

Correlation of Hemoglobin and RBC count with Adiponectin Level

Moon-Jung Shim

Department of Clinical Laboratory Science, Ansan University, Ansan, Gyeonggi-do, 426-701, Korea

Adiponectin is secreted specifically by adipose tissue and regulates lipid and glucose metabolism. In addition, adiponectin has been found to inhibit inflammatory process and possibly atherogenesis. This study was done to compare hematological parameters, serum lipids with serum adiponectin level according to body mass index (BMI) and gender in eighty eight Korean adults aged 40 to 68. In this study, the association between serum adiponectin and other variables including RBC counts, hemoglobin, hematocrit and albumin were investigated. RBC, hemoglobin status, was inversely associated with serum adiponectin levels in normal adult women. Adiponectin levels were significantly lower in men than women ($p < 0.01$). In men, serum adiponectin levels were negatively correlated with body mass index (BMI) ($p < 0.05$). However, no correlations were found in women. These results might imply that the regulation of key adipokines such as adiponectin might be a strategy for the prevention or treatment of obesity-associated diseases.

Key words : Adiponectin, Hemoglobin, RBC, BMI, Obesity

서론

비만의 원인이 되는 지방세포는 중성지방을 합성하여 저장하고 있다가 필요시 다른 조직이나 기관에 공급하는 수동적인 에너지 저장고의 기능 뿐 아니라 최근에 내분비 기관으로서 각종 단백질호르몬들을 분비하여 지방대사와 당대사를 포함한 체내 에너지 대사를 조절하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Funahashi 등, 1999). 지방세포에서 생성, 분비되어 다양한 신호전달에 관여하는 물질인 아디포사이토카인(adipocytokine) 중에서 아디포넥틴은 지방세포에서만 유도되는 특이적인 호르몬이고 혈중에 풍부

하게 존재한다. 최근 연구에서 아디포넥틴의 mRNA는 골수, 조골세포, 태아조직, 근육세포, 심근세포, 타액선상피에서도 발현되는 것으로 조사되었다(Pineiro 등, 2005).

최근 지방조직은 에너지 저장 장소의 역할 뿐 아니라 여러 단백질들, 즉 종양괴사인자(tumor necrosis factor- α), plasminogen inhibitor-1, 렙틴, 레지스틴, 아디포넥틴 등을 분비하여 에너지대사, 혈관 긴장도, 인슐린저항성 등에 중요한 역할을 하는 것으로 알려지고 있으며(Hotamisligil 등, 1993), 비만 환자와 당뇨병 환자에서 아디포넥틴의 혈중 농도가 감소되어 있음이 보고되었다(Hotta 등, 2000)

비만시 지방세포의 과도한 증가는 유전자 발현과 신호전달 시스템의 변화를 가져와 아디포카인의 분비이상을 초래하고 이로 인하여 제2형 당뇨병이나 인슐린 저항성, 심혈관계 질환 등과 같은 질환의 발병에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Kumada 등 2003). 아디포카인은 비만으로 동반되는 인슐린 저항성 및 이와 관련된 대사이상들을 악화시키거나 지방산의 산화와 당대사 등 생체 내 에너지 대사에도 주요한 역할을 한다(Kim 등, 2005).

아디포넥틴은 성인의 지방세포에서 가장 많이 분비되는

Corresponding author: Moon-Jung, Shim, Department of Clinical Laboratory Science, Ansan University, Ansan, Gyeonggi-do, 426-701, Korea

Tel : +82-31-400-6938, 010-6202-7020

Fax : +82-31-400-6933 E-mail : mjshim@ansan.ac.kr

Received : 19 November 2012

Return for modification : 5 December 2012

Accepted : 14 December 2012

사이토카인의 하나로 단백질 호르몬이며, 남자에 비해 여자에서 혈중 아디포넥틴의 농도가 유의하게 높은 것으로 알려져 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).

그리고 혈색소가 증가함에 따라 인슐린 저항성을 동반한다는 논문이 보고된 바 있으나, 아직 한국에서는 혈색소와 아디포넥틴과의 관계에 대한 연구가 없어, 본 연구에서 아디포넥틴과 비만, 적혈구수, 혈색소 등과 같은 혈액학적 인자들과의 상관관계를 알아보하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 대상

2009년 10월 1일부터 2010년 2월 28일까지, 서울 소재 1개 종합병원의 건강증진센터에 40세 이상의 성인 중 고혈압이나 고지혈증 또는 당뇨병으로 치료 중인 환자, 백혈구 $11,000 \times 10^3/\mu\text{l}$ 이 넘거나, 혈청 페리틴 $200\mu\text{g/l}$ 가 넘는 경우, 급성 감염성 질환자, 고감도 C-반응 단백질이 10 mg/l 를 초과하는 경우, SGOT나 SGPT가 35 U/l 를 넘거나 급성 간 질환자를 제외한 40~65세 남성 23명과 40~68세 여성 65명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 문진 및 신체계측

설문지를 통하여 연령, 성별, 과거력 및 복용 약물등을 조사하였고, 신장 및 체중을 킬로그램과 센티미터 단위로 각각 소수점 한 자리까지 측정하였다. 체질량 지수(body mass index)는 체중(kg)/키(m)²으로 계산하였다.

2) 혈액 검사

8시간 이상 금식 후 혈액을 채취하여 공복 혈당, 총콜레스테롤, 고밀도지단백(HDL), 중성지방을 측정하였으며 저밀도지단백(LDL)은 Friedewald equation에 의해 총콜레스테롤-고밀도지단백(HDL)-중성지방/5로 계산되었으며, 공복 혈당,

총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤과 hs-CRP는 ADIVA 1650 chemistry (Siemens, Tarrytown, NY, USA)로 측정하였다. 저밀도 콜레스테롤은 Friedewald's formula로 계산하였고, 중성지방이 400 mg/dl 가 넘는 경우는 제외하였다.

공복 인슐린 농도는 전기화학발색 면역검사법(Roche, Indianapolis, IN, USA)으로 검사하였다. 인슐린저항성 지표로는 HOMA-IR(Homeostasis model for insulin resistance)로 $\text{fasting glucose}(\text{mmol/l}) \times \text{fasting insulin}(\text{mU/ml})/22,519$ 로 계산하였다. CBC 검사는 ADIVA 120 cell count(Siemens, Tarrytown, NY, USA)로 측정하였으며, 아디포넥틴(Inter-assay CV : 4.63%, Intra-assay CV : 2.72%)은 ELISA 방법을 이용하여 측정하였다(AdipoGen, Seoul, Korea).

3. 통계분석

모든 자료의 통계처리는 SPSS Window 10.0 package를 이용하였으며, 기술 통계값은 평균과 표준편차로 표현하였다. 남녀 자료는 t-test를 이용하여 비교하였고, BMI 2군, 아디포넥틴 3군 간의 비교는 ANOVA test를 이용하였다. 아디포넥틴, 혈색소, BMI, 인슐린저항성지표 및 당, 지질농도의 관계는 Pearson 상관관계분석을 시행하였다. p-value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구 대상자의 평균 연령은 남성이 54.0 ± 7.6 세, 여성이 55.0 ± 6.4 세이며, 체질량 지수는 남성이 $25.2 \pm 2.8\text{ kg/m}^2$, 여성이 $24.0 \pm 2.6\text{ kg/m}^2$ 이었다. 혈액학적 지표로는 적혈구 수가 남녀 $4.8 \pm 0.4 \times 10^6/\mu\text{l}$, $4.4 \pm 0.3 \times 10^6/\mu\text{l}$, 혈색소는 $14.8 \pm 1.0\text{ g/dl}$, $13.3 \pm 1.0\text{ g/dl}$, 헤마토크릿은 $42.7 \pm 2.9\%$, $38.7 \pm 2.8\%$ 로 나타났다. 생화학적 지표로는 콜레스테롤이 $198.0 \pm 37.3\text{ mg/dl}$, $199.1 \pm 31.0\text{ mg/dl}$, 중성지방은 $136.2 \pm 78.3\text{ mg/dl}$, $122.0 \pm 110.5\text{ mg/dl}$, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 $50.2 \pm 9.7\text{ mg/dl}$, $56.1 \pm 10.8\text{ mg/dl}$, 저밀도 지단백 콜레스테롤은 $120.5 \pm 38.5\text{ mg/dl}$, $118.0 \pm 30.7\text{ mg/dl}$ 로 나타

났으며, 아디포넥틴은 $4.6 \pm 2.0 \mu\text{g/ml}$, $8.9 \pm 4.6 \mu\text{g/ml}$ 이었다. 남녀간 비교에서는 적혈구 수, 혈색소, 헤마토크릿, 이완기 혈압, 백혈구수, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 아디포넥틴에서 유의한 차이를 보였다(Table 1).

2. 아디포넥틴 농도와 비교인자들과의 상관관계

아디포넥틴과 여러 인자들간의 상관관계를 살펴보고자 88명의 대상자를 아디포넥틴 농도에 따라 삼분위로 나누었다. 각 군의 아디포넥틴 농도는 첫 번째 분위 $3.5 \pm 1.0 \mu\text{g/ml}$, 두 번째 분위 $6.8 \pm 0.9 \mu\text{g/ml}$, 세 번째 분위 $12.9 \pm 3.5 \mu\text{g/ml}$ 로 조사되었다. 이에 따라 각 인자들의 수치를 본 결과

적혈구 수, 혈색소, 헤마토크릿, 알부민, 중성지방에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다(Table 2). BMI와의 관계에서는 아디포넥틴 농도가 높은 세 번째 분위에서 농도가 낮은 첫 번째 분위와 비교하여 낮게 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 하지만 BMI 23 kg/m^2 을 기준으로 정상체중군과 과체중군, 비만군을 두 그룹으로 나누어 아디포넥틴 농도와의 상관관계를 본 결과 BMI 23 kg/m^2 이상군에서는 $7.2 \pm 4.2 \mu\text{g/ml}$ 로 23 kg/m^2 미만군인 $9.5 \pm 4.8 \mu\text{g/ml}$ 와 비교해서 유의하게 낮게 나타났다(Table 3). 이 외에도 혈압, 혈당, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 백혈구 수치와 상관관계를 보였다. 이를 통해 아디포넥틴 농도는 BMI가 높아질수

Table 1. General characteristics in study population

Variables	Male (N=23)	Female (N=65)	p
Age (years)	54.0 ± 7.6	55.0 ± 6.4	0.525
BMI ^a (kg/m ²)	25.2 ± 2.8	24.0 ± 2.6	0.085
RBC count (×10 ⁶ /μl)	4.8 ± 0.4	4.4 ± 0.3	0.000**
Hb (g/dl)	14.8 ± 1.0	13.3 ± 1.0	0.000**
Hct (%)	42.7 ± 2.9	38.7 ± 2.8	0.000**
SBP ^b (mmHg)	136.8 ± 20.0	131.3 ± 19.0	0.243
DBP ^c (mmHg)	85.0 ± 13.5	77.6 ± 12.4	0.019*
Cholesterol (mg/dl)	198.0 ± 37.3	199.1 ± 31.0	0.888
Triglyceride (mg/dl)	136.2 ± 78.3	122.0 ± 110.5	0.573
HDL-cholesterol (mg/dl)	50.2 ± 9.7	56.1 ± 10.8	0.023*
LDL-cholesterol (mg/dl)	120.5 ± 38.5	118.0 ± 30.7	0.800
Albumin (g/dl)	4.3 ± 0.3	4.2 ± 0.2	0.075
Fasting glucose (mg/dl)	95.0 ± 9.7	92.1 ± 10.5	0.248
Fasting insulin (μIU/ml)	13.8 ± 29.7	7.8 ± 15.8	0.357
HOMA-IR ^d	3.3 ± 7.2	1.8 ± 3.6	0.339
WBC (×10 ³ /μl)	6.5 ± 1.5	5.7 ± 1.4	0.038*
Hs-CRP (mg/dl)	0.2 ± 0.4	0.2 ± 0.6	0.112
PLT (×10 ³ /μl)	247.4 ± 57.3	239.8 ± 56.7	0.586
adiponectin (μg/ml)	4.6 ± 2.0	8.9 ± 4.6	0.000**

^abody mass index, ^bsystolic blood pressure, ^cdiastolic blood pressure, ^dhomeostasis model assessment of insulin resistance.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Table 2. Tertile according to adiponectin levels

Variables	Q1 (N=29)	Q2 (N=29)	Q3 (N=30)	P
adiponectin ($\mu\text{g/ml}$)	3.5 \pm 1.0	6.8 \pm 0.9	12.9 \pm 3.5	0.000
BMI (kg/m^2)	24.3 \pm 2.7	25.0 \pm 3.0	23.7 \pm 2.3	0.228
RBC count ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	4.6 \pm 0.4	4.4 \pm 0.4	4.3 \pm 0.3	0.002**
Hb (g/dl)	14.4 \pm 1.0	13.6 \pm 1.0	13.1 \pm 1.1	0.000**
Hct (%)	41.6 \pm 2.7	39.5 \pm 3.4	38.3 \pm 3.2	0.000**
SBP (mmHg)	132.3 \pm 16.6	130.2 \pm 19.8	135.7 \pm 21.6	0.542
DBP (mmHg)	77.5 \pm 14.0	80.3 \pm 11.3	80.8 \pm 13.7	0.574
Fasting glucose (mg/dl)	94.2 \pm 9.5	90.8 \pm 11.1	93.5 \pm 10.4	0.426
Insulin ($\mu\text{IU/ml}$)	10.9 \pm 23.2	9.9 \pm 22.6	5.5 \pm 3.4	0.711
HOMA-IR	2.5 \pm 5.3	2.3 \pm 5.5	1.3 \pm 0.8	0.717
Albumin (g/dl)	4.3 \pm 0.3	4.2 \pm 0.2	4.1 \pm 0.2	0.046*
Total cholesterol (mg/dl)	203.5 \pm 34.3	197.5 \pm 34.4	195.5 \pm 29.4	0.625
Triglyceride (mg/dl)	163.6 \pm 160.8	112.2 \pm 54.3	101.6 \pm 36.7	0.047*
HDL-cholesterol (mg/dl)	53.1 \pm 11.9	54.7 \pm 10.2	55.9 \pm 10.4	0.604
LDL-cholesterol (mg/dl)	117.7 \pm 38.1	120.4 \pm 31.5	117.9 \pm 29.0	0.943
PLT ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	237.6 \pm 62.9	256.9 \pm 47.9	231.4 \pm 56.7	0.200
WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	6.2 \pm 1.4	6.0 \pm 1.4	5.6 \pm 1.4	0.205
Hs-CRP (mg/dl)	0.1 \pm 0.2	0.4 \pm 0.9	0.1 \pm 0.1	0.185

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

록 감소함을 알 수 있었다.

그리고, 아디포넥틴과 관련된 인자들을 살펴보기 위해 상관분석을 실시한 결과 아디포넥틴과 통계적 유의성을 보이는 인자는 적혈구 수($p < 0.01$), 혈색소($p < 0.01$), 헤마토크릿($p < 0.01$), 알부민($p < 0.05$) 으로 나타났으며, 아디포넥틴과는 모두 음의 상관관계를 보였다. 성별에 따라서도 아디포넥틴 농도는 남성에서 유의하게 여성군에 비해 감소되어 나타났다(Table 4).

앞의 결과에서 아디포넥틴과 관련된 인자들의 상관분석 결과 적혈구 관련 인자들과의 관련성이 나타나 적혈구는 특성상 남녀간의 차이를 보이는 인자이므로 성별에 따라 아디포넥틴과의 상관관계를 살펴보았다. 그 결과 남성의 경우 BMI와의 상관관계를 보였으며, 여성의 경우 앞의 결과와 일

치하는 결과를 보였다(Table 5).

고 찰

비만은 인슐린 저항성과 관련이 있으며, 제2형 당뇨병 및 심혈관질환의 중요한 병인 중의 하나이다. 지방조직에서 분비되는 물질 중 지방산과 TNF- α 는 인슐린 신호전달을 방해하여 인슐린 저항성을 유발하고, plasminogen inhibitor-1과 interleukin-6 등 또한 인슐린 저항성을 증가시켜 당뇨병 및 심혈관질환을 유발하는 것으로 알려져 있다(Hotamisligil 등, 1993).

아디포넥틴은 지방세포에서 유래되는 단백질임에도 불

Table 3. Comparison of measured variables according to BMI

Variables	<23(N=24)	=23 (N=64)	P
adiponectin ($\mu\text{g/ml}$)	9.5 \pm 4.8	7.2 \pm 4.2	0.032*
RBC count ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	4.4 \pm 0.3	4.5 \pm 0.4	0.148
Hb (g/dl)	13.4 \pm 1.3	13.8 \pm 1.1	0.189
Hct (%)	39.5 \pm 3.6	39.9 \pm 3.3	0.639
SBP (mmHg)	123.6 \pm 19.1	136.2 \pm 18.4	0.006**
DBP (mmHg)	73.5 \pm 12.7	81.8 \pm 12.5	0.007**
Fasting glucose (mg/dl)	87.7 \pm 9.2	94.8 \pm 10.1	0.003**
Insulin ($\mu\text{IU/ml}$)	4.2 \pm 1.7	11.5 \pm 23.4	0.196
HOMA-IR	0.9 \pm 0.4	2.7 \pm 5.5	0.184
Albumin (g/dl)	4.1 \pm 0.2	4.2 \pm 0.2	0.104
Total cholesterol (mg/dl)	196.1 \pm 33.1	199.8 \pm 32.5	0.641
Triglyceride (mg/dl)	134.2 \pm 162.5	122.6 \pm 69.3	0.642
HDL-cholesterol (mg/dl)	60.3 \pm 12.6	52.4 \pm 9.3	0.002**
LDL-cholesterol (mg/dl)	109.0 \pm 35.6	122.3 \pm 31.1	0.090
PLT ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	244.0 \pm 57.4	241.0 \pm 57.4	0.823
WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	5.4 \pm 1.2	6.1 \pm 1.5	0.026*
Hs-CRP (mg/dl)	0.0 \pm 0.0	0.2 \pm 0.6	0.168

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

구하고 비만에서 혈중 아디포넥틴이 감소하는 이유는 되먹이 기전으로 설명되고 있으며, 실제로 비만 모델쥐인 ob/ob mice나 비만한 사람에서 아디포넥틴 mRNA의 발현 감소가 관찰되었다(Hu 등, 1996). Motoshima 등 (2002)의 연구에서 비만도가 높은 사람일수록 내장지방세포에서 아디포넥틴 분비가 감소됨을 증명하였다. 본 연구결과 비만군에서 아디포넥틴의 농도가 유의적으로 낮은 것으로 나타나 유사한 결과를 보였다. 아디포넥틴과 비만이 갖는 음의 상관관계는 피하지방보다는 내장지방과 더 명확한데, 아직 기전에 대해 밝혀지지는 않았지만 한 가지 가능한 설명은 아디포넥틴 유전자의 프로모터를 강력히 억제할 수 있는 TNF- α 의 발현이 내장지방이 축적할수록 증가한다는 것이다(Maeda 등, 2001).

Table 4. Correlations between adiponectin and measured variables

Variables	adiponectin	
	R	P
Age (years)	0.107	0.323
gender	0.423	0.000**
Adiposity index		
BMI (kg/m^2)	-0.098	0.363
Blood pressure (mmHg)		
Systolic	0.051	0.639
Diastolic	0.057	0.597
RBC parameter		
RBC count ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	-0.434	0.000**
Hb (g/dl)	-0.490	0.000**
Hct (%)	-0.460	0.000**
WBC count ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	-0.142	0.191
PLT count ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	-0.071	0.508
Lipid profile		
Total cholesterol (mg/dl)	-0.164	0.127
Triglyceride (mg/dl)	-0.201	0.062
HDL-cholesterol (mg/dl)	0.061	0.576
Albumin (g/dl)	-0.262	0.015*
Hs-CRP (mg/dl)	-0.003	0.978

Coefficients (r) and P-values were calculated by the Pearson correlation model.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

또한, 본 연구에서 남녀에 따른 혈중 아디포넥틴 농도를 비교하였을 때 남성에게 유의하게 감소되어 있었다. 아디포넥틴 농도에 대한 성호르몬의 영향을 보면, 본 연구 결과와 같이 남성에서 여성에 비해 아디포넥틴 농도가 감소되어 있고, 여성의 경우 폐경 전 후 아디포넥틴 농도의 차이가 없음을 보고한 연구가 있다. 따라서 성별에 따른 아디포넥틴 농도의 차이는 안드로젠이 아디포넥틴의 감소를 유발하기 때문인 것으로 생각된다(Nishizawa 등, 2002).

최근 미국과 중국 성인을 대상으로 한 연구에서 저장 철 농도와 대사증후군과의 밀접한 관련성이 제시되었으며(Jehn 등, 2004; Sun 등, 2008), 일본의 연구에 의하면, 혈액

Table 5. Correlations between adiponectin and measured variables according to gender

Variables	Male (N=23)		Female (N=65)	
	R	P	R	P
Age (years)	-0.209	0.338	0.144	0.251
Adiposity index				
BMI (kg/m ²)	0.426	0.043*	-0.095	0.454
Blood pressure (mmHg)				
Systolic	0.203	0.352	0.109	0.390
Diastolic	0.166	0.450	0.200	0.110
RBC parameter				
RBC count ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	-0.234	0.283	-0.327	0.008**
Hb (g/dl)	-0.335	0.118	-0.352	0.004**
Hct (%)	-0.294	0.173	-0.323	0.009**
WBC count ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	0.060	0.790	-0.007	0.581
PLT count ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	-0.406	0.055	-0.001	0.991
Lipid profile				
Total cholesterol (mg/dl)	-0.257	0.236	-0.192	0.126
Triglyceride (mg/dl)	-0.019	0.933	-0.214	0.089
HDL-cholesterol (mg/dl)	0.243	0.263	-0.087	0.493
LDL-cholesterol (mg/dl)	-0.303	0.160	-0.038	0.765
Albumin (g/dl)	-0.008	0.971	-0.259	0.039*
Hs-CRP (mg/dl)	0.249	0.334	-0.021	0.885

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

소량이 혈청 아디포넥틴 농도와 관련이 있다고 보고되었다 (Kawamoto 등, 2010). 이는 본 연구 결과에서 나타난 혈색소, 적혈구수, 헤마토크릿과 아디포넥틴 농도와의 음의 상관관계와 일치하는 결과를 보였다. 혈색소는 철 대사와 관련되어 있고, 메트혈색소는 LDL에 헴을 전달함으로써 산화적 활동을 하고 있다(Grinshtein 등, 2003). 당뇨 전 단계에서는 증가된 혈색소를 가진 사람인 경우 혈압이 높고, 염증과 관련된 사이토카인인 CD40L 수치가 증가된 것을 알 수 있었다(Kutlu 등, 2009). 더불어 과도한 철이 간, 근육, 췌장에 축적되면서 기관에 특이적인 산화손상을 유발하여 췌장

에서는 베타세포의 손상으로 인슐린합성과 분비가 저해되고 간에서는 인슐린 추출저하 및 당 신생합성 억제 저하가 발생하여 포도당의 분포조절을 방해하여 인슐린 저항을 증가시킨다는 보고가 있다(Andrews 등, 1999).

본 연구에서는 정상 성인에서 아디포넥틴과 관련된 인자들 간의 상관성을 본 결과 남성에서 유의하게 감소되었으며, 적혈구수, 혈색소, 헤마토크릿과의 음의 상관관계를 보였다($p < 0.01$), 남성의 경우 BMI와 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다($p < 0.05$). 본 연구를 통해 체지방질량지수가 높고, 적혈구 관련 인자가 높은 군에서 아디포넥틴 농도가 감소함을 확인하였으며, 앞으로 연관성이 높은 대사증후군과 심혈관계 질환 등과 연계해 보다 광범위한 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

- Andrews NC. Disorders of iron metabolism. *N Engl J Med*. 1999, 341(26):1986-1995.
- Corbetta S, Bulfamante G, Cortelazzi D, Barresi V, Cetin I, Mantovani G, Bondioni S, Beck-Peccoz P, Spada A. Adiponectin expression in human fetal tissues during mid- and late gestation. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005, 90(4):2397-2402.
- Funahashi T, Nakamura T, Shimomura I, Maeda N, Kuriyama H, Takahashi M, Arita Y, Kihara S, Matsuzawa Y. Role of adipocytokines on the pathogenesis of atherosclerosis in visceral obesity. *Inter Med*. 1999, 38(2):202-206.
- Grinshtein N, Bamm VV, Tsemakhovich VA, Shaklai N. Mechanism of low-density lipoprotein oxidation by hemoglobin-derived iron. *Biochemistry*. 2003, 42:6977-6985.
- Hotamisligil GS, Shargill NS, Spiegelman BM. Adipose expression of tumor necrosis factor- α : direct role in obesity-linked insulin resistance. *Science*. 1993, 259:87-91.
- 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. Plasma concentrations of a novel, adipose-specific protein, adiponectin, in type 2 diabetic patients. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2000, 20:1595-1599.
- Hu E, Liang P, Spiegelman BM. AdipoQ is a novel adipose-specific gene dysregulated in obesity. *J Biol Chem*. 1996, 271:10697-10702.

8. Jehn M, Clark JM, Kim SA, Shim KW, Lee HS. Association of serum ferritin and abdominal obesity and insulin resistance. *Korean J Acad Fam Med*. 2001, 22(11):1630-1636.
9. Kawamoto R, Tabara Y, Kohara K, Miki T, Kusunoki T, Takayama S, Abe M. hemoglobin is associated with serum high molecular weight adiponectin in Japanese community-dwelling persons. *J Atheroscler Thromb*. 2010, 18(3):182-189.
10. Kim JY, Shin HW, Jeong IK, Cho SW, Min SJ, Lee SJ, Park CY, Oh KW, Kim HK, Kim DM, Yu JM, Ihm SH, Choi MG, Yoo HJ, Park SW. The relationship of adiponectin, leptin and ghrelin to insulin resistance and cardiovascular risk factors in human obesity. *Korean J Community Nutr*. 2005, 15(6):796-805.
11. 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. Association of hypoadiponectinemia with coronary artery disease in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2003, 23(1):85-89.
12. Kutlu M, Sonmez A, Genc H, Erdem G, Tapan S, Celebi G, Haymana C, Taslipinar A, Uckaya G, Erbil MK. Relationship between hemoglobin and CD40 ligand in prediabetes. *Clin Invest Med*. 2009, 32:E244.
13. Maeda N, Takahashi M, Funahashi T, Kihara S, Nishizawa H, Kishida K, Nagaretani H, Matsuda M, Komuro R, Ouchi N, Kuriyama H, Hotta K, Nakamura T, Shimomura I, Matsuzawa Y. PPAR- γ ligands increase expression and plasma concentrations of adiponectin, an adipose-derived protein. *Diabetes*. 2001, 50:2094-2099.
14. Matsuzawa Y, Funahashi T, Kihara S, himomura I. Adiponectin and metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2004, 24(1):29-33.
15. Nishizawa H, Shimomura I, Kishida K, Maeda N, Kuriyama H, Nagaretani H, Matsuda M, Komuro R, Furuyama N, Kihara S, Nakamura T, Funahashi T, Matsuzawa Y. Androgens decrease plasma adiponectin, an insulin-sensitizing adipocyte derived protein. *Diabetes*. 2002, 51:2734-2741.
16. Pineiro R, Iglesias MJ, Gallego R, Raghay K, Eiras S, Rubio J, Dieguez C, Gualillo O, Gonzalez-Juanatey JR, Lago F. Adiponectin is synthesized and secreted by human and murine cardiomyocytes. *FEBS Lett* 2005, 579(23):5163-5169.
17. Sun L, Franco OH, Hu FB, Cai L, Yu Z, Li H. Ferritin concentrations, metabolic syndrome, and type 2 diabetes in middle-aged and elderly Chinese. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008, 93(12):4690-4696.