

과체중 및 비만 여성의 혈청지질 및식이섭취실태와 혈청 Adiponectin 농도와의 상관성 연구

이 미 영 · 김 정 희[†]

서울여자대학교 자연과학대학 식품영양학전공

Association of Serum Lipids and Dietary Intakes with Serum Adiponectin Level in Overweight and Obese Korean Women

Mi Young Lee, Jung Hee Kim[†]

Department of Food and Nutrition, College of Natural Sciences, Seoul Women's University, Seoul, Korea

Abstract

This study was done to investigate the association of blood clinical parameters and dietary intakes with serum adiponectin level. Anthropometric measurement, dietary intakes, serum lipids and adiponectin levels were examined in 160 overweight and obese women. The subjects were divided into 5 groups by quintile according to serum adiponectin level. Weight, BMI, waist circumferences and waist/hip ratio of the highest quintile group were significantly lower than those of the lowest quintile group. Serum lipid analysis showed a significant higher level of TG, LDL-cholesterol, LDL/HDL ratio, AI, and serum hs-CRP in the lowest quintile group. Similarly, correlation data also showed that serum adiponectin level was positively correlated with serum HDL-cholesterol level ($p < 0.01$) and was negatively correlated with BMI ($p < 0.01$), waist circumferences ($p < 0.01$), waist/hip ratio ($p < 0.01$), systolic ($p < 0.01$) and diastolic blood pressure ($p < 0.05$), TG ($p < 0.01$), LDL-cholesterol ($p < 0.05$), LDL/HDL ratio ($p < 0.05$), AI ($p < 0.01$), Homa-IR ($p < 0.01$), hs-CRP ($p < 0.05$) and leptin ($p < 0.05$). Dietary intake data showed that protein intake was significantly lower in the highest quintile group compared to the lower quintile groups while intakes of vitamin C was significantly higher in highest quintile group after adjustment by BMI, waist and energy intake. In addition, the highest quintile group had higher fiber intakes than the lower quintile groups. These results might suggest that a diet high in fiber and vitamin C and low in protein for obese patients would better be recommended to improve adiponectin level. However, further research is needed to elucidate the association of dietary intakes or dietary patterns and serum adiponectin level. (*Korean J Community Nutrition* 15(1) : 27-35, 2010)

KEY WORDS : adiponectin · dietary intakes · serum lipids · obesity · hs-CRP

서 론

생활수준의 향상으로 서구화된 식생활과 생활양식의 변화는 우리나라 성인의 비만 유병률을 높이고 있다. 2005년 국민건강영양조사에 따르면 19세 이상 성인의 18.9%가 규칙

적인 중등도의 운동을 하고 있는 반면, 2007년에는 9.9%로 활동량이 전반적으로 줄어들어 더욱 빠른 속도로 비만율이 증가하고 있다(Korea Institute for Health and Social Affairs 2007). 2007년 통계청 자료에 의하면 20세 이상 성인의 과체중 및 비만 인구 비율은 31.7%로 남자는 36.2%, 여자는 26.3%가 과체중 또는 비만인 것으로 조사되었다. 비만인구의 증가는 제2형 당뇨, 뇌심혈관계질환, 암, 이상지질혈증 등과 같은 만성 질환의 발생을 높임에 따라 개인의 의료보험비 지출 증가 요인이 되고 있으며 국가적으로도 사회경제적 손실이 큰 것으로 나타났다(Korean National Statistical Office 2007). 따라서 정부는 2010년 국민건강증진의 주요 목표로 성인 비만율 20% 이하, 청소년 비만율 15% 이하로 낮추는 것을 설정하고, 목표 달성을 위한 시

접수일: 2010년 1월 18일 접수

채택일: 2010년 2월 18일 채택

*This study was supported by a grant of the institute of Natural Sciences at Seoul Women's University in 2008

[†]Corresponding author: Jung Hee Kim, Department of Food and Nutrition, College of Natural Sciences, Seoul Women's University, 623 Hwarangno, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea

Tel: (02) 970-5646, Fax: (02) 976-4049

E-mail: jheekim@swu.ac.kr

행전략으로 비만에 대한 정확한 정의와 측정법을 찾기 위해 노력중이다(Ministry of Health & Welfare 2006).

비만의 원인이 되는 지방세포는 중성지방을 합성하여 저장하고 있다가 필요시 다른 조직이나 기관에 공급하는 수동적인 에너지 저장고의 기능만을 수행한다고 알려져 있었다. 하지만 최근에 내분비 기관으로서 각종 단백질 호르몬들을 분비하여 지방대사와 당대사를 포함한 체내 에너지 대사를 조절하는 데 중요한 역할을 하는 것이 알려지고 있다(Funahashi 등 1999).

지방세포에서 생성 및 분비되어 다양한 신호 전달에 관여하는 물질인 아디포사이토카인(adipocytokine) 중에서 아디포넥틴은 지방세포에서만 유도되는 특이적인 호르몬이고 혈중에 풍부하게 존재한다. 최근 연구에서 아디포넥틴의 mRNA는 골수, 조골세포, 태아조직, 근육세포, 심근세포, 타액선상피세포에서도 발견되는 것으로 조사되었다(Pineiro 등 2005). 아디포넥틴은 성인의 지방세포에서 가장 많이 생성되고 혈중 농도는 대략 3~30 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 정도이며, 남자에 비해 여자에서 혈중 아디포넥틴의 농도가 유의하게 높은 것으로 알려지고 있다(Corbetta 등 2005). 또한 아디포넥틴은 비만한 사람에게서 농도가 감소되어 있으며, 아디포넥틴의 농도감소는 제2형 당뇨병이나 인슐린저항성, 심혈관계 질환과 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Matsuzawa 등 2004). 비만 시 혈중 농도가 낮아진 아디포넥틴이 다시 높아지는 기전에 대해서는 아직 밝혀진 바가 없다. 그러나 아디포넥틴이 환경적인 요인의 영향을 받기 때문에(Williams 등 2008) 만성질환 예방을 위한 아디포넥틴의 혈중 농도 증진 방법에 대한 연구가 활발히 진행될 전망이다.

아디포넥틴은 간과 근육에서 지방산화를 증가시켜 인슐린 감수성을 개선시키며 항 비만효과를 나타내는 것으로 알려지면서 이와 관련하여 최근 식이섭취 및 식사패턴의 변화가 혈중 아디포넥틴 농도에 미치는 영향에 대한 연구가 진행되고 있다. 아디포넥틴에 대한 여러 연구에서 체중감소가 있는 후에 혈중 농도가 상승하는 것으로 조사되었다. Kasim-Karakas 등 (2006)의 연구에서는 22명의 성인 여성에게 식이지방을 35%에서 15%로 감소하여 제공한 결과, 체중과 중성지방의 감소를 가져왔고, 아디포넥틴의 농도증가를 가져왔다고 보고하였다. 이는 고열량식이와 고지방식을 제공할 경우 아디포넥틴의 농도가 감소한다는 점과 일치하는 것으로 사료된다(Kamari 등 2007). Yannakoulia 등 (2003)은 120명의 청소년을 대상으로 한 연구에서 단백질 섭취량이 혈중 아디포넥틴 농도와 유의적인 음의 상관관계가 나타났다고 보고하였다(Yannakoulia 등 2003; Zhu 등 2004; Kasim-Karakas 등 2006).

이와 같이 많은 선행연구들이 혈중 아디포넥틴의 농도가 식이섭취에 의해 영향을 받는 것으로 나타나고 있으며, 비만으로 낮아진 아디포넥틴이 식습관의 개선으로 인해 농도가 증가하는 것은 매우 의미가 있다. 하지만 아직 어떠한 식사패턴이 아디포넥틴 농도증가에 미치는 영향에 대한 연구는 다양하게 시도되고 있지 않다. 그러므로 과체중 및 비만 성인을 대상으로 심혈관계 질환의 주요한 인자라고 할 수 있는 저아디포넥틴혈증과 식사패턴과의 상호관련성에 대한 연구가 절실히 필요하겠다. 하지만 식사패턴과 아디포넥틴의 농도 변화에 대한 외국 자료는 많지만(Qi 등 2005; Mantzoros 등 2006) 국내 성인을 대상으로 한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 과체중 및 비만 여성을 대상으로 대표적 아디포사이토카인의 하나인 아디포넥틴을 측정하여 이들의 신체 계측치 및 혈청지질 농도 변화와의 상관관계를 조사하고 아디포넥틴과 식이섭취와의 관련성을 조사하고자 한다. 또한 고아디포넥틴혈증은 심혈관계 질환의 발생률을 감소시키는 것으로 알려져 있어 아디포넥틴의 농도를 높이는 식이섭취와 연관성을 규명하고자 한다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상자

본 연구의 대상자는 모 여대 식품영양학 전공 학생들과 다이어트 기능성 식품의 임상연구를 위해 인터넷 공고를 통해 2008년 8월~9월 동안 모집된 19세 이상 50세 이하 폐경 전 여성을 대상으로 하였다. 그리고 임신이나 수유 중이거나 당뇨, 갑상선 질환 등 대사적 이상이 없고 혈압이 160 mmHg 이상, 100 mmHg 이상 이거나 이뇨제를 복용하고 있는 고혈압 환자, 최근 5년 이내 암의 진단 및 치료를 받은 적이 있거나 최근 6개월 이내 수술 병력이 있는 경우 기타 의학적 부적격 사유가 없으며 임상시험에 대한 자세한 설명을 들은 후 동의서에 서명한 160명을 최종 대상자로 선정하였다. 본 연구는 인체실험에 대한 시험계획서를 작성한 후 서울여자대학교의 인체시험심사위원회(IRB; Institutional Review Board)의 사전 심사를 통과한 후에 실시되었다.

조사 대상자의 혈중 아디포넥틴 농도를 기준으로 quintile로 나누어 각 군의 아디포넥틴 농도는 first quintile ≤ 5.20 , second quintile 5.21~7.00, third quintile 7.01~9.10, fourth quintile 9.11~11.90, fifth quintile ≥ 11.91 으로 아디포넥틴과 혈청지질 및 식이섭취상태를 비교 분석하였다.

2. 신체계측

신장은 신장계를 이용하여 측정하였고, 체성분 분석은 Inbody 720(Bio-electrical impedance fatness analyzer, Bio-space, Korea)을 이용하여 BIA(Bio-electric Impedance Analysis) 방법으로 체중, 체질량 지수(BMI; body mass index) 및 허리/엉덩이 둘레의 비(WHR; waist/hip ratio)를 측정하였다. 그리고 허리둘레(waist)는 줄자를 이용하여 가장 가는 부위(배꼽 위 2 cm)를 2회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

혈압은 10분 이상 안정 상태를 유지시킨 후 자동혈압계(TM-2655P)를 이용하여 수축기 혈압(SBP; Systolic Blood Pressure)과 이완기 혈압(DBP; Diastolic Blood Pressure)을 측정하였다.

3. 생화학적 검사

체혈은 12시간 공복 시 혈액을 상완정맥에서 채혈하였으며, 혈액은 실온에서 약 1시간 방치 한 후 4°C, 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 총콜레스테롤(total cholesterol), 중성지질(triglyceride), HDL-콜레스테롤(HDL-cholesterol), glucose는 생화학 분석기(Selectra E, Vital scientific, Netherlands)를 이용하여 분석하였고, LDL-콜레스테롤(LDL-cholesterol)은 Friedewald 공식(Friedewald 등 1972)을 이용하여 산출하였다. 동맥경화위험지수(AI; atherogenic index)는 'AI = (total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol'로 계산하였다. 혈액의 아디포넥틴과 high sensitivity C-reactive protein(hs-CRP) 농도는 의료법인 녹십자에 의뢰하여 분석하였다.

4. 식사섭취 조사

식사섭취조사를 위해 주중 이틀과 주말 하루를 포함하여 3일간의 식사일지를 24시간 회상법을 이용하여 자가기록법으로 작성하게 하였으며, 조사된 식품섭취량에 따른 영양소 섭취량 분석은 한국영양학회의 영양평가 프로그램(Computer Aided Nutritional Analysis Program for Professionals 3.0, Can-pro)을 이용하여 분석하였다.

5. 자료분석 및 통계처리

수집된 모든 자료는 SAS(Statistical Analysis System ver 9.1)를 이용하여 통계 처리하였다. 모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였으며, 아디포넥틴 농도에 따른 군 간의 비교는 ANOVA와 Duncan's multiple range test에 의해 유의성 검증(p < 0.05)을 실시하였다. 아디포넥틴과

혈청지질 및 심혈관계 질환 위험인자 사이의 상관관계는 Pearson's correlation coefficients로 유의성을 검증하였다.

결 과

1. 신체계측 및 혈압

본 연구의 대상자는 20대 130명(81.3%), 30대 14명(8.8%), 40대 15명(9.4%), 50대 이상 1명(0.6%)로 대부분의 대상자가 20대인 것으로 조사되었다. 160명의 대상자를 혈액 내 아디포넥틴의 농도에 따라 quintile로 나누었다. 각 군의 아디포넥틴 농도는 first quintile ≤ 5.20, second quintile 5.21~7.00, third quintile 7.01~9.10, fourth quintile 9.11~11.90, fifth quintile ≥ 11.91 으로 조사되었다.

조사 대상자의 혈중 아디포넥틴의 농도에 따른 군 간의 신체계측 및 혈압을 Table 1에 나타내었다. 군 간에 따른 연령과 신장에서의 차이는 나타나지 않은 반면, 체중, BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio는 아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile에서 농도가 가장 낮은 first quintile과 비교하여 유의적으로 낮게 나타나 혈중 아디포넥틴 농도가 높을수록 체중, BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio가 낮은 것으로 나타났다.

수축시 혈압은 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 농도가 낮은 first quintile보다 유의적으로 낮았고, 이완기 혈압은 fifth quintile에서 가장 낮았다.

2. 혈청지질 및 심혈관계 질환 위험인자

조사 대상자의 혈청지질 및 심혈관계 질환 위험인자는 Table 2에 제시하였다. 총콜레스테롤의 농도는 군 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile에서 농도가 낮은 first quintile보다 중성지질과 LDL-콜레스테롤이 유의적으로 낮았으며, 반면에 HDL-콜레스테롤은 유의적으로 높았다. 혈중 아디포넥틴은 중성지질과 LDL-콜레스테롤이 낮을수록 농도가 높았으며, HDL-콜레스테롤의 농도가 높을수록 아디포넥틴의 농도도 높은 것으로 조사되었다.

LDL/HDL ratio는 fifth quintile에서 1.78로 first quintile의 2.51와 비교해서 아디포넥틴의 농도가 높아질수록 LDL/HDL ratio가 유의적으로 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 동맥경화위험지수는 fifth quintile에서 1.99 그리고 first quintile에서 2.99로 아디포넥틴의 혈중 농도가 증가할수록 유의적으로 낮아졌다.

Table 1. Comparison of anthropometric characteristics and blood pressure in the subjects according to serum adiponectin level

	Adiponectin (ng/ml)				
	≤ 5.20 (n = 34)	5.21 ≤, ≤ 7.00 (n = 32)	7.01 ≤, ≤ 9.10 (n = 33)	9.11 ≤, ≤ 11.90 (n = 32)	≥ 11.91 (n = 29)
Age	27.44 ± 1.69 ^{1)NS}	27.28 ± 1.50	23.15 ± 1.17	24.59 ± 1.28	23.93 ± 1.25
Height (cm)	160.03 ± 0.95	159.63 ± 0.86	159.48 ± 1.02	161.82 ± 1.07	157.18 ± 5.25
Weight (kg)	67.28 ± 1.83 ^a	64.35 ± 1.40 ^{ab}	63.49 ± 1.96 ^{ab}	64.42 ± 1.80 ^{ab}	61.80 ± 1.04 ^b
BMI (kg/m ²)	26.21 ± 0.59 ^a	25.29 ± 0.53 ^{ab}	24.96 ± 0.66 ^{abc}	24.31 ± 0.56 ^{bc}	23.37 ± 0.36 ^c
Waist ²⁾ (cm)	81.05 ± 1.61 ^a	78.66 ± 1.32 ^{ab}	76.86 ± 1.36 ^{bc}	75.27 ± 1.04 ^{bc}	73.69 ± 0.93 ^c
Waist/Hip ratio	0.85 ± 0.01 ^a	0.85 ± 0.01 ^{ab}	0.82 ± 0.01 ^{bc}	0.82 ± 0.01 ^{bc}	0.81 ± 0.01 ^c
Systolic BP (mmHg)	106.76 ± 2.04 ^a	107.75 ± 2.01 ^a	104.33 ± 1.84 ^{ab}	105.39 ± 1.93 ^{ab}	99.79 ± 1.80 ^b
Diastolic BP (mmHg)	66.85 ± 1.39 ^{ab}	68.41 ± 2.01 ^a	63.70 ± 1.41 ^b	63.48 ± 1.38 ^b	63.17 ± 1.30 ^b

1) Mean ± SE, NS: not significantly different among groups

2) Waist circumference

a,b,c: Means with different superscript letters are significantly different from each other at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

Table 2. Comparison of serum lipid profiles, atherogenic index and hs-CRP in the subjects according to serum adiponectin level

	Adiponectin (ng/ml)				
	≤ 5.20 (n = 34)	5.21 ≤, ≤ 7.00 (n = 32)	7.01 ≤, ≤ 9.10 (n = 33)	9.11 ≤, ≤ 11.90 (n = 32)	≥ 11.91 (n = 29)
Total cholesterol (mg/dL)	189.80 ± 4.80 ^{1)NS}	191.08 ± 5.95	178.62 ± 4.58	188.43 ± 5.37	174.03 ± 7.43
Triglyceride (mg/dL)	102.77 ± 10.15 ^a	84.52 ± 7.59 ^{ab}	77.55 ± 5.49 ^{bc}	72.38 ± 4.81 ^{bc}	59.87 ± 2.50 ^c
HDL-cholesterol (mg/dL)	50.62 ± 2.12 ^c	55.06 ± 2.23 ^{bc}	56.79 ± 1.72 ^{abc}	61.47 ± 2.10 ^{ab}	62.63 ± 2.93 ^a
LDL-cholesterol ²⁾ (mg/dL)	118.62 ± 3.81 ^a	119.12 ± 5.27 ^a	106.32 ± 4.32 ^{ab}	112.48 ± 5.18 ^{ab}	99.43 ± 7.80 ^b
LDL/HDL ratio	2.51 ± 0.15 ^a	2.30 ± 0.15 ^{ab}	1.93 ± 0.10 ^{bc}	1.93 ± 0.13 ^{bc}	1.78 ± 0.20 ^c
Atherogenic index ³⁾	2.99 ± 0.22 ^a	2.64 ± 0.18 ^{ab}	2.22 ± 0.11 ^{bc}	2.18 ± 0.15 ^{bc}	1.99 ± 0.21 ^c
hs-CRP (mg/dL)	2.86 ± 0.86 ^a	0.39 ± 0.09 ^b	1.01 ± 0.47 ^b	0.85 ± 0.41 ^b	0.26 ± 0.08 ^b

1) Mean ± SE, NS: not significantly different among groups

2) LDL-cholesterol: Total cholesterol - (VLDL-cholesterol + HDL-cholesterol), VLDL-cholesterol: TG / 5 by Friedwald equation

3) Atherogenic index: (Total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol

a,b,c: Means with different superscript letters are significantly different from each other at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

hs-CRP의 경우에도 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 0.26 mg/dL 그리고 first quintile에서 2.86 mg/dL로 조사되어 혈중 아디포넥틴이 증가할수록 hs-CRP가 유의적으로 낮게 나타났다.

3. 식이섭취 실태

1) 열량영양소 섭취량 및 콜레스테롤 섭취량

조사 대상자의 아디포넥틴 농도 차이에 대한 열량영양소 섭취량의 군 간 비교는 Table 3에 제시하였으며 BMI와 허리둘레를 보정한 결과와 BMI, 허리둘레 및 열량을 보정한 결과를 제시하였다.

BMI와 허리둘레를 보정하였을 때, 아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile에서 열량 섭취량과 탄수화물 섭취량이 높은 것으로 나타났으며, 단백질과, 지방은 군 간의 차이가 없었다. 섬유소의 섭취량은 fifth quintile에서 다른 네 군보다 높은 섭취량을 보였으며, 콜레스테롤의 섭취량은 군 간

의 차이가 나타나지 않았다.

BMI, 허리둘레 및 열량을 보정하였을 때, fifth quintile에서 단백질의 섭취량이 유의적으로 낮았으며, 지방과 탄수화물 섭취량은 군 간의 차이가 없었다. 섬유소의 섭취량은 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 섭취량이 가장 높은 것으로 조사되었다.

2) 비타민 및 무기질 섭취량

대상자의 아디포넥틴 농도 차이에 대한 비타민 및 무기질 섭취의 군 간 비교는 Table 4에 제시하였고, BMI와 허리둘레를 보정한 결과와 BMI, 허리둘레 및 열량을 보정한 결과를 나타내었다.

BMI와 허리둘레를 보정하였을 때, 비타민 B6와 비타민 C의 섭취량은 아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile에서 농도가 가장 낮은 first quintile보다 유의적으로 높은 섭취량을 보였다. 무기질 가운데 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨의 섭

Table 3. Comparison of nutrition intakes in the subjects according to serum adiponectin level

	Adiponectin (ng/ml)				
	≤ 5.20 (n = 34)	5.21 ≤, ≤ 7.00 (n = 32)	7.01 ≤, ≤ 9.10 (n = 33)	9.11 ≤, ≤ 11.90 (n = 32)	≥ 11.91 (n = 29)
adjusted for BMI, waist					
Energy (kcal)	1574.83 ± 62.91 ^{1)ab}	1560.88 ± 63.26 ^{ab}	1531.61 ± 62.10 ^b	1533.42 ± 64.65 ^b	1721.48 ± 67.72 ^a
Protein (g)	67.94 ± 4.67 ^{NS}	61.04 ± 4.70	60.58 ± 4.61	60.18 ± 4.80	61.49 ± 5.03
Fat (g)	48.14 ± 2.79	47.43 ± 2.80	47.65 ± 2.75	46.13 ± 2.86	51.62 ± 3.00
Carbohydrate (g)	228.72 ± 9.79 ^{ab}	224.56 ± 9.84 ^{ab}	215.43 ± 9.66 ^b	219.45 ± 10.06 ^b	250.89 ± 10.53 ^a
Fiber (g)	14.38 ± 0.81	15.57 ± 0.81	13.06 ± 0.80	13.56 ± 0.83	16.86 ± 0.87
Cholesterol (mg)	304.27 ± 24.39	307.67 ± 24.52	253.34 ± 24.07	307.01 ± 25.06	306.69 ± 26.25
adjusted for BMI, waist and energy					
Protein (g)	68.22 ± 3.93 ^a	61.88 ± 3.95 ^{ab}	62.62 ± 3.88 ^{ab}	62.15 ± 4.04 ^{ab}	55.81 ± 4.28 ^b
Fat (g)	48.37 ± 1.90	48.10 ± 1.91	49.28 ± 1.88	47.70 ± 1.96	47.09 ± 2.08
Carbohydrate (g)	229.62 ± 5.30	227.29 ± 5.33	222.00 ± 5.24	225.78 ± 5.45	232.59 ± 5.78
Fiber (g)	14.44 ± 0.63 ^{ab}	15.74 ± 0.64 ^a	13.47 ± 0.62 ^b	13.95 ± 0.65 ^{ab}	15.73 ± 0.69 ^a
Cholesterol (mg)	305.62 ± 21.15	311.73 ± 21.28	263.11 ± 20.92	316.42 ± 21.78	279.46 ± 23.08

1) Mean ± SE, NS: not significantly different among groups

a,b: Means with different superscript letters are significantly different from each other at p<0.05 by Duncan's multiple range test

Table 4. Comparison of vitamin and minerals intakes in the subjects according to serum adiponectin level

	Adiponectin (ng/ml)				
	≤ 5.20 (n = 34)	5.21 ≤, ≤ 7.00 (n = 32)	7.01 ≤, ≤ 9.10 (n = 33)	9.11 ≤, ≤ 11.90 (n = 32)	≥ 11.91 (n = 29)
adjusted for BMI, waist					
Vit A (μgRE)	760.44 ± 58.35 ^{1)NS}	742.50 ± 58.67	619.97 ± 57.60	706.15 ± 59.96	783.22 ± 62.80
Vit B6 (mg)	1.46 ± 0.09 ^a	1.57 ± 0.09 ^{ab}	1.47 ± 0.09 ^b	1.51 ± 0.10 ^{ab}	1.76 ± 0.10 ^{ab}
Vit C (mg)	54.98 ± 5.86 ^b	61.53 ± 5.89 ^b	54.18 ± 5.78 ^b	53.32 ± 6.02 ^b	82.89 ± 6.30 ^a
Vit E (mg)	11.79 ± 0.93	12.97 ± 0.94	11.47 ± 0.92	12.66 ± 0.96	14.17 ± 1.00
Ca (mg)	406.95 ± 27.92 ^b	438.82 ± 28.08 ^{ab}	393.66 ± 27.56 ^b	398.97 ± 28.69 ^b	502.09 ± 30.05 ^a
P (mg)	782.85 ± 39.53 ^{ab}	813.48 ± 39.75 ^{ab}	747.44 ± 39.02 ^b	753.93 ± 40.63 ^b	893.13 ± 42.55 ^a
Na (mg)	3257.45 ± 185.98 ^b	3555.15 ± 187.02 ^{ab}	3057.42 ± 183.59 ^b	3146.00 ± 191.13 ^b	3845.06 ± 200.18 ^a
K (mg)	1865.91 ± 108.30 ^{ab}	2050.22 ± 108.90 ^a	1739.29 ± 106.90 ^b	1858.86 ± 111.29 ^{ab}	2253.89 ± 116.57 ^a
adjusted for BMI, waist and energy					
Vit A (μgRE)	763.58 ± 51.00	751.99 ± 51.29	642.81 ± 50.44	728.16 ± 52.50	719.55 ± 55.65
Vit B6 (mg)	1.47 ± 0.07	1.59 ± 0.07	1.52 ± 0.07	1.56 ± 0.07	1.62 ± 0.08
Vit C (mg)	55.19 ± 5.57 ^b	62.15 ± 5.60 ^b	55.67 ± 5.51 ^b	54.76 ± 5.73 ^b	78.72 ± 6.07 ^a
Vit E (mg)	11.86 ± 0.74	13.16 ± 0.75	11.92 ± 0.73	13.10 ± 0.76	12.90 ± 0.81
Ca (mg)	408.88 ± 21.75	444.65 ± 21.87	407.68 ± 21.51	412.49 ± 22.39	462.98 ± 23.73
P (mg)	786.43 ± 22.38	824.30 ± 22.51	773.44 ± 22.14	779.00 ± 23.04	820.63 ± 24.42
Na (mg)	3271.34 ± 136.57 ^{ab}	3597.14 ± 137.37 ^a	3158.39 ± 135.10 ^b	3243.31 ± 140.60 ^{ab}	3563.52 ± 149.04 ^a
K (mg)	1873.72 ± 81.84 ^{ab}	2073.83 ± 82.32 ^a	1796.05 ± 80.95 ^b	1913.56 ± 84.25 ^{ab}	2095.62 ± 89.31 ^a

1) Mean ± SE, NS: not significantly different among groups

a,b: Means with different superscript letters are significantly different from each other at p<0.05 by Duncan's multiple range test

취량을 분석하였고 fifth quintile에서 first quintile 보다 높은 섭취량을 보였다.

BMI, 허리둘레 및 열량을 보정했을 때, 비타민 C는 fifth quintile에서 유의적으로 섭취량이 높은 것으로 나타났다. 칼슘, 인 및 나트륨은 군 간의 차이가 없었고, 칼슘과 칼륨의 섭취량이 fifth quintile에서 높은 것으로 조사되었다.

4. 아디포넥틴과 혈청지질 및 심혈관계 질환 위험인자와의 관련성

조사대상자의 혈중 아디포넥틴과 혈청지질 및 심혈관계 질환 위험인자와의 관련성에 대한 표는 Table 5에 제시하였다. 아디포넥틴과 BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio는 유의적인 음의 관계를 나타내는 것으로 조사되었으며, 수축기 혈

Table 5. Pearson's correlation coefficients among age, anthropometric and blood clinical parameters

	Age	Weight	BMI	Waist ¹⁾	Waist/Hip ratio	Systolic BP	Diastolic BP
Adiponectin (ng/ml)	-0.15	-0.15	-0.28**	-0.30**	-0.32**	-0.21**	-0.16*
	Total cholesterol	TG	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol ²⁾	LDL/HDL ratio	AI ³⁾	hs-CRP
	-0.12	-0.32**	0.34**	-0.19*	-0.28**	-0.31**	-0.21**

*, **: significantly correlated between measures at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ by Pearson's correlation coefficient

1) Waist circumference

2) LDL-cholesterol: Total cholesterol - (VLDL-cholesterol + HDL-cholesterol), VLDL-cholesterol: TG / 5 by Friedwald equation

3) Atherogenic index: (Total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol

압과 이완기 혈압은 아디포넥틴과 유의적으로 음의 상관관계를 나타내었다.

대상자의 혈중 지질과의 관련성에서는 중성지질, LDL-콜레스테롤 및 LDL/HDL ratio는 아디포넥틴과 유의적인 음의 관계를 나타내고 있으며, HDL-콜레스테롤은 유의적인 양의 관계를 보였다. 또한 혈중 아디포넥틴 농도는 동맥경화위험지수와 유의적으로 음의 상관관계를 나타내었다.

고 찰

Motoshima 등 (2002)은 체외 실험을 통해 비만도가 높은 사람일수록 내장지방세포에서 아디포넥틴의 분비가 감소함을 증명하였다. 또한 아디포넥틴은 비만과 관련된 합병증인 대사증후군, 제2형 당뇨병 및 심혈관계 질환을 보호한다고 보고하였다(Köner 등 2007). 이는 비만으로 인한 아디포넥틴의 농도 감소가 대사증후군 및 만성질환 위험도를 높이는 것으로 사료된다.

본 연구는 대상자의 혈중 아디포넥틴 농도를 기준으로 quintile로 나누어 비교분석하였다. 아디포넥틴 농도의 범위는 0.9~21.0 ng/ml 으로 조사되었다. 체중, BMI, 허리둘레, waist/hip ratio 및 수축기 혈압에서 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile이 농도가 낮은 first quintile 보다 낮게 나타났다. 비만과 관련이 있는 체중, BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio의 수치가 적을수록 혈중 아디포넥틴 농도가 높은 것으로 조사되었고 체중을 제외한 BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio는 아디포넥틴과 유의한 음의 상관관계를 보였다. 이러한 사실은 비만과 아디포넥틴 관련 여러 연구에서 이미 밝혀진 사실이다(Motoshima 등 2002; Hulthe 등 2003; Yatagai 등 2003; Choi 등 2004).

여러 선행 연구에서 연령에 따른 아디포넥틴의 농도가 유의적으로 감소하는 것으로 알려져 있었으나(Yang 등 2002; Ryo 등 2004) 본 연구 결과에서는 연령과 아디포넥틴간의 유의성은 보이지 않았다. 이는 조사 대상자의 81.3%가 20대였기 때문인 것으로 사료된다.

비만은 고혈압과 연관성이 있고 체질량 지수의 증가도 혈압과 상관성이 있음은 이미 알려진 사실이다(Hsueh & Buchanan 1994; Kolanowski 등 1999). 비만 시 혈중 아디포넥틴 농도가 정상인에 비해 낮은 수치를 보이고 고혈압을 가진 사람들에게서도 낮은 농도를 보인다. 그러나 아디포넥틴과 고혈압과의 관계에 대해서는 잘 알려지지 않은 상태이다(Hotta 등 2000; Matsubara 등 2002; Yang 등 2002). 본 연구 결과에서 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 수축기 혈압이 유의적으로 낮았고, 아디포넥틴과 수축기, 이완기 혈압은 유의한 음의 상관관계를 보여 비만으로 인한 고혈압은 아디포넥틴 농도에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

여러 선행 연구들을 통해 혈중 아디포넥틴은 이상지질혈증 및 염증성 지표 증가와 관련이 있고 아디포넥틴의 농도감소는 심혈관계 질환 발생의 독립적인 인자임이 밝혀졌다(Berg 등 2001; Matsubara 등 2002). 본 연구 결과에서 혈중 아디포넥틴 농도가 낮은 first quintile이 중성지질과 LDL-콜레스테롤 수치가 유의적으로 높았고 반면에 HDL-콜레스테롤 수치는 유의하게 낮게 나타내어 선행 연구 결과와 일치함을 보였다. 심혈관계 질환 위험인자로서 연구한 LDL/HDL ratio, 동맥경화위험지수 및 hs-CRP는 혈중 아디포넥틴 농도와 유의한 음의 상관관계를 보여 심혈관계 질환 발생 위험을 증가시킨다는 사실을 뒷받침하고 있으며, Hsueh & Buchanan (1994)과 Adamczak 등 (2003)의 연구에서는 아디포넥틴이 심혈관계 질환을 예측하는 지표로 제시하고 있다.

혈중 아디포넥틴은 유전적인 요인으로 농도가 결정되지만 환경적인 요인에 의해 영향을 받는다. 특히 아디포넥틴은 체중변화에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다(Cho & Jang 2004). Hulver 등 (2002)의 연구에서 비만 성인을 대상으로 위절제술 후 체중이 21% 감량되었고 아디포넥틴 농도가 46% 증가하였다. 체중감량에 따른 체지방량 감소와 인슐린감수성 개선이 상호작용하여 농도 증가를 가져왔다. 그리고 운동을 통한 활동량의 증가로 인한 체중 감량이 혈중 아

디포넥틴 농도를 향상시킬 수 있다는 연구도 보고되었다(Jo & Baek 2006; Kim 등 2007).

아디포넥틴은 간과 근육에서 지방산화를 증가시키고 인슐린감수성을 개선시켜 항 비만, 항 당뇨 및 항 심혈관계 효과가 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 아디포넥틴 농도에 따른 식이섭취실태를 연구하였다. 그 결과, 아디포넥틴 농도와 유의한 음의 상관성이 있는 BMI와 허리둘레를 보정했을 때, 단백질 섭취량의 차이가 나타나지 않았다. 그러나 열량도 함께 보정했을 경우 단백질 섭취량이 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 농도가 낮은 first quintile 보다 유의하게 적게 섭취하는 것으로 나타났다. Yannakoulia 등 (2003)은 120명의 청소년을 대상으로 아디포넥틴 농도와 3대 영양소의 회귀분석을 한 결과, 3대 영양소와 아디포넥틴은 음의 관계임이 조사되었고 그중에서 단백질은 유의한 것으로 나타나 본 연구결과와 일부 일치하였다. 그리고 조사 대상자의 열량영양소의 에너지 구성 비율은 탄수화물 : 단백질 : 지질이 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 58.7 : 14.4 : 26.8이었고, 농도가 낮은 first quintile에서 58.5 : 17.0 : 27.2로 조사되어 단백질이 fifth quintile에서 낮게 나타났다. 이러한 결과는 저단백질식이 아디포넥틴의 농도에 영향을 미치는 것으로 사료되나 본 연구 결과에서 에너지 구성 비율이 유의적인 차이를 보이지 않았기 때문에 아디포넥틴의 농도는 저단백질식에 의한 것으로 보기는 어렵다.

본 연구 결과에서 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 탄수화물과 섬유소의 섭취가 높은 것으로 조사되었다. Arvidsson 등 (2004)의 연구에서 비만 여성을 대상으로 저지방/고탄수화물 식이를 제공하였고 10주 후 혈중 아디포넥틴 농도가 증가하였다. 그리고 Kamari 등 (2007)에서는 쥐에게 고탄수화물 식이를 6주간 제공하였을 경우에 아디포넥틴 농도가 30% 증가했다는 연구가 보고되었다. 하지만 높은 혈당지수(glycemic index)를 가진 식품은 아디포넥틴 농도를 감소시키며, 인슐린과는 독립적으로 아디포넥틴에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Mckeown 등 2004). 본 연구에서는 장기간의 아디포넥틴의 농도 변화를 살펴 본 것이 아니기 때문에 고탄수화물 식이가 아디포넥틴 농도에 영향을 미쳤을 것이라고 보기 어렵다.

Qi 등 (2005)는 당뇨가 있는 성인 780명을 대상으로 아디포넥틴을 quintile로 나누어 식품섭취빈도를 조사한 결과, 아디포넥틴 농도가 높은 군에서 섬유소 섭취가 높은 것으로 나타났고 Mantzoros 등 (2006)의 연구에서도 아디포넥틴 농도가 높은 군에서 섬유소의 섭취가 유의하게 높은 것으로 나타나 본 연구 결과와 일부 일치하며, 이는 섬유소 섭취가 아디포넥틴의 높은 농도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로

사료된다. 본 연구 결과에서 농도가 높은 fifth quintile이 열량, 지방 그리고 탄수화물 섭취량이 높았음에도 불구하고 섬유소의 섭취량이 유의적으로 높아 fifth quintile은 섬유소의 영향으로 아디포넥틴의 농도가 높은 것으로 사료된다. 하지만 본 연구의 대상자는 질병이 없는 건강한 상태이고 Qi 등 (2005)의 연구는 당뇨가 있는 대상자이기 때문에 섬유소의 영향을 많이 받는 것으로 사료된다. 이에 본 연구 결과는 선행 연구와 비교하여 섬유소의 영향을 많이 받지 않았을 것으로 생각된다.

본 연구 결과에서 BMI와 허리둘레를 보정 시 농도가 높은 fifth quintile에서 비타민 C, 칼슘, 나트륨, 그리고 칼륨의 섭취가 농도가 낮은 first quintile 보다 섭취량이 유의하게 높게 나타났다. 또한 BMI, 허리둘레 및 열량을 보정했을 경우에도 비타민 C, 나트륨 및 칼륨이 fifth quintile에서 섭취량이 가장 높았다. 비타민C의 역할은 분명하지 않지만 적절한 비타민C 섭취가 당뇨병 합병증 예방에 도움이 되며, 인슐린 저항성이 있는 고혈당환자에게 비타민C를 주입하면 인슐린 민감성이 개선된다는 연구결과가 있다(Hirashima 등 2000; Han & Choi 2006).

이처럼 아디포넥틴은 비만관련 인자와 상관관계가 높고 체중 감소로 인하여 농도 증가와 개선이 된다는 여러 연구들의 결과를 보면, 다량의 체중 감소가 우선되어야 아디포넥틴의 농도가 증가되는 것으로 나타났다(Hulver 등 2002; Motoshima 등 2002; Yatagai 등 2003; Choi 등 2004). Jo & Baek (2006)에서는 개인적인 차이는 있지만 자기체중의 20~50% 이상의 감량이 이루어 졌을 때 아디포넥틴 농도가 현저하게 증가했다고 밝혔다. 또한 비만 시 아디포넥틴의 농도가 낮아지게 되면 다시 농도가 높아지는 기전이 알려지지 않았지만 비타민 C와 섬유소의 섭취량을 늘려 아디포넥틴의 농도가 더 낮아지는 것을 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로 성인 연령의 분포가 다양하지 못하였기 때문에 아디포넥틴과 나이의 연관성을 찾기 어려웠고, 영양소 섭취량 외에 식품군별 섭취량과 아디포넥틴 농도와 상관성을 조사하지 못한 점이 아쉽게 생각된다. Mantzoros 등 (2006)의 연구에서는 지중해식 식사패턴을 점수화하였고 높은 점수일수록 지중해식 식사패턴을 유지한 것으로 간주하였으며 높은 점수인 군에서 아디포넥틴의 농도도 유의적으로 높게 나왔다. 또한 섬유소의 섭취량도 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 이와 같이 우리나라에서도 식품군별 섭취 정도에 따른 식사패턴을 연구하고 이에 따른 아디포넥틴의 농도 변화를 관찰할 수 있는 더 많은 연구들이 필요할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

아디포넥틴은 지방세포에서 생성 및 분비되어 다양한 신호 전달에 관여하는 물질인 아디포사이토카인 중의 하나로 비만한 사람에게서 농도가 감소되어 있다. 본 연구에서는 과체중 및 비만 여성을 대상으로 혈중 아디포넥틴 농도를 측정하여 이들의 신체 계측치 및 혈청지질과의 상관관계를 조사하고 아디포넥틴과 식사섭취와의 관련성을 조사하여 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 본 연구는 160명의 대상자를 혈액 내 아디포넥틴의 농도에 따라 quintile로 나누었다. 각 군의 아디포넥틴 농도는 first quintile ≤ 5.20 , second quintile $5.21\sim 7.00$, third quintile $7.01\sim 9.10$, fourth quintile $9.11\sim 11.90$, fifth quintile ≥ 11.91 으로 조사되었다. 농도가 높은 fifth quintile에서 체중, BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio가 first quintile 보다 유의적으로 낮게 나타나 체중, BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio가 높을수록 혈중 아디포넥틴 농도가 낮은 것으로 조사되었다.

2. 아디포넥틴 농도가 낮은 first quintile에서 중성지질과 LDL-콜레스테롤에서 유의적으로 높게 조사되었다. 반면, HDL-콜레스테롤은 아디포넥틴의 농도가 높을수록 높은 것으로 조사되었다. LDL/HDL ratio, 동맥경화위험지수 및 hs-CRP는 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile에서 유의적으로 낮았으며 아디포넥틴의 혈중 농도가 증가할수록 유의적으로 낮아졌다.

3. 아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile이 BMI와 허리둘레를 보정하였을 때, 열량과 탄수화물 섭취량이 높은 것으로 나타났으며, 섬유소는 fifth quintile에서 다른 네 군보다 높은 섭취량을 보였다. BMI, 허리둘레 및 열량을 보정하였을 때는 fifth quintile에서 단백질의 섭취량이 유의적으로 낮았으며, 섬유소의 섭취량이 가장 높은 것으로 조사되었다.

4. 아디포넥틴 농도 차이에 대한 비타민 및 무기질 섭취량은 BMI와 허리둘레를 보정하였을 때와 BMI, 허리둘레 및 열량을 보정했을 때에 비타민 B6와 비타민 C의 섭취량이 아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile에서 농도가 가장 낮은 first quintile 보다 유의적으로 높은 섭취량을 보였다.

5. 조사대상자의 혈중 아디포넥틴 농도와 BMI, 허리둘레 및 waist/hip ratio는 유의적인 음의 관계를 나타내는 것으로 조사되었으며, 중성지질, LDL-콜레스테롤 및 LDL/HDL ratio, 동맥경화위험지수 및 hs-CRP는 아디포넥틴과 유의한 음의 상관관계를 나타내었다.

이상의 결과에서 조사 대상자의 아디포넥틴 농도가 높은

군에서 체중, BMI, 허리둘레, waist/hip ratio 및 혈압이 낮은 것으로 나타났고 혈청지질도 낮았다. 반면, HDL-콜레스테롤은 높은 것으로 나타났다. 그리고 아디포넥틴 농도는 LDL/HDL ratio, 동맥경화위험지수 및 hs-CRP와 유의한 음의 상관관계를 보여 심혈관계 질환 발생 위험을 감소시킨다는 사실을 확인할 수 있었다. 혈중 아디포넥틴 농도를 기준으로 대상자의 식사섭취량을 관찰한 결과, 농도가 높은 군에서 단백질과 지방의 섭취가 낮았고 반면에 비타민 C와 섬유소의 섭취량이 높은 것으로 조사되어 이들은 아디포넥틴 농도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 앞으로 영양소 섭취량 외에 식품군별 섭취량이나 식사 패턴과 아디포넥틴 농도와의 상관성을 비교할 뿐만 아니라 더 나아가 식사패턴이나 영양소 섭취를 달리한 식이를 공급한 후 아디포넥틴 농도가 어떻게 차이가 나는지에 대한 더 심도 깊은 연구가 필요하다고 생각된다.

참고 문헌

- Adamczak M, Wiecek A, Funahashi T, Chudek J, Kokot F, Matsuzawa Y (2003): Decreased plasma adiponectin concentration in patients with essential hypertension. *Am J Hypertens* 16(1): 72-75
- Arvidsson E, Viguier N, Andersson I, Verdich C, Langin D, Amer P (2004): Effects of different hypocaloric diets on protein secretion from adipose tissue of obese women. *Diabetes* 53(8): 1966-1971
- Berg AH, Combs TP, Du X, Brownlee M, Scherer PE (2001): The adipocyte-secreted protein Acrp30 enhances hepatic insulin action. *Nat Med* 7(8): 947-953
- Cho HK, Jang YS (2004): Obesity and Arteriosclerosis. *Abstract presented at 2004 Autumn Meeting of the Korean J Obesity* 49-56
- Choi KM, Lee J, Lee KW, Seo JA, Oh JH, Kim SG, Kim NH, Choi DS, Baik SH (2004): Serum adiponectin concentrations predict the developments of type 2 diabetes and the metabolic syndrome in elderly Koreans. *Clin Endocrinol (Oxf)* 61(1): 75-80
- Corbetta S, Bulfamante G, Cortelazzi D, Barresi V, Cetin I, Mantovani G, Bondioni S, Beck-Peccoz P, Spada A (2005): Adiponectin expression in human fetal tissues during mid- and late gestation. *J Clin Endocrinol Metab* 90(4): 2397-2402
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972): Estimation of concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18(6): 499-502
- Funahashi T, Nakamura T, Shimomura I, Maeda K, Kuriyama H, Takahashi M, Arita Y, Kihara S, Matsuzawa Y (1999): Role of adipocytokines on the pathogenesis of atherosclerosis in visceral obesity. *Inter Med* 38(2): 202-206
- Han JH, Choi YE (2006): Metabolic syndrome and oxidative stress, antioxidants. *J Korean Acad Fam Med* 27(10): 773-781

- Hirashima O, Kawano H, Motoyama T, Hirai N, Ohgushi M, Kugiyama K (2000): Improvement of endothelial function and insulin sensitivity with vitamin C in patients with coronary spastic angina: possible role of reactive oxygen species. *J Am Coll Cardiol* 35(7):1860-1866
- Hotta K, Funahashi T, Arita Y, Takahashi M, Matsuda M, Okamoto Y, Iwahashi H, Kuriyama H, Ouchi N, Maeda K, Nishida M, Kihara S, Sakai N, Nakajima T, Hasegawa K, Muraguchi M, Ohmoto Y, Nakamura T, Yamashita S, Hanafusa T, Matsuzawa Y(2000): Plasma concentration of a novel adipose specific protein adiponectin in type 2 diabetic patients. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 20(6): 1595-1599
- Hsueh WA, Buchanan TA (1994): Obesity and hypertension. *Endocrinol Metab Clin North Am* 23(2):405-427
- Hulthe J, Hulten LM, Fagerberg B (2003): Low adipocytederived plasma protein adiponectin concentrations are associated with the metabolic syndrome and small dense low-density lipoprotein particles: atherosclerosis and insulin resistance study. *Metabolism* 52(12): 1612-1614
- Hulver MW, Zheng D, Tanner CJ, Houmard JA, Kraus WE, Slentz CA, Sinha MK, Pories WJ, MacDonald KG, Dohm GL (2002): Adiponectin is not altered with exercise training despite enhanced insulin action. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 283(4): 861-865
- Jo HS, Baek YH (2006): Effects of combined exercise and green tea intake on body weight and adiponectin obese high school female. *Korean J Life Science* 16(6):972-977
- Kamari Y, Grossman E, Oron-Herman M, Peleg E, Shabtay Z, Shamiss A, Sharabi Y (2007): Metabolic stress with a high carbohydrate diet increases adiponectin levels. *Horm Metab Res* 39(5): 384-388
- Kasim-Karakas SE, Tsodikov A, Singh U, Jialal I (2006): Responses of inflammatory markers to a low-fat, high-carbohydrate diet: effects of energy intake. *Am J Clin Nutr* 83(4): 774-779
- Kim MJ, Lee CM, Park HJ (2007): The effects of aerobic exercise on the concentration of adiponectin, insulin and leptin in serum for menopausal women with hormone replacement therapy(hrt) and menopausal women without hrt. *Korea J Sports Science* 16(2): 493-506
- Kolanowski J (1999): Obesity and hypertension : from pathophysiology to treatment. *Int J Obes Relat Metab Disord* 23(1): 42-46
- Köner A, Kratzsch J, Gausche R, Schaab M, Erbs S, Kiess W (2007): New predictors of the metabolic syndrome in childrenrole of adipocytokines. *Pediatr Res* 61(6): 640-645
- Korea Institute for Health and Social Affairs (2007): 2007 National Health and Nutrition Survey
- Korean National Statistical Office (2007): 2007 National Health and Nutrition Survey
- Mantzoros CS, Williams CJ, Manson JE, Meigs JB, Hu FB (2006): Adherence to the Mediterranean dietary pattern is positively associated with plasma adiponectin concentrations in diabetic women. *Am J Clin Nutr* 84(2): 328-335
- Matsubara M, Maruoka S, Katayose S (2002): Decreased plasma adiponectin concentrations in women with dyslipidemia. *J Clin Endocrinol Metab* 87(6): 2764-3769
- Matsuzawa Y, Funahashi T, Kihara S, Shimomura I (2004): Adiponectin and metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 24(1): 29-33
- McKeown NM, Liu E, Meigs JB, Rogers G, D'Agostino R, Jacques P (2004): Carbohydrate-related dietary factors and plasma adiponectin levels in healthy adults in the Framingham Offspring Cohort. *Experimental Biology* 27(2): 538-546
- Ministry of Health and Welfare (2006): 2005 National Health and Nutrition Survey Report
- Motoshima H, Wu X, Sinha MK, Hardy VE, Rosato EL, Barbot DJ, Rosato FE, Goldstein BJ (2002): Differential regulation of adiponectin secretion from cultured human omental and subcutaneous adipocytes: effects of insulin and rosiglitazone. *J Clin Endocrinol Metab* 87(12): 5662-5667
- Pineiro R, Iglesias MJ, Gallego R, Raghay K, Eiras S, Rubio J, Dieguez C, Gualillo O, Gonzalez-Juanatey JR, Lago F (2005): Adiponectin is synthesized and secreted by human and murine cardiomyocytes. *FEBS Lett* 579(23): 5163-5169
- Qi L, Rimm E, Liu S, Rifai N, Hu FB (2005): Dietary glycemic index, glycemic load, cereal fiber, and plasma adiponectin concentration in diabetic men. *Diabetes Care* 28(5): 1022-1028
- Ryo M, Nakamura T, Kihara S, Kumada M, Shibazaki S, Takahashi M, Nagai M, Matsuzawa Y, Funahashi T (2004): Adiponectin as a biomarker of the metabolic syndrome. *Circ J* 68(11): 975-981
- Williams CJ, Fargnoli JL, Hwang JJ, Van Dam RM, Blackburn GL, Hu FB, Mantzoros CS (2008): Coffee consumption is associated with higher plasma adiponectin concentrations in women with or without type 2 diabetes. *Diabetes Care* 31(3): 504-507
- Yang WS, Lee WJ, Funahashi T, Tanaka S, Matsuzawa Y, Chao CL, Chen CL, Tai TY, Chuang LM (2002): Plasma adiponectin levels in overweight and obese Asians. *Obes Res* 10(11): 1104-1110
- Yannakoulia M, Yiannakouris N, Bluher S, Matalas AI, Klimis-Zacas D, Mantzoros Cs (2003): Body fat mass and macronutrient intake in relation to circulating soluble leptin receptor, free leptin index, adiponectin, and resistin concentrations in healthy humans. *J Clin Endocrinol Metab* 88(4): 1730-1736
- Yatagai T, Nagasaka S, Taniguchi A, Fukushima M, Nakamura T, Kuroe A, Nakai Y, Ishibashi S (2003): Hypoadiponectinemia is associated with visceral fat accumulation and insulin resistance in Japanese men with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 52(10): 1274-1278
- Zhu M, Miura J, Lu LX, Bernier M, DeCabo R, Lane MA, Roth GS, Ingram DK (2004): Circulating adiponectin levels increase in rats on caloric restriction the potential for insulin sensitization. *Exp Gerontol* 39(7): 1049-1059