML, Contessa G. Leptin serum levels in normal weight and obese children and adolescents: relationship with age, sex, pubertal development, body mass index and insulin. *Int J Obes* 21: 881-890, 1997
29) Ramachandran A, Snehalatha C, Vijay V, Satyavani K, Latha E, Haffner SM. Plasma leptin in non-diabetic asian indians: association with abdominal adiposity. *Diabetic Medicine* 14: 937-941, 1997
30) Garacia-mayor RV, Andrade MA, Rios M, Lage M, Dieguez C, Casanueva FC. Serun leptin levels in normal children: Relationship to age, gender, body mass index, pituitary-gonadal hormones, and pubertal stage. *J Clin Endocrinol Metab* 82(9): 2849-2855, 1997
31) Hassink SG, Sheslow DV, De Lancey E, Opentanova I, Considine RV, Caro JF. Serum leptin in children with osesity: Realtion to gender and development. *Pediatrics* 98: 201-203, 1996
32) Sim JK, Jeon MJ, Hwang MS. A study on serum levels of cholesterol and HDL-cholesterol in normal elementary children. *J Korean Pediatr Soc* 37(11): 1579-1584, 1994
33) Yim KS, Yoon EY, Kim CI, Kim KT, Kim CI, Mo SM, Choi HM. Eating behavior, Obesity and serum lipid levels in children. *Korena J Nutrtition* 26(1): 56-66, 1993
34) Kim JH, Lee YN, Mo SM, Choi HM. A study on effects of dietary intake and obesity on serum lipid levels of elementary school children in a high-socioeconomic apartment complex in seoul. *Korean Journal of Lipidology* 3(2): 181-190, 1993
35) Son SM, Lee JH. Obesity, serum lipid and related Eating behaviors of school children. *Korean J Community Nutrition* 2(2): 141-150, 1997
36) Lee HO, Park HS, Sung CJ. A study on blood pressure and blood constituents of middle-aged men obesity. *Korean J Food & Nutr* 9(4): 366-371, 1996
37) Lee HO. Nutritional status, immune response and trace minerals in Korean urban young women according to body mass index. Graduated school Sookmyung Women's University, 1997
38) Kennedy GR. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Prod R Soc Lond* 140: 578-592, 1953
39) Ha KA, Kim IR, Park MJ, Kong JH, Chung CY. Serum leptin levels in obese children. *J Korean Pediatr Soc* 41(7): 953-959, 1998
40) Bennett FI, McFarlane-Anderson N, Wilks R, Luke A, Cooper RS, Forrester TE. Leptin concentration in women is influenced by regional distribution of adipose tissue. *Am J Clin Nutr* 66: 1340-4, 1997
41) Luke AH, Rotimi CN, Cooper RS, Long AE, Forrester TE, Wilks R, Bennett FI. Leptin and body composition of nigerians, jamaicans, and US blacks. *Am J Clin Nutr* 67: 391-6, 1998
42) Matkovic V, Ilich JZ, Skugor M, Badenhop NE, Goel P, Clairmont A, Klisovic D, Nahhas RW, Landoll JD. Leptin is inversely related to age at menatche in human females. *J Clin Endocrinol Metab* 82(10): 3239-3345, 1997
43) Lahlou N, Landais P, De Boissieu D, Bougeres PF. Circulationg leptin in normal children and during the dynamic phase of juvenile obesity: realtion to body fatness, energy metabolism, caloric intake, and sexual dimorphism. *Diabetes* 46(6): 989-993, 1997
44) Frederich RC, Hamann A, Anderson S. Leptin levels reflect body lipid content in mice: Evidence for diet-induced resistance to leptin action. *Nat Med* 1: 1311-1314, 1995
45) Schrauwen P, Marken LW, Westerterp KR, Saris WH. Effect of diet composition on leptin in lean subject. *Metabolism* 46(4): 420-424, 1997