

렙틴 수용체 유전자 다형성에 따른 대학생의 생화학 지표와 체지방 분포에 관한 연구

김 경 희¹ · 조 희 숙^{2*}

¹목포대학교 식품영양학과, ²초당대학교 조리과학과

Study on Biochemical Parameters and Body Fat Mass according to Leptin Receptor Polymorphism in University Students

Kyung-Hee Kim¹ and Hee-Sook Cho^{2*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

²Dept. of Culinary Art, Chodang University, Jeonnam 534-701, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the body composition, biochemical parameters, and consumption of convenience foods according to leptin receptor polymorphism in university students. A survey was conducted on a total of 418 students - 271 males and 147 females. Based on a self-reporting method, questionnaires were administered for over 20 minutes, and leptin receptor and blood samples were analyzed. The genotype frequencies of leptin receptor polymorphism were Gln/Arg heterozygote (64.8%) and Gln/Gln homozygote (35.2%). Leptin polymorphism showed no significant association with biochemical parameters (ALT, cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, and hemoglobin) and body composition. GG homozygote was associated with a higher risk of visceral fat obesity compared to those with GA heterozygote (odd ratio 1.758, 95% confidence intervals 0.812~3.803). Leptin polymorphism appeared to be a genetic risk factor for visceral fat obesity. This study suggests that leptin polymorphism has a causative role to body fat distribution in Korean.

Key words : Leptin receptor polymorphism, biochemical parameters, body composition, body fat mass.

서 론

최근 경제 발전에 따른 국민소득의 증대와 생활수준의 향상, 식생활의 서구화 및 의료기술의 발달은 평균 수명을 증가시켜 삶의 질을 향상시킨 듯 하나, 외식 및 가공식품 섭취의 증가로 인한 식습관의 변화, 교통수준의 발달, 각종 가전제품의 자동화는 오히려 신체 활동을 감소시켜, 비만과 함께 여러 생활습관병을 증가시키는 추세에 있다(Nam *et al* 2003). 고도로 발달된 현대 문명 속에 활동량이나 운동량의 감소와 에너지 과잉섭취는 섭취열량과 소비열량의 부조화로 인한 비만의 원인으로 지적되고 있다(Son *et al* 2002). 특히 식사 습관 및 운동습관을 포함한 환경적 요인으로서의 후천적 요인의 관련성이 강조되고 있다(Kim *et al* 2005).

대학생들은 간편성 위주의 식습관으로 인스턴트 및 편의 식품의 이용증가와 과잉섭취로 편중된 영양섭취 현상 즉 비타민이나 무기질 부족, 고열량, 고지방, 고염식 섭취가 영양 불균형을 초래하고 있으며, 불건강한 습관과 행동 때문에 건강을 해치기 쉽다(Kim MS 2005, Regina & Alice 2005). 대

학생의 건강에 영향을 미치는 요인으로는 유전적인 요인, 환경적인 요인, 생활습관 등 여러 가지 원인이 복합적으로 관련되어 있다(Horn LV 2000). 렙틴은 지방세포에서 분비되는 아디포카인으로 뇌의 시상하부에 작용하여 식욕조절과 에너지 소비 증가를 통하여 체지방량을 조절하는 기능을 가지고 있다(Galic *et al* 2010). 실제 비만 동물실험모델에서 렙틴 유전자나 렙틴 수용체 유전자에 결함이 있거나(Clement *et al* 1998), 혈중 렙틴이 부족한 쥐에서 비만 발생률이 높게 나타났으나(Galic *et al* 2010), 사람의 경우는 혈중 렙틴 농도가 체질량지수나 체지방량(Kim *et al* 2005)과 정의 상관관계에 있으며, 인슐린 저항성(Fasshauer & Paschke 2003)과도 정의 상관관계가 있었다. 렙틴 유전자 다형성은 복부 지방량과 체지방 분포에 영향을 준다고 보고되었다(Wauters *et al* 2001, Suh *et al* 2001). 여러 선행연구에서 유전자의 다형성이 체지방 조성고 관련성이 있는지를 살펴보았으나, 한국인을 대상으로 한 연구는 되어 있지 않았고, 특히 대학생을 대상으로 렙틴 유전자의 다형성에 따른 생화학지표와 체성분에 관한 연구는 되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 대학생을 대상으로 첫 번째로 렙틴 유전자 다형성의 분포를 분석하고, 두 번째로 유전자 다형성에

* Corresponding author : Hee-Sook Cho, Tel : +82-61-450-1651, Fax : +82-61-450-2529, E-mail : hscho@chodang.ac.kr

다른 혈액 임상검사 및 혈장 지질 양상을 측정하고, 세 번째로 렙틴 유전자 다형성에 따른 체성분 분포를 분석하고, 네 번째로 유전자 다형성과 비만과의 연관성을 분석하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상 및 조사기간

본 연구는 2009년 3월 2일부터 5월 1일까지 전남지역 대학생들을 대상으로 남학생 271명, 여학생 147명으로 총 418명을 연구대상으로 하였다. 조사대상자는 자기기입방법으로 설문지에 응답하도록 하였다. 생화학적 분석을 위해 전날 저녁 식사 이후 채혈하기 전까지 12시간 이상 금식하도록 하였다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구는 전남지역 대학에 재학 중인 특별한 질병이 없고 정기적으로 영양제 등의 약을 복용하지 않고 있는 건강한 대학생을 대상으로 실시하였다. 본 연구의 목적 및 내용을 충분히 설명하여 이해시킨 후 동의서를 받았으며, 자료 수집을 위해 조사 대상자는 자기 기록방법으로 총 20분 동안 설문지에 응답하게 하였다.

1) 렙틴 수용체 유전자 다형 분석

모든 대상군에서 10 mL 말초 혈액을 채혈하여 phenol-chloroform 기법을 이용하여 단핵구 내의 DNA를 분리하였다. 건조시킨 DNA를 TE 완충용액(10 mM Tris HCl, pH 8.0, 1 mM EDTA)에 녹여 분광 광도계로 측정 한 후 -70°C 에 보관하였다.

렙틴 수용체 유전자 코돈 223을 포함하는 DNA의 증폭을 위해 Sense primer 5'-TCC TCT TTA AAA GCC TAT CCA GTA TTT-3', Antisense primer 5'-AGC TAG CAA ATA TTT TTG TAA GCA AT-3'로 하였다. 연쇄증합반응용액은 PCR tube에 500 ng의 genomic DNA, 2.5 mM dNTPs, PCR 완충용액(16 mM $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 67 mM Tris-HCl, pH 8.8, 0.01% Tween-20), 3.0 mM MgCl_2 , 2.5 unit의 Taq DNA polymerase, 10 pM primer을 넣고 총 반응액은 $30\mu\text{L}$ 가 되도록 하였다. DNA 증폭은 thermal cycler (Perkin Elmer Cetus)를 이용하여 반응혼합액을 94°C 에서 3분간 시행 후(initial-denature), denaturation을 94°C 에서 30초, 결합(annealing) 55°C 에서 30초, 연장(extension) 72°C 에서 30초 동안 시행하도록 한 주기를 설정하고, 45주기 동안 DNA를 증폭한 후 72°C 에서 7분간 마지막 연장 반응으로 종료하였다.

PCR 생성물 $5\mu\text{L}$ 를 렙틴 수용체 Gln223Arg 확인을 위해 Msp I $1\mu\text{L}$ 를 반응용 완충액 $2\mu\text{L}$ 를 혼합한 후 60°C 에서 배양한 후, ethidium bromide(Sigma, St. Louis, MO, USA)가 함

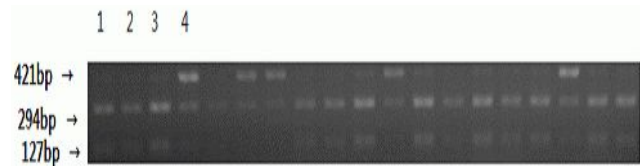


Fig. 1. Agarose gel electrophoretic result of leptin receptor gene after PCR amplification and digestion with Msp I restriction enzyme. Lane 1, 2 and 3 Gln/Gln homozygote; Lane 4, Gln/Arg mutant heterozygote. No Arg/Arg mutant homozygote was seen here.

유된 1.5% agarose gel에서 100 V 전압으로 30분 동안 전기영동하고, Gel Imaging system을 이용하여 절단된 DNA 분절로 이루어진 띠를 관찰하였다. 증폭된 렙틴 수용체 유전자는 GG일 경우 294 bp와 127 bp가 관찰되었고, GA일 경우 421 bp, 294 bp, 127 bp가 관찰되었으며, AA일 경우 421 bp가 관찰되었다(Fig. 1).

2) 공복 시 혈당, 간 효소 수치 및 혈청지질의 측정

실험군의 공복 시 혈당, 간 효소 수치 및 혈청지질의 측정은 공복 12시간 후에 10 mL의 혈액을 채취하여 원심분리한 후 분석하였다. 공복 시 혈당(FPG)은 autoanalyzer(Beckman CX-7, Beckman Instrument Inc., Fullerton, U.S.A)를 이용하여 측정하였다. Aspartate aminotransferase(AST)와 alanine aminotransferase(ALT), 총콜레스테롤(total cholesterol, TC) 및 중성지방(triglyceride, TG)은 효소법에 의하여 측정하였으며, 고밀도지단백콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL)은 heparin-Mn 침전법을 이용하여 측정하였다. 저밀도지단백콜레스테롤(low lipoprotein cholesterol, LDL)은 Friedewald *et al*(1972)의 공식을 이용하여 산출하였다.

3) 신체계측에 의한 체성분 분석

신장(height)은 신장계를 이용하여 측정하였고, 체성분 분석 장비인 Inbody 3.0(bioimpedence method, biospace, Korea)을 이용하여 체중, 신장, 기초대사량, 필요열량, 체질량지수, 체지방률, 지방량, 제지방량, 내장지방, 피하지방을 측정하였다. 체성분 측정은 공복상태로 대·소변을 본 후 오전에 실시하였다.

3. 자료처리 및 통계분석

수집된 자료의 분석은 SPSS통계 package(version 11.0)를 이용하였으며, 연구 내용별로 사용된 통계처리 방법은 다음과 같다. 조사대상자의 일반사항은 빈도와 백분율 및 평균을 구하였고, 각 항목별 유의성 검증을 위해 χ^2 -test를 하였고, 각 인자들의 평균차이는 ANOVA를 이용하여 검증하였다.

로지스틱 회귀분석을 이용하여 우도비(odds ratio, OR)와 신뢰구간(95% Confidence Interval, CI)을 구하였고, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결과 및 고찰

1. 렙틴 유전자 상대적 형질 빈도

렙틴 수용체의 유전형 빈도는 남학생의 Gln/Arg(GA) 이형접합체는 36.5%, Gln/Gln(GG) 동형접합체는 42.9%의 빈도를 보였고, 여학생의 GA 이형접합체는 63.5%, GG 동형접합체는 57.1%의 빈도로 나타났다(Table 1). 한국인에서 렙틴 수용체 유전자 다형성에 관해 살펴본 Suh *et al*의 연구(2001)에서는 비만군과 정상체중군의 GA는 각각 32.5%, 50.6%였고, AA는 각각 67.5%, 49.4%였으며, GG 동형접합체는 0%로 나타났으나, 본 연구결과는 정상동형접합체군이 이형접합체군에 비해 높게 나타났다. 이는 본 연구대상이 젊고 건강한 대학생을 대상으로 하였기 때문에 유전자 변이 비율이 낮게 나타난 것으로 사료된다.

2. 공복 시 혈당, 간 효소 수치 및 혈청지질

렙틴 수용체 유전자 다형에 따른 GA 이형접합체군의 AST, ALT 및 헤모글로빈의 농도는 각각 20.27 IU/L, 19.54 IU/L, 13.89 mg/dL이었고, GG군은 각각 20.04 IU/L, 18.52 IU/L, 14.00 mg/dL였다. GA 이형접합체군의 총콜레스테롤, 중성지질, HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤의 농도는 각각 170.42 mg/dL, 81.04 mg/dL, 56.51 mg/dL, 98.21 mg/dL이었고, GG군은 각각 170.44 mg/dL, 81.93 mg/dL, 57.00 mg/dL, 99.07 mg/dL로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). HDL-콜레스테롤은 Framingham study의 기준(Dawber *et al* 1951)에 따라 35 mg/dL 이상을 기준으로 평가할 때나 우리나라 이상지혈증의 HDL-콜레스테롤 40 mg/dL 미만의 기준으로도 모두 각군의 HDL-콜레스테롤은 정상 수준에 속하였다. 이는 2007년 국민건강영양조사대상자 중 여자 정상군은 46.5 mg/dL, 비만군은 41.7 mg/dL보다 본 연구대상자의 HDL-콜레스테롤이 더 높게 나타났다(Yoon *et al* 2011).

Table 1. Genotype frequency of leptin receptor polymorphism (%)

Variables	Group	Gln ¹ /Arg ²	Gln/Gln	Total	χ^2 -test
Leptin	Male	99(36.5)	63(42.9)	271(64.8)	1.607
	Female	172(63.5)	84(57.1)	147(35.2)	

¹) Gln : Glutamine, ²) Arg : Arginine.

Table 2. Comparison of biochemical parameters according to leptin receptor polymorphism

Variables	Gln ¹ /Arg ²	Gln/Gln	t-test
AST	20.27±1.07	20.04±1.00	0.156
ALT	19.54±2.19	18.52±2.02	0.341
Cholesterol	170.42±2.41	170.44±2.88	-0.004
Triglyceride	81.04±3.91	81.93±5.49	-0.134
HDL-cholesterol	56.51±1.03	57.00±1.03	-0.333
LDL-cholesterol	98.21±2.15	99.07±2.60	-0.257
Hemoglobin	13.89±0.14	14.00±0.13	-0.607

¹) Gln : Glutamine, ²) Arg : Arginine.

3. 유전자 변이에 따른 체성분

렙틴 유전자 다형에 따른 GA 이형접합체군의 체중, 신장, 기초대사율, 필요열량 및 체질량지수는 각각 60.12 kg, 164.93 cm, 1,353.71 kcal, 2,092.53 kcal, 21.97 kg/m²이었고, GG군은 각각 59.42 kg, 165.60 cm, 1,340.59 kcal, 2,096.53 kcal, 21.57 kg/m²였다. GA 이형접합체군의 체지방률, 체지방량, 체지방량, 내장지방량 및 피하지방량은 각각 23.63%, 14.32 kg, 45.80 kg, 1.57 kg, 12.75 kg이었고, GG군은 각각 22.70%, 13.72 kg, 45.70 kg, 1.61 kg, 12.18 kg으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

렙틴 수용체 유전자 다형성과 체지방 분포의 관련성을 분석한 연구에서 백인 남성은 Lys109Arg와 Gln223Arg의 다형성이 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 관련성이 있음을 보여주었고(Chagnon *et al* 2000), 폐경기 여성 비만군에서 체지방 분포와 렙틴 수용체 유전자 다형성과의 연관성에 대한 Wauters *et al*의 연구결과(2001)에서 Lys656Asn 다형성은 엉덩이둘레, 총 복부지방 및 피하 지방량과 유의한 관련성이 있었고, Gln223Arg 다형성은 총 복부 지방량과 유의한 관련성이 있었다고 보고되었다. 또한 한국의 성인을 대상으로 한 렙틴 수용체 유전자 다형성과 체지방 분포에 대한 연구(Suh *et al* 2001)에서는 Gln223Arg의 유전자 변이는 정상체중군과 비만군에서 변이 동형 접합체군이 이형접합체군에 비해 복부 내장지방량이 많게 나타난다고 보고되었으나, Chagnon *et al* (2000)에서는 렙틴 수용체 유전자 다형성과 비만관련 변수들과의 연관성을 확인에서는 발견할 수는 없었다고 보고되었다.

렙틴 수용체 유전자 Gln223Arg의 다형성이 신체구성상 분포특성에 영향을 주지 않은 본 연구의 결과를 바탕으로 렙틴 유전자의 변이만으로는 체지방 분포의 현저한 변화를 초래할 가능성이 낮다고 사료된다.

Table 3. Comparison of body composition according to leptin receptor polymorphism

Variables	Gln ¹⁾ /Arg ²⁾	Gln/Gln	t-test
Body weight (kg)	60.12±0.78	58.96±1.00	0.913
Height (cm)	164.93±0.50	165.42±0.69	-0.579
Basal metabolic rate (kcal)	1,353.71±12.73	1,338.46±18.95	0.692
Necessary daily (kcal)	2,092.53±17.59	2,089.05±22.14	0.122
Body mass index (kg/m ²)	21.97±0.21	21.45±0.28	1.483
% body fat (%)	23.63±0.37	22.50±0.53	1.811
Fat mass (kg)	14.32±0.33	13.48±0.47	1.472
Fat-free mass (kg)	45.80±0.59	45.48±0.72	0.338
Visceral fat (kg)	1.57±0.06	1.56±0.11	0.078
Subcutaneous fat (kg)	12.75±0.28	11.99±0.39	1.607

¹⁾ Gln : Glutamine, ²⁾ Arg : Arginine.

Table 4. The allele and genotype of the SNP in the leptin and risk of obesity

Variables	Odds ratio (95% CI)	p-value
Obesity	Gln ¹⁾ /Arg ²⁾	1
	Gln/Gln	1.013(0.557~1.841)

¹⁾ Gln : Glutamine, ²⁾ Arg : Arginine.

4. Leptin 유전자 다형성과 비만과의 연관성

Leptin 유전자 다형성과 비만과의 연관성을 살펴본 결과, GG군에서의 비만의 위험도는 1.013(95% CI; 0.557~1.841)으로 나타났으며(Table 4), 복부비만의 위험도는 1.758(95% CI; 0.812~3.808)로 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 5).

비만은 에너지 대사 질환이며 단기간 또는 장기간의 에너지 섭취와 소비의 불균형에 의해 지방조직에 중성지방의 형태로 축적되는데, 특히 비만인의 경우는 정상인보다 복부 피하지방과 내장지방이 2~3배 정도 높으며(Minocci *et al* 2000), 특히 복부의 내장과 근육조직에 지방이 축적되면 고지혈증, 제2형 당뇨병, 심혈관 질환 및 대사증후군의 발병 위험성과 밀접한 관련이 있다고 보고되었다(Dandona *et al* 2004).

GG군에서의 복부비만의 위험도는 1.758로 높게 나타났다.

Table 5. The allele and genotype of the SNP in the leptin and risk of visceral fat obesity

Variables	Odds ratio (95% CI)	p-value
Visceral fat obesity	Gln ¹⁾ /Arg ²⁾	1
	Gln/Gln	1.758(0.812~3.808)

¹⁾ Gln : Glutamine, ²⁾ Arg : Arginine.

과잉 축적된 내장지방은 체지방의 절대량보다 고지혈증, 제2형 당뇨병, 심혈관질환 등 생활습관병과 밀접한 관련이 있으므로 GG군은 체지방량을 줄이고, 체지방량을 증진시키는 규칙적인 운동 및 영양교육을 통해 올바른 식습관을 정착시켜 비만을 예방하는 것이 건강을 유지하는 가장 효과적인 전략이라고 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 2009년 3월 2일부터 5월 1일까지 전남 지역 대학생 중 남학생 271명, 여학생 147명으로 총 418명을 대상으로 렙틴 수용체 유전자 다형성에 따른 생화학 지표와 체성분을 측정된 결과로 다음과 같다.

1) 렙틴 수용체의 유전자형 빈도는 남학생의 Gln/Arg(GA) 이형접합체는 36.5%, Gln/Gln(GG) 동형접합체는 42.9%의 빈도를 보였고, 여학생의 GA 이형접합체는 63.5%, GG 동형접합체는 57.1%의 빈도로 나타났다.

2) 렙틴 수용체 유전자 다형에 따른 GA 이형접합체군의 AST, ALT 및 헤모글로빈의 농도는 각각 20.27 IU/L, 19.54 IU/L, 13.89 mg/dL이었고, GG군은 각각 20.04 IU/L, 18.52 IU/L, 14.00 mg/dL였다. GA 이형접합체군의 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤의 농도는 각각 170.42 mg/dL, 81.04 mg/dL, 56.51 mg/dL, 98.21 mg/dL이었고, GG군은 각각 170.44 mg/dL, 81.93 mg/dL, 57.00 mg/dL, 99.07 mg/dL로 나타났다.

3) 렙틴 유전자 다형에 따른 GA 이형접합체군의 체중, 신장, 기초대사율, 필요열량 및 체질량지수는 각각 60.12 kg, 164.93 cm, 1,353.71 kcal, 2,092.53 kcal, 21.97 kg/m²이었고, GG군은 각각 59.42 kg, 165.60 cm, 1,340.59 kcal, 2,096.53 kcal, 21.57 kg/m²였다. GA 이형접합체군의 체지방량, 체지방량, 제지방량, 내장지방량 및 피하지방량은 각각 23.63%, 14.32

kg, 45.80 kg, 1.57 kg, 12.75 kg이었고, GG군은 각각 22.70%, 13.72 kg, 45.70 kg, 1.61 kg, 12.18 kg으로 나타났다.

4) Leptin 유전자 다형성과 비만과의 연관성을 살펴본 결과 GG군에서의 비만의 위험도는 1.013(95% CI; 0.557~1.841)으로 나타났으며, 복부비만의 위험도는 1.758(95% CI; 0.812~3.808)로 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

본 연구 결과, 렙틴 유전자 변이가 생화학적 지표와 체성분에 미치는 영향은 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 복부비만의 위험도는 1.758로 나타났다. 복부비만 자체만으로 인슐린 저항성, 대사증후군 등의 중요한 위험인자로 작용할 수 있으므로, 렙틴과 대사증후군과의 연관성에 관한 연구 및 렙틴이 복부비만에 영향을 주는 생화학적 기전에 관한 연구에 대해 더 깊은 연구가 필요하다고 사료된다.

문 헌

- Chagnon YC, Wilmore JH, Borecki IB, Gagnon J, Perusse L, Chagnon M, Collier GR, Leon S, Skinner JS, Rao DC, Bouchard C (2000) Association between the leptin receptor gene and adiposity in middle-aged Caucasian males from the HERITAGE family study. *J Clin Endocr Metab* 85: 29-34.
- Clement K, Vaisse C, Lahlou N (1998) A mutation in the human leptin receptor gene causes obesity and pituitary dysfunction. *Nature* 392: 398-401.
- Dandona P, Andona A, Bandyopadhyay A (2004) Inflammation: the link between insulin resistance, obesity and diabetes. *Trends Immunol* 25: 4-7.
- Dawber TR, Meadors GF, Moore FEJ (1951) Epidemiological approaches to heart disease: The framingham study. *Am J Public Health* 41: 279-286.
- Fasshauer M, Paschke R (2003) Regulation of adipocytokines and insulin resistance. *Diabetologia* 46: 1594-1603.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972) Estimation of the concentration of low-lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
- Galic S, Oakhill JS, Steinberg GR (2010) Adipose tissue as an endocrine organ. *Mol Cell Endocrinol* 316: 129-139.
- Gordon T, Castelli WP, Hjorland MC, Kannel WB, Dawber TR (1977) High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart disease. The Framingham Study. *Am J Med* 62: 707-714.
- Horn LV (2000) Primary prevention of cardiovascular disease starts in childhood. *J Am Diet Assoc* 100: 41-42.
- Kim JY, Shin HW, Jeong IK, Cho SW, Min SJ, Lee SJ, Park CY, Oh KW, Kim HK, Kim DM, Yu KM, Ihm SH, Choi MG, Yoo HJ, Park SW (2005) The relationship of adiponectin, leptin and ghrelin to insulin resistance and cardiovascular risk factors in human obesity. *Korean J Med* 69: 631-641.
- Kim KJ, Lee WJ, Lee SJ, Ahn NY, Oh HR, Shin YJ, Park JS, Hong CB, Kim SH, Kim EM, Lee JE, Kim EJ, Jang JS (2005) Health status and lifestyle including diet, exercise and daily activities in obese adults. *J Kor Sports Med* 23: 54-63.
- Kim MS (2005) A study for eating out behavior of the university students. *Korean J Food Culture* 20: 548-553.
- Minocci A, Savia G, Lucantoni R, Berselli ME, Tagliaferri M, Calo G, Petroni ML, de Medici C, Vlberty GC, Liuzzi A (2000) Leptin plasma concentrations are dependent on body fat distribution in obese patients. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24: 1139-1144.
- Nam KH, Shin MS, Yoo JH, Bae JJ, Lee SH, Kim SS, Hong YS, Byun JJ, Park HK (2003) The effect of exercise program during 16 weeks on leptin, HbA1c, BMI and body composition in middle aged men with obesity and NIDDM. *J Sport Leisure Studies* 20: 1115-1126.
- Regina LT, Alice JT (2005) Health-promoting behaviors and psychosocial well-being of university students in Hong-Kong. *Public Health Nurs* 22: 209-220.
- Son SJ, Lee HJ, Choi BS, Park MH, Lee EJ, Seo JY (2002) Relationship among body composition, biochemical measurements and serum leptin level in obese children. *Kor J Nutr* 35: 454-463.
- Suh YS, Kim DH, Lee IK (2001) Association between the Gln223Arg Polymorphism in the leptin receptor gene and fat distribution in Koreans. *Korean Soc for the Study of Obesity* 10: 182-189.
- Wauters M, Mertens I, Chagnon M, Rankinen T, Considine RV, Chagnon YC, Van Gaal LF, Bouchard C (2001) Polymorphism in the leptin receptor gene, body composition and fat distribution in overweight and obese women. *Int J Obes Relat Disord* 25: 714-720.
- Yoon JY, Kim KK, Hwang IC, Lee KS, Suh HS (2011) Association between body mass index, abdominal obesity defined by waist circumference criteria, and estimated glomerular filtration rate in healthy Korean adults: 2007 the Korea National Health and Nutrition Survey. *Korea Society for the Study of Obesity* 20: 202-209