

대사증후군 환자의 영양소 섭취상태 및 식사의 질과 염증지표 농도의 상관성

김미성¹⁾ · 김주영 · 배우경 · 김소혜 · 이예송¹⁾ · 나우리¹⁾ · 손정민^{1)†}

분당서울대학교병원 건강증진센터, ¹⁾원광대학교 식품영양학전공

Relationship between Nutrients Intakes, Dietary Quality, and Serum Concentrations of Inflammatory Markers in Metabolic Syndrome Patients

Misung Kim¹⁾, Juyoung Kim, Wookyung Bae, Sohye Kim, Yesong Lee¹⁾, Woori Na¹⁾, Cheongmin Sohn^{1)†}

Health Promotion Center, Seoul National University of Bundang Hospital, Seongnam, Korea

¹⁾Major in Food and Nutrition, Wonkwang University, Iksan, Korea

Abstract

Elevated serum concentration of inflammation markers is known as an independent risk factor of metabolic syndrome (MS) and dietary intake is an important factor to control MS. The purpose of this study was to investigate the hypothesis that inflammatory indices are associated with dietary intake and diet quality index-international (DQI-I) in subjects with MS. A cross-sectional study was conducted on 156 men and 73 postmenopausal women with MS, defined by three or more risk factors of the modified Adult Treatment Panel III criteria. Serum levels of high sensitive C-reactive protein (hs-CRP), adiponectin were examined and nutrients intake and DQI-I were assessed using a semi-quantitative food frequency questionnaire. The total DQI-I score was significantly higher in female subjects (65.87 ± 9.86) than in male subjects (62.60 ± 8.95). There was a positive association between hs-CRP and polyunsaturated fatty acid intake ($p < 0.05$) and a negative association between adiponectin and lipid ($p < 0.05$), total sugar ($p < 0.01$), and total fatty acids ($p < 0.05$). When the subjects were divided into 5 groups by quintile according to serum adiponectin and hs-CRP level, there was no association between DQI-I score and hs-CRP levels. Moderation score of DQI-I was significantly higher in highest quintile group than the lower quintile groups. Therefore, our results provide some evidence that dietary intake and diet quality are associated with inflammation markers and dietary modification might be a predictor to decrease risk for metabolic syndrome complications. However further research is needed to develop the dietary quality index reflecting the inflammatory change by considering the dietary habit and pattern of Koreans. (Korean J Community Nutr 16(1) : 51~61, 2011)

KEY WORDS : metabolic syndrome · diet quality index-international · hs-CRP · adiponectin · nutrients intake

서 론

대사증후군이란 고혈압, 당뇨병, 이상 지질혈증, 비만, 고

접수일: 2011년 1월 13일 접수

수정일: 2011년 2월 7일 수정

채택일: 2011년 2월 16일 채택

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2010-0015498)

†Corresponding author: Cheongmin Sohn, Major in Food and Nutrition, Wonkwang University, 344-2 Sinyong-Dong, Iksan, Jeonbuk 570-749, Korea

Tel: (063) 850-6656, Fax: (063) 850-7301

E-mail: ccha@wku.ac.kr

인슐린혈중 등 여러 가지 심혈관계 위험인자가 군집해서 나타나는 경우로 미국의 경우 전체 인구의 약 25%가 대사증후군 환자이며, 특히 50세 이상의 경우는 45% 정도가 대사증후군으로 보고되고 있다(Isomaa 등 2001; Lakka 등 2002). 우리나라의 경우도 2005년 국민건강·영양조사 결과 대사증후군의 유병률이 남자 32.9%, 여자 31.8%로 높게 나타나 이에 대한 예방과 치료를 위한 시급한 대책이 필요한 시점이다(MOHW 2005). 대사증후군 환자들은 당뇨병과 심혈관계 질환의 발생 위험이 높은 것으로 보고되고 있어, 미국 국립콜레스테롤 교육프로그램의 대사증후군 기준(National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III; NECP-ATP III) 지침에서는 심혈관질환의 예방 및 지연을 위해 대사증후군 환자의 적극적인

치료를 중요시하고 있다(NCEP Expert Panel 2002).

대사증후군의 발병은 유전적 요인과 체구성, 식사요인 및 운동 정도 등과 같은 환경적인 인자들에 의해 영향을 받으며, 내장지방 축적에 따른 인슐린 저항성이 질환의 대표적인 기전으로 알려져 있다(Timar 등 2000). 또한 최근에는 질환의 발현 과정 및 진행에 있어서 여러 염증지표들과 관련이 있음이 보고되고 있다(Feingold & Grunfeld 1992). 전염증성 사이토카인의 하나인 Interleukin-6(IL-6)(Mohamed-Ali 등 1997)와 급성 반응 물질인 c-reactive protein(CRP)이 제2형 당뇨병과 대사성 증후군의 원인이 된다고 제기되고 있으며(Tracy 등 1997; Koenig 등 1999; Ridker 2001; Ridker 2003), 대표적인 급성기 반응물질인 high sensitivity C-reactive protein(hs-CRP)도 심혈관계 질환 위험인자들과 상관성이 높다고 보고되고 있다(Gabay & Kushner 1999). 또한 인슐린의 감수성을 개선시키고, 혈관 내피 세포의 항염증 작용에 기여하는 아디포넥틴(adiponectin)도 제2형 당뇨병 환자와 대사증후군 환자 모두에서 감소하는 것으로 보고되고 있다(Lara-Castro 등 2007).

염증지표와 영양소와의 관련성 조사 결과에 따르면, 과체중 여성에서 아디포넥틴은 지방섭취와 음의 상관성을 보였으며, 반면에 비타민 C와 섬유소 섭취량과는 양의 상관성이 있는 것으로 나타났다(Lee & Kim 2010). 또한 이상지질혈증 환자에서 혈청 CRP 농도는 콜레스테롤 섭취량과 양의 상관관계를 보였으며(Ghayour-Mobarhan 등 2007), 황반변성 환자에서는 혈청 비타민 C의 농도와 CRP와 음의 상관관계가 있었다(Seddon 등 2006). 그러나 현재까지 국내에서 대사증후군 환자를 대상으로 영양소 섭취 상태와 혈액 성상에 대한 일부 연구 결과가 보고되고 있으나(Choi 등 2007), 염증지표와 영양소와의 상관성을 조사한 연구가 미흡한 상태이므로 이에 대한 연구를 통한 영양치료의 지침 설정이 필요한 것으로 보인다.

영양치료 프로그램의 실시를 위한 첫 단계인 영양 평가 과정에서는 개인의 영양소 섭취의 과부족 평가와 더불어 전반적인 식사의 질 평가도 필요하다. 식사의 질 평가도구로는 영양소 섭취량을 기준으로 평가하는 Nutrient Adequacy Ratio(NAR), Mean Adequacy Ratio(MAR) 및 Index of Nutritional Quality(INQ) 등이 주로 사용되고 있으며, 최근에는 식품군 섭취 다양성 측면 및 구체적인 식습관 평가를 통한 건강 유지를 목적으로 Healthy Eating Index(HEI), Recommended Food Score(RFS), alternate Mediterranean Diet Index(aMED) 및 Diet Quality Index-International(DQI-I) 등의 식사의 질을 평가하는

도구가 개발되어 이용되고 있다(Kim 등 2003; Fung 등 2005; Tur 등 2005). 특히 DQI-I는 특정 민족에 제한적으로 사용되어 지는 HEI나 RFS와는 달리 여러 다른 인종의 식사의 질을 평가할 수 있는 도구로 널리 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 대사증후군 환자를 대상으로 남·여의 영양소 섭취 상태와 이에 따른 DQI-I를 활용한 식사의 질을 평가하고자 하였다. 또한 현재까지 국내 대사증후군 환자를 대상으로 염증 매개 인자와 영양소와의 관련성에 대한 연구, 특히 전반적인 식사의 질과 염증지표 상태에 관한 연구 결과는 거의 없는 실정으로 본 연구에서는 대표적 염증지표인 hs-CRP와 아디포넥틴과 식이섭취 및 DQI-I와의 관련성을 알아보하고자 수행되었다.

연구내용 및 방법

1. 연구대상자

2009년 9월부터 2010년 2월까지 경기도 소재 대학병원 건강증진센터에서 건강검진을 위해 병원을 내원한 수진자를 대상으로 조사를 실시하였다. 대사증후군의 진단기준은 NCEP-ATPIII와 WHO아시아 태평양 비만진단 복부둘레 기준에 따라(International Obesity Task Force 1999), 혈중 중성지방 150 mg/dL 이상, 혈중 HDL-콜레스테롤 남자 40 mg/dL 미만, 여자 50 mg/dL 미만, 공복혈당 100 mg/dL 이상, 수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 85 mmHg 이상, 복부둘레 남자 90 cm, 여자 80 cm 이상으로 하였다. 고혈압약제를 투여 받는 대상은 혈압요인에 해당하는 것으로 분석하였고, 당뇨약제를 투여 받는 대상은 공복혈당요인에 해당하는 것으로 분석하였으며, 대사증후군 5개의 요인 중 3개 이상 해당되는 수진자를 본 연구의 대상자로 선별하였다. 본 연구는 B 종합병원 임상 시험 심의 위원회(Institutional Review Board; IRB) 승인을 받아 진행하였으며, 본 연구에 참여를 동의한 성인 남성 156명, 여성 73명을 대상으로 조사를 실시하였다.

2. 식사섭취조사

식사섭취조사는 직접면담을 통해 반정량 식품 섭취 빈도 조사법(Ahn 등 2004)을 사용하여 최근 1년 동안 섭취한 음식을 평가하였으며, 섭취량 분석은 영양평가 프로그램인 CAN-Pro 3.0(Computer Aided Nutritional Analysis Program)을 이용하였다. 구체적인 식사의 질 평가는 Diet Quality Index-International(DQI-I)를 사용하였으며, 사용된 도구는 Kim 등(2003)의 연구에서 제시한 각 항목의 기준을 Yun 등(2009)이 한국영양학회에서 제시한 성인

대상 한국인을 위한 식사지침과 한국지질동맥경화학회에서 권장하는 치료 지침에 근거해 일부 수정한 기준을 사용하였다.

3. 신체계측, 혈압 및 혈액검사

대상자의 신장 및 체중은 자동측정기 Jenix (GL-150KT, Korea)를 이용하였으며, 체질량지수 (Body Mass Index, BMI)는 체중(kg)/신장(m²)의 공식을 이용하여 계산하였다. 복부둘레는 줄자를 이용하여 장골능과 늑골의 하한선의 중간부위를 0.1cm까지 측정하였다. 혈압측정은 편안하게 앉은 자세로 자동혈압계 Sysmex XE-2100(Sysmex, Japan)를 사용하여 수축기 및 이완기 혈압을 측정하였다. 혈액검사는 정맥혈을 취하여 Labmaster ABC GF35r (Hanlab, Korea)에서 3,000 rpm으로 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 자동생화학 분석기인 BS-220 (Mindray, China)를 이용하여 효소법으로 혈당, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 총 콜레스테롤 및 gamma glutamyl transferase (GGT)를 분석하였다. hs-CRP는 라텍스 응집 비탁법을 이용하여 Hitachi 7600-110 (Hitachi, Japan)으로 분석하였다. 아디포넥틴은 효소 면역분석법 (Enzyme Immuno Assay, EIA)으로 Adiponectin ELISA Kit (Adipogen, Korea)를 이용하여 ELx800 (BIO-Tec instruments Inc, USA)로 분석하였다.

4. 통계분석

본 연구에 사용된 모든 통계분석은 SPSS program (Korea ver.12.0)을 이용하여 모든 변인에 대한 평균 ± 표준편차 (Mean ± SD)를 산출하였으며, 남·여 집단 간의 차이검정은 t-test를 이용하였다. 왜곡 분포를 보이는 hs-CRP와 아디포넥틴의 결과를 정규 분포화 시키기 위해 로그 값으로 전환하였다. 염증지표와 대사증후군 진단기준 항목 간의 상관성은 Pearson's correlation coefficients를 구하였다. 또한 hs-CRP와 영양소 섭취량 간의 상관성은 허리둘레를 보정한 후 부분 상관계수를 구하였으며, 아디포넥틴도 허리둘레, 공복혈당, 중성지방 및 HDL-콜레스테롤을 보정한 후 상관계수를 산출하였다. 염증지표 농도에 따라 5개 군으로 나눈 후 DQI-I 점수와 비교는 ANOVA와 Duncan's multiple range test에 의해 유의성 검증을 실시하였으며, 모든 통계적 유의수준은 p < 0.05를 기준으로 하였다.

결 과

1. 신체계측 및 생화학 검사

본 연구대상자의 신체계측 및 생화학 검사 결과는 Table 1과 같다. 대상자의 평균 연령은 남자 49.39 ± 10.10세, 여자 48.72 ± 1.02세로 대상자의 성별에 따른 유의한 차이가 없었다. 대상자의 복부둘레 평균은 남자 93.48 ± 7.11

Table 1. Comparison of anthropometric measurements, blood pressure and biochemical indices in men and women groups

	Men (n = 156)	Women (n = 73)	t-score
Age (years)	49.39 ± 10.10 ¹⁾	48.72 ± 1.02	0.542
Height (cm)	172.86 ± 6.37	157.13 ± 5.16	18.454***
BMI (kg/m ²) ²⁾	26.66 ± 2.85	26.00 ± 3.80	1.315
Weight (kg)	79.79 ± 10.85	64.17 ± 9.82	10.450***
WC (cm) ³⁾	93.48 ± 7.11	88.05 ± 7.56	5.274***
SBP (mmHg) ⁴⁾	128.14 ± 13.94	129.75 ± 14.40	-0.807
DBP (mmHg) ⁵⁾	81.03 ± 10.68	77.41 ± 9.06	2.505*
GGT (IU/L) ⁶⁾	56.60 ± 31.52	42.33 ± 43.98	2.644**
Glucose (mg/dL)	106.44 ± 22.33	99.16 ± 17.52	2.453*
Cholesterol (mg/dL)	196.72 ± 36.16	212.01 ± 36.14	-2.983**
Triglyceride (mg/dL)	175.92 ± 74.40	159.71 ± 58.22	1.790
HDL-C (mg/dL) ⁷⁾	43.64 ± 9.22	46.18 ± 9.70	-1.911
LDL-C (mg/dL) ⁸⁾	109.37 ± 29.77	121.90 ± 32.23	-2.888**
hs-CRP (μg/mL) ⁹⁾	1.82 ± 2.55	1.97 ± 2.78	-0.406
Adiponectin (μg/mL)	8.10 ± 2.75	12.10 ± 4.79	-6.663***

1) Values are Mean ± SD, 2) BMI: Body Mass Index, 3) WC: Waist Circumference, 4) SBP: Systolic Blood Pressure, 5) DBP: Diastolic Blood Pressure, 6) GGT: Gamma Glutamyl Transferase, 7) HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, 8) LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, 9) hs-CRP: High-sensitivity C-reactive protein, Significantly different between men and women groups by student's t test at *: P < 0.05, **: P < 0.01 and ***: P < 0.001

cm, 여자 88.05 ± 7.56 cm이며, 중성지방의 평균 농도는 남자 175.92 ± 74.40 mg/dL, 여자 159.71 ± 58.22 mg/dL이며, 공복혈당의 평균은 남자 106.44 ± 22.33 mg/dL, 여자 99.16 ± 17.52 mg/dL로 남자가 여자보다 유의하게 높았다(p < 0.05). 급성 염증 반응성 물질인 hs-CRP의 평균 농도는 남자 1.82 ± 2.55 µg/mL, 여자 1.97 ± 2.78 µg/mL이며, 아디포넥틴의 평균 농도는 남자 8.10 ± 2.75 µg/mL, 여자 12.10 ± 4.79 µg/mL로 여자가 남자보다 유의하게 높았다(p < 0.001).

2. 염증지표와 대사증후군 진단기준 항목과의 상관성

대사증후군 진단기준 항목과 hs-CRP와 아디포넥틴과의 상관관계를 보면(Table 2), hs-CRP는 복부둘레(p < 0.01)와 양의 상관관계를 보였으며, 아디포넥틴은 HDL-콜레스테롤과 양의 상관성(p < 0.01)을 보였으나, 복부둘레(p < 0.05), 공복혈당(p < 0.05), 및 중성지질(p < 0.01)과는 음의 상관관계를 나타내었다.

3. 영양소 섭취 실태 및 염증지표와의 상관성

대상자의 영양소 섭취량 분석 결과는 Table 3에 제시하였으며, 한국인 영양섭취기준(The Korean Nutrition Society 2010)과 비교한 백분율은 Fig. 1과 같다. 총 영양소 섭취량은 남·여간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 영양

Table 2. Correlation of inflammatory markers and metabolic syndrome factors

Factors	log hs-CRP	log Adiponectin
WC	0.184**	-0.165*
Glucose	0.056	-0.147*
Triglyceride	0.078	-0.193**
HDL-C	-0.028	0.222**
SBP	-0.037	0.110
DBP	-0.091	-0.020

Significantly different at *: P < 0.05 and **: P < 0.01
Serum hs-CRP and Adiponectin concentrations were logarithmically transformed because of their right-skewed deviation.

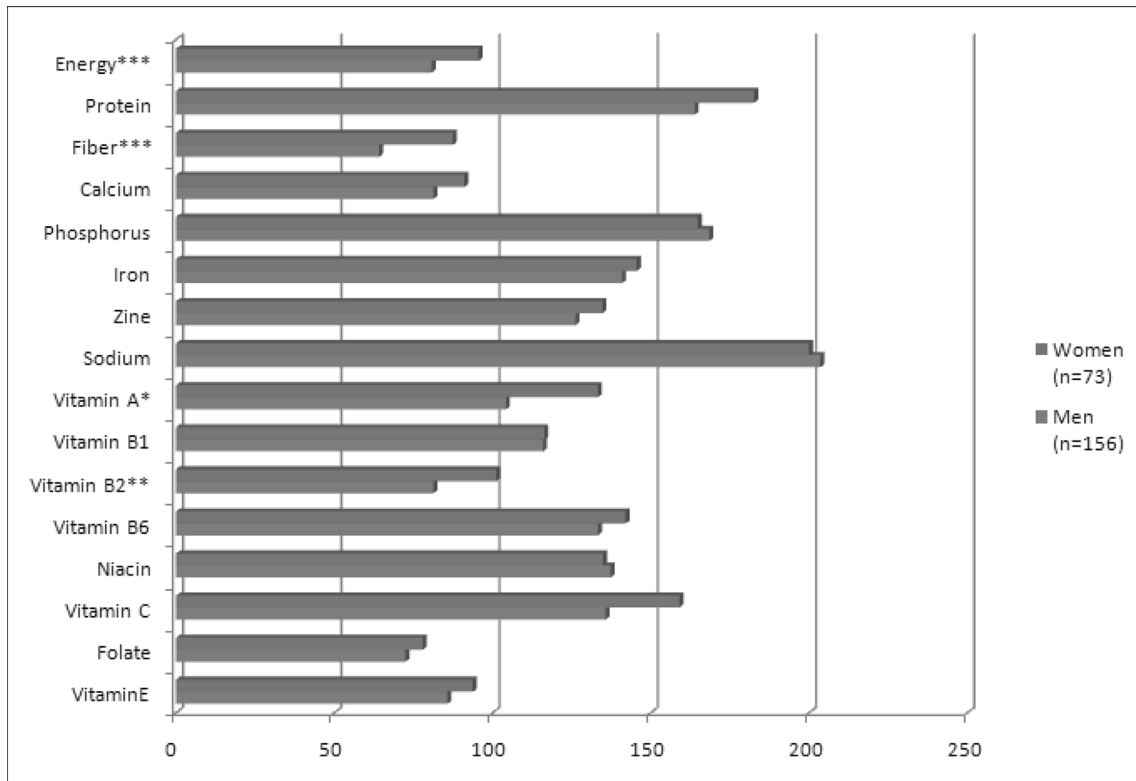


Fig. 1. Comparison of nutrient intakes of the two groups with KDRIs¹⁾(%)
DRI for reference : Energy EER²⁾, Protein EAR³⁾, Fiber AI⁴⁾, Calcium EAR, Phosphorus EAR, Iron EAR, Sodium AI, Zinc EAR, Vitamin A EAR, Vitamin B₁ EAR, Vitamin B₂ EAR, Vitamin B₆ EAR, Niacin EAR, Vitamin C EAR, Folate EAR, Vitamin E AI
1) KDRIs : Dietary Reference Intakes for Koreans
2) EER : Estimated energy requirement
3) EAR : Estimated average requirement
4) RNI : Recommended nutrient intake
Significantly different between men and women groups by student's t test at *: P < 0.05 , **: P < 0.01 and ***: P < 0.001

Table 3. Comparison of daily nutrients intake in men and women groups

	Men (n = 156)		Women (n = 73)		Total (N = 229)		t-score
Energy (kcal) ¹⁾	1859.28 ±	613.14	1721.94 ±	731.72	1815.50 ±	654.80	1.483
Protein (g)	69.97 ±	34.85	63.95 ±	32.02	68.05 ±	34.02	1.250
Fiber (g)	17.73 ±	9.26	19.44 ±	10.85	18.28 ±	9.80	-1.228
Calcium (mg)	471.56 ±	311.86	528.36 ±	338.89	489.67 ±	321.07	-1.249
Phosphorus (mg)	977.00 ±	451.78	956.00 ±	457.85	970.31 ±	452.82	0.326
Iron (mg)	11.27 ±	6.33	11.19 ±	6.28	11.25 ±	6.30	0.088
Sodium (mg)	2845.75 ±	1827.75	2639.56 ±	1699.65	2780.02 ±	1786.78	0.813
Zinc (mg)	9.73 ±	5.93	8.59 ±	4.50	9.36 ±	5.53	1.455
Vitamin A (μgRE)	533.74 ±	403.36	579.57 ±	441.79	548.35 ±	415.58	-0.777
Vitamin B ₁ (mg)	1.16 ±	0.60	1.05 ±	0.55	1.12 ±	0.59	1.345
Vitamin B ₂ (mg)	1.06 ±	0.57	1.01 ±	0.58	1.04 ±	0.57	0.539
Vitamin B ₆ (mg)	1.73 ±	0.85	1.70 ±	0.92	1.72 ±	0.87	0.228
Niacin (mg)	16.47 ±	8.32	14.84 ±	7.56	15.95 ±	8.11	1.418
Vitamin C (mg)	101.81 ±	73.44	119.30 ±	89.40	107.38 ±	79.10	-1.564
Folate (μg)	232.05 ±	137.35	249.42 ±	155.88	237.59 ±	143.40	-0.853
Vitamin E (mg)	8.57 ±	4.43	9.38 ±	6.89	8.83 ±	5.34	-1.067

1) Values are Mean ± SD

All values are not significantly different between the two groups by student's t-test

Table 4. Correlation of inflammatory markers and nutrients Intake

Factors	log hs-CRP ¹⁾	log Adiponectin ²⁾
Lipid	0.071	-0.125*
Total sugar	0.025	-0.167**
Fiber	0.023	-0.076
β-carotene	-0.015	-0.101
Vitamin C	0.011	-0.049
Cholesterol	0.105	-0.082
Total fatty acid	0.082	-0.128*
Saturated fatty acids	0.067	-0.099
Monounsaturated fatty acids	0.073	-0.116*
Polyunsaturated fatty acids	0.122*	-0.194**

1) Adjustment for waist circumference

2) Adjustment for waist circumference, glucose, triglyceride, and HDL-cholesterol

Significantly different at *: P < 0.05 and **: P < 0.01

0.001), 비타민 A (p < 0.05)와 비타민 B₂ (p < 0.01)에 있어서 유의한 차이를 보였다. 특히 남성의 경우 식이섬유소와 엽산이 권장섭취량의 75% 미만 섭취하는 것으로 나타났다.

지질, 섬유소 및 항산화 비타민 섭취량과 hs-CRP와 아디포넥틴과의 상관관계를 분석하여 Table 4에 제시하였다.

hs-CRP는 다기불포화지방산 (p < 0.05)의 섭취량과 양의 상관관계를 보였으며, 아디포넥틴은 지질 (p < 0.05), 총당류 (p < 0.01), 총지방산 (p < 0.05), 단일불포화지방산 (p < 0.05) 및 다기불포화지방산 (p < 0.01)의 섭취량과 유의적인 음의 상관관계를 나타내었다.

4. 식사의 질 및 염증지표와의 상관성

대상자의 DQI-I 평균 점수 결과는 Table 5와 같다. DQI-I 총합계 점수는 남자 62.60 ± 8.95, 여자 65.87 ± 9.86으로 여자가 유의적으로 높게 나타났다 (p < 0.05). 세부 항목의 적정성 (adequacy)의 요소 중 과일 섭취량에 있어서 여성이 더 높은 점수를 보였으며 (p < 0.05), 적량성 (moderation)의 총 점수 (p < 0.001)와 empty calorie 식품 요소 (p < 0.001)의 점수도 여성이 더 좋은 점수로 나왔다.

조사 대상자의 염증지표 농도 차이에 대한 DQI-I의 군 간 비교는 Table 6과 같다.

아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile 군에서 적량성 (moderation) 점수가 가장 낮은 first quintile 군보다 유의적으로 높게 나타났으며, hs-CRP는 군 간 유의한 차이는 없었다.

Table 5. Comparison of Diet Quality index-international(DQI-I) in men and women groups

	Score ranges (points)	Men (n = 156)	Women (n = 73)	t-score
Overall food group variety	0 - 15	10.48 ± 2.22 ¹⁾	10.89 ± 2.37	-1.272
Within-group variety for protein source	0 - 5	3.00 ± 1.93	2.68 ± 2.05	1.127
Variety	0 - 20	13.48 ± 3.26	13.58 ± 3.66	-0.197
Vegetable group	0 - 5	2.68 ± 1.41	2.97 ± 1.55	-1.422
Fruits group	0 - 5	1.90 ± 1.71	2.52 ± 1.94	-2.347*
Grain group	0 - 5	4.29 ± 1.01	4.21 ± 1.04	0.618
Fiber	0 - 5	3.28 ± 1.27	3.60 ± 1.28	-1.774
Protein	0 - 5	4.95 ± 0.32	4.97 ± 0.23	-0.574
Iron	0 - 5	3.88 ± 1.16	3.85 ± 1.29	0.207
Calcium	0 - 5	2.44 ± 1.43	2.56 ± 1.38	-0.625
Vitamin C	0 - 5	3.37 ± 1.50	3.68 ± 1.38	-1.506
Adequacy	0 - 40	26.79 ± 5.94	28.37 ± 6.14	-1.850
Total fat	0 - 6	5.02 ± 1.64	5.10 ± 1.63	-0.330
Saturated fat	0 - 6	5.63 ± 1.10	5.42 ± 1.38	1.140
Cholesterol	0 - 6	3.85 ± 2.48	4.44 ± 2.07	-1.893
Sodium	0 - 6	2.68 ± 0.61	2.44 ± 0.72	2.582**
Empty calorie foods	0 - 6	2.23 ± 2.52	4.44 ± 2.07	-7.001***
Moderation	0 - 30	19.46 ± 4.95	21.73 ± 4.00	-3.378***
Macronutrient ratio (Carbohydrate : Protein : Fat)	0 - 6	2.13 ± 2.10	1.89 ± 2.31	0.773
Fatty acid ratio (PUFA : MUFA : SFA)	0 - 4	0.41 ± 0.96	0.30 ± 0.86	0.828
Overall balance	0 - 10	2.54 ± 2.09	2.19 ± 2.31	1.131
Total	100	62.60 ± 8.95	65.87 ± 9.86	-2.525*

1) Values are Mean ± SD

Significantly different between men and women groups by student's t test at *: P < 0.05 , **: P < 0.01 and ***: P < 0.001

Table 6. Comparison of DQI-I in the subjects according to serum hs-CRP and Adiponectin level

	hs-CRP (µg/mL)					Total (N = 229)
	Q 1 (n = 47)	Q 2 (n = 44)	Q 3 (n = 47)	Q 4 (n = 45)	Q 5 (n = 46)	
Variety	13.51 ± 3.872 ¹⁾	13.27 ± 3.252	13.26 ± 2.952	13.64 ± 3.524	13.87 ± 3.344	13.51 ± 3.382
Adequacy	27.68 ± 6.058	27.23 ± 5.665	27.00 ± 5.912	26.22 ± 6.153	28.33 ± 6.415	27.30 ± 6.036
Moderation	21.34 ± 4.620	20.43 ± 4.133	19.23 ± 5.230	19.69 ± 4.709	20.27 ± 4.901	20.18 ± 4.757
Balance	2.34 ± 1.970	2.82 ± 2.414	2.64 ± 1.961	2.67 ± 2.132	2.70 ± 1.942	2.63 ± 2.075
Total	64.84 ± 10.163	64.38 ± 8.307	62.12 ± 9.504	62.22 ± 8.468	65.45 ± 9.959	63.77 ± 9.338
	Adiponectin (µg/mL)					Total (N = 229)
	Q 1 (n = 45)	Q 2 (n = 46)	Q 3 (n = 46)	Q 4 (n = 46)	Q 5 (n = 46)	
Variety	13.67 ± 3.268	13.26 ± 3.587	13.65 ± 3.261	13.17 ± 3.440	13.80 ± 3.442	13.51 ± 3.382
Adequacy	28.73 ± 5.561	26.70 ± 6.397	26.48 ± 6.257	26.24 ± 6.201	28.37 ± 5.511	27.30 ± 6.036
Moderation	19.71 ± 4.883 ^a	19.96 ± 4.871 ^{ab}	19.47 ± 5.459 ^a	19.93 ± 4.590 ^{ab}	21.93 ± 3.502 ^b	20.18 ± 4.757
Balance	2.98 ± 1.840	2.35 ± 1.946	2.83 ± 2.407	2.57 ± 2.051	2.43 ± 2.105	2.63 ± 2.075
Total	65.08 ± 9.253 ^{ab}	62.57 ± 8.457 ^a	62.68 ± 10.394 ^a	61.82 ± 9.504 ^a	66.88 ± 8.349 ^b	63.77 ± 9.338

1) Values are Mean ± SD

a, b values with different letters within the same line are significantly different from each other by Duncan's test at P = 0.05

고 찰

대사증후군은 인슐린 저항성을 중심으로 혈당과 지질의 항

상성의 변화에 따른 병태생리를 가지고 있으며, 이에 아디포 사이토카인(adipocytokine)의 일종인 아디포넥틴이 연관되어 있다고 보고되고 있다. 또한 대사증후군은 심혈관계 질환과 밀접한 관련성을 가지는 것으로 보고되고 있으며, 그 기

전으로는 대표적인 급성기 반응물질의 하나인 hs-CRP의 역할이 대두되고 있다. 본 연구는 대사증후군 환자를 대상으로 영양소 섭취량과 식사의 질 및 대표적인 염증지표인 hs-CRP와 아디포넥틴과의 관련성을 조사하였다.

1. 염증지표와 대사증후군 진단기준 항목과의 상관성

대사증후군인 본 연구의 조사대상자의 평균 hs-CRP는 여성의 경우 $1.97 \pm 2.75 \mu\text{g/mL}$ 로, 일반 한국 성인 여성을 대상으로 조사한 Bae 등(2004)과 Kim 등(2006)의 연구 결과에서 제시된 $0.7 \mu\text{g/mL}$, $0.6 \mu\text{g/mL}$ 보다 높은 결과를 보여주었다. 이는 Choi 등(2006)의 연구에서 대사 위험 인자와 CRP와 높은 상관관계를 보인 바와 같이 대사증후군의 진행과정에 있어서 정상인보다 급성인 염증 반응 물질이 상승되어 있음을 나타내고 있다. Tamakoshi 등(2003)과 Ridker 등(2003)의 선행연구에서는 CRP와 혈당, 중성지방과 수축기 혈압과 양의 상관관계가 있고, HDL-콜레스테롤과는 음의 상관관계가 있음을 보고하였으며, Ghayour-Mobarhan 등(2007)의 연구에서는 혈청 CRP와 중성지방과 양의 상관관계가 있다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 중성지방, 혈당 및 혈압과는 유의한 상관성을 보이지 않았으며, 복부둘레만 hs-CRP와 유의적인 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 지방조직 특히 복부 지방에서 분비되는 IL-6에 의해 간에서의 생성이 조절되는 hs-CRP가 상승된 것으로 사료되며(Mohamed-Ali 등 1997), 따라서 대사증후군 환자에서 hs-CRP의 상승은 죽상경화증 및 내피세포 기능이상을 통한 심혈관계 질환의 위험성을 높이기 되므로(Gabay & Kushner 1999), hs-CRP의 양을 감소시키기 위해서 적극적인 영양관리를 통한 복부 비만의 교정이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

아디포넥틴의 농도는 여성 $12.10 \pm 4.79 \mu\text{g/mL}$, 남성 $8.10 \pm 2.75 \mu\text{g/mL}$ 로 여성이 유의하게 높은 결과를 보였는데, 이는 여성의 아디포넥틴 농도가 더 높게 발표된 선행 연구 결과와 일치하였다(Park 등 2008). 이와 같은 차이의 기전으로는 남성 호르몬이 혈중 아디포넥틴을 감소시키는 요인으로 작용하는 것으로 알려져 있으며, 이는 특히 남성에서 당뇨병 및 심혈관질환이 여성에 비해 많이 발생하는 원인으로 설명되고 있다(Arita 등 1999). 본 연구에서 혈청 아디포넥틴의 농도는 중성지방과 혈당 농도 및 복부둘레와는 음의 상관관계를, HDL-콜레스테롤과는 양의 상관관계를 보였다. 이는 혈중 아디포넥틴 농도가 낮은 군에서 중성지방의 수치가 유의적으로 높고, 반면에 HDL-콜레스테롤 수치는 유의하게 낮게 나온 Lee & Kim(2010)의 연구 결과와 일치함을 보였다. 또한 아디포넥틴은 당대사를 조절하는 역할

을 하는 것으로 알려져 있으며, 본 연구에서도 제2형 당뇨병 환자나 대사증후군 환자에서 혈청 아디포넥틴 농도가 감소하는 것으로 보고된 선행 연구와 일치한 결과를 얻을 수 있었다(Esteve 등 2009). 아디포넥틴은 지방조직에서 특이하게 발현되는 단백질로 간과 근육에서 지방산의 산화를 촉진하여 인슐린 감수성을 개선시키며, 혈관 내피세포에서 흡착 인자의 발현을 억제하고 대식세포에서 사이토카인의 분비를 억제하여 항염증 작용을 나타내는 것으로 보고되고 있으며(Krakoff 등 2003), 아디포넥틴의 농도 감소는 심혈관계 질환 발생의 독립적인 증가 인자로 알려져 있다(Kumada 등 2003). 따라서 대사증후군 환자의 심혈관계 질환의 발현을 예방하기 위해서는 지방섭취의 조절과 더불어 복부비만 교정을 통한 아디포넥틴 농도의 상승이 필요하다고 사료된다.

2. 영양소 섭취 실태 및 염증지표와의 상관성

남·여의 영양소 섭취량을 비교한 결과 유의한 차이를 보이지 않았으나, 한국인 영양 섭취기준에 비하여 남·여 모두에 있어서 식이섬유소 섭취량이 총분 섭취량에 못 미치는 것으로 나타났으며, 특히 남성의 경우 75% 미만으로 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 식이섬유소 섭취 증가는 당뇨병과 관상동맥질환의 위험률을 낮추며(Salmeron 등 1997), 특히 과일류와 채소류, 씨리얼류 등 식이섬유소 급원식품의 섭취는 대사증후군 관련 질병의 발병률과 역의 관계가 있다(Esmailzadeh 등 2006). 따라서 섬유소의 섭취 부족은 대사증후군에 따른 심혈관질환의 위험율을 상승시킬 수 있을 것으로 사료되므로, 특히 남성 대사증후군 환자에 있어서 적절한 섬유소 섭취에 대한 영양교육이 필요하겠다.

산화스트레스는 당뇨병, 암 및 동맥경화증의 발병에도 중요한 역할을 하는 요소로 보고되고 있으며, 특히 지방조직에서 다량의 활성화된 탐식세포에 의한 산화스트레스 생성의 증가가 대사증후군을 유발시키는 것으로 생각되고 있다(Giugliano 등 2006). 그러나 대사증후군 환자의 식품섭취 상태를 조사한 바에 의하면 정상인에 비하여 항산화 영양소가 풍부한 과일과 채소를 적게 섭취하는 것으로 나타났으며, 혈액 분석 결과에서도 항산화 영양소인 비타민 C, retinol, α -tocopherol, lycopene과 β -carotene의 혈중 농도가 정상인에 비해 낮은 것으로 보고되고 있다(Palmieri 등 2006). 이와 같이 혈액 내 항산화 영양성분 상태가 낮은 원인으로서는 항산화 영양소가 풍부한 과일과 야채의 섭취 부족 뿐만 아니라 대사증후군 환자의 경우 대사 변화에 따른 항산화 영양소의 체내 사용의 증가로 인한 것으로 추측되고 있다(Giugliano 등 2006). 따라서 본 연구대상자들의 대표적인 항산화 영양소인 비타민 E와 C의 섭취량이 정상인을 기준으

로 설정된 한국인 영양섭취기준량에 비해 많이 부족하지는 않았으나 연구대상자가 질환자임을 고려할 때 기준량 이상의 섭취가 필요할 것으로 생각되며, 향후 대사증후군 환자를 위한 영양소 섭취량의 기준 확립이 필요하겠다.

대표적인 염증지표인 혈청 CRP 농도와 식이 요인과의 관련성 연구들에서 아직까지 일관성 있는 결과를 보이지 않는다. 일부 선행연구에서는 항산화 영양소인 비타민 C와 생선의 섭취량과 혈청 CRP와 음의 상관관계가 있으며, 반면 혈청 비타민 E는 혈청 CRP와 양의 상관관계가 보고된 바 있으나(Seddon 등 2006), Ghayour-Mobarhan 등(2007)의 연구에서는 조식의 산화로 인한 세포 파괴를 감소시키는 효과가 높은 비타민 C와 혈청 CRP의 농도와는 유의적인 상관관계를 보이지 않았다. Fredrikson 등(2004)도 CRP와 총지방, 포화지방산, 단일불포화 지방산, 다가불포화 지방산, 섬유소 및 비타민 E의 섭취량과 유의한 상관관계가 없다고 보고하고 있으나 Ghayour-Mobarhan 등(2007)의 연구에서는 CRP와 총지방과의 상관성은 확인하지 못하였으나 콜레스테롤의 섭취량과 양의 상관관계가 있음을 보고한 바 있다.

McKeown 등(2009)의 연구에서는 혈당지수(glycemic index)가 아디포넥틴과 음의 상관관계를 보였으며 이는 인슐린과는 독립적으로 작용하는 것으로 보고하고 있다. 본 연구에서도 아디포넥틴과 총당류와 음의 상관관계를 보여 향후 대사증후군 환자의 식사 조절 시 특히 혈당지수가 높은 음식의 섭취를 제한하여야 할 것으로 사료된다. 아디포넥틴과 식이 지방과의 관련성 연구에 따르면, 고칼로리 식사와 고지방식이를 제공할 경우 아디포넥틴의 농도가 감소하는 것으로 나타났다. Esposito 등(2003)도 고지방식사와 아디포넥틴과 음의 상관관계가 있다고 보고하였으며, Kasim-Krakas 등(2006)은 식이지방을 35%에서 15%로 감소하여 제공한 결과, 아디포넥틴의 농도 증가를 가져왔다고 보고하고 있다. 또한 Lee & Kim(2010)의 연구에선 단백질 섭취량과 아디포넥틴이 음의 상관관계가 있다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 hs-CRP는 다가불포화지방산과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 아디포넥틴의 경우는 총지방량, 총지방산 및 다가불포화지방산과 음의 상관관계를 보여 선행연구 결과와 유사한 결과를 보였다. 따라서 대사증후군 환자의 특징 중의 하나인 식후의 고지혈증은 심혈관질환의 발현에 독립적 위험 요소로 작용하고, 특히 이에 따른 산화 스트레스는 혈관 기능의 변화를 유발하는 요인으로 작용하므로(Mottillo 등 2010), 염증지표와 유의한 관련성을 보인 지방 섭취 조절은 염증 반응의 저하를 통한 질환의 치료 및 진행을 지연시킬 수 있을 것으로 사료된다.

3. 식사의 질 및 염증지표와의 상관성

영양교육을 통한 체중감량 프로그램의 효과를 평가하기 위하여 DQI-I를 사용한 Yun 등(2009)과 Jang(2010)의 연구에서 DQI-I 점수 증가율에 따라서 체중 감소율이 커지는 결과를 보여 DQI-I를 이용한 식사의 질 평가가 만성질환 위험지표와의 관계를 설명하며, 한국인의 만성질환의 예방을 위한 식사의 질 평가도구로서의 사용 가능성을 제안하고 있다. 본 연구에서도 DQI-I 분석 결과 총합 평균 점수가 남성이 62.60점으로 65.87인 여성보다 유의적으로 낮은 점수를 보였으며, 이는 세부 항목 중 과일의 섭취와 Empty calorie 식품의 섭취량이 높은 결과에 따른 것으로 나타났다. 따라서 향후 본 연구에 사용된 DQI-I를 활용하여 대사증후군 환자의 식사의 질을 평가하여 영양 교육의 기초 자료로 활용이 가능하리라 사료된다.

그러나 DQI-I와 염증지표와의 관련성을 분석한 결과 아디포넥틴 농도가 높은 fifth quintile 군에서만 DQI-I의 총합 점수가 높은 것으로 조사되었으며 DQI-I의 각 세부 항목 중 적량성 항목을 제외한 다른 항목에서는 일관성 있는 유의성을 보이지 않아 식사의 질 평가를 통한 염증 상태를 평가하는 데는 한계를 보였다. 이와 같이 DQI-I와 염증지표와의 상관성이 낮은 이유로 평가 항목에서 염증지표와 상관성이 적은 칼슘과 철의 섭취량이 포함되어 있으며, 특히 염증지표와 관련성이 높은 n-3 지방산의 섭취량에 대한 평가가 이루어지지 않고 있는 점 등이 요인으로 사료된다. 따라서 Fung 등(2005)의 연구에서도 제안된 바와 같이 질환 발현과 관련된 염증지표의 변화를 민감하게 반영할 수 있는 식사의 질 평가도구는 국가나 지역별 식습관과 식패턴의 차이가 고려된 항목으로 구성되어야 할 것으로 사료된다. 따라서 식사의 질 평가를 통한 염증 상태를 예측하기 위해서는 DQI-I를 한국인의 식생활과 염증 발현과의 상관성을 나타낼 수 있는 지표를 고려하여 수정·보완 되어야 하겠다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자가 건강검진 수신자로 한정되어서 일반적인 대사증후군 환자를 대표한다고 보기는 무리가 있으며, 선택 오류의 가능성도 있다. 또한 단면적 연구로 염증지표와 영양소 섭취 사이에 인과적 관계가 있는지에 대해서는 알 수가 없어, 향후 인과적 관계를 밝히기 위하여 더 많은 대상자를 통한 전향적 연구가 필요할 것으로 생각되며, 이를 통한 대사증후군 환자의 새로운 영양치료 기전이 제시되어야 할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

대표적인 염증지표인 hs-CRP와 아디포넥틴은 영양소 섭

취 상태와 관련이 있음이 보고되고 있으나, 현재까지 국내 대사증후군 환자를 대상으로 이러한 연구가 미진한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건강증진센터를 방문한 대사증후군 환자 남성 156명, 여성 73명을 대상으로 하여 hs-CRP와 아디포넥틴 농도, 신체체중 및 영양소 섭취 상태를 분석하여 이들의 상관관계를 조사하였으며, 특히 식사의 질을 평가하고 자 DQI-I를 계산하여 염증지표와의 관련성을 조사하였다.

1. 급성 염증 반응성 물질인 hs-CRP의 평균 농도는 남자 $1.82 \pm 2.55 \mu\text{g/mL}$, 여자 $1.97 \pm 2.78 \mu\text{g/mL}$ 이며, 아디포넥틴의 평균 농도는 남자 $8.10 \pm 2.75 \mu\text{g/mL}$, 여자 $12.10 \pm 4.79 \mu\text{g/mL}$ 로 여자가 남자보다 유의하게 높았다 ($p < 0.001$).

2. 대사증후군 진단기준 항목인 복부둘레, 공복혈당, 중성지질 및 HDL-콜레스테롤 농도와 hs-CRP와 아디포넥틴과의 상관관계 분석결과, hs-CRP는 복부둘레 ($p < 0.01$)와 양의 상관관계를 보였으며, 아디포넥틴은 HDL-콜레스테롤과 양의 상관성 ($p < 0.01$)을 보였으나, 복부둘레 ($p < 0.05$), 공복혈당 ($p < 0.05$) 및 중성지질 ($p < 0.01$)과는 음의 상관관계를 나타내었다.

3. 지질, 섬유소 및 항산화 비타민 섭취량과 hs-CRP와 아디포넥틴과의 상관관계를 분석한 결과, hs-CRP는 다가불포화지방산 ($p < 0.05$)의 섭취량과 양의 상관관계를 보였으며, 아디포넥틴은 지질 ($p < 0.05$), 총당류 ($p < 0.01$), 총지방산 ($p < 0.05$) 및 불포화지방산 ($p < 0.01$)의 섭취량과 유의적인 음의 상관관계가 있는 것으로 조사되었다.

4. 식사의 질 평가결과 DQI-I 총합계 점수는 남자 62.60 ± 8.95 , 여자 65.87 ± 9.86 로 여자가 유의적으로 높았으며 ($p < 0.05$), hs-CRP와 DQI-I 간에는 유의한 상관성을 보이지 않았으며, 아디포넥틴 농도가 가장 높은 fifth quintile 군에서 적량성 점수가 가장 낮은 first quintile 군보다 유의적으로 높게 나타났다.

이상의 결과에서 hs-CRP와 아디포넥틴은 복부둘레와 혈중 지질 농도 등 대사 위험인자와 상관관계가 있는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 대사증후군 환자의 심혈관계 질환의 발현을 예방하기 위해서는 지방섭취의 조절과 더불어 복부비만 교정을 통한 적극적인 영양치료를 실시하여야 할 것이다. 또한 영양소 섭취 분석 결과 hs-CRP는 다가불포화 지방산과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 아디포넥틴은 총지방량, 총지방산 및 다가불포화 지방산과 음의 상관관계를 보였다. 따라서 심혈관질환의 발현에 독립적 위험요인으로 작용하는 식후 고지혈증 치료를 통한 산화 스트레스 감소를 위하여 염증지표와 유의한 관련성을 보인 지방 및 콜레스테롤의 적극적인 섭취 조절이 필요하다고 사료된다. 식사

의 질과 질환과의 관련성 조사를 위하여 사용되고 있는 DQI-I와 염증지표와의 분석 결과 염증지표의 농도 차이에 따른 구간 일부 DQI-I 항목은 유의한 차이를 보였으나 특징적인 경향을 보이지는 않았다. 이에 향후 염증지표의 변화를 반영할 수 있는 식사의 질 평가 도구를 우리나라 국민의 식습관과 식패턴을 반영할 수 있는 항목을 고려하여 개발 연구가 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- Ahn Y, Lee JE, Cho NH, Shin C, Park C, Oh BS, Kimm K (2004): Validation and calibration of semi-quantitative food frequency questionnaire. *Korean J Community Nutr* 9(2): 173-182
- 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: 79-83
- Bae SJ, Son HY, Pyun DK, Nah SS, Koh JM, Kim GS (2004): Higher circulating hs-CRP levels are associated with lower bone mineral density in healthy premenopausal and postmenopausal women: evidence for link between systemic inflammation and osteoporosis. *Korean J Bone Metab* 11: 147-157
- Choi EY, Park EH, Cheong YS, Rheem I, Park SG, Yoo S (2006): Association of C-reactive protein with the metabolic risk factors among young and middle-aged Koreans. *Metabolism* 55: 415-422
- Choi MK, Jun YS, Bae YJ, Sung CJ (2007): A study on nutrient intakes and blood parameters of adult men and women with metabolic syndrome. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(3): 311-317
- Esmailzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Asadbakht L, Hu FB, Willett WC (2006): Fruit and vegetable intakes, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 84(6): 1489-1497
- Espósito K, Nappo F, giugliano F, DiPalo C, Ciotola M, Barbieri M, Paolisso G, Giugliano D (2003): Meal modulation of circulating interleukin 18 and adiponectin concentrations in healthy subjects and in patients with type 2 diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 78(6): 1135-1140
- Esteve E, Ricart W, Fernández-Real JM (2009): Adipocytokines and insulin resistance: the possible role of lipocalin-2, retinol binding protein-4, and adiponectin. *Diabetes Care* 32(Suppl 2): S362-367
- Feingold KR, Grunfeld C (1992): Role of cytokines in inducing hyperlipidemia. *Diabetes* 41(2): 97-101
- Fredrikson GN, Hedblad B, Nilsson JA, Alm R, Berglund G, Nilsson J (2004): Association between diet, lifestyle, metabolic cardiovascular risk factors, and plasma C-reactive protein levels. *Metabolism* 53(11): 1436-1442
- Fung TT, McCullough ML, Newby PK, Manson JE, Meigs JB, Rifai N, Willett WC, Hu FB (2005): Diet-quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *Am J Clin Nutr* 82(1): 163-173
- Gabay C, Kushner I (1999): Acute-phase proteins and other systemic

- responses to inflammation. *N Engl J Med* 340: 448-454
- Ghayour-Mobarhan M, Yaghootkar H, Lanham-New SA, Lamb DJ, Ferns GA (2007): Association between serum CRP concentrations with dietary intake in healthy and dyslipidaemic patients. *Asia Pac J Clin Nutr* 16(2): 262-268
- Giugliano D, Ceriello A, Esposito K (2006): The effects of diet on inflammation: Emphasis on the metabolic syndrome. *J Am Coll Cardiol* 48(4): 677-685
- International Obesity Task Force (1999): Asia-Pacific regional obesity guideline. International Association for the Study of Obesity, Sydney
- Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsen B, Lahti K, Lissen M, Taskinen MR, Groop L (2001): Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 24(4): 683-689
- Jang M (2010) Repeated nutrition education has positive effect on health improvement at workplace. MS thesis, Kyunghee University
- 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 BJ, Kim WG, Jung CH, Byun SW, Koh JM, Kim GS (2006): Relationship between bone turnover rate and a systemic inflammatory marker in Korean women. *Korean J Bone Metab* 13: 129-138
- Kim S, Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM (2003): The diet quality index-international (DQI-I) provides an effective tool for cross-national comparison of diet quality as illustrated by China and the United States. *J Nutr* 133(11): 3476-3484
- Koenig W, Sund M, Frohlich M, Fischer HG, Lowel H, Doring A, Hutchinson WL, Pepys MB (1999): C-Reactive protein, a sensitive marker of inflammation, predicts future risk of coronary heart disease in initially healthy middle-aged men: results from the MONICA (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease) Augsburg Cohort Study, 1984 to 1992. *Circulation* 99: 237-242
- Krakoff J, Funahashi T, Stehouwer CD, Schalkwijk CG, Tanaka S, Matsuzawa Y, Kobes S, Tataranni PA, Hanson RL, Knowler WE, 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, Hiraoaka H, Nakamura T, Funahashi T, Matsuzawa Y for the Osaka CAD study group (2003): Association of hypo adiponectinemia with coronary artery disease in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 23: 85-89
- Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT (2002): The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 288: 2709-2716
- Lara-Castro C, Fu Y, Chung BH, Garvey WT (2007): Adiponectin and the metabolic syndrome : mechanisms mediating risk for metabolic and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol* 18(3): 263-267
- Lee MY, Kim JH (2010): Association of serum lipids and dietary intakes with serum adiponectin level in overweight and obese Korean women. *Korean J Community Nutr* 15(1): 27-35
- Mckeown NM, Liu E, Meigs JB, Rogers G, D'Agostino R, Jacques P (2009): Carbohydrate-related dietary factors and plasma adiponectin levels in healthy adults in the Framingham Offspring Cohort. *FASEB J* 23 (Meeting abstract supplement) 229.5
- Ministry of Health and Welfare (MOHW) (2005): Korea national health and nutrition examination survey report (KNHANES III)
- Mohamed-Ali V, Goodrick S, Rawesh A, Katz DR, Miles JM, Yudkin JS (1997): Subcutaneous adipose tissue releases interleukin-6, but not tumor necrosis factor- α , in vivo. *J Clin Endocrinol Metab* 82(12): 4196-4200
- Mottillo S, Filion KB, Genest J, Joseph L, Pilote L, Poirier P, Rinfret S, Schiffrin EL, Eisenberg MJ (2010): The metabolic syndrome and cardiovascular risk a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 56(14): 1113-1132
- National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (2002): 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 III) final report. *Circulation* 106: 3143-3421
- Palmieri VO, Grattagliano I, Portincasa P, Palasciano G (2006): Systemic oxidative alterations are associated with visceral adiposity and liversteatosis in patients with metabolic syndrome. *J Nutr* 136(12): 3022-3326
- Park JY, Kim JW, Kim JM, Han Y, Park SK, Mok JY, Park MK, Lee HJ, Kim DK (2008): Adiponectin concentrations in type 2 diabetic patients with or without metabolic syndrome. *Korean Diabetes J* 32: 224-235
- Ridker PM (2001): High-sensitivity C-reactive protein; potential adjunct for global risk assessment in the primary prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 103(13): 1813-1818
- Ridker PM (2003): Clinical application of C-reactive protein for cardiovascular disease detection and prevention. *Circulation* 107: 363-369
- Ridker PM, Buring JE, Cook NR, Rifai N (2003): C-reactive protein, the metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events: an 8-year follow-up of 14719 initially healthy American women. *Circulation* 107(3): 391-397
- Salmeron J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC (1997): Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 277(6): 472-477
- Seddon JM, Gensler G, Klein ML, Milton RC (2006): C-reactive protein and homocysteine are associated with dietary and behavioral risk factors for age-related macular degeneration. *Nutrition* 22(4): 441-443
- Tamakoshi K, Yatsuya H, Kondo T, Hori Y, Ishikawa M, Zhang H, Murata C, Otsuka R, Zhu S, Toyoshima H (2003): The metabolic syndrome is associated with elevated circulating C-reactive protein in healthy reference range, a systemic low-grade inflammatory state. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27(4): 443-449
- The Korean Nutrition Society (2010): Dietary reference intakes for Koreans. Hanareum, Seoul
- Timar O, Sestier F, Levy E (2000): Metabolic syndrome X: a review.

Can J Cardiol 16(6): 779-789

Tracy RP, Lemaitre RN, Psaty BM, Ives DG, Evans RW, Cushman M, Meilahn EN, Kuller LH (1997): Relationship of C-reactive protein to risk of cardiovascular disease in the elderly. Results from the cardiovascular health study and the rural health promotion project. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 17: 1121-1127

Tur JA, Romaguera D, Pons A (2005): The diet quality index-international (DQI-I): is it a useful tool to evaluate the quality of the mediterranean diet? *Br J Nutr* 93(3): 369-376

Yun HK, Kim H, Chang N (2009): Diet quality index-international score is correlated with weight loss in female college students on a weight management program. *Korean J Nutr* 42(5): 453-463