Korean Journal of Human Ecology
2016. Vol. 25, No. 6, 823-834

http://dx.doi.org/10.5934/kjhe.2016.25.6.823
ISSN 1226-0851(Print)/ISSN 2234-3768(Online)

대사증후군 한국인의 식사염증지표 분석: 도시기반코호트자료를 활용하여 (2012-2014)

Analysis of Dietary Inflammatory Index of Metabolic Syndrome in Korean: Data from the Health Examinee Cohort (2012-2014)

김미성 · 손정민*
원광대학교 식품영양학과

Kim, Mi-Sung · Sohn, Cheong-Min*
Department of Food and Nutrition, Wonkwang University

Abstract

Metabolic syndrome (MetS) is associated with an increased risk of cardiovascular disease, and inflammation is a known independent risk factor of MetS. This study was conducted to investigate the relationship between the dietary inflammatory index (DII) and metabolic syndrome in Korea. DII were estimated based on a 24-hour dietary recall data of the Health Examinees Cohort study, conducted in 10,531 men and 22,620 women over the age of 40 years. The prevalence of metabolic syndrome was 20.5% (n=6,809). We then compared the nutrition intakes, Index of Nutrition Quality (INQ) and DII between MetS group and normal group. Odds ratios (ORs) for MetS were analyzed according to the DII scores by tertile. Subjects were further classified based on the number of metabolic syndrome components: MetS-3, MetS-4, MetS-5.

The MetS group showed significantly lower INQ in protein, vitamin A, vitamin B^2 ($p<0.001$), niacin and calcium, compared to the intake in normal group ($p<0.01$). The DII was significantly higher in MetS group (0.07) than in the normal group (-0.02) ($p<0.01$). The ORs for MetS were significantly higher in the highest DII tertile group (OR 1.111, 95% CI: 1.041-1.187) compared to the lower DII tertile groups ($p<0.05$). Significant increasing trends of DII across the number of MetS components were observed in women (MetS-3; 0.09, MetS-4; 0.21, MetS-5; 0.45, p for trend<0.01).

Results from our study indicate that the higher the dietary inflammatory index, the higher the risk of percentage metabolic syndrome. Our results can be used as significant supporting data for anti-inflammatory dietary education for MetS patients.

key words : dietary inflammatory index, metabolic syndrome, anti-inflammatory

Ⅰ. 서론

대사증후군은 당뇨병, 비만, 고혈압, 이상지질혈증 등의 위험인자가 군집해서 나타나는 복합적인 증상으로 심혈관계질환을 발생시키는 위험요인으로 알려져 있다.

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP) (No. NRF-2016R1A2B1014466)
*Corresponding Author: Sohn, Cheongmin
Tel: +82-63-850-6656, Fax: +82-63-850-7301
E-mail: ccha@wku.ac.kr
ⓒ 2016, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

우리나라 성인의 대사증후군 유병률은 20-30% 수준으로 대사증후군의 유병률이 지속해서 증가하고 있는 추세이다(Hwang et al., 2009; Kim et al., 2015; Lee et al., 2016; Lim et al., 2011; Park et al., 2007; Park et al., 2012).

대사증후군의 관련요인으로 아침 결식(Yoo et al., 2014), 음주(Alkerwi et al., 2009), 과다 탄수화물섭취(Zhu et al., 2004), 과다 나트륨섭취(Hoffmann & Cubeddu, 2009), 비타민 C 섭취 부족(Czernichow et al., 2009) 및 오메가-3 지방산 섭취 부족(Ebrahimi et al., 2009) 등의 바람직하지 못한 식생활과 적절하지 못한 영양소 섭취가 주요 요인으로 보고되고 있다. 또한, 대사증후군은 항산화 영양소가 풍부한 채소, 과일 등의 섭취가 적고, 혈액 지표에서도 비타민 C, 알파-토코페롤 등의 농도가 낮은 것으로 보고되고 있다(Palmieri et al., 2006).

염증이 제2형 당뇨병, 심혈관계 질환 및 대사증후군과 같은 만성질환의 독립적인 위험인자라고 보고되고 있으며(Ebrahimi et al., 2016; Mirhafez et al., 2016), 관련 염증지표로는 Tumor Necrosis Factor-alpha(TNF-α), Interleukin-6(IL-6), C-reactive protein(CRP) 등이 있다(Gabay and Kushner, 1999; Mohamed-Ali et al., 1997). 특히 미국 심장학회와 질병통제예방센터(American Heart Association/The Centers for Disease Control and Prevention; AHA/CDC)에서는, high-sensitivity CRP(hs-CRP) 수치를 임상에서 심혈관계 질환자의 치료 모니터링과 예후 판단지표로서의 유용성을 제시한 바 있다(Pearson et al., 2003). 최근 연구결과에서도 대사증후군 판정지표의 개수가 증가할수록 혈중 hs-CRP가 증가되는 것으로 조사되어, 대사증후군 여부 이외에도 판정지표의 개수와 염증지표와의 연관성을 보고하였다(Mirhafez et al., 2016).

비만, 대사증후군 등의 심혈관계질환의 위험이 높은 집단에서 염증지표와 영양소와의 상관성 연구들이 보고되고 있다. 본 연구자가 2011년 수행한 선행 연구에서는 한국 대사증후군의 혈중 염증지표와 식사와의 관련성 연구에서는 지방섭취와 총 당류 섭취가 혈중 염증지표인 아디포넥틴을 감소시키는 요인으로 나타났다(Kim et al., 2011). 또한, Kim과 Yeon (2011)의 연구에서는 과체중과 비만 성인에서 염증지표인 IL-6와 단백질 섭취와는 음의 상관성을 보였다(Kim & Yeon, 2011).

대사증후군을 대상으로 오메가-3 지방산을 6개월간 보충 투여를 한 결과 혈압, LDL-콜레스테롤, 중성지방, CRP의 농도가 감소된 것으로 나타났다(Ebrahimi et al., 2009). 이에 염증지표는 만성질환과의 관련성이 입증되고 있어, 식사섭취 분석을 통한 염증 정도를 평가하고자 하는 연구들이 진행되고 있다. Shivappa et al. (2014)에 의해 개발된 식사염증지표(Dietary Inflammatory Index; DII)는 영양소와 식품섭취량의 염증 유발 정도를 분석하는 것으로 세포실험, 동물실험, 역학연구 등 체계적인 문헌 고찰을 통해 영양소 36개와 9개의 식품을 도출하고 이들과의 혈중 염증지표와의 상관성 분석을 통해 개발된 도구 이다(Shivappa et al., 2014). 또한, 식사염증지표와 혈중 염증지표 관련성 분석을 통한 식사염증지표의 타당도 검증 연구들이 진행되고 있다. 그 결과 낮은 식사염증지표보다 높은 식사염증지표에서 혈중 CRP 농도 높았으며(Wirth et al., 2014), 식사염증지표가 증가할수록 혈중 IL-6가 증가 하는 것으로 조사되었다(Wood et al., 2015). 식사염증지표와 유방암과 관련 연구에서는 식사염증지표가 증가할수록 유방암 발생위험도가 증가하는 것으로 보고하였다(Shivappa et al., 2016). 또한, 한국인을 대상으로 식사염증지표와 대장암과의 관련성 연구에도 높은 식사염증지표는 대장암 발생위험도가 증가하는 것으로 나타났다(Cho et al., 2016). 1994년-2002년 동안 35-60세 프랑스인을 대상으로 비타민과 무기질을 보충효과를 조사한 Supplementation en VItamines et Mineraux AntioXydants(SU.VI.MAX) 코호트 자료 분석결과 높은 식사염증지표는 심근경색의 발생위험도가 증가하는 것으로 나타났다(Neufcourt et al., 2016). 이처럼 국외에서는 식사염증지표와 질환과의 관련성 연구들이 보고되고 있으나 아직 국내에서는 식사염증지표를 활용한 연구가 미흡한 실정이다.

현재까지 국내의 대사증후군 대상 영양소, 식사의 질과 염증과의 관련성 연구들이 진행되었으나, 식사를 통한 염증 상태를 확인할 수 있는 연구가 없는 실정이다. 이에 본 연구에서는 도시기반코호트자료를 활용하여 정상인과 대사증후군의 식사염증지표를 비교 분석한 후 대사증후군의 판정지표 개수에 따른 식사염증지표의 차이를 보고자 연구를 수행하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상자 선정

본 연구 분석에 사용된 도시기반코호트의 역학 자료는 질병관리본부 한국인유전체역학조사사업(Korean Genome and Epidemiology Study; KoGES) 유전체역학과에서 자료를 분양 받아 사용하였다. 한국인유전체역학조사사업은 일반인구 집단을 대상으로 코호트를 구축하여 건강과 생활습관 관련 설문조사를 하며, 검진을 통하여 역학 자료와 혈액, 소변, 유전체 등의 생체시료를 수집하는 연구로, 코호트 사업 중 도시기반코호트조사는 2004년 11월부터 조사를 시행하고 있다. 조사지역과 대상자는 서울, 부산, 인천, 대구, 광주, 울산, 경기 안양, 경기 고양, 경기 성남, 강원 춘천, 충남 천안, 전남 광주, 전남 화순, 경남 창원 등의 지역에서 건강검진을 위해 병원을 방문하는 내원자를 대상으로 조사를 실시하고 있다.

본 연구에서는 2012년-2014년 한국인유전체역학조사사업의 예방유전체 도시기반코호트 기반조사에 참여한 40세 이상을 대상자로 선정하였다. 개방형 영양조사와 생화학 검사 조사 결과 자료에 결측치가 없는 자 중 여자 22,620명, 남자 10,531명 총 33,151명의 자료를 분석하였으며, 연구윤리 승인 후 수행하였다(WKIRB-201603-SB-016).

2. 식이섭취조사 및 설문조사 자료

한국인유전체역학조사에서는 2일 동안의 식사내용을 24시간 회상법으로 조사하고 있다. 1차 검진기관에서 조사원에 의해 면접 조사를 하고, 1차 식이섭취조사를 실시한 대상자를 토대로 2차 전화조사를 실시하고 있다. 본 연구에 활용한 식이섭취조사 자료는 1차 대면조사 하여 수집된 자료를 사용하였으며, 조사된 자료 중 1일 에너지 섭취 열량이 500 kcal 미만이거나 4,000 kcal 초과한 경우는 제외하고 분석을 실시하였다.

도시기반코호트 조사에서 분양받은 자료 중 설문조사를 통해 조사된 인구 사회학적 조사 자료의 학력과 소득수준을 분석하였으며, 생활습관 조사 자료에서는 흡연 여부 항목을 분석하였다.

3. 영양 질적 평가(Index of nutrition quality; INQ)

에너지 섭취와 영양소 섭취를 고려한 영양 질적 평가는 1,000 kcal당 영양소 평균필요량에 대한 1,000 kcal 당 개인 섭취 영양소의 비를 계산한 영양 질적 지수(Index of nutrition quality; INQ)로 실시하였다. 2015 한국인 영양소 섭취 기준에서 평균필요량이 제시된 단백질, 비타민 A, 비타민 B_1, 비타민 B_2, 니아신, 비타민 C, 칼슘, 인, 철의 섭취량 평가를 실시하였다(The Korean Nutrition Society & Ministry of Health and Welfare (2015)).

4. 식사염증지표 분석

식사염증지표는 24시간 회상법 자료의 영양소 36개와 식품 9개를 Shivappa et al. (2014)의 연구에서 제시한 평균과 표준편차를 사용하여 Z-값을 계산하였다. 영양소와 식품의 평균과 표준편차는 한국을 포함한 11개국(미국, 오스트레일리아, 바레인, 덴마크, 인도, 일본, 뉴질랜드, 대만, 멕시코)의 자료를 분석한 자료를 사용하였다. 식사염증지표의 각각의 영양소와 식품의 치우침 현상을 최소화하고자 Percentile score를 계산하여 이에 식사염증지수를 곱한 후 각 식품과 영양소의 모든 합을 구하여 제시하였다. 식사염증지수가 제시된 항목으로는 알코올, 비타민 B_{12}, 비타민 B_6, 베타카로틴, 카페인, 탄수화물, 콜레스테롤, 에너지, 에그놀, 총지방, 식이섬유, 엽산, 철, 마그네슘, 단일불포화지방산, 니아신, 오메가-3 지방산, 오메가-6 지방산, 단백질, 다불화지방산, 리보플라빈, 포화지방산, 셀레늄, 티아민, 트렌스지방, 비타민 A, 비타민 C, 비타민 D, 비타민 E, 아연, 안토시아니딘(anthocyanidins), 플라반3올(flavan-3-ols), 플라바논(flavanones), 플라본(flavones), 플라보놀(flavonols), 이소플라본(isoflavones) 등의 영양소와 마늘, 생강, 양파, 샤프란, 강황, 녹차/홍차, 후추, 타임/오레가노, 로즈마리 등의 식품이다. 본 연구에서 사용한 영양소의 함량 자료는 기능성성분표(농촌진흥청)와 Computer aided nutritional analysis program(한국영양학회)과 미국 농무부(United States Department of Agriculture)의 자료를 활용하였다. 낮은 식사염증지표는 항염증성 식사(anti-inflammatory diet)를 의미하며, 높은 식사염증지수는 염증성 식사(pro-inflammatory diet)를 의미한다.

5. 대사증후군 판정

대사증후군의 진단은 2005년 American Heart Association과 National Heart, Lung, and Blood Institute(AHA/NHLBI)에서 제안한 Modified National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III(NCEP-ATP III) 정의에 따라 진단하였다. 허리둘레는 대한비만학회의 비만진료지침의 기준을 적용하여 남자 90 cm 이상, 여자 85 cm 이상, HDL-콜레스테롤 남자 40 mg/dL 미만, 여자 50 mg/dL 미만, 중성지방 150 mg/dL 이상, 수축기혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기혈압이 85 mmHg 이상 또는 관련 약물 복용자, 공복혈당 100 mg/dL 이상 또는 관련 약물 복용자로 이들 지표 중 3가지 이상 해당될 시 대사증후군으로 분류하였다(Grundy et al., 2005).

6. 통계 분석

수집된 자료는 SPSS(Statistical Package for Social Science) ver. 23.0 프로그램으로 분석하였다. 본 연구에서의 대상자 구분은 성별에 따라 대사증후군과 정상인, 대사증후군 판정지표 개수(판정지표 3개 군; MetS-3군, 판정지표 4개의 군; MetS-4군, 판정지표 5개; MetS-5군)로 구분하였다. 조사대상자의 성별에 따른 일반적 특성과 대사증후군 판정지표는 교차분석과 독립표본 T 검정을 실시하였다. 성별에 따른 대사증후군과 정상인의 영양소 섭취, 영양 질적 평가, 식사염증지표 분석과 대사증후군 판정지표 개수에 따른 식사염증지표는 공분산분석 후 평균±표준오차로 표시하였다. 식사염증지표를 3분위로 구분 후 대사증후군과의 위험도 분석을 로지스틱회귀분석을 실시하여 교차비(Odds ratios; OR)와 95% 신뢰구간(Confidence intervals; CI)를 구하였다. 공분산분석과 로지스틱회귀분석 시 통제변수를 사용하였으며, 전체 대상자 분석 시 성별, 나이, 체질량지수, 남자는 나이, 체질량지수, 여자는 나이, 체질량지수, 폐경 유무를 통제변수로 하여 분석하였다. $p<0.05$ 이하로 유의성 검증을 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반적인 특성

대상자의 일반사항은 <Table 1>과 같다. 평균 연령은 53 세이며, 체질량지수는 남자 24.42 kg/m^2, 여자 23.49 kg/m^{2}로 조사되었다($p<0.001$). 흡연율은 남자 31.4%, 여자 2.4%로 남자의 흡연율이 높은 것으로 나타났다($p<0.001$). 2014년 국민건강영양조사 결과 우리나라 성인의 흡연율은 남자 43.1%, 여자 5.7%로 조사되었다(Ministry of Health and Welfare and Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2014). 본 연구에서 대사증후군 유병률은 전체 대상자 중 20.5%로 이며, 남자 27.2%, 여자 17.5%로 여자보다 남자의 대사증후군 유병률이 높은 것으로 조사되었다($p<0.001$). 미국 국민건강영양조사 결과 성인의 대사증후군 유병률은 1988-1994년 27.9%, 1999-2006년 34.1%로 조사되었다(Mozumdar & Liguori, 2011). 우리나라의 국민건강영양조사자료의 성인을 대상으로 대사증후군 유병률을 분석한 Lim et al. (2011)의 연구에서는 1998년 24.9%, 2001년 29.2%, 2005년 30.4%, 2007년 31.3%로 시간이 지남에 따라 대사증후군 유병률이 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구는 40세 이상을 대상으로 하여 대사증후군 유병률을 분석한 결과로 성인을 대상으로 조사된 선행 연구의 대사증후군 유병률과는 차이가 있다. 본 연구에서 남자와 여자의 대사증후군 판정지표의 해당여부 분석 결과 혈압, 허리둘레, 중성지방, 혈당지표에서 남자의 유병률이 여자에 비해 높은 것으로 조사되었으며($p<0.001$), HDL-콜레스테롤 지표에서만 여자가 남자에 비해 높은 것으로 조사되었다($p<0.001$). 이처럼 대사증후군 판정지표에 따라 남자와 여자에서 해당하는 지표의 차이가 있는 것으로 나타났다. 전체 대상자의 대사증후군 판정지표 분석 결과 혈압지표에 해당자는 41.8% 로 판정지표 중 가장 높은 것으로 조사되었으며, 그다음으로는 혈당지표 해당자가 26.9%로 조사되었다. 국민건강영양조사 자료의 19세 이상을 대상으로 대사증후군의 유병률을 분석한 Park et al. (2012) 연구에서는 HDL-콜레스테롤지표 해당자가 42%로 가장 높게 조사되었으며, 그 다음으로 혈압지표는 해당자가 32.5%로 조사되었다. Polish-Norwegian Study(PONS)의 45-64세를 대상으로 대사증후군 판정 지표 분석결과 혈압지표 해당자 67%, 허리둘레지표 해당자 46%로 조사되었다(Sokol et al., 2016). 본 연구의 대사증후군 판정지표 분석 결과 혈압지표에 해당하는 자의 비율이 높게 나타났으며, 이는 선행연구의 결과와 유사한 결과로 볼 수 있다.

〈Table 1〉 Population characteristics by subjects

Characteristic	Total (n=33,151)	Men (n=10,531)	Women (n=22,620)	p-value
Age (years)†	53.26±8.18[1)]	54.18±8.50	52.84±7.99	0.000
BMI (kg/m^2)†	23.78±2.98	24.42±2.78	23.49±3.03	0.000
Smoker				
Past, smoking	4,859(14.7)[2)]	4,560(43.3)	299(1.3)	0.000
Yes	3,843(11.6)	3,303(31.4)	540(2.4)	
No	24,434(73.7)	2,663(25.3)	21,771(96.3)	
Education				
Uneducated	743(2.3)	117(1.1)	626(2.8)	0.000
Elementary school	3,660(11.1)	735(7.0)	2,925(13.0)	
Middle school	4,859(14.7)	1,171(11.1)	3,688(16.4)	
High school	12,630(38.3)	3,494(33.2)	9,136(40.6)	
University	9,516(28.8)	4,024(38.3)	5,492(24.4)	
Graduate school	1,586(4.8)	969(9.2)	617(2.7)	
Family income (10,000 won)				
less than 100	2,701(8.3)	631(6.1)	2,070(9.4)	0.000
100-less than 200	13,896(42.7)	4,108(39.4)	9,788(44.3)	
300-less than 400	7,187(22.1)	2,342(22.5)	4,845(21.9)	
400-less than 600	5,693(17.5)	2,020(19.4)	3,673(16.6)	
Over 600	3,070(9.4)	1,327(12.7)	1,743(7.9)	
Blood pressure component				
Yes	13,861(41.8)	5,389(51.2)	8,472(37.5)	0.000
No	19,290(58.2)	5,142(48.8)	14,148(62.5)	
Waist component				
Yes	7,425(22.4)	3,029(28.8)	4,396(19.4)	0.000
No	25,726(77.6)	7,502(71.2)	18,224(80.6)	
HDL-cholesterol component				
Yes	8,822(26.6)	2,049(19.5)	6,773(29.9)	0.000
No	24,329(73.4)	8,482(80.5)	15,847(70.1)	
Triglyceride component				
Yes	8,478(25.6)	3,843(36.5)	4,635(20.5)	0.000
No	24,673(74.4)	6,688(63.5)	17,985(79.5)	
Glucose component				
Yes	8,920(26.9)	3,930(37.3)	4,990(22.1)	0.000
No	24,231(73.1)	6,601(62.7)	17,630(77.9)	
Metabolic syndrome				
Yes	6,809(20.5)	2,860(27.2)	3,949(17.5)	0.000
No	26,342(79.5)	7,671(72.8)	18,671(82.5)	

[1)] Mean ± SD
[2)] n (%)
† t-test
χ^2-test was used for categorical variables

2. 영양소 분석

대상자의 영양소 분석 결과는 <Table 2>와 같다. 대상자의 평균 섭취 열량은 대사증후군과 정상군의 차이는 나타나지 않았으나, 단백질과 탄수화물 및 비타민, 무기질 등의 미량 영양소에서 대사증후군이 정상군에

〈Table 2〉 Nutritional intake of the subjects

Characteristic	Total[1)]			Men[2)]			Women[3)]		
	Total (n=33,151)	Normal (n=26,342)	MetS (n=6,809)	Total (n=10,531)	Normal (n=7,671)	MetS (n=2,860)	Total (n=22,620)	Normal (n=18,671)	MetS (n=3,849)
Energy (kcal)	474.83±2.34†	1476.82±2.69	1467.14±5.61	1555.65±4.10	1560.79±4.94	1541.86±8.46	1437.21±2.86	1438.22±3.20	1432.39±7.42
Protein (g)	57.08±0.11	57.29±0.13	56.23±0.28**	61.15±0.21	61.43±0.26	60.41±0.44	55.18±0.14	55.41±0.15	54.11±0.36**
Fat (g)	30.93±0.09	31.24±0.10	29.76±0.21***	32.73±0.16	33.00±0.20	31.99±0.34*	30.10±0.10	30.43±0.12	28.50±0.28***
Carbohydrate (g)	246.47±0.39	246.14±0.44	247.74±0.93	255.55±0.65	256.01±0.79	254.31±1.35	242.24±0.48	241.59±0.54	245.32±1.26**
Ca(mg)	454.93±1.39	457.23±1.59	446.04±3.33**	469.83±2.56	474.05±3.09	458.49±5.28*	447.99±1.65	449.71±1.85	439.90±4.30*
P (mg)	992.22±1.94	994.91±2.23	981.79±4.66*	1043.07±3.45	1047.71±4.16	1030.62±7.12*	968.55±2.35	970.89±2.64	957.47±6.11
Fe (mg)	12.96±0.05	12.96±0.62	12.93±0.12	13.15±0.07	13.17±0.09	13.08±0.15	12.87±0.70	12.87±0.07	12.84±0.18
K (mg)	2672.94±6.06	2683.25±6.95	2633.03±14.50**	2711.87±10.33	2727.97±12.45	2668.71±21.30*	2654.81±7.47	2663.89±8.37	2611.90±19.39*
Na (mg)	4333.75±10.19	4315.98±11.69	4402.51±24.38**	4696.72±18.02	4684.67±21.72	4729.03±37.17	4164.79±12.35	4146.03±13.85	4253.48±32.06**
Vitamin B_1 (mg)	1.18±0.02	1.17±0.02	1.19±0.51	1.26±0.04	1.24±0.05	1.31±0.99	1.14±0.02	1.14±0.02	1.13±0.05
Vitamin B_2 (mg)	0.98±0.00	0.99±0.00	0.95±0.00***	1.01±0.00	1.02±0.00	0.99±0.10*	0.97±0.00	0.97±0.00	0.93±0.00**
Niacin (mg)	13.73±0.03	13.79±0.36	13.53±0.75**	14.69±0.05	14.74±0.07	14.53±0.12	13.29±0.03	13.35±0.04	13.02±0.96**
Vitamin C (mg)	92.26±0.33	92.47±0.38	91.43±0.81	88.98±0.55	89.24±0.66	88.29±1.14	93.78±0.42	94.02±0.47	92.64±1.10
Zinc (μg)	6.95±0.01	6.97±0.18	6.89±0.38	7.29±0.02	7.33±0.03	7.20±0.05	6.80±0.01	6.80±0.02	6.75±0.05
Fiber (g)	7.12±0.02	7.15±0.02	7.01±0.05*	7.05±0.03	7.10±0.04	6.92±0.07	7.16±0.03	7.18±0.03	7.05±0.07
Vitamin E (mg)	8.58±0.02	8.63±0.02	8.38±0.05***	8.66±0.04	8.73±0.05	8.47±0.08*	8.54±0.02	8.59±0.03	8.32±0.07**
Cholesterol (mg)	203.33±0.91	205.66±1.05	194.33±2.19***	217.00±1.66	219.56±2.00	210.12±3.42*	196.97±1.09	199.36±1.23	185.66±2.84***
MUFA (g)	49.24±0.18	49.42±0.21	48.53±0.44	57.38±0.38	57.29±0.46	57.63±0.79	45.44±0.20	45.71±0.23	44.18±0.53*
PUFA (g)	41.96±0.13	42.05±0.15	41.64±0.32	48.41±0.27	48.41±0.32	48.42±0.55	38.96±0.15	39.05±0.16	38.51±0.39
Vitamin A (mg)	793.97±3.28	799.08±3.76	774.21±7.85**	783.10±5.86	793.44±7.06	755.36±12.08**	799.03±3.96	802.25±4.44	783.80±10.29

† Mean ± SE
* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001
adjusted for sex, age, body mass index
adjusted for age, body mass index
adjusted for age, body mass index, menopausal status
MUFA: Monounsaturated fatty acid, PUFA: Polyunsaturated fatty acid

비해 섭취가 낮은 것으로 조사되었다. 전체 대상자의 평균 단백질 섭취량은 정상군 57.29 g, 대사증후군 56.23 g 로 정상인보다 대사증후군의 단백질 섭취량이 낮은 것으로 조사되었으며(p<0.01), 여자의 경우도 대사증후군이 정상군보다 단백질 섭취량이 낮은 것으로 조사되었다(p<0.01). 여자의 평균 탄수화물 섭취량은 정상군(p<0.01). 우리나라 국민건강영양조사를 자료를 활용하여 대사증후군과 탄수화물 섭취와의 관련성 분석 한 Park et al. (2016)의 연구에서는 여자의 높은 비율 탄수화물 섭취는 대사증후군의 발생을 증가시키는 것으로 조사되었다. 본 연구에서도 여자 대사증후군의 탄수화물 섭취가 정상인에 비해 높은 것으로 조사되어 여자 대사증후군에서 식사나 간식 등을 통한 탄수화물 함량이 높은 식품의 섭취를 피하며, 식품과 영양소를 개인의 요구량에 부합되게 섭취하는 식습관을 갖도록 한다. 더 나아가 이상적인 섭취를 위해 한국인 영양소 섭취기준을 참고하여 개인의 영양소 섭취량을 결정하는 것에도 도움이 될 것으로 생각된다. 나트륨 섭취량은 전체 대상자 중 정상군 4315.98 mg, 대사증후군 4402.51 mg 로 대사증후군에서 나트륨 섭취량이 높은 것으로 나타났으며(p<0.01), 여자에서도 정상군에 비해 대사증후군에서 나트륨 섭취가 높은 것으로 조사되었다(p<0.01). 전체 대상자의 칼슘(p<0.001), 인(p<0.05), 칼륨(p<0.01), 비타민 B_2(p<0.001), 니아신(p<0.01), 식이섬유(p<0.05), 비

타민 A($p<0.01$)가 대사증후군이 정상군보다 낮게 섭취하는 것으로 조사되었다. 대사증후군의 올바른 식습관 및 식사 섭취를 위한 교육이 추가로 시행 되어야 할 것으로 보인다.

3. 대사증후군 여부에 따른 영양 질적 평가와 식사염증지표

대상자의 영양 질적 지수(Index of nutrition quality; INQ)를 활용하여 영양 질적 평가 결과는 <Table 3>과 같다. 영양 질적 지수가 1 이상인 경우는 영양 상태가 양호한 것을 의미한다. 본 연구의 영양 질적 지수 분석 결과 전체 대상자 중 정상군의 단백질($p<0.01$), 비타민 A($p<0.01$), 비타민 B_2($p<0.001$), 니아신($p<0.01$), 칼슘($p<0.01$)이 대사증후군보다 영양 질적 지수가 유의적으로 높은 것으로 조사되었다. 정상군과 대사증후군에서 몇몇 영양소의 영양 질적 지수의 차이가 나타났으나 칼슘의 영양 질적 지수는 두 군 모두에서 1 미만의 점수로 분석되었다. 우리나라 국민건강영양조사 자료를 활용하여 45세에서 60세 중년여자를 대상으로 영양 질적 지수를 분석한 Lee 와 Lee (2013)의 연구에서도 칼슘의 영양 질적 지수가 1 미만의 점수로 나타났다. 이처럼 대사증후군의 영양 질적 지수가 정상군에 비해 낮은 것으로 조사되어 식습관 개선 및 바람직한 식품 섭취를 통한 영양 상태 개선이 필요한 것으로 생각된다.

한국 대사증후군을 대상으로 식사의 질(Diet Quality Index-International; DQI-I) 평가 도구를 활용하여 분석한 Kim et al. (2011)의 연구에서는 혈중 염증지표인 아디포넥틴의 농도가 낮은 군 보다 높은 군의 식사의 질의 점수가 높은 것으로 조사 되었다. 연구대상자의 식사염증지표 분석 결과 전체 대상자 중 정상군은 -0.02 점, 대사증후군은 0.07 점으로 대사증후군에서 식사염증지표가 높은 것으로 조사되었다($p<0.01$). 성별에 따른 정상군과 대사증후군의 식사염증지표 분석 결과 여자 정상군 0.00 점, 여자 대사증후군 0.12 점으로 대사증후군에서 식사염증지표가 높은 것으로 조사되었다

〈Table 3〉 Index of nutrition quality and dietary inflammatory index(DII) of the subjects

Characteristic	Total[1]			Men[2]			Women[3]		
	Total (N=33,151)	Normal (N=26,342)	MetS (N=6,809)	Total (N=10,531)	Normal (N=7,671)	MetS (N=2,860)	Total (N=22,620)	Normal (N=18,671)	MetS (N=3,849)
INQ									
Protein	1.33±0.00†	1.34±0.00	1.29±0.00**	1.24±0.00	1.24±0.00	1.23±0.00*	1.37±0.00	1.38±0.00	1.35±0.00**
Vitamin A	1.72±0.00	1.73±0.00	1.62±0.01**	1.47±0.01	1.49±0.01	1.42±0.02**	1.83±0.00	1.84±0.06	1.80±0.02
Vitamin C	1.23±0.00	1.23±0.00	1.21±0.01	1.18±0.00	1.19±0.00	1.17±0.01	1.25±0.00	1.25±0.00	1.23±0.01
Vitamin B_1	1.26±0.02	1.26±0.02	1.28±0.05	1.26±0.04	1.24±0.05	1.31±0.09	1.27±0.02	1.27±0.02	1.26±0.06
Vitamin B_2	0.91±0.00	0.91±0.00	0.88±0.00***	0.78±0.00	0.78±0.00	0.76±0.00*	0.97±0.00	0.97±0.00	0.93±0.00***
Niacin	1.21±0.00	1.21±0.00	1.19±0.00**	1.22±0.00	1.22±0.00	1.21±0.01	1.20±0.00	1.21±0.00	1.18±0.00**
Vitamin B_6	1.24±0.01	1.23±0.02	1.25±0.04	1.16±0.01	1.15±0.01	1.19±0.02	1.27±0.02	1.27±0.03	1.27±0.07
Folic acid	0.99±0.00	0.99±0.00	0.98±0.00	1.02±0.00	1.02±0.00	1.00±0.01	0.98±0.00	0.98±0.00	0.97±0.00
Calcium	0.80±0.00	0.80±0.00	0.78±0.00**	0.77±0.04	0.78±0.00	0.75±0.00*	0.81±0.00	0.81±0.00	0.79±0.00
Phosphorus	1.71±0.00	1.71±0.00	1.69±0.00	1.79±0.00	1.80±0.00	1.77±0.01*	1.67±0.00	1.67±0.00	1.65±0.11*
Fe	1.81±0.00	1.81±0.00	1.81±0.01	1.81±0.01	1.81±0.01	1.80±0.02	1.82±0.01	1.82±0.01	1.79±0.02
Zn	1.03±0.00	1.03±0.00	1.02±0.00	0.93±0.00	0.93±0.00	0.91±0.00*	1.07±0.00	1.07±0.00	1.06±0.00
DII	0.00±0.01	-0.02±0.01	0.07±0.03**	-0.05±0.02	-0.08±0.02	0.01±0.05	0.02±0.01	0.00±0.01	0.12±0.04**

† Mean ± SE
* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$
1) adjusted for sex, age, body mass index
2) adjusted for age, body mass index
3) adjusted for age, body mass index, menopausal status
INQ: Index of nutrition quality

(p<0.01). Sokol et al. (2016)의 유럽 성인을 대상으로 식사염증지표 분석 연구에서 전체 대상자의 식사염증지표 0.93 점, 남자 0.96 점, 여자 0.92 점으로 조사되었다. 국내의 대장암 환자와 정상인의 식사염증지표를 비교 분석한 환자대조군 연구에서 대장암 환자의 식사염증지표 1.80 점, 정상군 1.07 점으로 대장암 환자에서 높은 것으로 조사되었다(Cho et al., 2016). 본 연구에서는 전체 대상자의 평균 식사염증지표는 0.00 점으로 유럽인 대상연구와 국내의 선행연구의 식사염증지표와 차이가 나타났다. 국내 선행 연구와의 식사염증지표의 값의 차이가 나타나는 것은 연구 방법 중 식이섭취조사 방법의 차이로 본 연구에서는 식이섭취조사를 24시간 회상법을 사용하였으며, 선행연구에서는 간이식사섭취빈도조사지(semi-quantitative food frequency questionnaire)를 이용하여 조사된 자료로 식사염증지표 도출하여 차이가 나타난 것으로 생각된다. 또한, 유럽의 연구 결과와 차이가 나는 것은 각 나라의 고유 식생활로 인해 섭취한 식품이 달라 나타난 것으로 생각된다. 선행연구에서 보고된 바와 같이 대사증후군은 염증과 관련이 있어, 항염증성 식사를 통하여 염증 수치를 낮출 수 있는 식사요법이 요구되는 바이며, 더 나아가 이를 통한 대사증후군의 예방과 치료에 도움이 될 것으로 생각된다.

4. 식사염증지표에 따른 대사증후군 발생위험도

식사염증지표 3분위 따른 대사증후군의 발생위험도 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 전체 대상자의 식사염증지표에 따른 대사증후군 발생위험도 분석결과 2분위의 교차비는 1.089(1.019-1.162), 3분위 1.111(1.041-1.187)(p<0.05)로 조사되었다. 여자의 식사염증지표에 따른 대사증후군 발생위험도 분석결과 2분위의 교차비는 1.097(1.007-1.194), 3분위 1.142(1.050-1.243)(p<0.05)로 조사되었다. Wirth et al. (2014)의 Buffalo Cardio-Metabolic Occupational Police Stress(BCOPS) 코호트 자료에서 경찰의 식사염증지표를 4분위로 구분하여 대사증후군 발생위험도를 분석한 결과 1분위에 비해 2분위의 교차비가 1.04(0.59-1.86)으로 조사되었다. 반면 Sokol et al. (2016)의 연구에서는 식사염증지표를 4분위로 구분하여 대사증후군 발생위험도를 분석한 결과 1분위에서 4분위로 갈수록 대사증후군 발생위험도가 감소하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 식사염증지표가 높을수록 대사증후군 발생위험도가 높은 것으로 조사되었으나, 성별, 나이, 체질량지수, 폐경 유무를 통제 시 유의성은 나타나지 않았다. 현재까지 식사염증지표와 대사증후군과의 관련 국내 연구는 없으며, 국외에서 보고된 연구들에서도 일관된 연구 결과가 나타나지 않아 추가적인 연구가 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 한국 대사증후군을 대상으로 식사염증지표를 분석한 것으로 의미 있는 연구로 생각된다.

5. 대사증후군 판정지표 개수에 따른 식사염증지표

대사증후군 판정지표의 개수에 따른 식사염증지수 분석은 <Table 5>와 같다. 여자 대사증후군의 식사염증

〈Table 4〉 DII and Odds ratios(ORs) of metabolic syndrome by DII tertile by subjects

Variable		Tertile 1	Tertile 2 OR (95% CI)	Tertile 3 OR (95% CI)	p-value
Total[1)]	Crude	1(reference)	1.089(1.019-1.162)	1.111(1.041-1.187)	0.011
	Adjusted	1	1.069(0.994-1.151)	1.082(1.005-1.164)	0.078
Men[2)]	Crude	1	1.054(0.949-1.172)	1.076(0.969-1.196)	0.326
	Adjusted	1	1.031(0.918-1.159)	1.081(0.961-1.216)	0.423
Women[3)]	Crude	1	1.097(1.007-1.194)	1.142(1.050-1.243)	0.033
	Adjusted	1	1.076(0.979-1.183)	1.087(0.989-1.195)	0.170

OR(95% CI); Odds ratios (95% confidence interval)
[1)] adjusted for sex, age, body mass index
[2)] adjusted for age, body mass index
[2)] adjusted for age, body mass index, menopausal status

〈Table 5〉 Dietary inflammatory index by MetS

Characteristic	MetS-3 component	MetS-4 component	MetS-5 component
Total (n=6,809)[1)]	0.05±0.03[†]	0.11±0.05	0.26±0.11
Men (n=2,860)[2)]	0.01±0.05	-0.01±0.08	0.00±0.17
Women (n=3,849)[3)]	0.09±0.05	0.21±0.07	0.45±0.15[**]

† Mean ± SE
** p for trend<0.01
1) adjusted for sex, age, body mass index
2) adjusted for age, body mass index
3) adjusted for age, body mass index, menopausal status

지표는 MetS-3군 0.09 점, MetS-4군 0.21 점, MetS-5군 0.45 점으로 대사증후군 판정지표 개수가 증가할수록 식사염증지표가 높은 것으로 조사되었다(p for trend <0.01). 식사염증지표를 4군으로 구분하여 대사증후군 판정지표와의 발생위험도를 분석한 Wirth et al. (2014)의 연구에서 식사염증지표가 가장 낮은 1군에 비해 가장 높은 4군의 혈압지표에서 1.14배, 혈당 지표에서 2.03배의 대사증후군 발생위험도가 나타났다. Sokol et al. (2016)의 연구에서도 남자의 식사염증지표가 가장 낮은 군에 비해 높은 군의 허리둘레지표에서 1.65배의 대사증후군 발생위험도가 나타났다. 또한 Sanchez-Villegas et al. (2015)의 연구에서는 식사염증지표가 증가할수록 심혈관계질환의 위험인자인 혈압지표가 증가하는 것으로 보고하였다. 본 연구 결과 대사증후군의 유무에 따른 항염증성 식사를 위한 식사요법이 아닌 대사증후군의 개수나 해당 항목에 따른 개별적인 항염증성 식사 개발이 요구되는 바이다.

본 연구에서는 식사염증지표에 따른 대사증후군 발생위험도 분석을 실시하였으나 향후 식사염증지표와 대사증후군 판정지표와의 위험도 분석이 추가로 시행되어야 할 것으로 생각된다. 또한, 본 연구에서는 단순히 식사분석을 통한 식사염증지표를 분석하여, 향후 혈중 염증지표 분석을 통하여 식사염증지표와의 상관성 분석이 추가로 시행되어야 할 것으로 생각된다. 본 연구는 단면연구로 대사증후군과 식사염증지표와의 인과관계를 파악할 수 없는 단점 있어 향후 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서는 한국인을 대상으로 정상인과 대사증후군의 식사염증지표를 분석한 점에서 의미 있는 연구이며 앞으로 항염증성 식사에 대한 기초자료로의 사용이 가능하리라 생각된다.

Ⅳ. 요 약

본 연구에서는 도시기반코호트자료를 활용하여 정상인과 대사증후군의 식사염증지수를 비교 분석한 후 대사증후군의 판정 개수에 따른 식사염증지표의 차이를 보고자 연구를 수행하였다. 본 연구의 대상자는 2012년-2014년 한국인유전체역학조사사업(Korean Genome Epidemiology Study; KoGES)의 예방유전체 도시기반코호트 기반조사에 참여한 40세 이상 대상으로 여자 22,620명, 남자 10,531명 총 33,151명을 대상으로 분석하였다. 24시간 회상법 자료를 사용하여 식품과 영양소 분석을 하였으며, 이를 기반으로 식사염증지표를 분석하였다. 연구 대상자의 대사증후군 유병률은 전체 20.5%로 조사되었다. 전체 대상자의 대사증후군과 정상인의 영양소 분석 결과 나트륨의 섭취량이 대사증후군에서 높게 나타났으며, 칼슘($p<0.001$), 인($p<0.05$), 칼륨($p<0.01$), 비타민 B_2($p<0.001$), 니아신($p<0.01$), 식이섬유($p<0.05$), 비타민 A($p<0.01$)가 대사증후군이 정상군보다 낮게 섭취하는 것으로 조사되었다. 본 연구의 영양 질적 평가 결과 전체 대상자 중 정상군에서 단백질($p<0.01$), 비타민 A($p<0.01$), 비타민 B_2($p<0.001$), 니아신($p<0.01$), 칼슘($p<0.01$)이 대사증후군보다 영양 질적 지수가 높은 것으로 조사되었다. 연구 대상자의 식사염증지표 분석 결과 전체 대상자 중 정상군은 -0.02 점, 대사증후군은 0.07 점으로 대사증후군에서 식사염증지표가 높은 것으로 조사되었다($p<0.01$). 전체 대상자의 식사염증지표에 따른 대사증후군 발생위험도 분석 결과 2분위의 교차비는 1.089(1.019-1.162), 3분위 1.111(1.041-1.187)로 조사되었다($p<0.05$). 여자의 식사염증지표에 따른 대사증후군 발생위험도 분석결과 2분위의 교

차비는 1.097(1.007-1.194), 3분위 1.142(1.050-1.243)로 조사되었다(p<0.05). 대사증후군의 판정지표 개수에 따른 여자 대사증후군의 식사염증지표는 MetS-3군 0.09 점, MetS-4군 0.21 점, MetS-5군 0.45 점으로 대사증후군 판정 개수가 증가할수록 식사염증지표가 높은 것으로 조사되었다(p for trend<0.01). 본 연구 결과 한국인 대사증후군의 항염증 식사를 위한 식사요법 개발이 요구되는 바이다. 또한, 본 연구 자료는 항염증성 식사에 대한 기초자료로의 사용이 가능하리라 생각된다.

REFERENCE

Alkerwi, A. Boutsen, M. Vaillant, M. Barre, J. Lair, ML & Albert, A. et al. (2009). Alcohol consumption and the prevalence of metabolic syndrome: a meta-analysis of observational studies. *Atherosclerosis, 204*(2), 624-635.

Cho, Y. A., Lee, J., Oh, J. H., Shin, A. & Kim, J. (2016). Dietary inflammatory index and risk of colorectal cancer: a case-control study in Korea. *Nutrients, 8(8),* pii: E469. doi: 10.3390/nu8080469.

Czernichow, S., Vergnaud, A. C., Galan, P. Arnaud, J. Favier, A. & Faure, H. et al. (2009). Effects of long-term antioxidant supplementation and association of serum antioxidant concentrations with risk of metabolic syndrome in adults. *The American Journal of Clinical Nutrition, 90*(2), 329-335.

Ebrahimi, M., Ghayour-Mobarhan, M., Rezaiean, S., Hoseini, M., Parizade, S. & M., Farhoudi, et al. (2009). Omega-3 fatty acid supplements improve the cardiovascular risk profile of subjects with metabolic syndrome, including markers of inflammation and auto-immunity. *Acta Cardiologica, 64*(3), 321-327.

Ebrahimi, M., Heidari-Bakavoli, A. R., Shoeibi, S., Mirhafez, S. R., Moohebati, M., & Esmaily, H., et al. (2016). Association of serum hs-CRP levels with the presence of obesity, diabetes mellitus, and other cardiovascular risk factors. *Journal of Clinical Laboratory Analysis, 30*(5), 672-676.

Gabay, C., Kushner, I. (1999). Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *New England Journal of Medicine, 340*(6), 448-454.

Grundy, S. M., Cleeman, J. I., Daniels, S. R., Donato, K. A., Eckel, R. H., et al. & American Heart Association, National Heart, Lung, and Blood Institute. (2005). Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation, 112*(17), 2735-2752.

Hoffmann, I. S. & Cubeddu, L. X. (2009). Salt and the metabolic syndrome. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 19*(2), 123-128.

Hwang, Y. C., Jee, J. H., Oh, E. Y., Choi, Y. H., Lee, M. S., & Kim, K. W. et al. (2009). Metabolic syndrome as a predictor of cardiovascular diseases and type 2 diabetes in Koreans. *International Journal of Cardiology, 134*(3), 313-321.

The Korean Nutrition Society & Ministry of Health and Welfare. Dietary Reference Intakes for Koreans 2015.

The Korean Nutrition Society. Computer aided nutritional analysis program 'CAN-Pro 4.0' [CD-ROM]. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2011.

Kim, M. H. & Yeon, J. Y. (2011). Relationship between antioxidant nutrient intakes, blood oxidative stress and inflammatory markers of overweight and obese adults in Yeongdong area. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life, 21*(5), 637-647.

Kim, M. S., Kim. J. Y. Bae, W. K., Kim, S. Y., Lee, Y. S. & Na, W. R. et al. (2011). Relationship between nutrients intakes, dietary quality, and serum concentrations of inflammatory markers in metabolic syndrome patients. *Korean Journal of Community Nutrition, 16*(1), 51-61.

Kim, N. H., Shin, D. H., Kim, H. T., Jeong, S. M., Kim, S. Y. & Son, K. Y. (2015). Associations between metabolic syndrome and inadequate sleep duration and skipping breakfast. *Korean Journal of Family Medicine, 36*(6), 273-277.

Lee, H. J. & Lee, K. H. (2013). Evaluation of diet quality according to self-rated health status of korean middle-aged women －based on 2008～2009 Korean National Health and Nutrition Examination Survey－. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 42*(9), 1395-1404.

Lee, J. A., Kim Y. M. & Jeon, J. Y. (2016). Association between physical activity and the prevalence of metabolic syndrome: from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2012. *Springerplus, 5*(1), 1870. DOI: 10.1186/s40064-016-3514-5

Lim, S., Shin, H., Song, J. H., Kwak, S. H., Kang, S. M., & WonYoon, J., et al. (2011). Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey for 1998-2007. *Diabetes Care, 34*(6), 1323-1328.

Ministry of Health and Welfare and Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2014: Korea National Health and Nutrition Examination Survey [KNHANES VI-2]

Mirhafez, S. R., Ebrahimi, M., SaberiKarimian, M., Avan, A., Tayefi, M., & Heidari-Bakavoli, A. et al. (2016). Serum high-sensitivity C-reactive protein as a biomarker in patients with metabolic syndrome: evidence-based study with 7284 subjects. *European Journal of Clinical Nutrition, 70*(11), 1298-1304.

Mohamed-Ali, V., Goodrick, S., Rawesh, A., Katz, D. R., Miles, J. M. & Yudkin, J. S., (1997). Subcutaneous adipose tissue releases interleukin-6, but not tumor necrosis factor-alpha, in vivo. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 82*(12), 4196-4200.

Mozumdar, A. & Liguori, G. (2011). Persistent increase of prevalence of metabolic syndrome among U.S. adults: NHANES III to NHANES 1999-2006. *Diabetes Care, 34*(1), 216-219.

National Academy of Agricultural Sciences. Table of food functional composition first edition. 2009.

Neufcourt, L., Assmann, K. E., Fezeu, L. K., Touvier, M., Graffouillère, L. & Shivappa, N. et al. (2016). Prospective association between the dietary inflammatory index and cardiovascular diseases in the SUpplementation en VItamines et Mineraux AntioXydants (SU.VI.MAX) Cohort. *Journal of the American Heart Association, 5*(3), e002735.

Palmieri, V. O., Grattagliano, I., Portincasa, P. & Palasciano, G. (2006). Systemic oxidative alterations are associated with visceral adiposity and liver steatosis in patients with metabolic syndrome. *The Journal of nutrition, 136*(12), 3022-3026.

Park, H. S., Kim, S. M., Lee, J. S., Lee, J., Han, J. H. & Yoon, D. K. et al. (2007). Prevalence and trends of metabolic syndrome in Korea: Korean National Health and Nutrition Survey 1998-2001. *Diabetes, Obesity and Metabolism, 9*(1), 50-58.

Park, J. K., Kweon, S. H., Kim, Y. H., Jang M. J., Oh, K. W. (2012). Dietary behaviors related to metabolic syndrome in Korean Adults. *Korean Journal of Community Nutrition, 17*(5), 664-675.

Park, S. M., Ahn, J. O., Kim, N. S. & Lee, B. K. (2016). High carbohydrate diets are positively associated with the risk of metabolic syndrome irrespective to fatty acid composition in women: the KNHANES 2007-2014. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *8*, 1-9.

Pearson, T. A., Mensah, G. A., Alexander, R. W., Anderson, J. L., Cannon, R. O. 3rd. et al. & Centers for Disease Control and Prevention, American Heart Association. (2003). Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and

the American Heart Association. *Circulation, 107*(3), 499-511.

Sanchez-Villegas, A., M. Ruiz-Canela, C. de la Fuente-Arrillaga, A. Gea, N. Shivappa, J. R. Hebert & M. A. Martinez-Gonzalez (2015) Dietary inflammatory index, cardiometabolic conditions and depression in the Seguimiento Universidad de Navarra cohort study. *British Journal of Nutrition, 114*(9), 1471-1479.

Shivappa, N., Hébert, J. R., Rosato, V., Montella, M., Serraino, D. & LaVecchia, C. (2016). Association between the dietary inflammatory index and breast cancer in a large Italian case-control study. *Molecular Nutrition & Food Research*. doi: 10.1002/mnfr.201600500

Shivappa, N., Steck, S. E., Hurley, T. G., Hussey, J. R. & Hébert, J. R. (2014). Designing and developing a literature-derived, population-based dietary inflammatory index. *Public Health Nutrition, 17*(8), 1689-1696.

Sokol, A., Wirth, M. D., Manczuk, M., Shivappa, N., Zatonska, K. & Hurley, T. G. et al. (2016). Association between the dietary inflammatory index, waist-to-hip ratio and metabolic syndrome. *Nutrition Research*. pii: S0271-5317(16)30021-5. doi: 10.1016/j.nutres.2016.04.004.

United State Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. Release 3.1.

Wirth, M. D., Burch, J., Shivappa, N., Violanti, J. M., Burchfiel, C. M. & Fekedulegn, D. et al. (2014). Association of a dietary inflammatory index with inflammatory indices and metabolic syndrome among police officers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine/American College of Occupational and Environmental Medicine, 56*(9), 986-989.

Wood, L. G., Shivappa, N., Berthon, B. S., Gibson, P. G. & Hebert, J. R. (2015). Dietary inflammatory index is related to asthma risk, lung function and systemic inflammation in asthma. *Clinical & Experimental Allergy, 45*(1), 177-183.

Yoo, K. B., Suh, H. J., Lee, M., Kim, J. H., Kwon, J. A. & Park, E. C. (2014). Breakfast eating patterns and the metabolic syndrome: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2007-2009. *Asia Pacific journal of clinical nutrition, 23*(1), 128-137.

Zhu, S., St-Onge, M. P., Heshka, S. & Heymsfield, S. B. (2004). Lifestyle behaviors associated with lower risk of having the metabolic syndrome. *Metabolism, 53*(11), 1503-1511.

Received 8 December 2016;
1st Revised 19 December 2016;
Accepted 22 December 2016