식이 섬유가 대사 증후군과 아디포넥틴에 미치는 영향

분당제생병원 소화기내과

이기종 · 서지현 · 안 영 · 하승혜 · 박주상 · 장은정 · 박상종 · 김상중 · 박상운 · 백현욱

The Effect of Dietary Fiber on Metabolic Syndrome and Adiponectin

Ki Jong Lee, M.D., Ji Hyun Suh, M.D., Young Ahn, M.D., Sung Hae Ha, M.D., Ju Sang Park, M.D., Eun Jeong Jang, M.D., Sang Jong Park, M.D., Sang Jung Kim, M.D., Sang Woon Park, M.D., Hyun Wook Baik, M.D.

Department of Internal Medicine, Department of Gastroenterology, DMC Bundang Jesaeng Hospital, Seongnam, Korea

Purpose: In Korea, the prevalence of metabolic syndrome has increased. The relationship between metabolic syndrome, adiponectin, and dietary components is widely known. However, the relation between cytokine and dietary components is not yet well studied in Korea.

Methods: Five hundred and ninety-six Korean adults between 30 and 59 years of age were recruited by advertisement to the Bundang Jesaeng General Hospital (BJ-GH), and those not taking regular medications and without diagnoses of fulminant disease were included. Data was collected on anthropometric measurements, diagnostic parameters for metabolic syndrome (MetS), and 3-day dietary intakes from individuals in the study.

Results: Serum adiponectin level was positively correlated with serum HDL-cholesterol level and was negatively correlated with BMI, waist circumference, and systolic and diastolic blood pressure. Intake of dietary fiber was high in the high-adiponectin group.

Conclusion: High-fiber diet and adiponectin can be helpful for improving metabolic syndrome. (JKSPEN 2011; 4(1):16-20)

Key Words: Metabolic syndrome, Adiponectin, Dietary fiber

중심 단어: 대사 증후군, 식이 섬유, 아디포넥틴

서 론

서구화된 식생활과 생활 양식의 변화로 비만, 당뇨, 심혈관 질환 등의 폭발적인 증가가 발생했다. 2007년 통계청 자료에 의하면 20세 이상 성인의 과체중 및 비만 인구 비율은 31.7%로 조사되었으며 한국의 대사 증후군 유병률은 증가하고 있는 실정이다. 아디포넥틴은 간과 근육에서 지방산화를 증가시켜 인슐린 감수성을 개선시키며 항비만효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며 여러 연구에서 섬유소가 풍부한 식이가 아디포넥틴의 농도를 증가시킨다는 연구 결과¹와 당뇨 환자에서 낮은 혈당 수치와 고섬유 식이가 혈중 아디포넥틴을 증가시킬 수 있다는 외국의 연구 결과가 있다.²

대사 증후군과 아디포넥틴 간의 연구 결과나 식이 성분 간의 연구 결과는 이미 잘 알려져 있지만 식이 섬유소와 아디포넥틴 같은 사이토카인을 연구한 결과는 국내에는 보고된 바가 없어 그 상관 관계를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 조사 대상자

2009년 9월부터 2010년 10월까지 30대에서 50대 사이로 현재 만성 질환으로 인한 투약을 하고 있지 않은 663명을 모집하였다. 2009년도 참가자는 서울 근교나 경기도에 사는 사람으로 광고로 모집하였으며 2010년도 참가자는 건강검진을 받으러 온 사람을 대상으로 하였다. 식이 분석을 완료했고 대사 증후군 특징을 가지고 있는 596명을 분석하였다.

본 연구는 분당제생병원의 생명윤리 심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심사를 통과하였으며 참가자에게 사전 정보를 제공하고 동의를 구하였다.

2. 측정 항목

12시간 공복 정맥혈을 3 ml 채혈한 뒤 분당제생병원 자체 실험실에서 혈청 중성 지방, 고밀도지질단백과 포도당, 아

책임저자 : 백현욱, 경기도 성남시 분당구 서현동 255-2
☎ 463-774, 분당제생병원 소화기내과
Tel: 031-779-0200, Fax: 031-779-0897
E-mail: hbaik@dmc.or.kr
접수일 : 2011년 8월 1일, 게재승인일 : 2011년 12월 5일

디포넥틴, 저밀도지질단백, 인슐린, hs-CRP, IL-6, TNF- α 를 측정하였다. 체중과 키는 자동 신장계인 GL-150 (G-Tech International, Korea)으로 측정하였으며 허리 둘레는 가장 아래쪽 늑골과 장골 사이의 한가운데 부위를 줄자로 측정하였고 혈압은 편안하게 앉은 자세로 10분간 안정 상태를 유지시킨 후 sphygmomanometer (EW3152, Panasonic, Japan)를 사용하여 2회 반복측정 후 평균을 이용하였다.

3. 식사섭취 조사

대상자 개인별로 총 3일간의 식사 내용을 조사하였으며, 24시간 회상법 1일과 식사 기록법 2일을 주중 2일, 주말 1일이 되도록 하였다. 24시간 회상법은 훈련된 조사가원이 2차원 모형을 이용하여 직접 면접으로 하였고, 식사 기록법은 24시간 회상법으로 식사조사를 한 날 대상자에게 기록 방법을 교육하고 2차원 모형과 조사지를 함께 배포하여 대상자가 직접 기록하게 한 후 우편으로 회수하였다. 회수된 식사 기록법 조사지는 훈련된 조사가원이 검토하여 불충분하거나 불명확하게 기재된 부분은 대상자에게 전화로 확인하여 보완하였다.

영양소 섭취량 계산은 조사된 식사자료를 서울대학교 인체영양연구실에서 개발한 웹 기반 식사조사 프로그램인 DES (Diet Evaluation System program)에 입력하여 시행하였

다. 각 대상자의 3일치 식품 섭취 내용(식품의 종류와 섭취량)으로부터 계산된 1일 평균 에너지 및 영양소 섭취량을 분석에 이용하였다. 계산된 영양소는 단백질, 칼슘, 인, 철, 나트륨, 칼륨, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C, 비타민 E, 총 식이섬유, 콜레스테롤 등이다.

4. 대사 증후군의 정의

NCEP-ATP III (National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III)에서 제시한 기준에 따라 대사 증후군을 중성 지방 150 mg/dl 이상, HDL 40 mg/dl 미만(여성의 경우 50 미만), 수축기 혈압 130 mmHg 이상, 확장기 혈압 85 mmHg 이상, 공복 포도당은 100 mg/dl 이상, 허리 둘레는 2000년 아시아-태평양 지역기준을 적용하여 남성의 경우 90 cm 이상(여성의 경우 85 cm 이상)의 5가지 중 3가지 이상을 만족하는 경우로 정의하였다.

5. 자료 분석 및 통계처리

대상자들의 신체 측정치, 혈청 검사자료, 혈압, 식이 영양소 섭취량은 평균값과 표준편차로 나타내었으며 영양 섭취소와 대사 증후군 간의 관계는 ANOVA, 카이제곱검정, logistic regression을 이용하였다. 모든 SAS 통계 분석은 software (Statistic Analysis System, version 9.2, SAS Institute,

Table 1. Basic characteristics of study participants

	Men		Women	
	Control (n=161)	MetS (n=95)	Control (n=293)	MetS (n=47)
Age (years)*	42.7 $\pm$ 8.2	44.7 $\pm$ 7.7	43.5 $\pm$ 8.0	49.1 $\pm$ 6.8
Waist circumference (cm)*	83.6 $\pm$ 6.3	89.9 $\pm$ 6.2	75.6 $\pm$ 6.8	87.1 $\pm$ 8.3
BMI (kg/m ²)*	24.6 $\pm$ 2.4	26.8 $\pm$ 2.9	22.5 $\pm$ 2.7	26.7 $\pm$ 3.1
Systolic blood pressure (mmHg)*	122 $\pm$ 12	130 $\pm$ 13	114 $\pm$ 14	126 $\pm$ 11
Diastolic blood pressure (mmHg)*	79 $\pm$ 9	84 $\pm$ 9	74 $\pm$ 9	79 $\pm$ 8
Fasting blood glucose (mg/dl)*	94.6 $\pm$ 18.8	106.0 $\pm$ 27.7	85.4 $\pm$ 15.5	100.4 $\pm$ 26.5
HDL cholesterol (mg/dl)*	51.2 $\pm$ 12.4	43.5 $\pm$ 9.4	60.1 $\pm$ 13.0	48.1 $\pm$ 14.0
LDL cholesterol (mg/dl)*	135.5 $\pm$ 77.8	121.4 $\pm$ 49.6	114.1 $\pm$ 29.6	127.4 $\pm$ 38.7
Triglyceride (mg/dl)*	161.5 $\pm$ 99.9	258.2 $\pm$ 143.7	100.2 $\pm$ 53.3	195.2 $\pm$ 126.4
Percentage of people who have metabolic abnormalities				
Metabolic syndrome ^{††}	37.1		13.8	
Elevated waist circumference ^{†§}	33.2		17.4	
Elevated triglyceride [†]	64.5		22.9	
Reduced HDL cholesterol [†]	26.6		30.3	
Elevated blood pressure [†]	50.4		26.8	
Elevated fasting glucose [†]	37.5		15.3	

*Mean $\pm$ SD. [†]Prevalence (%). ^{††}Metabolic syndrome (MetS) by the modified NCEP ATP III criteria (any 3 of 5 constitutes, for waist circumferences $\geq$ 90 cm in men; $\geq$ 85 cm in women (criteria by Korean Society for the Study of Obesity), for triglyceride $\geq$ 150 mg/dl; for HDL cholesterol $<$ 40 mg/dl in men; $<$ 50 mg/dl in women, for blood pressure $\geq$ 130 mmHg systolic blood pressure or $\geq$ 85 mmHg diastolic blood pressure; for fasting glucose $\geq$ 100 mg/dl). [§]Suggested by the Korean Society for the Study of Obesity; Men: $\geq$ 90 cm, Women: $\geq$ 85 cm.

Cary, NC)를 이용하였다.

결 과

본 연구의 대상자는 30대에서 50대 사이의 남자 256명, 여자 340명이며 대사 증후군의 유병률은 23.8%이며 일반적 특징은 Table 1에 제시하였다. 남성에서는 중성 지방 증가(64.5%)와 혈압 상승(50.4%)이 가장 흔한 대사 증후군 요소이며 여성에 있어서는 고밀도 지질 단백 감소(30.3%)와 혈압 상승(26.8%)이 가장 흔한 요소다. 각 군의 아디포넥틴 최소 농도는 0.09008 ng/ml, 최대 농도는 35.5 ng/ml으로 조사되었는데 아디포넥틴 농도가 증가할수록 대사 증후군 구성 요소인 허리 둘레, 수축기 혈압, 확장기 혈압, 포도당, 중성 지방은 감소하는 경향을 보이고 있으며 고밀도 지질 단백

에서는 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이외에도 몸무게, BMI, 콜레스테롤, 저밀도 지질 단백도 아디포넥틴 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 조사 대상자의 혈중 아디포넥틴의 농도에 따른 군 간의 신체 측정 및 혈압, 혈청 지질, 열량 영양소 섭취량, 비타민, 무기질 섭취량을 나타내었다 (Table 2). 섬유소 섭취가 증가할수록 혈청 아디포넥틴 농도가 증가하고 대사 증후군에 효과적임을 알 수 있는데 이는 통계적으로 유의하며 섬유소 섭취 양에 따라 4개의 quartile으로 분류하여 섬유소 섭취에 따른 혈청 저아디포넥틴 수치의 odds ratio와 대사 증후군의 odds ratio를 나타내었는데 (Table 3, 4) 섬유소 섭취가 증가할수록 혈청 저아디포넥틴 수치의 odds ratio가 감소하며 대사 증후군의 경우도 같은 경향을 보인다. 즉 섬유소 섭취가 증가할수록 아디포넥틴의 농도는 증가하고 대사 증후군의 위험은 감소함을 의미한다.

Table 2. Clinical and dietary characteristics of the study populations stratified by adiponectin concentration

Adiponectin (ng/dl)	1st (n=149) 2.36±0.87	2nd (n=149) 4.91±0.80	3rd (n=149) 8.30±1.22	4th (n=149) 16.54±5.82	P-value <0.001
Age (years)	41.92±8.81	40.61±9.28	40.68±8.73	39.91±8.15	0.2530
Waist circumference (cm)	85.27±7.35	82.82±8.75	82.82±8.75	75.43±7.67	<0.001
BMI (kg/m ²)	25.42±2.92	24.67±2.98	23.59±3.06	22.25±2.87	<0.001
SBP (mmHg)	123.6±13.76	121.43±16.04	117.79±12.42	115.08±13.91	<0.001
DBP (mmHg)	80.94±8.92	77.7±9.66	75.47±9.21	73.9±9.76	<0.001
Glucose (mg/dl)	97.31±24.56	93.06±20.51	88.87±16.58	88.04±19.70	0.0003
Hb A1c (mg/dl)	5.76±0.74	5.87±3.75	5.51±0.50	5.40±0.51	0.1401
Cholesterol (mg/dl)	300.87±154.90	291.53±157.66	243.46±130.95	247.54±121.99	0.0003
TG (mg/dl)	211.29±142.80	159.97±93.83	120.6±85.63	95.73±55.51	<0.001
HDL-C (mg/dl)	46.81±10.80	50.53±11.10	57.07±13.21	64.23±13.90	<0.001
LDL-C (mg/dl)	132.46±75.57	126.22±54.26	115.78±29.77	113.49±28.49	0.0034
hs-CRP (mg/dl)	0.20±0.62	0.15±0.30	0.12±0.26	0.17±1.16	0.7723
Energy consumption (Kcal)	1968.57±691.30	1894.19±786.56	1735.87±560.11	1683.82±425.50	0.0002
Fiber (g)	12.23±6.85	14.51±7.53	16.74±6.77	18.26±6.79	<0.001
IL-6 (pg/ml)	2.01±2.64	1.60±1.97	1.63±1.83	1.46±2.58	0.2005
TNF- α (pg/ml)	4.03±6.81	3.82±3.89	3.74±3.33	4.34±3.07	0.7483

Data are presented as the mean±SD. BMI = body mass index; SBP = systolic blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; TG = triglyceride; HDL = high-density lipoprotein; LDL = low-density lipoprotein; hs-CRP = high-sensitivity CRP; IL-6 = interleukin-6; TNF- α = tumor necrosis factor- α .

Table 3. Odds ratios for low adiponectemia stratified by fiber intake quartile category

Fiber intake quartile	Odds ratio	95% C.I	P-value
Total			
1st	Reference		
2nd (n=149)	0.74	0.42 ~ 1.30	0.295
3rd (n=149)	0.42	0.23 ~ 0.78	0.006
4th (n=149)	0.35	0.18 ~ 0.67	0.001

Table 4. Odds ratios for metabolic syndrome stratified by fiber intake quartile category

Fiber intake quartile	Odds ratio	95% C.I	P-value
Total			
1st	Reference		
2nd (n=149)	0.62	0.33 ~ 1.19	0.152
3rd (n=149)	0.56	0.29 ~ 1.08	0.082
4th (n=149)	0.44	0.22 ~ 0.90	0.025

고 찰

대사 증후군은 고혈압, 포도당불내성, 복부 비만, 이상 고지혈증(고중성지방혈증, 낮은 고밀도지질단백혈증)을 포함한 대사 이상으로 정의되고 있다.³ 비만의 원인이 되는 지방 세포는 수동적인 에너지 저장고의 역할을 한다고 생각되었지만 최근에 지방 조직은 아디포사이토카인이라는 생물학적으로 활동성이 있는 물질을 분비하는 내분비 기관으로 기능한다는 것이 알려졌고 아디포넥틴, 렙틴, 레지스틴이 이에 해당된다.^{4,5} 이 중 아디포넥틴은 최근 대사 증후군과 관련이 있는 중요한 사이토카인으로 생각되고 있다.

대사 증후군은 내장 지방 비만으로 인한 부적절한 아디포카인의 분비 조절에 의해 발생하는 것으로 여겨지는데 아디포카인 중 대사증후군 발생에 매우 중요한 것으로 생각되는 아디포넥틴은 비만한 사람에게서 감소되어 있으며^{6,7} 인슐린 저항성, 당뇨, 고혈압이 있는 환자에서 유의하게 감소함이 알려졌다.^{8,9} 비만도가 높을수록 내장지방세포의 아디포넥틴 분비는 감소하며¹⁰ 아디포넥틴은 간과 근육에서 지방 산화를 일으켜 인슐린 감수성을 개선시키며 항비만 효과를 일으켜 비만과 관련된 질환인 당뇨병 및 심혈관계 질환으로 진행되는 것을 방지한다.¹¹ 또한 이상지질혈증 및 염증성 지포 증가와 관련이 있다. 심혈관질환과 관련된 아디포사이토카인으로는 아디포넥틴, TNF- α , Interleukin-6 등이 알려져 있으며, 이 중 대부분은 심혈관질환 위험요인과 양의 상관관계를 가지나 아디포넥틴은 음의 상관관계를 가지고 있다.¹² 따라서 혈청 아디포넥틴의 농도감소는 심혈관계 질환 발생을 높인다.^{13,14} 초기에 아디포넥틴은 말기 신부전 환자의 심혈관 질환을 예방하는 효과가 입증되었고¹⁵ 이후 심근경색 환자에서 질환의 진행을 예방하는 효과를 보였다.⁸ 혈청 아디포넥틴 농도가 낮을수록 혈압은 증가하며,¹⁶ 아디포넥틴 농도가 증가할수록 인슐린 감수성이 증가한다.¹⁷

이는 아디포넥틴이 대사증후군 및 만성질환 위험도를 낮추는 효과를 입증하는 것이다. 본 연구 결과에서도 혈청 아디포넥틴 농도가 낮은 군에서 중성지질과 저밀도 지질 단백질 수치가 높았고 반면에 고밀도 지질 단백질 수치는 낮았다. 한편 성인 당뇨병 환자 연구에서 혈청 아디포넥틴 농도가 높은 군에서 섬유소 섭취가 많았으며² 섬유소가 풍부한 식이가 혈청 아디포넥틴을 증가시켰다는 연구 결과^{1,18}가 있다. 이것은 식이 섬유소가 혈중 아디포넥틴을 상승시켜 대사 증후군에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다. 본 연구에서도 섬유소 섭취가 높을수록 혈청 아디포넥틴 농도는 증가한다. 따라서 혈청 아디포넥틴의 농도와 식이 섬유소 섭취는 기존의 연구와 동일하게 양의 상관 관계를 보이며

대사 증후군 환자에서 식이 섬유소 섭취가 권장량의 75% 미만으로 섭취한 한 연구 결과¹⁹에서 보듯이 식이 섬유가 대사 증후군 예방에 중요한 역할을 한다. 기존의 대사 증후군과 아디포넥틴, 식이 성분과의 관련성을 본 연구는 많이 있고 잘 알려져 있지만 본 연구에서처럼 사이토카인과 식이 섬유소와의 관계를 파악한 내용은 우리나라에서는 연구가 많지 않은 실정이다. 본 연구의 제한점은 흡연, 술 섭취량, 운동 같은 개인의 생활 습관의 조사가 완벽하지 않았고 따라서 이런 변수들은 통계학적 분석에 포함되지 않았으며 참가자들은 병원에서 모집되어 진행된 연구로 표본이 대표성을 나타내기에는 한계가 있다는 점이다.

결 론

대사 증후군과 아디포넥틴의 연관성과, 식이 영양소와 대사 증후군 간의 연관성은 이미 잘 알려져 있다. 하지만 식이 영양소와 사이토카인 간의 연관 관계를 연구한 국내 연구 결과는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 식이 영양소인 섬유소가 혈청 아디포넥틴과 양의 상관 관계를 보여 식이를 통한 영양소의 섭취가 혈청 염증성 사이토카인의 변화를 유발할 수 있고 그 결과 대사 증후군의 진행을 예방할 수 있음을 보여준다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 15대 어젠다 연구개발사업(과제번호 PJ007211)의 지원에 의하여 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Richter V, Purschwitz K, Rassoul F, Thiery J, Zunft HJ, Leitzmann C. Effects of diet modification on cardiovascular risk: results from the Leipzig Wholesome Nutrition Study. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004;13(Suppl):S106.
2. Qi L, Rimm E, Liu S, Rifai N, Hu FB. Dietary glycemic index, glycemic load, cereal fiber, and plasma adiponectin concentration in diabetic men. *Diabetes Care* 2005;28(5):1022-8.
3. Azevedo A, Santos AC, Ribeiro L, Azevedo I. The metabolic syndrome. In: Soares R, Costa C eds. *Oxidative stress, inflammation and angiogenesis in the metabolic syndrome*. New York:Springer Science;2009:1-19.
4. Shimomura I, Funahashi T, Takahashi M, Maeda K, Kotani K, Nakamura T, et al. Enhanced expression of PAI-1 in visceral fat: possible contributor to vascular disease in obesity. *Nat Med* 1996;2(7):800-3.
5. Funahashi T, Nakamura T, Shimomura I, Maeda K, Kuriyama

- H, Takahashi M, et al. Role of adipocytokines on the pathogenesis of atherosclerosis in visceral obesity. *Intern Med* 1999;38(2):202-6.
6. Maeda K, Okubo K, Shimomura I, Mizuno K, Matsuzawa Y, Matsubara K. Analysis of an expression Profile of genes in the human adipose tissue. *Gene* 1997;190(2):227-35.
7. Mantzoros CS, Williams CJ, Manson JE, Meigs JB, Hu FB. Adherence to the Mediterranean dietary pattern is positively associated with plasma adiponectin concentrations in diabetic women. *Am J Clin Nutr* 2006;84(2):328-35.
8. Pischon T, Girman CJ, Hotamisligil GS, Rifai N, Hu FB, Rimm EB. Plasma adiponectin levels and risk of myocardial infarction in men. *JAMA* 2004;291(14):1730-7.
9. Duncan BB, Schmidt MI, Pankow JS, Bang H, Couper D, Ballantyne CM, et al. Adiponectin and the development of type 2 diabetes: the atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes* 2004;53(9):2473-8.
10. Motoshima H, Wu X, Sinha MK, Hardy VE, Rosato EL, Barbot DJ, et al. Differential regulation of adiponectin secretion from cultured human omental and subcutaneous adipocytes: effects of insulin and rosiglitazone. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87(12):5662-7.
11. Koner A, Kratzsch J, Gausche R, Schaab M, Erbs S, Kiess W. New predictors of the metabolic syndrome in children role of adipocytokines. *Pediatr Res* 2007;61(6):640-5.
12. Luc G, Empana JP, Morange P, Juhan-Vague I, Arveiler D, Ferrieres J, et al. Adipocytokines and the risk of coronary heart disease in healthy middle aged men: the PRIME study. *Int J Obes (Lond)* 2010;34(1):118-26.
13. Berg AH, Combs TP, Du X, Brownlee M, Scherer PE. The adipocyte-secreted protein Acrp30 enhances hepatic insulin action. *Nat Med* 2001;7(8):947-53.
14. Matsubara M, Maruoka S, Katayose S. Decreased plasma adiponectin concentrations in women with dyslipidemia. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87(6):2764-9.
15. Zoccali C, Mallamaci F, Tripepi G, Benedetto FA, Cutrupi S, Parlongo S, et al. Adiponectin, metabolic risk factors, and cardiovascular events among patients with end stage renal disease. *J Am Soc Nephrol* 2002;13(1):134-41.
16. Iwashima Y, Katsuya T, Ishikawa K, Ouchi N, Ohishi M, Sugimoto K, et al. Hypoadiponectinemia is an independent risk factor for hypertension. *Hypertension* 2004;43(6):1318-23.
17. Hotta K, Funahashi T, Bodkin NL, Ortmeier HK, Arita Y, Hansen BC, et al. Circulating concentrations of the adipocyte protein, adiponectin, are decreased in parallel with reduced insulin sensitivity during the progression to type-2 diabetes in rhesus monkeys. *Diabetes* 2001;50(5):1126-33.
18. Esposito K, Nappo F, Giugliano F, Di Palo C, Ciotola M, Barbieri M, et al. Meal modulation of circulating interleukin 18 and adiponectin concentrations in healthy subjects and in patients with type 2 diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 2003;78(6):1135-40.
19. Kim M, Kim J, Bae W, Kim S, Lee Y, Na W, et al. Relationship between Nutrients intakes, dietary quality, and serum concentrations of inflammatory markers in metabolic syndrome patients. *Korean J Community Nutr* 2011;16(1):51-61.