

농업인의 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도와 대사증후군 간의 관련성

연서은 · 손희령 · 최정숙¹⁾ · 김은경[†]

강릉원주대학교 식품영양학과, ¹⁾농촌진흥청 농업과학원

Relationships among Serum Adiponectin, Leptin and Vitamin D Concentrations and the Metabolic Syndrome in Farmers

Seo-Eun Yeon, Hee-Ryoung Son, Jung-Sook Choi¹⁾, Eun-Kyung Kim[†]

¹⁾Department of Food and Nutrition, Gangneung-Wonju National University, Gangwon-do, Korea

²⁾National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationships among serum adiponectin, leptin and vitamin D concentrations and the metabolic syndrome in Korean farmers. 105 (26 males, 79 females) farmers (39~78 years, mean age 59.4 ± 9.6 years) in Gangwon - area were included in this study. Anthropometric measurements and biochemical blood analysis of subjects were carried out. The prevalence of obesity, abdominal obesity, hypertension, diabetes, hypertriglyceridemia, hypercholesterolemia and hyper LDL-cholesterolemia, metabolic syndrome were 51.9%, 65.7%, 49.5%, 15.3%, 17.3%, 13.5%, 11.5% and 40.9%, respectively. Serum adiponectin and leptin levels (8.90 µg/ml and 12.6 ng/ml) of females were significantly higher than those (6.49 µg/ml and 4.88 ng/ml) of males. But there was no significant difference in 25(OH)vitamin D concentration between males (15.4 ng/ml) and females (16.9 ng/ml). In the subjects with metabolic syndrome, the adiponectin levels were significantly lower and leptin levels were significantly higher than those of the subjects without metabolic syndrome. Serum adiponectin level had positive correlations with HDL-cholesterol level ($r = 0.325$, $p < 0.001$), but showed negative correlations with triglyceride and fasting blood glucose concentrations, body weight and waist/hip circumference ratio ($r = -0.202 \sim -0.317$, $p < 0.05$). Serum leptin and 25(OH)vitamin D concentrations were positively correlated with body fat (kg, %) and BMI, waist and hip circumferences ($r = 0.244 \sim 0.682$, $p < 0.001$). The results of this study suggested that adiponectin and leptin levels could be credible indices to predict chronic diseases in farmers. However, further research on vitamin D should be carried out considering another factors. (*Korean J Community Nutr* 19(1) : 12~26, 2014)

KEY WORDS : farmer · adiponectin · leptin · vitamin D · chronic diseases

접수일: 2014년 1월 13일 접수

수정일: 2014년 2월 14일 수정

채택일: 2014년 2월 18일 채택

*This study was supported by grants from rural development administration of Korea (RDA: 20120401-037-501-001-03-00)

[†]**Corresponding author:** Eun Kyung Kim, Department of Food & Nutrition, Gangneung-Wonju National University, 7 Jukheon road, Gangneung, Gangwon-do 210-702, Korea
Tel: (033) 640-2336, Fax: (033) 640-2330
E-mail: ekkim@gwnu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

최근 한국인의 주요 사망원인으로 암(27.6%), 심장질환(9.9%), 뇌혈관질환(9.6%), 당뇨병(4.3%) 및 고혈압(2.0%)이 보고되었으며(Korean National Statistical Office 2012b), 이들 만성질환 유병율은 1998년 이후 점차 증가하는 추세이다(Ministry of Health and Welfare 2011). 대사증후군은 당대사이상, 고혈압, 이상지질혈증 등의 위험요인들이 군집하여 만성적 경과를 보이는 대사 장애를 지칭하며(Reaven 1988; Cho & Kang 2010), 한국인의 주요 사망원인인 심혈관 질환 및 당뇨 등의 만성질환위험

을 증가시킨다는 점에서 주목받고 있다(McNeill 등 2005; Vannamethee 등 2005; Hwang 등 2009). 대사증후군 등으로 인한 만성질환은 바르지 못한 생활습관이 주된 원인으로 작용하며, 특히 고령에서 그 위험이 증가한다(Cho 2009).

농가인구의 고령화율(35.6%)은 전체 고령화율(11.8%)의 3배에 해당하는 등 심각한 고령화 현상을 보이고 있다(Korean National Statistical Office 2012a). 또한 농촌의 경우 농사를 지을 수 있는 계절인 농번기와 낮은 온도로 농사를 지을 수 없는 농한기로 나뉘게 되는데, 이로 인하여 농사시기별 활동량의 차이가 발생하게 된다. Lim & Yoon(1995)은 농업인의 경우 농한기에는 생리적 활동과 기본활동에 소비하는 에너지가 많은 반면, 농번기에는 농작업 활동으로 많은 에너지를 소비하여 일일 평균에너지 소비량이 농한기에 비해 많았음을 보고하였다. 따라서 농촌의 고령화와 농사시기별 에너지소비의 불균형으로 인하여 농업인의 만성질환 위험은 더욱 증가할 것으로 예측된다.

Suh(1995)는 한국 노인의 만성질환 상태 및 보건·의료 대책 연구에서 전국 106개 표본조사구에 거주하는 만 60세 이상 노인 2000여명 중 85.9%는 3개월 이상 지속되는 만성질환을 앓고 있었으며, 지역별로 살펴 볼 때 농촌노인(89.2%)이 도시노인(83.4%)에 비하여 만성질환 유병율이 높음을 보고하였다. 그리고 2011년 국민건강영양조사 결과에 따르면 농촌지역에 해당하는 “읍·면 지역”의 경우 비만, 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 등의 유병률이 도시지역에 해당하는 “동 지역”에 비해 높았다(Ministry of Health and Welfare 2011).

최근, 지방세포에서 발견되고 분비되는 아디포카인이 에너지 균형, 포도당 항상성, 지방대사 및 염증 등의 대사성 질환 발생에 관여하는 것으로 밝혀지면서 이들과 만성질환에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다(Tilg & Moschen 2006). 대표적인 아디포카인으로 아디포넥틴과 렙틴을 들 수 있는데, 아디포넥틴은 기아·공복시에 분비가 증가되며 당대사 및 지질대사를 조절한다. 또한 혈관내피세포에 항염증 작용을 함으로써(Ahima & Flier 2000) 고혈압, 당뇨, 고지혈증 및 동맥경화를 억제하여(Kumada 등 2003) 심혈관질환을 예방하는 것으로 알려지고 있다(Fruhbeck 등 2004). 한편 렙틴은 뇌의 시상하부에 작용하여 식욕을 조절하고 에너지소비를 증가시키며(Muoio & Dohm 2002) 지방조직에서 지방형성을 억제하고 인슐린 저항성을 개선시키는 작용을 하는데(Buettner 등 2008), 혈중 렙틴 농도가 높아진 비만인에서 렙틴 저항성이 나타난다. 따라서 체지방량이 비정상적으로 증가할 경우 아디포카인의 분비 이상이

초래되어 인슐린 저항성, 동맥경화 및 심혈관계 질환 등의 발생이 증가하게 된다(Matsuzawa 등 2004; Ryo 등 2004).

비타민 D는 신장조직에서 활성형 비타민 D의 형태로 혈액을 통해 운반되어 단백질 합성을 촉진시킴으로써 몸의 생리적 기능에 관여하는데, 혈청 25-hydroxyvitamin D(25(OH)vitamin D)농도를 이용하여 비타민 D 영양상태를 판정한다(Park & Kim 2013). 최근에는 비타민 D의 항암, 면역, 항당뇨병성 기능 등이 보고되었으며(Colston 2008; Artaza 등 2009; Editorials 2011), 몇몇 연구들은 비타민 D가 심혈관 질환, 당뇨 또는 당화혈색소, 고혈압, 이상지질혈증과 관련이 있음을 제안하였다(Hypponen & Power 2006; Martins 등 2007; Scragg 등 2007; Michos & Melamed 2008).

이처럼, 최근 만성질환 위험의 지표로써 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도와 비만, 당뇨, 심혈관 질환 및 대사증후군 등과의 상관성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 만성질환 발생 위험이 증가되어 있는 농업인을 대상으로 한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 도시화 현상 및 젊은이의 이농(離農) 현상에 따라 고령화 및 여성인구 비율의 증가가 가속화 되고 있는 농촌 거주 주민에 있어서 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 수준을 대사증후군 여부에 따라 비교해 보고 이들과 만성질환 위험 요인간의 관련성을 살펴봄으로써 농업인의 만성질환 관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 강원도 지역(강릉, 평창, 정선, 양양, 홍천, 횡성, 삼척, 춘천 등)에 거주하는 농업인을 대상으로 하였으며, 이들은 연구 내용 및 목적을 충분히 숙지하고 연구 참여에 대한 동의를 작성한 후 자발적으로 참여하였다. 모집된 대상자는 총 105명으로 남성 26명, 여성 79명으로 구성되었다. 본 연구는 2011년 12월 14일부터 2012년 2월 17일까지 약 2개월간 수행되었다.

2. 신체계측 및 혈압 측정

신장은 자동신장계(BSM 330, Biospace, Korea)를 이용하여 가벼운 옷차림을 한 상태에서 직립한 자세로 측정하였고, 체중 및 체성분은 생체전기저항법(Bioelectrical impedance analysis)인 Inbody 720(Biospace Co. Korea)을 이용하여 측정하였다. 측정된 신장, 체중 및 체지

방량 값을 이용하여 체표면적 (Body surface area; BSA), 체질량지수 (Body mass index; BMI) 그리고 체지방량 (Fat-free mass; FFM)을 다음과 같이 계산하였다.

- Body surface area (BSA) = [Weight (kg)]^{0.425} × [Height (cm)]^{0.725} × 0.007184 (DuBois & DuBois 1916)
- Body mass index (BMI) = Weight (kg)/Height (m)²
- Fat free mass (kg) = Weight (kg) - Fat mass (kg)

허리둘레는 배꼽 위 1 cm 부위에 줄자가 수평이 되도록 위치하게 하여 측정하였고 엉덩이둘레는 가장 돌출한 부위를 측정하였으며, 각각 2회 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

삼두근 피부두겹두께 (Triceps skinfold thickness; TSF)는 디지털 캘리퍼 (Skyndex, Caldwell & Justiss Co., USA)를 이용하여 측정하였으며, 상완위둘레 (Mid arm circumference; MAC)는 유리섬유 재질의 줄자를 이용하여 mm단위까지 측정하였다. 각각 2회 반복 측정한 삼두근 피부두겹두께와 상완위 둘레의 평균값을 Heymsfield 등 (1982)의 공식에 적용하여 근육량을 산출하였다.

안정상태를 유지시킨 후 자동혈압계 (HEM-770A, OMRON, Japan)를 이용하여 수축기 혈압과 이완기 혈압을 측정하였고, 우측 상완의 혈압을 2회 반복 측정하여 평균값을 계산하였으며, 측정 오차를 줄이기 위하여 동일인이 동일한 방법으로 측정하도록 하였다.

3. 생화학적 분석

혈액 검사를 위해 12시간 공복 후 연구대상자의 상완정맥에서 채취한 혈액을 원심분리하여 혈청을 분리한 후, 혈액분석 전문기관에 공복시 혈당, 혈중 지질, 아디포넥틴, 렙틴 및 25(OH) vitamin D 농도 등의 분석을 의뢰하였다.

공복시 혈당과 중성지방, 총 콜레스테롤 그리고 HDL-콜레스테롤의 농도는 효소법 (HITACHI7600, Hitachi, Japan)을 이용하여 분석하였고, LDL-콜레스테롤의 농도는 Friedewald 등 (1972)의 계산식을 이용하여 산출하였으며, 총 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 농도를 이용하여 동맥경화지수 (Atherogenic index; AI)를 산출하였다.

- LDL-cholesterol = Total cholesterol - [HDL-cholesterol + (Triglyceride/5)]
- AI = (Total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol

아디포넥틴 농도는 human adiponectin enzyme-

linked immunosorbent assay (ELISA) kit을 이용하여 ELISA방법 (Automatic microplate reader, molecular Devices, USA)으로 분석되어졌다. 렙틴 농도는 human leptin radioimmunoassay (RIA) kit을 이용하여 RIA방법 (1470 WIZARD r-Counter, PerkinElmer, Finland)으로, 혈청 25(OH) vitamin D 농도는 chemiluminescent immunoassay (CLIA) 방법 (LIAISON, DiaSorin, USA)으로 LIAISON 25 OH vitamin D TOTAL assay을 사용하여 분석되어졌다.

4. 대사증후군의 진단

대사증후군의 진단은 National Cholesterol Education Program-Adults Treatment Panel III (NCEP-ATP III, NCEP 2001)의 진단 기준을 기본으로 하되, 각 항목별 질환과 관련된 약물을 복용하는 경우도 포함시켰다 (Zhuo 등 2009). 즉, 아래의 다섯 가지 구성요소 중 3가지 이상이 있는 경우를 대사증후군으로 진단하였다.

- ① 아시아인 기준에 따라 허리둘레 남자 90 cm 이상, 여자 80 cm 이상
- ② 혈중 중성지방이 150 mg/dl 이상 또는 관련 약물을 복용하고 있는 경우
- ③ 혈중 HDL-콜레스테롤이 남자 40 mg/dl, 여자 50 mg/dl 이하 또는 관련 약물을 복용하고 있는 경우
- ④ 이완기 혈압 85 mmHg 이상 또는 수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 관련 약물을 복용하고 있는 경우
- ⑤ 공복 혈당이 100 ml/dl 이상 또는 관련 약물을 복용하고 있는 경우

5. 자료처리 및 통계분석

수집된 모든 자료는 SAS 통계 프로그램 (Ver. 9.3)을 이용하여 분석하였다. 연구대상자의 모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였으며, 성별 및 대사증후군 유무에 따라 비교하고자 하는 모든 변수들의 평균값의 유의성은 student t-test를 이용하여 검증하였다. 조사대상자의 성별, 연령대 별 분포와 만성질환 (비만, 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 대사증후군 등) 유병율 분포는 교차분석을 통하여 빈도와 백분율을 구하였고 그 차이는 χ^2 -test로 검증하였다. 또한 Pearson's correlation coefficient를 이용하여 아디포넥틴, 렙틴 그리고 25(OH) vitamin D와 여러 가지 변수들과의 상관관계를 분석하였으며 모든 통계적 유의수준은 p < 0.05를 기준으로 하였다.

Table 1. The distribution of subjects by the gender and by the age group

Age group (years)	Male (n = 26)	Female (n = 79)	Total (n = 105)	χ^2 -value
30 – 49	8 (30.8) ¹⁾	13 (16.5)	21 (20.0)	2.638 (0.267)
50 – 64	11 (42.3)	37 (46.8)	48 (45.7)	
65–	7 (26.9)	29 (36.7)	36 (34.3)	
Mean Age (years)	56.8 ± 10.8 ²⁾	60.3 ± 9.0	59.4 ± 9.6	

1) N (%)
2) Mean ± SD

연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구는 남성 26명 (24.8%)과 여성 79명 (75.2%), 총 105명을 대상으로 하였으며, 연구 대상자의 성별 및 연령별 분포의 유의한 차이는 없었다. 연령대별로는 50~64세 및 65세 이상의 연령대가 각각 48명 (45.7%)과 36명 (34.3%)로 전체 대상자의 80%가 50세 이상이었다. 또한, 연구 대상자의 평균 연령은 남녀 각각 56.8 세와 60.3 세였으며, 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 1).

본 연구대상자의 신체계측 결과는 Table 2와 같다. 대상자의 신장, 체중 그리고 체표면적은 남성 (168.0 cm, 70.9 kg와 1.80 m²)이 여성 (154.4 cm, 60.5 kg와 1.58 m²)보다 유의하게 높은 값을 나타내었다. 체지방량 (kg)과 체지방률 (%)은 여성 (22.0 kg과 36.0%)이 남성 (18.3 kg과 25.3%)보다 유의하게 높았고 체지방량 (kg)과 근육량 (%)은 남성 (52.6 kg과 35.8%)이 여성 (38.5 kg과 26.2%)보다 유의하게 높았다. 허리둘레와 허리 · 엉덩이 둘레 비율도 남성이 각각 90.0 cm와 0.90로 여성의 86.0 cm와 0.87보다 유의하게 높게 나타났다. 한편, 수축기 혈압과 이완기 혈압은 남녀 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. 연구대상자의 혈액분석 결과

연구대상자의 혈액분석 결과는 Table 3과 같다. 남성의

Table 2. Anthropometric measurements of subjects by the gender

	Male (n = 26)	Female (n = 79)
Age (years)	56.8 ± 10.8 ¹⁾	60.3 ± 9.0
Height (cm)	168.0 ± 7.0	154.4 ± 5.7***
Body weight (kg)	70.9 ± 12.1	60.5 ± 8.1***
Body Surface Area (m ²)	1.80 ± 0.17	1.58 ± 0.11***
Body Mass Index (kg/m ²)	25.0 ± 3.3	25.4 ± 3.0
Obesity Index (%)	115.1 ± 14.8	116.9 ± 14.1
Body fat (kg)	18.3 ± 6.5	22.0 ± 5.4**
Body fat (%) ²⁾	25.3 ± 5.7	36.0 ± 5.3***
Fat free mass (kg)	52.6 ± 7.7	38.5 ± 4.3***
Waist circumference (cm)	90.0 ± 9.2	86.0 ± 8.4*
Hip circumference (cm)	99.5 ± 6.9	98.7 ± 5.9
Waist/Hip ratio	0.90 ± 0.05	0.87 ± 0.06**
Mid-arm circumference (cm)	29.5 ± 2.7	28.7 ± 2.7
Triceps skin fold (mm)	12.7 ± 5.9	27.3 ± 6.2***
Muscle (kg) ³⁾	25.3 ± 6.0	15.8 ± 2.9***
Muscle (%) ⁴⁾	35.8 ± 6.5	26.2 ± 4.0***
Systolic Blood Pressure (mmHg)	129.8 ± 19.1	125.1 ± 16.2
Diastolic Blood Pressure (mmHg)	82.6 ± 11.1	79.5 ± 9.2

1) Mean ± SD
2) Body fat (%) measured by Inbody 720
3) Muscle (kg) calculated by Heymsfield's formula
4) Muscle (%) = [Muscle (kg) / Body weight (kg)] × 100
*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001 Significantly different between male and female by t-test

Table 3. Fasting blood glucose levels and blood lipid profiles of subjects by the gender

	Male	Female	Total
Fasting glucose (mg/dl)	100.4 ± 27.0 ¹⁾	92.1 ± 34.6	93.8 ± 33.2
Triglyceride (mg/dl)	171.6 ± 90.8	122.1 ± 66.9*	134.0 ± 75.9
Total cholesterol (mg/dl)	200.3 ± 35.9	199.4 ± 43.7	199.6 ± 41.8
HDL-cholesterol (mg/dl)	49.1 ± 12.6	53.2 ± 12.9	52.2 ± 12.9
LDL-cholesterol (mg/dl)	116.9 ± 35.2	121.8 ± 37.4	120.6 ± 36.8
LDL-C/HDL-C ratio	2.55 ± 1.06	2.37 ± 0.8	2.42 ± 0.87
Atherogenic index ²⁾	3.35 ± 1.43	2.87 ± 0.93	2.99 ± 1.08

1) Mean ± SD
2) Atherogenic index = (Total cholesterol – HDL cholesterol) / HDL cholesterol
*: p < 0.05 Significantly different between male and female by t-test

중성지방 농도는 171.6 mg/dl로 여성(122.1 mg/dl)에 비해 유의하게 높았으며, 이는 정상수준(Triglyceride < 150 mg/dl) 보다 높은 수치였다. 한편, 중성지방을 제외한 모든 수치는 남녀 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 전체 대상자의 공복시 혈당은 93.8 mg/dl였고, 총 콜레스테롤 농도는

199.6 mg/dl이었다. LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤의 비는 2.42이었으며, 동맥경화지수를 산출한 결과 2.99의 값을 나타내었다.

대상자의 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 25(OH)vitamin D의 농도를 살펴보면(Table 4), 남성의 혈중 아디포넥틴 농도

Table 4. Serum adiponectin, leptin and 25(OH)vitamin D concentrations of subjects by the gender

	Male	Female	Total
Adiponectin (µg/ml)	6.49 ± 3.01 ¹⁾	8.90 ± 3.68**	8.32 ± 3.66
Leptin (ng/ml)	4.88 ± 4.03	12.55 ± 8.60***	10.65 ± 8.39
Leptin/adiponectin ratio	0.92 ± 0.74	1.71 ± 1.84**	1.52 ± 1.67
25(OH)vitamin D (ng/ml)	15.4 ± 5.3	16.9 ± 7.0	16.6 ± 6.7

1) Mean ± SD

** : p < 0.01, *** : p < 0.001 Significantly different between male and female by t-test

Table 5. Prevalence of chronic diseases in the subjects

Variables	Criteria of classification	Male	Female	Total	χ ² -value	
BMI (kg/m ²)	Underweight	BMI ≤ 18.5	0 (0.0) ¹⁾	0 (0.0)	χ ² = 2.684 p = 0.261	
	Normal weight	18.5 < BMI ≤ 23	9 (34.6)	15 (19.2)		
	Overweight	23 < BMI ≤ 25	5 (19.2)	21 (26.9)		
	Obesity	25 < BMI	12 (46.2)	42 (53.9)		
	Total		26 (100.0)	78 (100.0)		104 (100.0)
Waist circumference (cm)	Normal	Male: waist < 90 Female: waist < 80	15 (57.7)	21 (26.6)	36 (34.3)	χ ² = 8.403 p = 0.004
	Abdominal obesity	Male: waist ≥ 90 Female: waist ≥ 80	11 (42.3)	58 (73.4)	69 (65.7)	
	Total		26 (100.0)	79 (100.0)	105 (100.0)	
Blood pressure (mmHg)	Normal	DBP < 80 and SBP < 120	5 (19.2)	16 (20.3)	21 (20.0)	χ ² = 0.284 p = 0.868
	Prehypertension	80 ≤ DBP < 90 or 120 ≤ SBP < 140	9 (34.6)	23 (29.1)	32 (30.5)	
	Hypertension	DBP ≥ 90 or SBP ≥ 140	12 (46.2)	40 (50.6)	52 (49.5)	
	Total		26 (100.0)	79 (100.0)	105 (100.0)	
Fasting glucose (mg/dl)	Normal	Fasting glucose < 100	10 (50.0)	64 (82.1)	74 (75.5)	χ ² = 10.55 p = 0.005
	Impaired glucose tolerance	100 ≤ Fasting glucose < 126	5 (25.0)	4 (5.1)	9 (9.2)	
	Diabetes mellitus	126 ≤ Fasting glucose	5 (25.0)	10 (12.8)	15 (15.3)	
	Total		20 (100.0)	78 (100.0)	98 (100.0)	
Triglycerides (mg/dl)	Normal	Triglyceride < 150	12 (48.0)	56 (70.9)	68 (65.4)	χ ² = 5.764 p = 0.056
	Borderline high triglycerides	150 ≤ Triglyceride < 200	5 (20.0)	13 (16.5)	18 (17.3)	
	Hypertriglyceridemia	200 ≤ Triglyceride	8 (32.0)	10 (12.7)	18 (17.3)	
	Total		25 (100.0)	79 (100.0)	104 (100.0)	
Cholesterol (mg/dl)	Normal	Cholesterol < 200	12 (48.0)	40 (50.6)	52 (50.0)	χ ² = 1.257 p = 0.533
	Borderline high cholesterol	200 ≤ Cholesterol < 240	11 (44.0)	27 (34.2)	38 (36.5)	
	Hypercholesterolemia	240 ≤ Cholesterol	2 (8.0)	12 (15.2)	14 (13.5)	
	Total		25 (100.0)	79 (100.0)	104 (100.0)	
LDL-Cholesterol (mg/dl)	Normal	LDL-Cholesterol < 130	16 (64.0)	45 (60.0)	61 (58.7)	χ ² = 0.539 p = 0.764
	Borderline high LDL cholesterol	130 ≤ LDL-Cholesterol < 160	6 (24.0)	25 (31.7)	31 (29.8)	
	Hyper LDL cholesterol	160 ≤ LDL-Cholesterol	3 (12.0)	9 (11.4)	11 (11.5)	
	Total		25 (100.0)	79 (100.0)	104 (100.0)	
Metabolic syndrome	Normal	Risk factor < 3	15 (57.7)	47 (59.5)	62 (59.1)	χ ² = 0.026 p = 0.871
	Metabolic syndrome	Risk factor ≥ 3	11 (42.3)	32 (40.5)	43 (40.9)	
	Total		26 (100.0)	79 (100.0)	105 (100.0)	

1) N (%)

는 6.49 µg/ml로 여성 (8.90 µg/ml)보다 유의하게 낮았으며, 혈중 렙틴 농도 또한 4.88 µg/ml로 여성의 12.6 µg/ml보다 유의하게 낮았다. 한편, 25(OH) vitamin D의 농도는 남녀 각각 15.4 ng/ml와 16.9 ng/ml로 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

3. 만성질환 유병률

비만, 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 대사증후군 등 본 연구 대상자의 만성질환 유병률을 Table 5에 나타내었다. WHO에서 제시한 아시아-태평양 지역의 BMI 기준으로 비만도를 진단 시 저체중은 없었으나, 과체중 비율은 남녀 각각 19.2%와 26.9%였으며, 비만이 각각 46.2%와 53.9%로 나타나 전체 대상자의 76.9%가 과체중 이상이었다. 또한 허리둘레를 이용하여 진단 시 전체대상자의 65.7%(남자 42.3%, 여자 73.4%)가 복부비만에 해당하였다. 남녀 각각 46.2%와 50.6%는 고혈압에 해당되었으며, 고혈압 전단계와 고혈압을 합한 비율은 남성이 80.8%, 여성이 79.7%로 높은 분포를 보였다. 전체 연구대상자의 50%가 고콜레스테롤혈증 또는 고콜레스테롤혈증 위험군에 해당 되었다. 또한 대사증후군 진단 기준 5가지 항목 가운데 3가지 이상에 해당되는 대상자의 분포를 살펴본 결과 남녀 각각 42.3%(11명)와 40.5%(32명)로 조사되어 전체 대상자 중 43명 (40.9%)이 대사증후군으로 진단되었다. 만성질환 유병률 분포에 대한 성별에 따른 차이는 복부비만 및 공복혈당을 기준으로 하였을 때에만 유의한 차이를 보였다.

4. 대사증후군 여부에 따른 공복시 혈당, 혈청지질 및 심혈관 위험 인자

대사증후군 여부에 따른 연구 대상자의 공복시 혈당, 혈청

지질 및 심혈관 위험 인자에 대한 결과를 Table 6에 나타내었다. 공복시 혈당은 남녀 모두 대사증후군 그룹 (115.9 mg/dl와 102.2 mg/dl)이 정상군 (84.8 mg/dl와 85.1 mg/dl)보다 유의하게 높았으며, 중성지방 농도 또한 정상군 (114.4 mg/dl와 107.5 mg/dl)보다 대사증후군 그룹 (244.4 mg/dl와 143.6 mg/dl)에서 유의하게 높았다. 반면, HDL-콜레스테롤 농도는 남녀 모두 정상군 (53.6 mg/dl와 57.7 mg/dl)에 비해 대사증후군 그룹 (43.3 mg/dl와 46.6 mg/dl)이 유의하게 낮은 값을 나타내었다. 동맥경화지수인 atherogenic index는 남녀 모두에서 대사증후군 그룹 (4.03와 3.22)이 정상군 (2.82와 2.64)보다 유의하게 높았다.

5. 대사증후군 여부에 따른 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도

대사증후군 여부에 따른 아디포넥틴, 렙틴 및 25(OH) vitamin D 농도는 Table 7과 같다. 남성의 경우, 대사증후군 그룹의 아디포넥틴 농도 (5.13 µg/ml)는 정상군 (7.56 µg/ml)보다 유의하게 낮았으나, 렙틴 농도는 대사증후군 그룹 (7.06 ng/ml)이 정상군 (3.28 ng/ml)보다 유의하게 높았다. 여성의 경우도 대사증후군 그룹의 아디포넥틴 농도 (7.81 µg/ml)가 정상군 (9.64 µg/ml)보다 유의하게 낮았으며, 렙틴 농도는 대사증후군 그룹 (15.1 ng/ml)이 정상군 (10.8 ng/ml)보다 유의하게 높았다. 한편, 25(OH) vitamin D 농도는 남녀 모두 대사증후군 여부에 따른 차이를 보이지 않았다.

6. 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도와 관련 변수들과의 상관관계

아디포넥틴, 렙틴 및 25(OH) vitamin D 농도와 만성질환

Table 6. Comparison of fasting blood glucose concentrations and lipid profiles in subjects with and without metabolic syndrome

	Male (n = 26)		Female (n = 79)	
	MS (-) ¹⁾ (n = 15)	MS (+) ²⁾ (n = 11)	MS (-) (n = 47)	MS (+) (n = 32)
Fasting glucose (mg/dl)	84.8 ± 10.2 ³⁾	115.9 ± 29.9**	85.1 ± 29.4	102.2 ± 39.3*
Triglyceride (mg/dl)	114.4 ± 41.7	244.4 ± 84.4***	107.5 ± 62.2	143.6 ± 68.8*††
Total cholesterol (mg/dl)	195.1 ± 32.4	206.8 ± 40.5	204.3 ± 35.1	192.3 ± 53.7
HDL-cholesterol (mg/dl)	53.6 ± 13.7	43.3 ± 8.5*	57.7 ± 11.6	46.6 ± 12.0***
LDL-cholesterol (mg/dl)	118.6 ± 28.1	114.7 ± 44.0	125.1 ± 31.8	117.0 ± 44.6
LDL-C/HDL-C ratio	2.35 ± 0.86	2.82 ± 1.27	2.24 ± 0.72	2.57 ± 0.87
Atherogenic index	2.82 ± 1.05	4.03 ± 1.61*	2.64 ± 0.83	3.22 ± 0.96**

1) MS (-): without metabolic syndrome

2) MS(+): with metabolic syndrome

3) Mean ± SD

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001 Significantly different between MS (-) and MS (+) by t-test

††: p < 0.001 Significantly different between male and female by t-test

Table 7. Comparison of serum adiponectin, leptin and 25(OH)vitamin D concentrations in subjects with and without metabolic syndrome

	Male		Female	
	MS (-) ¹⁾	MS (+) ²⁾	MS (-)	MS (+)
Adiponectin (µg/ml)	7.56 ± 3.23 ³⁾	5.13 ± 2.12*	9.64 ± 3.84 [†]	7.81 ± 3.17* [†]
Leptin (ng/ml)	3.28 ± 1.43	7.06 ± 5.36*	10.8 ± 6.4 ^{†††}	15.1 ± 10.6* ^{††}
Leptin/adiponectin ratio	0.61 ± 0.56	1.41 ± 0.73**	1.28 ± 0.87 ^{††}	2.34 ± 2.58*
25(OH)vitamin D (ng/ml)	16.4 ± 4.5	14.1 ± 6.2	15.8 ± 6.8	18.5 ± 7.1

1) MS (-): without metabolic syndrome

2) MS (+): with metabolic syndrome

3) Mean ± SD

*: p < 0.05, **: p < 0.01 Significantly different between MS (-) and MS (+) by t-test

†: p < 0.05, ††: p < 0.01, †††: p < 0.001 Significantly different between male and female by t-test

Table 8. Pearson's correlation coefficients of serum adiponectin, leptin, leptin to adiponectin ratio and serum 25(OH)vitamin D concentration with study variables

Variables	Adiponectin	Leptin	Leptin/adiponectin ratio	25(OH)vitamin D
Age	0.189 ¹⁾	0.042	-0.084	0.015
Height	-0.253**	-0.389***	-0.211*	0.070
Body weight	-0.247*	0.179	0.290**	0.246*
Body fat (kg)	-0.014	0.682***	0.624***	0.363***
Body fat (%)	0.180	0.727***	0.559***	0.269**
Body Mass Index	-0.101	0.590***	0.578***	0.277**
Waist	-0.185	0.401***	0.370***	0.244*
Hip	-0.096	0.490***	0.418***	0.347***
Waist/Hip ratio	-0.202*	0.156	0.181	0.044
Systolic Blood Pressure	-0.013	-0.149	-0.107	-0.076
Diastolic Blood Pressure	-0.012	-0.101	-0.089	-0.031
Fasting glucose	-0.254*	0.114	0.356***	0.095
Triglyceride	-0.317**	0.051	0.113	0.078
Total cholesterol	0.120	-0.022	0.090	-0.015
HDL-cholesterol	0.325***	0.064	-0.046	-0.110
LDL-cholesterol	0.024	-0.028	-0.010	0.097
Atherogenic index	-0.080	-0.012	0.047	0.109
Adiponectin	1.00	0.062	-0.323***	-0.78
Leptin	0.062	1.00	0.814***	0.203*
Leptin/adiponectin ratio	-0.323***	0.814***	1.00	0.159
25-OH-Vitamin D	-0.78	0.203*	0.159	1.00

1) Pearson's correlation coefficient (r)

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001 Significantly correlated

과 관련된 변수들과의 상관관계를 분석하여 Table 8에 제시하였다. 대상자의 아디포넥틴 농도는 HDL-콜레스테롤 농도 (r = 0.325)와 유의한 양의 상관성 (p < 0.001)을 보였으나, 신장 (r = -0.253), 체중 (r = -0.247), 허리·엉덩이둘레비 (r = -0.202), 공복시 혈당 (r = -0.254) 및 중성지방 농도 (r = -0.317)와는 유의한 음의 상관성을 보였다 (p < 0.05).

대상자의 렙틴 농도는 체지방률과 가장 높은 양의 상관성 (r = 0.727, p < 0.001)을 보였으며 체지방량 (r = 0.682),

체질량지수 (r = 0.590), 허리둘레 (r = 0.401) 및 엉덩이둘레 (r = 0.490)와도 높은 양의 상관관계를 나타내었다 (p < 0.001).

렙틴/아디포넥틴 비율과 체지방량, 체지방률, 체질량지수는 r = 0.559~0.624에서, 체중, 허리둘레, 엉덩이둘레 및 공복시 혈당은 r = 0.356~0.418에서 유의한 양의 상관성을 보였다 (p < 0.01). 또한 25(OH)vitamin D 농도는 체중 (r = 0.246), 체지방량 (r = 0.363), 체지방률 (r = 0.269), 체질량지수 (r = 0.277), 허리둘레 (r = 0.244) 및

영덩이둘레 ($r = 0.347$)와 유의한 양의 상관관계를 나타내었다 ($p < 0.05$).

렙틴/아디포넥틴 비율은 아디포넥틴 ($r = -0.323$)과 음의 상관성 ($p < 0.001$)을 보인 반면, 렙틴 ($r = 0.814$)과는 양의 상관성 ($p < 0.001$)을 보였다. 또한 렙틴과 25(OH)vitamin D 농도는 유의한 양의 상관관계 ($r = 0.203$, $p < 0.05$)를 나타내었다.

고 찰

본 연구는 농업인을 대상으로 신체계측과 혈액검사를 실시하여 만성질환 발생의 위험도를 조사하였고, 만성질환 발생의 위험지표와 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도 간의 상관성을 분석하였으며, 대사증후군 여부(MS(+군, MS(-)군)에 따른 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도를 비교해 보았다.

본 연구 대상자의 평균연령은 59.4세로 50세 이상에 해당하는 비율이 전체 대상자의 80%를 차지하고 있었고, 전체연구대상자 105명 가운데 75.2%가 여성이었다. 농촌 인구의 향후 전망을 발표한 Lee의 연구(2007)에 따르면 현재 농촌의 65세 이상 노령 계층에서 여성이 차지하는 비율이 남성보다 높으며 앞으로도 계속 여성 고령층이 많아질 것임을 예상한 바 있어, 본 연구대상자의 성별분포에서 우리나라 농업인의 인구특성이 반영된 것으로 생각된다.

농가의 65세 이상 인구비율은 2001년에는 24.4%였으나 2012년에는 35.6%로 점점 더 증가하고 있다(Korean National Statistical Office 2012a). 고령인구 비율이 높은 농촌지역의 50세 이상 주민을 대상으로 한 연구(Choe 등 2004; Lee 등 2008) 결과에 따르면, 연령이 증가할수록 비만도, 체지방율, 총콜레스테롤, 중성지방 및 혈색소치 등 신체계측결과와 생화학적 상태가 양호하지 못한 사람이 많아짐을 보고하였다. 이처럼 농업인의 신체조성 및 생화학적 지표는 고령의 영향을 받으며, 농작업 시기별 활동량의 차이라는 농업인의 특성 또한 영향을 미쳐 농한기의 경우 농번기나 추수기에 비해 체지방률이 유의하게 높았던 반면 체지방률은 유의하게 낮았음이 보고된 바 있다(Lim & Yoon 1995).

본 연구대상자의 신체계측치 및 혈액분석 결과를 본 연구대상자와 유사한 연령층을 대상으로 중도시에서 실시된 연구결과(Lee & Woo 2002, 남성 56.4세, 여성 55.9세)와 비교하여 보면, 평균 체질량지수는 남녀 각각 25.0 kg/m²와 25.4 kg/m²로, 중도시 중년층(남성 24.5 kg/m², 여성 24.6 kg/m²)에 비하여 다소 높은 편이었으며, 국민건강영양조사(Ministry of Health and Welfare 2011)의 50~59세

남녀 평균값(24.0 kg/m², 24.2 kg/m²)보다도 높았다. 또한 전체 대상자 중 51.9%가 세계보건기구(World Health Organization 1998)에서 제시하는 아시아인에 대한 비만 권고 기준(BMI > 25.0 kg/m²)에 해당하였다. 허리 · 영덩이둘레비 역시 남녀 모두 동일 연령층의 중도시 중년층(남성 0.88, 여성 0.85)에 비해 높은 수치였다. 혈압 또한 남녀 모두 중도시 중년층(남성 121.9/81.3 mmHg, 여성 121.7/80.1 mmHg) 및 국민건강영양조사(Ministry of Health and Welfare 2011)의 50~59세 성인(남성 124.0/82.1 mmHg, 여성 119.9/77.3 mmHg)에 비해 높은 것으로 나타났다. 혈액 검사결과를 살펴보면, 공복시 혈당, 중성지방 및 총 콜레스테롤 농도는 남성의 경우 중도시 중년층(96.1 mg/dl, 133.7 mg/dl 와 199.2 mg/dl)보다 높았으나, 여성은 중도시 중년층(94.5 mg/dl, 150.8 mg/dl 와 220.8 mg/dl)에 비해 낮았다.

이처럼 만성질환 발생의 위험도를 판정하는 신체계측치의 대부분은 농촌에 거주하는 농업인이 중도시에 거주하는 동일연령층에 비해 높았다. 또한 본 연구 대상자인 농업인에 있어서 고혈압, 공복혈당장애 및 이상지질혈증 등의 유병율을 살펴본 결과, 혈압의 경우 정상 혈압에 해당하는 비율이 20%로 매우 낮았으며, 혈액 중의 중성지방, 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 또한 정상수치를 벗어나는 위험군의 비율이 34.6%~50.0%로 높음을 확인할 수 있었다. 이들 지표는 대사증후군을 진단하는 구성요소로서 농업인의 대사증후군 발병 위험과 관련된다. 대사증후군은 비만, 당뇨, 심혈관질환 등의 만성질환이 발병하기 전 단계로, 이들 지표에 따른 유병율을 살펴보는 것은 농업인에서의 만성질환 발병 위험과 관련하여 의미가 있다고 할 수 있다.

본 연구 대상자인 농업인의 혈중 아디포넥틴 농도는 남성 6.49 µg/ml와 여성 8.90 µg/ml로 나타났으며 남성에 비해 여성이 유의하게 높았는데, 이러한 성별에 따른 차이는 성호르몬에 의한 영향으로서 이전에 발표된 연구 결과(Arita 등 1999; Zoccali 등 2002; Cnop 등 2003)와 일치한다. 즉, Nishizawa 등(2002)은 남성호르몬인 안드로겐이 아디포넥틴 농도를 감소시킨다고 보고하였으며, 테스토스테론 또한 아디포넥틴 농도의 감소와 관련이 있음이 보고된 바 있다(Tsou 등 2004).

한편, 본 연구 결과(농업인의 아디포넥틴 농도)를 성인을 대상으로 한 국내의 타 연구결과와 비교해 보면, Yoon 등(2008)이 조사한 24~87세의 성인(남성 7.20 µg/ml와 여성 10.8 µg/ml)에 비하여 낮았는데, 이는 본 연구 대상자의 평균연령이 59.4세로 Yoon 등(2008)의 대상자(평균연령 45.8세)보다 고령이었으며, 체질량지수, 허리둘레, 그리고

중성지방 등의 수치 또한 높은 특성을 보였기 때문이라 생각된다. 반면, Yoo 등 (2012)이 조사한 30~59세 성인남성의 아디포넥틴 농도(43.4세, 4.40 $\mu\text{g/ml}$)에 비해서는 높았고, 여성(44.3세, 8.60 $\mu\text{g/ml}$)과는 비슷한 수치였는데, 본 연구 대상자는 Yoo 등 (2012)의 대상자에 비해 평균연령은 높았으나, 체질량지수 및 혈중 중성지방농도는 낮았으며 특히 남성에서 더 큰 차이를 보였다.

아디포넥틴 농도와 신체계측 및 생화학적 지표와의 상관성을 조사한 이전의 연구결과에 의하면, 아디포넥틴은 체중, 체지방량, 체질량지수, 공복혈당, 중성지방 및 혈압 등과 음의 상관성을 가지며, HDL-콜레스테롤과는 양의 상관성을 가짐이 보고되었다(Kim 등 2004; Lee 등 2007; Yoon 등 2008; Yoo 등 2012). 또한, 연령과 함께 체지방량이 증가하기 때문에 연령이 증가할수록 아디포넥틴은 감소한다는 결과(Ryo 2004)가 있지만, 체지방량 및 체질량지수를 보정하여 연령과 아디포넥틴의 상관성을 살펴본 결과 이들 변수 간에 상관성이 없음을 보고한 연구도 있었다(Arita 등 1999; Ryan 등 2003). 따라서 본 연구 대상자와 이전 연구들에서의 대상자간 아디포넥틴의 농도의 차이는 단순히 연령의 차이로 해석할 수 없으며, 아디포넥틴 농도에 영향을 미친다고 알려진 체성분(체중, 체질량지수, 체지방량 및 허리둘레) 및 생화학적 지표(공복시 혈당, 혈중 지질농도 등)에 대해서도 고려해 보아야 할 것이다.

아디포넥틴은 지방세포에서 분비되는 호르몬으로 비만 시 혈중 아디포넥틴 농도는 정상인에 비하여 낮은 수치를 보인다(Motoshima 등 2002; Bruun 등 2003). 이전의 연구는 체중 및 체질량지수와 아디포넥틴 사이에 강한 음의 상관성을 보고하였으나(Kim 등 2013), 본 연구에서는 아디포넥틴과 체중 및 체질량지수 간에 통계적인 음의 상관성을 발견할 수 없었으며 다만 음의 상관관계의 경향만을 볼 수 있었다. 이는 본 연구 대상자 수가 105명으로 앞서 상관관계를 보인 논문들의 대상자에 비하여 적은 수였기 때문으로 사료된다.

또한 아디포넥틴은 근육 및 간에서 혈당의 이용과 지방산 산화를 증가시켜 궁극적으로 인슐린 감수성을 증가시킨다고 알려져 있으며(Weyer 등 2001; Yamauchi 등 2002; Krakoff 등 2003; Yoon 등 2008), Ryu 등(2005)은 인슐린 저항성 지표인 Homeostasis model assessment for insulin resistance (HOMA-IR)가 혈중 아디포넥틴과 높은 음의 상관성을 보임을 근거로 아디포넥틴과 당뇨병과의 관련성을 보여주었다. 실제로 아디포넥틴 농도가 높을수록 당뇨 유병률이 낮아지며(Lindsay 등 2002), 당뇨병 환자의 경우 정상인에 비해 아디포넥틴 농도가 낮다고 보고된 바

있다(Choi & Chang 2010). 본 연구에서는 인슐린 저항성에 대해 조사하지 않았으므로 인슐린 저항성과 아디포넥틴과의 관련성을 살펴볼 수 없었으나, 아디포넥틴 농도와 공복시 혈당과의 음의 상관성을 발견함으로써 낮은 아디포넥틴 농도는 제 2형 당뇨병 발생과 밀접한 관련이 있을 수 있음을 추측할 수 있다.

한편, 최근 연구들은 낮은 아디포넥틴 농도가 고혈압 및 심혈관 질환과도 관련이 있음을 보여주고 있다(Yamauchi 등 2001; Mallamaci 등 2002; Iwashima 등 2004; Ohashi 2006). 혈중 아디포넥틴 농도와 혈중 지질과의 상관성을 조사한 이전의 연구들(Kim 등 2004; Lee 등 2007)에 따르면, 아디포넥틴은 중성지방과는 음의 상관성을, HDL-콜레스테롤과는 양의 상관성을 보였는데, 본 연구에서 또한 HDL-콜레스테롤과 가장 강한 양의 상관성($r = 0.325$)을 보였으며 중성지방과는 음의 상관성을 보여 아디포넥틴과 중성지방 및 HDL-콜레스테롤간의 상관성에 관한 앞선 연구결과를 뒷받침하였다. 그러나 아디포넥틴 농도가 혈압과 유의한 음의 상관성을 갖는다는 이전의 연구결과(Adamczak 등 2003)와는 달리 본 연구 결과에서는 이들 간의 상관성을 발견할 수 없었는데, 이는 본 연구 대상자의 약 28%가 고혈압 치료 약제를 복용하고 있었으므로 이로 인해 혈압 수치가 조절되었기 때문이라 생각된다. 이노제, 베타차단제, 칼슘길항제 그리고 안지오텐신 전환효소 억제제 등의 고혈압 약제는 신장에서의 수분 및 염분 배출 촉진, 교감신경 작용 억제, 혈관확장 및 안지오텐신 II 생성 억제 등의 기전으로 혈압을 낮추는 것으로 알려져 있다(Hong & Koh 1992).

이처럼 아디포넥틴과 상관성을 보이는 비만, 고혈압, 내당능장애 및 이상지질혈증 등은 대사이상으로 인해 발생되고 이들이 군집을 이루어 나타나는 현상을 대사증후군이라 하며 이는 제 2형 당뇨병, 고지혈증 및 심혈관질환의 만성질환으로 발전될 가능성이 크다(McNeill 등 2005; Vannamethee 등 2005; Hwang 등 2009). 현재 아디포넥틴은 대사증후군과 관련된 위험요인을 설명하는데 중요한 지표로 평가되고 있으며(Koh 등 2010), Choi 등(2004)은 60세 이상의 노인을 3년간 추적관찰 한 결과, 아디포넥틴 농도가 높은 군에 비하여 낮은 군에서 대사증후군 발생 위험도가 2.7 배 가량 증가함을 보고함으로써 아디포넥틴이 대사증후군 발병에 미치는 영향을 증명하기도 하였다. 본 연구에서도 대사증후군 여부에 따른 아디포넥틴 농도는 남녀 모두 대사증후군이 동반된 군에서 유의하게 낮음을 확인 할 수 있었다.

한편, 농업인의 혈중 렙틴 농도는 남성 4.88 ng/ml와 여성 12.6 ng/ml로 남성에 비해 여성에게서 유의하게 높았다. 아디포넥틴과 마찬가지로 렙틴의 성별에 따른 차이 역시

성호르몬에 의한 영향으로(Nagy 등 1997), 여성에서 주로 존재하는 성 호르몬인 에스트라디올은 렙틴과 양의 상관성을 가짐으로써 렙틴농도를 증가시킨다고 보고된 바 있다(Paolisso 등 1998).

본 연구 대상자의 렙틴 농도는 Shim 등(2006)이 보고한 평균 연령 57.2세의 제 2형 당뇨병 환자(남성 4.82 ng/ml와 여성 11.9 ng/ml)와 비슷한 수치였는데, 이는 혈중 렙틴 농도에 영향을 주는 인자로 잘 알려진 체질량지수가 두 연구 대상자에서 비슷하였기 때문이라 생각된다.

렙틴은 만성질환과의 관계에 있어 비만인에서 증가되는 아디포넥틴과는 반대의 성향을 보인다(Considine 등 1996). 비만인에서의 렙틴 증가는 체지방의 과도한 축적으로 인하여 렙틴 민감성이 감소됨으로써 나타나는 결과로 알려져 있다(Fasshauer & Paschke 2003). 특히 렙틴 농도에 영향을 미치는 인자로는 체질량지수와 지방조직의 양이 가장 잘 알려져 있다(Ruige 등 1999). 20~40대 성인여성을 대상으로 한 Kim 등(2003)의 연구에서 내장지방 면적 및 피하지방 면적 모두가 높게 나타난 비만군(BMI ≥ 25 kg/m²)이 정상체중군에 비해 혈중 렙틴 농도가 높게 나타났으며, 체중을 비롯한 체질량지수의 증가는 혈중 렙틴 농도의 증가와 일정한 양의 관련성을 보였다.

지방량의 증가는 인슐린 감수성을 저하시켜 인슐린 분비 증가에 따른 인슐린 저항성을 발현시키며 이는 또한 렙틴 농도에 영향을 주는 인자로 보고되고 있다(Kolaczynski 등 1996; Boden 등 1997). Segal 등(1996)은 인슐린 저항성을 가진 군에서 인슐린 저항성이 없는 군에 비하여 혈중 렙틴 농도가 높았음을 보고한 바 있다. 이렇듯 체지방량 및 인슐린 저항성으로 인한 고인슐린혈증과 관련된 혈중 렙틴 농도는 대사증후군의 한 구성요인으로 작용할 수 있다(Oh 등 2003). 건강한 성인 555명을 대상으로 한 Kim 등(2002)의 연구에서 대사증후군의 구성인자가 많이 있을수록 통계적으로 유의하게 혈중 렙틴 농도가 증가함을 확인함으로써 렙틴 농도와 대사증후군간의 관련성을 보여주었다. 본 연구에서도 대사증후군을 동반한 군이 정상군에 비해 혈중 렙틴 농도가 유의하게 높았으며, 대사증후군의 위험요인 중 체지방량 및 체질량지수가 렙틴농도와 가장 높은 양의 상관성을 보임을 확인할 수 있었다. 이외에도 렙틴 농도는 허리둘레, 엉덩이둘레 및 허리·엉덩이둘레비와 높은 양의 상관성을 보였는데, 이는 렙틴이 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레 및 복부지방 등의 비만관련 변수들과 높은 양의 상관성을 가진다고 발표한 Kim 등(2002)의 연구결과와 일치한다. 한편 제조업체 남자 근로자 중 본 연구대상자와 같이 BMI > 25인 대상자(평균 연령 39.1 \pm 5.8세)의 혈중 아디포넥틴과

렙틴 농도는 각각 2.1 μ g/ml과 6.3 ng/ml로 본 연구의 남자 농업인(각각 6.49 μ g/ml, 4.88 ng/ml)보다 아디포넥틴 농도는 더 낮았고 렙틴 농도는 더 높았다(Heo 등 2009).

본 연구에서 대사증후군을 동반한 군이 정상군에 비해 아디포넥틴은 유의하게 낮고 렙틴은 유의하게 높음을 확인하였으며, 이들 그룹의 공복혈당, 중성지방 및 동맥경화지수는 높고, HDL-콜레스테롤은 낮은 것과 관련지어 볼 때 만성질환 발병 여부가 혈중 아디포넥틴 및 렙틴농도에 영향을 미칠 것이라 사료된다. 또한, 본 연구에서 남성이 여성에 비해 아디포넥틴과 렙틴 수치는 낮았으나, 만성질환 유병율은 성별에 따른 유의한 차이가 없었는데, 이는 남성의 대상자 수가 적었기 때문이라 생각된다.

앞에서 언급 했듯이, 에너지 대사를 조절함에 있어 아디포넥틴과 렙틴은 반대의 작용을 하며 Lee & Kim(2011)은 아디포넥틴과 렙틴간의 유의한 음의 상관성을 보고하였으나, 본 연구에서 아디포넥틴과 렙틴 두 호르몬간의 유의한 관련성은 없었다.

아디포넥틴과 렙틴은 상반된 방향으로 대사증후군의 지표들과 관련되기 때문에, 최근 몇몇 연구자들은 아디포넥틴과 렙틴 각각의 혈중 농도에 비해 렙틴/아디포넥틴의 비(ratio)가 비만, 인슐린 저항성 및 대사증후군을 예측하는 더 좋은 지표임을 제안하였다(Satoh 등 2004; Oda 등 2008; Zhuo 등 2009). 반면, Mojiminiyi 등(2007)은 아디포넥틴, 렙틴 및 렙틴/아디포넥틴의 비의 세가지 지표 중 아디포넥틴이 대사증후군 동반여부를 확인하는데 가장 높은 진단 효율성을 가진다고 보고하였다. 본 연구에서 렙틴/아디포넥틴 비는 렙틴과는 높은 양의 상관성, 아디포넥틴과는 높은 음의 상관성으로 각 지표와 반대의 방향으로 높은 상관성을 가지며, 정상군에 비해 대사증후군을 동반한 군에서 유의하게 높음을 확인하였다. 그러나 렙틴/아디포넥틴의 비와 대사증후군 진단지표와의 상관성을 살펴본 결과, 더 높은 상관성을 가질 것이라 기대했던 것과는 달리 아디포넥틴 및 렙틴의 상관성보다 더 낮거나 또는 유사한 상관성을 보였다. 따라서 아디포넥틴 및 렙틴에 비해 렙틴/아디포넥틴의 비가 대사증후군을 예측하는 지표로서 더욱 적합한지에 대해 더 많은 연구가 앞으로 이루어져야 할 것이다.

농업인의 혈중 25(OH) vitamin D 수준을 살펴보면, 평균 16.6 ng/ml였으며 남성(15.4 ng/ml)과 여성(16.9 ng/ml) 간에 유의한 차이는 없었다. 비타민 D는 자외선을 받아 피부에서 합성되기 때문에 자외선 노출과 관련하여 계절의 영향을 받게 된다. 계절별로 남, 녀 노인(평균연령 68.7세)의 25(OH) vitamin D 수준을 비교한 Lee 등(1994)의 연구에 의하면 3월에 조사된 25(OH) vitamin D 농도(17.3 ng/

ml)는 9월의 측정값(28.5 ng/ml)에 비해 낮았는데, 이러한 결과는 연령대와 조사시기가 유사한 본 연구 결과(16.6 ng/ml)와 비슷한 수준이었다.

본 연구대상자 중 여성 농업인의 혈중 25(OH)vitamin D 농도(18.5 ng/ml)는 폐경 전 사무직 직장여성(Lim 2005)(31.0 ng/ml)보다 낮았다. 그러나 폐경 전후 여성의 혈청 25(OH)vitamin D 수준을 비교한 Kim 등(2012)에 따르면, 폐경 후 여성(20.20 ng/ml)이 폐경 전 여성(17.16 ng/ml)보다 혈청 25(OH) vitamin D 수준이 유의하게 높았으며 비타민 D 결핍(혈청 25(OH)vitamin D < 12 ng/ml) 비율은 폐경 후 여성(14.4%)이 폐경 전 여성(22.5%)보다 낮았다. 따라서 본 연구에서 여성 농업인의 낮은 혈중 25(OH)vitamin D 농도는 타 직종 여성에 비하여 매우 이례적인 결과로 향후 이와 관련된 추적 연구가 필요하다.

혈중 25(OH)vitamin D 농도를 이용하여 비타민 D 영양 상태를 판단하는 기준은 아직 공식적인 합의가 이루어지지 않았으나, 일반적으로 10 ng/ml 미만을 심한 결핍, 10~20 ng/ml를 결핍, 21~29 ng/ml를 상대적 부족, 30 ng/ml 이상을 충분 상태로 정의하고 있다(Kim & Kang 2012; Park 2013). 이러한 기준에 따르면 본 연구대상자의 혈중 25(OH)vitamin D 농도는 결핍(20 ng/ml 이하)에 해당하는 비율이 79.1%로 매우 높았다. 비타민 D 결핍은 다양한 인구 집단에서 높은 비율을 보여 심각한 건강문제로 우려되고 있으며(Holick 2007), 특히 우리나라는 비타민 D 결핍이 심한 국가 중 하나로 보고된 바 있다(Lips 등 2006; Park & Kim 2013).

최근 비타민 D는 호르몬처럼 세포 내에서 세포가 만드는 단백질 합성을 조절할 수 있는 세포신호전달 기능을 함으로써 심혈관계 질환, 고혈압 및 당뇨병을 예방하는 역할을 하여 여러 연구들에서 보고되고 있다(Shin & Kwun 2012). Lu 등(2009)은 50~70세 중국 성인에서 감소된 혈중 25(OH)vitamin D는 대사증후군 및 대사증후군 위험요인의 증가와 관련되며, 특히 비만군 및 과체중군이 정상 체중군에 비해 인슐린 저항성과 혈중 25(OH)vitamin D의 관련성이 높음을 보고하였다. 또한 한국 중년성인을 대상으로 한 Kim 등(2010)에 따르면 정상군에 비하여 대사증후군에서 25(OH)vitamin D 농도가 낮았으며 낮은 25(OH)vitamin D 농도는 대사증후군 및 혈압 위험을 증가와 관련됨을 발견함으로써 대사증후군에서 비타민 D 농도의 잠재적 역할을 시사하기도 하였다.

반면, 비타민 D와 대사증후군 간에 어떠한 상관성도 나타나지 않음을 보고한 연구도 있다. 18세 이상 요르단 성인을 대상으로 한 연구(Khader 등 2011)에 따르면 25(OH)

vitamin D 농도와 대사증후군 및 대사증후군 요인들 간의 상관성을 발견할 수 없었으며, 비만한 백인에서 비타민 D와 대사증후군의 관계를 확인하고자 회귀 분석을 실시한 결과 역시 25(OH)vitamin D가 대사증후군의 독립적인 예측인자로 보기 어렵다고 결론지었다(Hjelmsaeth 등 2009). 본 연구에서도 대사증후군 동반 여부에 따라 혈중 25(OH)vitamin D 농도의 차이를 발견할 수 없었으며, 이는 대사증후군 여부와 혈중 25(OH)vitamin D 농도 간에 상관성을 발견하지 못한 이전의 연구들(Hjelmsaeth 등 2009; Lee 등 2009; Khader 등 2011)을 지지하는 결과라 할 수 있다.

본 연구에서 25(OH)vitamin D 농도는 체지방량, 체질량 지수, 허리둘레 및 엉덩이둘레와 유의한 양의 상관성을 나타냄으로써 이전의 연구와 상이한 결과를 보였다. 이들 간의 상관성을 밝힌 연구들은 혈청 25(OH)vitamin D 수준이 대사증후군을 유발하는 요소들과 음의 상관성을 가짐을 보고하고 있다(Ford 등 2005; Gannage-Yared 등 2009; Kim 등 2010; Oosterwerff 등 2011). 이와 같은 음의 상관성을 보고한 연구들은 대상자들의 혈청 25(OH)vitamin D의 평균 수준이 25 ng/ml 정도로 높거나 대상자 수가 많았다. 따라서 본 연구 대상자의 경우, 대체적으로 혈중 25(OH)vitamin D 농도가 매우 낮았기 때문에 이러한 결과가 나타난 것이라 생각된다. 또한 비타민 D 섭취량, 약물복용, 일광에의 노출 등은 혈중 25(OH)vitamin D 농도에 영향을 미친다고 알려져 있으나(McKenna 1992; Malabanan 등 1998; Hercberg 등 2004) 본 연구에서는 이러한 인자들을 고려하지 못하였다. 비타민 D와 대사증후군간의 관계는 아직도 논란이 많은데, 비타민 D 결핍이 심한 국가 중 하나인 우리나라에서 앞으로 비타민 D와 대사증후군과의 관련성에 대한 많은 연구를 통하여 이들의 관계를 밝혀내는 것이 필요하다.

본 연구는 대상자의 규모가 작아 연구 결과를 일반화하기에 어려움이 있으며, 단면 연구로 진행되어 인과관계를 확인할 수 없음이 제한점이라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 농업인이라는 특정 집단의 혈중 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도를 살펴보고, 이들 농도와 만성질환 발병 위험간의 관계를 분석함으로써 농업인에서 발생 위험이 높은 대사질환을 예방하기 위한 기초자료를 제공했다는 점에서 의의가 있다고 하겠다.

요약 및 결론

본 연구는 농업인 총 105명(남 26명, 여 79명)을 대상으

로 만성질환 발생 위험률을 살펴보고, 혈액 중의 지질, 아디포넥틴, 렙틴 및 비타민 D 농도를 측정하여 대사증후군 여부에 따라 비교하여 봄으로써 농업인에 있어서 만성질환발생과 이들 혈액 지표와의 관련성을 분석하기 위하여 수행되었다.

1) 대상자의 평균 연령은 남녀 각각 56.8 ± 10.8 세와 60.3 ± 9.0 세로 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으며, WHO에서 제시한 비만 진단기준(체질량지수, BMI)에 따르면 전체 대상자의 51.9%가 비만에 해당되었다. 또한 복부비만과 고혈압에 해당하는 비율은 각각 65.7%와 49.5%였고, 고혈압 전단계와 고혈압을 합한 비율은 80.0%로 매우 높았다. 또한 혈중 콜레스테롤 농도가 정상수치(200 mg/dl) 이상에 해당하는 비율이 50.0%였으며, 전체 대상자 중 40.9%(43명)가 대사증후군으로 진단되었다.

2) 대상자(농업인)의 혈중 아디포넥틴 및 렙틴 농도는 남성(각각 $6.49 \pm 3.01 \mu\text{g/ml}$, $4.88 \pm 4.03 \text{ ng/ml}$)이 여성(각각 $8.90 \pm 3.68 \mu\text{g/ml}$, $12.6 \pm 8.60 \text{ ng/ml}$)보다 유의하게 낮았으나, 25(OH)vitamin D의 농도는 남녀 각각 $15.4 \pm 5.3 \text{ ng/ml}$ 와 $16.9 \pm 7.0 \text{ ng/ml}$ 로 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

3) 대사증후군 여부에 따른 혈액 분석 결과를 비교하여 보면, 남녀 모두 대사증후군 그룹의 공복시 혈당, 중성지방 및 동맥경화지수가 정상군에 비해 유의하게 높았다. 반면, HDL-콜레스테롤 농도는 대사증후군 그룹이 정상군보다 유의하게 낮을 값을 나타내었다.

4) 대사증후군 여부에 따른 혈중 아디포넥틴 농도는 남녀 모두 대사증후군 그룹($5.13 \pm 2.12 \mu\text{g/ml}$ 와 $7.81 \pm 3.17 \mu\text{g/ml}$)이 정상군($7.56 \pm 3.23 \mu\text{g/ml}$ 와 $9.64 \pm 3.84 \mu\text{g/ml}$)보다 유의하게 낮았으나, 렙틴 농도는 대사증후군 그룹($7.06 \pm 5.36 \text{ ng/ml}$ 와 $15.1 \pm 10.6 \text{ ng/ml}$)이 정상군($3.28 \pm 1.4 \text{ ng/ml}$ 와 $10.8 \pm 6.4 \text{ ng/ml}$)보다 유의하게 높았다. 한편 25(OH)vitamin D는 두군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

5) 아디포넥틴 농도는 HDL-콜레스테롤 농도($r = 0.33$)와 유의한 양의 상관성($p < 0.001$)을 보였으나, 중성지방 농도, 공복 시 혈당, 체중 및 허리·엉덩이둘레 비와는 유의한 음의 상관성($r = -0.20 \sim -0.32$)을 보였다($p < 0.05$). 렙틴 농도는 체지방률과 가장 높은 양의 상관성($r = 0.727$, $p < 0.001$)을 보였고, 렙틴과 25(OH)vitamin D 농도는 체지방률, 체질량지수, 엉덩이둘레 및 허리둘레와 양의 상관관계(각각 $r = 0.40 \sim 0.68$, $r = 0.24 \sim 0.36$)를 나타내었다($p < 0.001$).

이상의 연구결과에서 농업인의 인구특성에 따른 고령화와 관련하여 신체조성과 생화학 지표에 영향을 미침으로써 만

성질환 발병 위험을 증가시키는 원인으로 작용할 수 있음을 확인하였다. 또한 공복혈당, 중성지방 및 동맥경화지수가 유의하게 높았던 대사증후군 그룹에서 정상군에 비해 아디포넥틴 농도는 낮고 렙틴 농도는 높은 것으로 나타났다. 그리고 대사증후군 위험 지표와 아디포넥틴 및 렙틴과의 상관성을 살펴보았을 때, 아디포넥틴 농도는 허리·엉덩이둘레비, 공복혈당, 중성지방과는 유의한 음의 상관관계를, HDL-콜레스테롤과는 유의한 양의 상관관계를 보였고 렙틴 농도는 체지방률, 체질량지수, 허리둘레 및 엉덩이둘레와 유의한 양의 상관관계를 보여 대사질환 발생과 관련 될 수 있음을 확인하였다.

따라서 위의 결과를 토대로 농업인에서 만성질환의 예측 지표로서 혈중 아디포넥틴 및 렙틴 농도의 활용 가능성에 대해 검토되어야 할 것이다. 아울러 농업인의 만성질환을 예방하고 관리하기 위하여 농업인의 특성을 고려한 시기별 적정 에너지 섭취량 및 활동량에 대한 자료가 마련되어야 할 것이다. 한편, 본 연구에서는 혈청 25(OH)vitamin D와 만성질환과의 관계에 대해서는 정확한 관련성을 찾기 어려웠으므로 비타민 D 농도에 영향을 미치는 인자들을 밝히기 위한 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

- 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
- Ahima RS, Flier JS (2000): Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends Endocrinol Metab* 11(8): 327-332
- Arita Y, Kihara S, Ouchi N, Takahashi M, Maeda K, Miyagawa J, Hotta K, Shimomura I, Nakamura T, Miyaoka K, Kuriyama H, Nishida M, Yamashita S, Okubo K, Matsubara K, Muraguchi M, Ohmoto Y, Funahashi T, Matsuzawa Y (1999): Paradoxical decrease of an adipose-specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem Biophys Res Commun* 257(1): 79-83
- Artaza JN, Mehrotra R, Norris KC (2009): Vitamin D and cardiovascular system. *Clin J Am Nephrol* 4(9): 1515-1522
- Boden G, Chen X, Kolaczynski JW, Polansky M (1997): Effects of prolonged hyperinsulinemia on serum leptin in normal human subjects. *J Clin Invest* 100(5): 1107-1113
- Bruun JM, Lihn AS, Verdich C, Pedersen SB, Toubro S, Astrup A, Richelsen B (2003): Regulation of adiponectin by adipose tissue-derived cytokines: in vivo and in vitro investigations in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 285(3): E527-33
- Buettner C, Muse ED, Cheng A, Chen L, Scherer T, Poci A (2008): Leptin controls adipose tissue lipogenesis via central, STAT3-independent mechanisms. *Nat Med* 14(6): 667-675
- Cho YG, Kang JH (2010): Clinical implications of the metabolic syndrome. *Food Ind Nutr* 15(1): 1-3

- Cho YH (2009): Relationship among Chronic Disease, Health Status and Health Related Lifestyle of Rural elderly by Gender. *Korean J Health Educ Promot* 26(2): 35-47
- Choe JS, Paik HY, Kwon SO (2004): Nutritional status and related factors of residents aged over 50 in longevity areas I. Anthropometric measurements and biochemical nutritional status. *Korean J Nutr* 37(9): 825-837
- 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
- Choi YJ, Chang MJ (2010): Comparison of abdominal fat, Aaipocytokine, metabolic syndrome risk factors between diabetes group and none-diabetes group in individuals with spinal cord injury. *Korean J Adapted Physical Activity* 18(3): 57-70
- Cnop M, Havel PJ, Utzschneider KM, Carr DB, Sinha MK, Boyko EJ, Retzlaff BM, Knopp RH, Brunzell JD, Kahn SE (2003): Relationship of adiponectin to body fat distribution, insulin sensitivity and plasma lipoproteins: evidence for independent roles of age and sex. *Diabetologia* 46(4): 459-469
- Colston KW (2008): Vitamin D and breast cancer risk. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 22(4): 587-599
- Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriaciunas A, Stephens TW, Nyce MR, Ohannesian JP, Marco CC, McKee LJ, Bauer TL (1996): Serum immunoreactive - leptin concentrations in normal-weight and obese humans. *N Engl J Med* 334(5): 292-295
- Du Bois D, Du Bois EF (1916): A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med* 17: 863-871
- Editorials (2011): Vitamin D deficiency is not good for you. *Diabetes Care* 34(5): 1245-1246
- Fasshauer M, Paschke R (2003): Regulation of adipocytokines and insulin resistance. *Diabetologia* 46(12): 1594-1603
- Ford ES, Ajani UA, McGuire LC, Liu S (2005): Concentrations of serum vitamin D and the metabolic syndrome among U.S. adults. *Diabetes Care* 28(5): 1228-1230
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972): Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502
- Fruhbeck G, Nutr R, Salvador L (2004): Role of adipocytokines in metabolism and disease. *Nutr Res* 24(10): 803-826
- Gannage-Yared MH, Chedid R, Khalife S, Azzi E, Zoghbi F, Halaby G (2009): Vitamin D in relation to metabolic risk factors, insulin sensitivity and adiponectin in a young middle-eastern population. *Eur J Endocrinol* 160(6): 965-971
- Heo KH, Won YL, Ko KS, Kim KW (2009): Effects of obesity on the physiological levels of adiponectin, leptin and diagnostic indices of metabolic syndrome in male workers. *Korean J Occu Health Nurs* 18(1): 44-54
- Hercberg S, Galan P, Preziosi P, Bertrais S, Mennen L, Malvy D, Roussel AM, Favier A, Briancon S (2004): The SU.VI.MAX Study: A randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Arch Intern Med* 164(21): 2335-2342
- Heymansfield SB, McManus CB, Smith J, Stevens V, Nixon DW (1982): Anthropometric measurement of muscle mass, revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 36(4): 680-690
- Hjelmsaeth J, Hofso D, Aasheim ET, Jenssen T, Moan J, Hager H, Roislien J, Bollerslev J (2009): Parathyroid hormone, but not vitamin D, is associated with the metabolic syndrome in morbidly obese women and men: a cross-sectional study. *Cardiovasc Diabetol* 8: 7-2840-8-7
- Holick MF (2007): Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 357(3): 266-281
- Hong KP, Kho SH (1992): Diagnosis and drug therapy of hypertension. *J Korean Acad Fam Med* 13(6): 484-490
- Hwang YC, Jee JH, Oh EY, Choi YH, Lee MS, Kim KW, Lee MK (2009): Metabolic syndrome as a predictor of cardiovascular diseases and type 2 diabetes in Koreans. *Int J Cardiol* 134(3): 313-321
- Hypponen E, Power C (2006): Vitamin D status and glucose homeostasis in the 1958 British birth cohort: the role of obesity. *Diabetes Care* 29(10): 2244-2246
- JAMA (2001): Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. *Adult Treatment Panel* 285: 2486-2497
- Khader YS, Batieha A, Jaddou H, Batieha Z, El-Khateeb M, Ajlouni K (2011): Relationship between 25-Hydroxyvitamin D and metabolic syndrome among Jordanian adults. *Nutr Res Pract* 5(2): 132-139
- Kim DL, Kim NH, Shin DH, Kim SG, Choi KM, Kim JK, Shin C, Lee SG (2002): Plasma leptin concentration, obesity, and insulin resistance in healthy Korean population. *J Korean Diabetes* 26: 100-111
- Kim JI, Kang MJ (2012): Recent consumption and physiological status of vitamin D in Korean population. *Food Ind Nutr* 17(2): 7-10
- Kim KJ, Park JS, Ahn NY, Chun WK, Hong CB, Kim EJ, Park SE, Kang SH, Lee SJ (2003): Blood concentrations of lipid profiles and leptin, bone density, and abdominal fat in adult women. *J Exerc Nutr Biochem* 7(3): 271-276
- Kim MJ, Jun HY, RHA HB (2013): Comparison of serum adiponectin levels according to body mass index and dietary behaviors of female university students in Seoul. *Korean J Community Nutr* 18(4): 354-364
- Kim MK, Il Kang M, Won Oh K, Kwon HS, Lee JH, Lee WC, Yoon KH, Son HY (2010): The association of serum vitamin D level with presence of metabolic syndrome and hypertension in middle-aged Korean subjects. *Clin Endocrinol* 73(3): 330-338
- Kim SJ, Park KG, Kim HK, Kim MK, Lee SW, Hwang JS, Han SW, Hur SH, Lee IK (2004): Serum adiponectin concentration according to visceral fat amount and its relationship of metabolic risk factors in premenopausal obese women. *Korean J Med* 66(3): 259-26
- Kim YJ, Moon MS, Yang YJ, Kwon OR (2012): Relationship between serum 25-hydroxyvitamin D concentration and the risks of metabolic syndrome in premenopausal and postmenopausal women. *Korean J Nutr* 45(1): 20-29

- Koh SB, Park JK, Yoon JH, Chang SJ, Oh SS, Kim JY, Ryu SY, Kim KS, Lee TY, You JS (2010): Preliminary report: A serious link between adiponectin levels and metabolic syndrome in a Korean nondiabetic population. *Metabolism* 59(3): 333-337
- Kolaczynski JW, Nyce MR, Considine RV, Boden G, Nolan JJ, Henry R, Mudaliar SR, Olefsky J, Caro JF (1996): Acute and chronic effects of insulin on leptin production in humans: studies in vivo and in vitro. *Diabetes* 45(5): 699-701
- Korean National Statistical Office (2012a): Agriculture, Forestry and Fisheries Research Report 2012
- Korean National Statistical Office (2012b): The statistics of mortality and the causes. Available from <http://www.kostat.go.kr> [cited 2013 September 25]
- Krakoff J, Funahashi T, Stehouwer CD, Schalkwijk CG, Tanaka S, Matsuzawa Y, Kobes S, Tataranni PA, Hanson RL, Knowler WC, Lindsay RS (2003): Inflammatory markers, adiponectin, and risk of type 2 diabetes in the Pima Indian. *Diabetes Care* 26(6): 1745-1751
- Kumada M, Kihara S, Sumitsuji S, Kawamoto T, Matsumoto S, Ouchi N, Arita Y, Okamoto Y, Shimomura I, Hiraoka H, Nakamura T, Funahashi T, Matsuzawa Y (2003): Association of hypoadiponectinemia with coronary artery disease in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 23(1): 85-89
- Lee EJ, Kim KR, Song YD, Lee HC, Huh KB, Chung CH, Lim SK, Chung YS (1994): Seasonal variation in serum 25-Hydroxyvitamin D in the elderly in Korean. *J Kor Soc Endocrinol* 9(2): 121-127
- Lee HC (2007): Estimating optimum level of population in rural areas based on rural population forecasts and over-depopulation classification schemes. *Korean J Rural Tourism* 14(1): 159-181
- Lee HS, Kwun IS, Kwon CS (2008): Anthropometric measurements and biochemical nutritional status of the older residents (50 years and over) in Andong area II. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(12): 1599-1608
- Lee JH, Hong JH, Kim HJ, Park KS, Lee JM, Kim BJ, Ahn KJ, Jeong BO, Kim SH, Lee SK (2009): A study on the relationship of serum Vitamin D levels with insulin resistance in premenopausal women. *J East Asian Soc Dietary Life* 19(5): 713-722
- Lee MS, Woo MK (2002): A study of health-related habits, dietary behaviors and the health status of the middle-aged and the elderly living in the Chonju Area(II). *Korean J Community Nutr* 7(6): 749-761
- Lee MY, Kim JH (2011): Comparison of serum insulin, leptin, adiponectin and high sensitivity c-reactive protein levels according to body mass index and their associations in adult women. *Korean J Community Nutr* 16(1): 126-135
- Lee SE, Moon JH, Ahn JH, Oh YS, Shin SH (2007): The association between plasma adiponectin and the components of metabolic syndrome in adults with abdominal obesity. *Korean J Obes* 16(4): 147-153
- Lim WJ, Yoon JS (1995): A longitudinal study on seasonal variations of physical activity and body composition of rural women. *Korean J Nutr* 28(9): 893-903
- Lindsay RS, Funahashi T, Hanson RL, Matsuzawa Y, Tanaka S, Tataranni PA, Knowler WC, Krakoff J (2002): Adiponectin and development of type 2 diabetes in the Pima Indian population. *Lancet* 360(9326): 57-58
- Lips P, Hosking D, Lippuner K, Norquist JM, Wehren L, Maalouf G, Ragi-Eis S, Chandler J (2006): The prevalence of Vitamin D inadequacy amongst women with osteoporosis: An international epidemiological investigation. *J Intern Med* 260(3): 245-254
- Lu L, Yu Z, Pan A, Hu FB, Franco OH, Li H, Li X, Yang X, Chen Y, Lin X (2009): Plasma 25-Hydroxyvitamin D concentration and metabolic syndrome among middle-aged and elderly Chinese individuals. *Diabetes Care* 32(7): 1278-1283
- Malabanan A, Veronikis IE, Holick MF (1998): Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet* 351(9105): 805-806
- Mallamaci F, Zoccali C, Cuzzola F, Tripepi G, Cutrupi S, Parlongo S, Tanaka S, Ouchi N, Kihara S, Funahashi T, Matsuzawa Y (2002): Adiponectin in essential hypertension. *J Nephrol* 15(5): 507-511
- Martins D, Wolf M, Pan D, Zadshir A, Tareen NM Thadhani R, Felsenfeld A, Levine B, Mechrotra R, Norris K (2007): Prevalence of cardiovascular risk factors and the serum levels of 25-hydroxyvitamin D in the United States: data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Intern Med* 167(11): 1159-1165
- Matsuzawa Y, Funahashi T, Kihara S, Shimomura I (2004): Adiponectin and metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 24(1): 29-33
- McKenna MJ (1992): Differences in vitamin D status between countries in young adults and the elderly. *AMJ Med* 93(1): 69-77
- McNeill AM, Rosamond WD, Girman CK, Golden SH, Schmidt ML, East HE (2005): The metabolic syndrome and 11-year risk of incident cardiovascular disease in the atherosclerosis risk in communities Study. *Diabetes Care* 28(2): 385-390
- Michos ED, Melamed ML (2008): Vitamin D and cardiovascular disease risk. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 11: 7-12
- Ministry of Health and Welfare. Korea Health Statistics 2010 (2011): Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES-1)
- Mojiminiyi OA, Abdella NA, Arouj MA, Nakhi AB (2007): Adiponectin, insulin resistance and clinical expression of the metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes. *Int J Obes* 31(2): 213-220
- 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
- Muoio DM, Dohm GL (2002): Peripheral metabolic actions of leptin. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 16(4): 653-666
- Nagy TR, Gower BA, Trowbridge CA, Dezenberg C, Shewchuk RM, Goran MI (1997): Effects of gender, ethnicity, body composition, and fat distribution on serum leptin concentrations in children. *J Clin Endocrinol Metab* 82(7): 2148-2152
- NCEP (2001): Third report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults
- Nishizawa H, Shimomura I, Kishida K, Maeda N, Kuriyama H, Nagaretani H, Matsuda M, Kondo H, Furuyama N, Kihara S, Nakamura T, Tochino Y, Funahashi T, Matsuzawa Y (2002): Androgens decrease plasma adiponectin, an insulin-sensitizing adipocyte-derived protein. *Diabetes* 51(9): 2734-2741

- Oda N, Imamura S, Fujita T, Uchida Y, Inagaki K, Kakizawa H, Hayakawa N, Suzuki A, Takeda J, Horikawa Y, Itoh M (2008): The ratio of leptin to adiponectin can be used as an index of insulin resistance. *Metab Clin Exp* 57(2): 268-273
- Oh JY, Hong YS, Sung YA (2003): Association between hyperleptinemia and metabolic syndrome in an urban Korean community. *J Korean Diabetes Assoc* 27(1): 313-322
- Ohashi K, Kihara S, Ouchi N, Kumada M, Fujita K, Hiuge A, Hibuse T, Ryo M, Nishizawa H, Maeda N, Maeda K, Shibata R, Walsh K, Funahashi T, Shimomura I (2006): Adiponectin replenishment ameliorates obesity-related hypertension. *Hypertension* 47(6): 1108-1116
- Oosterwerff MM, Eekhoff EM, Heymans MW, Lips P, van Schoor NM (2011): Serum 25-hydroxyvitamin D levels and the metabolic syndrome in older persons: a population-based study. *Clin Endocrinol (Oxf)* 75(5): 608-613
- Paolisso G, Rizzo MR, Mone CM, Tagliamonte MR, Gambardella A, Riondino M, Carella C, Varricchio M, D'Onofrio F (1998): Plasma sex hormones are significantly associated with plasma leptin concentration in healthy subjects. *Clin Endocrinol* 48(3): 291-297
- Park HA, Kim SY (2013): Recent advance on vitamin D. *J Korean Med Assoc* 56(4): 310-318
- Park Y (2013): Vitamin D and atopic dermatitis. *Allergy Asthma Respir Dis* 1(3): 197-202
- Reaven GM (1988): Do high carbohydrate diets prevent the development or attenuate the manifestations (or both) of syndrome X? A viewpoint strongly against. *Curr Opin Lipidol* 8(1): 23-27
- Ruige JB, Deckker JM, Blum WF, Stehouwer CD, Nijpels G, Mooy J, Kostense PJ, Bouter LM, Heine RJ (1999): Leptin and variables of body adiposity, energy balance, and insulin resistance in a population-based study. The Hoorn Study. *Diabetes Care* 22(7): 1097-1104
- Ryan AS, Berman DM, Nicklas BJ, Sinha M, Gingerich RL, Meneilly GS, Egan JM, Elahi D (2003): Plasma adiponectin and leptin levels, body composition, and glucose utilization in adult women with wide ranges of age and obesity. *Diabetes Care* 26(8): 2383-2388
- 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
- Ryu ST, Park SO, Kim SH (2005): The relation of serum adiponectin and resistin concentrations with metabolic risk factors. *J Korean Soc Endocrinol* 20(5): 444-451
- Satoh N, Naruse M, Usui T, Tagami T, Suganami T, Yamada K, Kuzuya H, Shimatsu A, Ogawa Y (2004): Leptin-to-adiponectin ratio as a potential atherogenic index in obese type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 27(10): 2488-2490
- Scragg R, Sowers M, Bell C (2007): Serum 25-hydroxyvitamin D, ethnicity, and blood pressure in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Hypertens* 20(7): 713-719
- Segal K, Landt M, Klein S (1996): Relationship between insulin sensitivity and plasma leptin concentration in lean and obese men. *Diabetes* 45(7): 987-991
- Shim WS, Kim HJ, Kang ES, Rhee YM, Ahn CW, Lim SK, Lee HC, Cha BS (2006): The relationship between the leptin concentration and the small dense low density lipoprotein cholesterol concentration in Korean type 2 diabetic patients. *J Korean Soc Endocrinol* 21(4): 319-327
- Shin MY, Kwun IS (2012): Vitamin D: Is it a vitamin or a hormone? *Food Ind Nutr* 17(2): 1-6
- Suh MK (1995): Health states of the elderly and policy implications. *J Korean Geriatr Soc* 15(1): 28-39
- Tilg H, Monschen AR (2006): Adipocytokines: Mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. *Nat Rev Immunol* 6: 772-783
- Tsou PL, Jiang YD, Chang CC, Wei JN, Sung FC, Lin CC, Chiang CC, Tai TY, Chuang LM (2004): Sex-related differences between adiponectin and insulin resistance in schoolchildren. *Diabetes Care* 27(2): 308-313
- Vannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Morris RW (2005): Metabolic syndrome vs Framingham Risk Score for prediction of coronary heart disease, stroke, and type 2 diabetes mellitus. *Arch Intern Med* 165(22): 2644-2650
- Weyer C, Funahashi T, Tanaka S, Hotta K, Matsuzawa Y, Pratley RE, Tataranni PA (2001): Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia. *J Clin Endocrinol Metab* 86(5): 1930-1935
- World Health Organization (1998): Obesity. Preventing and managing the global epidemic : Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva
- Yamauchi T, Kamon J, Minokoshi Y, Ito Y, Waki H, Uchida S, Yamashita S, Noda M, Kita S, Ueki K, Eto K, Akanuma Y, Froguel P, Foufelle F, Ferre P, Carling D, Kimura S, Nagai R, Kahn BB, Kadowaki T (2002): Adiponectin stimulates glucose utilization and fatty-acid oxidation by activating AMP-activated protein kinase. *Nat Med* 8: 1288-1295
- Yamauchi T, Kamon J, Waki H, Terauchi Y, Kubota N, Hara K, Mori Y, Ide T, Murakami K, Tsuboyama-Kasaoka N, Ezaki O, Akanuma Y, Gavrilova O, Vinson C, Reitman ML, Kagechika H, Shudo K, Yoda M, Nakano Y, Tobe K, Nagai R, Kimura S, Tomita M, Froguel P, Kadowaki T (2001): The fat-derived hormone adiponectin reverses insulin resistance associated with both lipodystrophy and obesity. *Nat Med* 7: 941-946
- Yoo KH, Oh IM, Park JE, Kim MJ, Park JS, Park SJ, Jang EJ, Park SW, Kim SJ, Yoon YS, Joung HJ, Baik HW (2012): Metabolic syndrome is associated with low adiponectin level and increased insulin resistance in apparently healthy Koreans. *Korean J Obes* 21(3): 175-182
- Yoon SJ, Lee HS, Lee SW, Tun JE, Kim SY, Cho ER, Lee SJ, Jee EJ, Lee HY, Park JY, Kim HS, Jee SH (2008): The association between adiponectin and diabetes in the Korean population. *Metabolism* 57: 853-857
- Zhuo Q, Wang Z, Fu P, Piao J, Tian Y, Xu J, Yang X (2009): Comparison of adiponectin, leptin and leptin to adiponectin ratio as diagnostic marker for metabolic syndrome in older adults of Chinese major cities. *Diabetes Res Clin Pract* 84(1): 27-33
- Zoccali C, Mallamaci F, Tripepi G, Benedetto FA, Cutrupi S, Parlongo S, Malatino LS, Bonanno G, Seminara G, Rapisarda F, Fatuzzo P, Buemi M, Nicocia G, Tanaka S, Ouchi N, Kihara S, Funahashi T, Matsuzawa Y (2002): Adiponectin, metabolic risk factors, and cardiovascular events among patients with end-stage renal disease. *J Am Soc Nephrol* 13(1): 134-141