

한국 성인의 식생활평가지수에 기반한 전체 식사의 질과 대사증후군 구성요소 및 대사증후군 발생의 연관성

신 새 롬¹⁾ · 이 승 민^{2)†}

¹⁾성신여자대학교 일반대학원 식품영양학과, 석사졸업생, ²⁾성신여자대학교 식품영양학과, 부교수

Relation between the Total Diet Quality based on Korean Healthy Eating Index and the Incidence of Metabolic Syndrome Constituents and Metabolic Syndrome among a Prospective Cohort of Korean Adults

Saerom Shin¹⁾, Seungmin Lee^{2)†}

¹⁾Department of Food and Nutrition, Graduate School, Sungshin Women's University, Seoul, Korea, Master's graduate

²⁾Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul, Korea, Associate Professor

†Corresponding author

Seungmin Lee
Department of Food and
Nutrition, Sungshin Women's
University, 55, Dobong-ro 76ga-
gil, Gangbuk-gu, Seoul 01133,
Korea

Tel: (02) 920-7671
Fax: (02) 920-2076
E-mail: smlee@sungshin.ac.kr

Acknowledgments

This study was supported by a
research grant from Sungshin
Women's University (2017-2-11-
052).

Received: February 10, 2020
Revised: February 17, 2020
Accepted: February 19, 2020

ABSTRACT

Objectives: This study examined the association of the total diet quality with the incidence risk of metabolic syndrome constituents and metabolic syndrome among Korean adults.

Methods: Based on a community-based cohort of the Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES) from 2001 to 2014, data from a total of 5,549 subjects (2,805 men & 2,744 women) aged 40~69 years at the baseline with a total follow-up period of 38,166 person-years were analyzed. The criteria of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel was employed to define metabolic syndrome. The total diet quality was estimated using the Korean Healthy Eating Index (KHEI). Hazard ratios (HR) and 95% confidence intervals (CI) for risk of metabolic syndrome constituents and metabolic syndrome in relation to KHEI quintile groups was calculated by multivariate Cox proportional hazards regression model.

Results: After adjusting for age, energy intake, income, education, physical activity, smoking, and drinking, the incidence of abdominal obesity and high blood pressure was significantly lower, by approximately 29.7% ($P < 0.01$) and 25.2% ($P < 0.01$), respectively, in the fifth KHEI quintile compared to the first quintile in men. A significant decreasing trend of the metabolic syndrome incidence was observed across the improving levels of KHEI (HR_{q5vs.q1}: 0.775, 95% CI_{q5vs.q1}: 0.619~0.971, P for trend < 0.01). In women, the incidence of abdominal obesity and metabolic syndrome was significantly lower, by approximately 29.8% ($P < 0.01$) and 22.5% ($P < 0.05$), respectively, in the fifth KHEI quintile compared to the first quintile adjusting for multiple covariates. On the other hand, the linear trend of metabolic syndrome risk across the KHEI levels did not reach the significance level.

Conclusions: A better diet quality can prevent future metabolic syndrome and its certain risk factors among Korean men and women.

Korean J Community Nutr 25(1): 61~70, 2020

KEY WORDS diet quality, Korean Healthy Eating Index, metabolic syndrome, prospective cohort

서론

국내 사망률과 이환율의 주요 원인이 되는 만성질환은 급속한 노령화와 건강관련 생활습관 요인의 개선 미비로 인하여 높은 유병률을 유지하고 있다. 2016년도에 시행된 국민건강영양조사의 결과에 따르면 30세 이상 한국 성인의 만성질환 유병률은 비만, 고혈압, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증이 각각 37.2%, 33.5%, 13.0%, 22.1%, 17.5%로 보고되었다[1]. 한 개인 내에서 다수의 대사적 위험인자가 동시에 발견되는 대사 증후군의 유병율도 30세 이상 성인에서 2013년~2015년 국민건강영양조사 자료 기준 27.0% 높게 나타났다[2]. 고콜레스테롤혈증, 비만, 고혈압, 고중성지방혈증의 유병률은 지난 약 20년 동안 증가하는 추세를 보이고 있어[1], 향후 대사증후군의 유병률은 증가할 것으로 예상된다.

Galassi 등은[3] 대사증후군이 심혈관 질환의 발생율과 이로 인한 사망률을 각각 2.34배와 2.40배 증가시킨다고 보고하였다. 또한, 개인이 보유하는 대사증후군의 위험인자 개수가 증가함에 따라 심혈관질환의 위험이 비례하여 증가함을 보였다. 따라서 대사증후군은 단일 대사적 위험인자보다 심혈관질환 위험을 예측하는 데에 더 강력한 요인으로 작용한다고 볼 수 있다[4]. 비만, 고혈압, 당뇨병 및 고콜레스테롤혈증 등은 심혈관 질환의 선행 건강문제로 여길 수 있는데, 이러한 선행 문제들을 적절히 관리하면 심근경색이나 뇌졸중과 같은 더욱 심각한 문제를 예방할 수 있을 것으로 보인다[5].

한편 대사증후군과 관련된 여러 식사의 요인의 국내 섭취량 추이 경향은 긍정적이지 않아 보인다. 에너지 및 지방의 과잉 섭취자 비율이 2005년 7.0%에서 2016년 7.8%로 소폭 증가하였으며, 과일 및 채소 1일 500 g 이상 섭취자의 비율은 2016년 35.3%로 1998년 39.9%에 비하여 감소하였다[1]. 하루 1회 이상의 외식 비율은 2008년 24.2%와 비교하여 2016년에 약 1.5 배 증가한 34.0%로 나타났는데, 외식 빈도가 높은 사람들은 그렇지 않은 경우에 비하여 에너지, 지질, 나트륨 등의 섭취량이 높았다. 최근 나트륨 섭취가 감소하는 경향을 보이고 있지만, 국내 인구의 약 80%가 여전히 목표섭취량인 2000 mg/일을 초과하여 섭취하고 있다.

질병이 다양한 식사의 요인과 연관성을 가지는 경우 단일 영양소, 식품, 식품군을 독립변수로 하여 질병 위험의 전체적 맥락을 이해하는 데에는 한계가 따른다. 이에 이러한 질병의 발생 또는 예후에 대한 전반적인 식사의 역할을 탐색하는 것이 합리적이고 매력적인 접근법이 된다. 다수의 연구가 대사

증후군 및 기타 만성질환의 예방 및 관리를 이해하는 데에 이러한 접근법을 활용하였다[6-10]. 국내 대사증후군과 식사의 요인의 연관성에 대한 연구를 살펴보면, 항산화 비타민, 지질 및 콜레스테롤, 유제품, 생선, 알코올, 육류 등의 단일 영양소 및 식품군과의 연관성이 다수 보고되었다[11-16]. 반면, 전반적인 식사의 질과 대사증후군에 대한 연구는 소수의 횡단[17] 및 종단연구[18]에 그치고 있으며, 한국인 대상의 고유한 지침 및 식사특성을 반영하지 않은 식사의 질 측정도구를 활용한 제한점을 가진다. 이에 본 연구는 지역사회 기반 종단적 코호트 자료를 기반으로 한국 성인에서 전체 식사의 질이 대사증후군 구성요소 및 대사증후군의 발생위험에 어떠한 영향을 미치는 지 살펴보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 기초연구자료

본 연구는 한국인유전체역학조사사업(Korean Genome and Epidemiology Study, KoGES)의 지역사회 기반 코호트 자료를 분양받아 기초자료로 이용하였다. 2001년 시작된 기초조사부터 2014년도(제 7기, 6차 추적)까지의 지역사회 기반 코호트(안산·안성) 자료를 대상으로 하였다. KoGES는 만성질환의 환경적, 유전적 위험요인과 이들 간의 상호작용을 파악하고 질병 예방을 위한 관리지침 수립을 목표로 2001년부터 2년 주기로 수행하는 국가 주도 코호트 사업이다. 일반인구 집단을 대상으로 코호트를 구축하여 건강 및 생활습관 관련 설문조사와 혈액, 소변, 유전체 등의 생체시료를 수집하고 있다. 이중 지역사회 기반 코호트는 중수도 도시인 안산과 농촌지역인 안성에 거주하는 만 40~69세 남녀를 대상으로 생활습관, 식사, 환경요인 등이 만성질환 발병에 미치는 영향을 조사하는 연구이다. 본 연구는 설문조사 내용의 기본정보, 과거 질병력, 약물 복용력, 일반사항, 흡연, 음주, 신체활동 부분의 일부 자료와 식품섭취빈도조사 자료를 이용하였다. 구체적인 자료조사 방법과 항목은 질병관리본부 국립보건원 홈페이지의 연구·사업 메뉴 내 KoGES 부문에 자세히 기술되어 있다[19].

2. 연구대상자

본 연구는 제 1기 참여자 총 10,030명 중 기초조사 시 다음에 해당하는 대상자를 제외한 후 시행하였다: 40세 미만 및 69세 초과자 284명; 대사증후군으로 진단된 대상자 2,374명; 식사섭취 변경이 따를 수 있는 심근경색, 울혈성심부전, 관상동맥질환, 갑상선 질환, 신장질환, 말초혈관질환, 뇌혈관질환 등의 만성질환 및 암을 진단받은 1,614명; 혈액

검사 결측자 99명; 에너지 섭취량 500 kcal/일 미만 또는 5000 kcal/일 이상의 68명; 식품섭취섭취빈도조사 자료 결측자 42명. 이에 따라 본 연구의 최종 분석에는 남자 2,805명과 여자 2,744명으로 구성된 총 5,549명의 자료가 사용되었다. 전체 대상자의 추적기간은 38,171 인년(person-years)으로 평균 추적기간은 약 6.88년이었으며, 이 기간 중 총 1,891건의 대사증후군 발생이 관찰되었다. 본 연구는 성신여자대학교 기관생명윤리위원회의 심의에서 승인을 받아 수행되었다(SSWUIRB 2017-022).

3. 대사증후군의 진단

대사증후군은 NCEP-ATP(National Cholesterol Education Program Adult Treatment panel)-III[4]의 기준을 적용하여 혈중 중성지방 150 mg/dL 이상, 수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 85 mmHg 이상, 공복혈당 100 mg/dL 이상인 경우 각각 고중성지방혈증, 높은 혈압, 고혈당으로 판정하였다. 저HDL-콜레스테롤 혈중은 남성의 경우 40 mg/dL 이하로, 여성의 경우 50 mg/dL 이하로 판정하였다. 단, 허리둘레는 대한비만학회 기준을 적용하여 남성 90 cm 이상, 여성 85 cm 이상을 복부비만으로 판정하였다[20]. 대사증후군 구성요소의 측정치가 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등에 대한 약물치료로 인해 영향을 받을 수 있으므로, 본 연구에서는 이들 질환에 대한 치료제를 복용하고 있는 경우 해당 구성요소를 보유하고 있는 것으로 판정하였다.

4. 식사의 질 측정

본 연구에서 전체 식사의 질은 기초조사 시 수집된 식품섭취빈도조사 자료를 기반으로 Yook 등이 개발한 식생활평가지수를 적용하여 측정하였다[21]. 식생활평가지수는 국민의 식생활 수준 모니터링을 위해 식생활지침[22]과 2010년 한국인 영양섭취기준[23] 등을 바탕으로 개발되었다. 문헌고찰, 식생활지침, 전문가 자문에 기반하여 식생활평가지수의 후보 구성항목이 도출되었고, 제 5기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 건강한 성인 중 새롭게 진단된 비만, 복부비만, 대사증후군과 연관성 분석과 전문가 자문 등을 거쳐 최종 구성항목이 선정되었다. 식생활지침과 2010 한국인 영양섭취기준에 따른 제 5기 국민건강영양조사 대상자들의 섭취 분포를 근거로 각 항목의 점수화 기준을 설정하였다. 식생활평가지수는 총 9개의 항목을 포함하는 충분도 영역(총과일류, 생과일류, 총 채소류, 김치와 장아찌 제외 채소류, 우유유제품, 총 단백질 식품, 흰 고기 : 붉은 고기 섭취비, 전곡류, 아침식사 빈도)과 총 5개 항목의 절제 영역(나트륨, 고

열량·저영양 식품 에너지비, 지방 에너지비, 정제 곡류, 탄수화물 에너지비)의 두 영역으로 구성되었다. 식생활평가지수는 각 항목 당 5~10점을 배정하여 100점 만점으로 산출되며 점수가 높을수록 양호한 식사의 질을 나타낸다. 구체적인 항목별 점수화 기준은 Yook 등[23]의 연구에 제시된 바와 같다. 본 연구에서 아침식사 여부는 식습관 항목에서 하루 중 주로 거르는 끼니에 대한 문항에 아침으로 답한 경우 0점, 그렇지 않은 경우 10점을 부여하였다. 각 구성항목의 배점 시 최대점과 최소점 사이의 점수는 섭취량 또는 섭취비율에 따라 비례적으로 부여되나 식사절제 영역의 일부 항목은 미국의 Healthy Eating Index[24]에서 사용한 방법을 활용하여 예외 기준을 적용하였다.

5. 자료분석

모든 자료처리 및 통계적 검정은 SAS 9.4(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 사용하여 분석하였다. 범주형 자료는 빈도와 백분율로, 연속형 자료는 평균과 표준편차로 기술하였다. 성별에 따른 일반적 특성의 비교는 카이제곱 검정(범주형 자료) 또는 독립표본 t-검정(연속형 변수)으로 검정하였다. 대상자는 식생활평가지수의 점수에 따라 성별 내 각 5분위로 구분되었으며, 식생활평가지수 수준에 따른 식사섭취, 대사증후군 구성요소 및 대사증후군의 발생위험의 비교는 모두 성별을 구분하여 실시하였다. 식생활평가지수수준에 따른 일부 영양소 및 식품군 섭취량의 비교에는 일반선형모형을 적용하였다. 이 때 연령 또는 연령 및 에너지 섭취량을 공변량으로 모델에 포함하였다. 식생활평가지수로 측정된 전체 식사의 질과 대사증후군 구성요소 및 대사증후군 발생의 연관성 검정은 콕스비례위험모형을 이용하여 위험비(hazard ratio, HR)와 이의 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)를 산출하였다. 다중콕스비례위험모형 분석 시 공변량으로는 연령, 에너지 섭취량, 수입수준, 교육수준, 누적흡연담배량, 알코올섭취량, 신체활동이 포함되었다. 식생활평가지수 수준에 따른 대사증후군 발생위험에 대한 선형적 연관성 검정은 각 식생활평가지수 군에 식생활평가지수 점수의 중위값을 적용한 후 이 변수를 콕스비례위험모형에서 연속형 변수로 다루어 실시하였다. 추적조사 기간 중 대사증후군 구성요소 또는 대사증후군이 발생한 대상자는 해당 사건(event)의 발생으로, 추적조사 기간이 종료되는 시점까지 발생하지 않은 대상자는 중도절단(censored)된 경우로 설정하였다. 특정 조사기수에 추적조사가 이루어지지 못한 대상자의 경우 해당 기수의 추적기간을 추적조사가 이루어진 대상자들의 추적기간 평균의 절반으로 설정하고 사건은 발생하지 않은 것으로 반영하였다. 모

든 통계적 유의성 검정은 유의수준 0.05에서 시행하였다.

결 과

1. 일반적 특성

연구 대상자의 성별에 따른 일반사항 분포는 Table 1과 같다. 연령, 교육수준, 소득, 음주, 흡연, 신체활동을 포함하는 살펴본 모든 일반적 특성에서 성별간 유의한 차이가 관찰되었다. 연령 분포는 전체적으로 40대가 가장 많고 60대가 가장 적었으나, 남성이 여성에 비하여 40대의 비율은 다소 낮고(남성: 54.7%, 여성: 58.1%) 60대의 비율은 다소 높았다(남성: 21.1%, 여성: 18.9%) ($P < 0.01$). 교육수준은 남성의 경우 고등학교 졸업이 36.6%로 가장 높고 초등학교 졸업 이하가 19.6%로 가장 낮았다. 여성의 경우 초등학교 졸업이 35.9%로 가장 높은 반면 대학교 졸업 이상이 7.2%로 가장 낮았다($P < 0.001$). 남성의 수입수준은 200만원

이상 400만원 미만인 33.1%로 가장 높았고 400만원 이상이 9%로 가장 낮았으며, 여성의 수입수준은 100만원 미만이 33.5%로 가장 높았고 400만원 이상이 6.8%로 가장 낮아 유의한 차이가 있었다($P < 0.001$). 남성에서 음주자와 흡연자가 각각 71.8%, 51.7%로 나타나 여성에서의 30.3%와 3.8%에 비하여 월등히 높았다($P < 0.001$). 신체활동 수준은 20 metabolic equivalents(METs) 미만과 40 METs 이상이 남성에서 각각 57.3%, 23.0%, 여성에서 66.9%, 17.2%로 남성이 여성에 비하여 높게 나타났다($P < 0.001$).

2. 식생활평가지수 수준에 따른 식사섭취 비교

Table 2는 성별에 따른 식생활평가지수 점수 1분위와 5분위의 일부 식품 및 영양소 섭취량의 비교 결과이다. 남성의 결과를 살펴보면, 에너지, 지질로부터의 에너지 섭취비율, 식이섬유, 나트륨, 과일, 채소, 유제품, 단백질 식품 및 전

Table 1. Subjects' general characteristics at baseline

Characteristics	Men (N=2,805)	Women (N=2,744)	P-value ¹⁾
Age group			
40~49 (year)	1,535 (54.7)	1,594 (58.1)	0.007
50~59 (year)	679 (24.2)	631 (23.0)	
60~69 (year)	591 (21.1)	519 (18.9)	
Education			< 0.001
Elementary school graduate or less	547 (19.6)	980 (35.9)	
Middle school graduate	631 (22.6)	697 (25.6)	
High school graduate	1,022 (36.6)	854 (31.3)	
College graduate or more	594 (21.3)	197 (7.2)	
Income (10,000 won)			< 0.001
< 100	751 (27.0)	899 (33.5)	
100~199	862 (31.0)	830 (30.9)	
200~399	920 (33.1)	774 (28.8)	
≥ 400	250 (9.0)	182 (6.8)	
Drinking status			< 0.001
Non-drinker	791 (28.2)	1,913 (69.7)	
Drinker	2,014 (71.8)	831 (30.3)	
Alcohol intake (g/day)	17.6 ± 27.9	1.6 ± 5.8	< 0.001
Smoking status			< 0.001
Non-smoker	1,354 (48.3)	2,639 (96.2)	
Smoker	1,451 (51.7)	105 (3.8)	
Cumulative smoking (pack-year)	18.0 ± 17.6	0.4 ± 2.6	< 0.001
Physical activity			< 0.001
METs ²⁾ < 20	1,560 (57.3)	1,787 (66.9)	
20 ≤ METs < 40	536 (19.7)	425 (15.9)	
40 ≤ METs	627 (23.0)	458 (17.2)	

n (%) or Mean ± SD

1) Calculated from chi-square test or student t-test

2) Metabolic equivalents

Table 2. Nutrient and food group intakes for first and fifth quintiles of Korean Healthy Eating Index scores

Dietary component	Men (N=2,805)					Women (N=2,744)				
	Quintiles of KHEI scores					Quintiles of KHEI scores				
	1st		5th		P-value ¹⁾	1st		5th		P-value
Total KHEI ⁴⁾ score	43.79 ±	5.19 ¹⁾	77.72 ±	4.61	< 0.001	49.13 ±	6.03	84.47 ±	3.68	< 0.001
Nutrients										
Energy (kcal/day) ²⁾	1,650.96 ±	467.96	2,312.56 ±	558.42	< 0.001	1,546.58 ±	519.37	2,159.27 ±	618.44	< 0.001
Energy from carbohydrates (%) ²⁾	73.83 ±	8.27	66.58 ±	4.54	< 0.001	76.04 ±	7.84	67.69 ±	4.32	< 0.001
Energy from fat (%) ²⁾	12.36 ±	6.58	17.78 ±	3.35	< 0.001	10.71 ±	6.35	16.72 ±	3.32	< 0.001
Dietary fiber (g/day) ³⁾	5.21 ±	2.44	8.50 ±	3.15	< 0.001	5.15 ±	2.55	8.44 ±	3.33	< 0.001
Alcohol (g/day) ³⁾	32.68 ±	31.70	17.64 ±	26.22	< 0.001	8.18 ±	13.49	2.49 ±	2.63	< 0.001
Sodium (mg/day) ³⁾	2,967.20 ±	1,617.31	3,686.14 ±	1,632.86	0.009	2,564.25 ±	1,333.82	3,392.21 ±	1,671.25	0.064
Food groups										
Fruits (servings/day) ³⁾	0.94 ±	1.37	2.67 ±	2.20	< 0.001	1.44 ±	2.20	2.87 ±	2.49	0.103
Vegetables (servings/day) ³⁾	2.46 ±	1.80	5.33 ±	2.61	< 0.001	2.67 ±	2.24	5.90 ±	3.32	< 0.001
Dairy products (servings/day) ³⁾	0.17 ±	0.48	1.08 ±	0.80	< 0.001	0.21 ±	0.49	1.34 ±	0.99	< 0.001
Protein foods (servings/day) ³⁾	1.77 ±	1.37	4.11 ±	1.63	< 0.001	1.52 ±	1.25	3.99 ±	1.68	< 0.001
Empty calorie foods (servings/day) ³⁾	4.47 ±	3.86	2.94 ±	2.89	< 0.001	1.38 ±	1.62	1.20 ±	0.95	< 0.001
Whole grains (servings/day) ³⁾	0.53 ±	1.04	1.87 ±	1.37	< 0.001	0.80 ±	1.27	2.25 ±	1.21	< 0.001
Refined grains (servings/day) ³⁾	2.58 ±	1.23	1.37 ±	1.40	< 0.001	2.20 ±	1.33	0.79 ±	1.13	< 0.001

Mean ± SD

1) Calculated from general linear model adjusted for age (year) or adjusted for age (year) and energy intake (kcal/day)

2) Adjusted for age (year)

3) Adjusted for age (year) and energy intake (kcal/day)

4) Korean Healthy Eating Index

곡류의 섭취가 1분위군에 비해 5분위군이 유의하게 높았다 ($P < 0.01 \sim 0.001$). 반면, 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율, 알코올, empty calorie foods, 정제된 곡류의 섭취는 5분위군이 1분위군에 비해 유의하게 낮게 나타났다 ($P < 0.001$). 여성의 경우에도 나트륨과 과일 섭취량을 제외한 모든 항목에서 남성에서의 결과와 일관되게 나타났다. 나트륨과 과일의 섭취량은 식생활평가지수 1분위와 5분위간 유의한 차이가 관찰되지 않았다.

3. KHEI 기반의 식사의 질과 대사증후군 구성요소 발생의 연관성

남성과 여성의 식생활평가지수기반 식사의 질과 대사증후군 구성요소 발생 위험에 대한 분석결과는 Table 3~4와 같다. 남성의 연령과 에너지 섭취에 대하여 보정한 분석에서 식생활평가지수 1분위 대비 5분위의 복부비만, 고중성지방혈증, 높은 혈압, 고혈당의 발생 위험이 각각 33.5% ($P < 0.001$), 18.7% ($P < 0.05$), 33.8% ($P < 0.001$), 33.1% ($P < 0.001$) 가량 유의하게 낮았다. 연령과 에너지 섭취량 이외의 여러 공변량을 추가한 분석에서 고중성지방혈증과 고혈당에 대한 유의한 결과는 사라졌으나, 5분위의 복부비만과 높은 혈압의 발생위험은 1분위에 비하여 각각 29.7% (P

< 0.01), 25.2% ($P < 0.01$) 가량 유의하게 낮았다.

여성의 경우 연령과 에너지 섭취에 대한 보정 후 식생활평가지수 5분위의 복부비만, 저HDL-콜레스테롤혈증, 높은 혈압의 발생위험이 1분위에 비하여 각각 47.4% ($P < 0.001$), 16.6% ($P < 0.01$), 23.2% ($P < 0.05$) 가량 유의하게 감소하였다. 연령과 에너지 이외 교육수준, 수입수준, 신체활동, 흡연, 음주 등의 변수를 추가한 모형에서는 저HDL-콜레스테롤혈증, 높은 혈압에 대한 유의한 결과는 사라진 반면, 복부비만의 발생위험은 1분위에 비하여 5분위에서 29.8% 유의하게 낮게 나타났다 ($P < 0.01$).

4. KHEI 기반의 식사의 질과 대사증후군 발생의 연관성

Table 5는 남성에서의 식생활평가지수 기반 식사의 질 수준에 따른 대사증후군 발생위험을 분석한 결과이다. 연령과 에너지섭취량 보정 후, 식생활평가지수 1분위 대비 2~5분위의 대사증후군 발생의 HR이 각각 0.945(0.777~1.150), 0.792(0.645~0.972), 0.727(0.590~0.897), 0.691(0.557~0.858)로 나타나 식생활평가지수 수준이 높아짐에 따라 대사증후군 발생위험이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다 (P for trend < 0.001). 이러한 결과는 여러 공변량을 추가한 분석에서도 전반적으로 유지되었다. 식생활평

Table 3. Incidence risk of metabolic syndrome components for first and fifth quintiles of Korean Healthy Eating Index scores in men (N=2,805)

Metabolic syndrome components	Quintiles of KHEI ⁽⁴⁾ scores	No. of cases	Total				Crude				Model 1 ²⁾				Model 2 ³⁾			
			person-years	HR ⁽⁴⁾	95% CI ⁽⁴⁾	P-value ¹⁾	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value			
Abdominal obesity	1st	183	3,884	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	156	4,231	0.796	0.643~0.985	0.036	0.665	0.528~0.837	< 0.001	0.703	0.553~0.895	0.004	0.703	0.553~0.895	0.004			
Hypertiglyceridemia	1st	287	2,964	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	273	3,383	0.866	0.733~1.022	0.088	0.813	0.680~0.972	0.023	0.931	0.773~1.122	0.453	0.931	0.773~1.122	0.453			
Low HDL-cholesterolemia	1st	477	3,009	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	464	3,039	1.009	0.882~1.156	0.893	1.017	0.879~1.177	0.817	1.001	0.858~1.166	0.995	1.001	0.858~1.166	0.995			
High blood pressure	1st	317	2,978	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	265	3,513	0.725	0.616~0.853	< 0.001	0.662	0.555~0.789	< 0.001	0.748	0.623~0.897	0.002	0.748	0.623~0.897	0.002			
Hyperglycemia	1st	244	3,507	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	202	3,935	0.746	0.619~0.899	0.002	0.669	0.548~0.818	< 0.001	0.811	0.657~1.000	0.051	0.811	0.657~1.000	0.051			

1) Calculated from Cox proportional hazards model
 2) Adjusted for age (year) and energy intake (kcal/day)
 3) Adjusted for age (year), energy intake (kcal/day), income (< 100; 100~199; 200~3990; ≥ 400 (10,000 won)), education (elementary school graduate or less; middle school graduate; high school graduate; college graduate or more), physical activity (METs), smoking (pack-years), and alcohol intake (g/day)
 4) KHEI: Korean Healthy Eating Index, HR: hazard ratio, CI: confidence interval

Table 4. Incidence risk of metabolic syndrome components for first and fifth quintiles of Korean Healthy Eating Index scores in women (N=2,744)

Metabolic syndrome components	Quintiles of KHEI ⁽⁴⁾ scores	No. of cases	Total				Crude				Model 1 ²⁾				Model 2 ³⁾			
			person-years	HR ⁽⁴⁾	95% CI ⁽⁴⁾	P-value ¹⁾	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value			
Abdominal obesity	1st	263	3,073	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	179	4,066	0.547	0.452~0.661	< 0.001	0.526	0.430~0.643	< 0.001	0.702	0.569~0.867	0.001	0.702	0.569~0.867	0.001			
Hypertiglyceridemia	1st	243	3,535	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	226	3,958	0.828	0.691~0.993	0.041	0.934	0.772~1.131	0.486	0.952	0.780~1.163	0.631	0.952	0.780~1.163	0.631			
Low HDL-cholesterolemia	1st	524	1,613	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	509	2,013	0.822	0.722~0.935	0.003	0.834	0.726~0.957	0.009	0.869	0.753~1.004	0.056	0.869	0.753~1.004	0.056			
High blood pressure	1st	242	3,448	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	183	3,941	0.672	0.554~0.814	< 0.001	0.768	0.627~0.941	0.011	0.898	0.725~1.112	0.325	0.898	0.725~1.112	0.325			
Hyperglycemia	1st	143	4,115	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--
	5th	122	4,430	0.792	0.622~1.008	0.058	0.843	0.653~1.089	0.190	0.992	0.757~1.299	0.953	0.992	0.757~1.299	0.953			

1) Calculated from Cox proportional hazards model
 2) Adjusted for age (year) and energy intake (kcal/day)
 3) Adjusted for age (year), energy intake (kcal/day), income (< 100; 100~199; 200~3990; ≥ 400 (10,000 won)), education (elementary school graduate or less; middle school graduate; high school graduate; college graduate or more), physical activity (METs), smoking (pack-years), and alcohol intake (g/day)
 4) KHEI: Korean Healthy Eating Index, HR: hazard ratio, CI: confidence interval

Table 5. Incidence risk of metabolic syndrome across quintiles of Korean Healthy Eating Index scores in men (N=2,805)

Quintiles of KHEI ⁵⁾ scores	No. of cases	Crude					Model 1 ³⁾					Model 2 ⁴⁾				
		Total person-years	HR ⁵⁾	95% CI ⁶⁾	P-value ¹⁾	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value		
1st	208	3,738	1.000	--		1.000			1.000							
2nd	202	3,696	0.985	0.811~1.195	0.876	0.945	0.777~1.150	0.574	0.952	0.781~1.161	0.628					
3rd	180	3,800	0.851	0.697~1.039	0.113	0.792	0.645~0.972	0.026	0.840	0.681~1.037	0.105					
4th	178	3,984	0.801	0.656~0.979	0.030	0.727	0.590~0.897	0.003	0.791	0.637~0.984	0.035					
5th	180	4,040	0.799	0.655~0.976	0.028	0.691	0.557~0.858	< 0.001	0.775	0.619~0.971	0.027					
P-value for trend ^{1),2)}				0.005			< 0.001			0.009						

1) Calculated from Cox proportional hazards model

2) P-value for trend was calculated by treating the KHEI quintile as a continuous variable after substitution each quintile value with its medium value

3) Adjusted for age (year) and energy intake (kcal/day)

4) Adjusted for age (year), energy intake (kcal/day), income (< 100; 100~199; 200~3990; ≥ 400 (10,000 won)), education (elementary school graduate or less; middle school graduate; high school graduate; college graduate or more), physical activity (METs), smoking (pack-years), and alcohol intake (g/day)

5) KHEI: Korean Healthy Eating Index. HR: hazard ratio, CI: confidence interval

Table 6. Incidence risk of metabolic syndrome across quintiles of Korean Healthy Eating Index scores in women (N=2,744)

Quintiles of KHEI ⁵⁾ scores	No. of cases	Crude					Model 1 ³⁾					Model 2 ⁴⁾				
		Total person-years	HR ⁵⁾	95% CI ⁶⁾	P-value ¹⁾	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value	HR	95% CI	P-value		
1st	218	3,556	1.000	--		1.000			1.000							
2nd	191	3,752	0.829	0.683~1.007	0.059	0.839	0.689~1.021	0.080	0.931	0.759~1.142	0.492					
3rd	203	3,671	0.905	0.747~1.095	0.305	0.898	0.739~1.093	0.283	1.036	0.846~1.268	0.734					
4th	180	3,781	0.781	0.641~0.952	0.014	0.799	0.650~0.981	0.032	0.976	0.787~1.211	0.825					
5th	151	4,148	0.593	0.482~0.729	< 0.001	0.606	0.486~0.755	< 0.001	0.774	0.615~0.975	0.030					
P-value for trend ^{1),2)}				< 0.001			< 0.001			0.093						

1) Calculated from Cox proportional hazards model

2) P for trend was calculated by treating the KHEI quintile as a continuous variable after substitution each quintile value with its medium value

3) Adjusted for age (year) and energy intake (kcal/day)

4) Adjusted for age (year), energy intake (kcal/day), income (< 100; 100~199; 200~3990; ≥ 400 (10,000 won)), education (elementary school graduate or less; middle school graduate; high school graduate; college graduate or more), physical activity (METs), smoking (pack-years), and alcohol intake (g/day)

5) KHEI: Korean Healthy Eating Index. HR: hazard ratio, CI: confidence interval

가지수 1분위 대비 2분위와 3분위의 대사증후군 HR은 유의하지 않았으나, 4분위(HR: 0.791, 95% CI: 0.637~0.984)와 5분위(HR: 0.775, 95% CI: 0.619~0.971)의 대사증후군 발생위험이 유의하게 낮았으며, 식생활평가지수 수준 증가에 따라 대사증후군 발생위험이 유의하게 감소하였다(P for trend < 0.01).

여성에서의 식생활평가지수 기반 식사의 질 수준과 대사증후군 발생위험의 연관성에 대한 결과는 Table 6과 같다. 연령과 에너지섭취량 보정 후, 식생활평가지수 2~5분위의 대사증후군 발생의 HR이 각각 0.839(0.689~1.021), 0.898(0.739~1.093), 0.799(0.650~0.981), 0.606(0.486~0.755)로 나타났으며 식생활평가지수 수준이 증가함에 따라 대사증후군 발생위험이 유의하게 감소하였다(P for trend < 0.001). 다수의 보정변수를 추가한 분석에서는 식생활평가지수 1분위 대비 3~4분위의 대사증후군 HR의 유의성은 사라졌으나 5분위(HR: 0.774, 95% CI: 0.615~0.975)의 대사증후군 발생위험은 낮게 나타났다(P < 0.05). 반면, 식생활평가지수 수준 증가와 대사증후군 발생 위험간 선형적 관계는 통계적 유의성에 도달하지 않았다.

고 찰

본 연구는 지역사회 기반의 전향적 코호트 자료를 이용하여 한국 성인에서 전체 식사의 질 수준이 대사증후군 발생 위험에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 식사의 질과 대사증후군 구성요소 발생의 연관성을 살펴본 결과, 식사의 질이 가장 양호한 군인 식생활평가지수 5분위가 1분위에 비하여 남성에서는 복부비만, 고중성지방혈증, 높은 혈압, 고혈당의 위험이, 여성에서는 복부비만, 저HDL-콜레스테롤혈증, 높은 혈압의 위험이 유의하게 낮았다. 이러한 결과는 Fogli-Cawley 등[25]의 28~62세 성인 5,135명을 대상으로 한 연구에서 보고한 미국 식사지침의 실천도와 복부비만, 고혈당, 고중성지방혈증, 높은 혈압간 유의한 역의 상관성 결과와 일관성을 갖는다. 또한 Kesse-Guyot 등[26]도 약 6년의 추적기간을 통한 전향적 코호트 연구를 통하여 지중해식 식사의 실천도와 허리둘레, 수축기 혈압, 혈중 중성지방 수치의 유의한 역의 연관성을 보고하였다. 본 연구에서 연령과 에너지 섭취량 이외에 추가적인 사회경제적 및 건강생활습관 변수들에 대하여 보정을 한 후에도, 남녀 모두에서 KHEI 5분위군의 복부비만 발생률이 1분위에 비하여 유의하게 낮았다. 복부비만은 인슐린 저항성을 유발하여 대사증후군 발생 위험을 높이는 인자이므로 건강한 식사가 복부비만 발생률을 낮춰 대사증후군을 예방하는데 유의미한 통로라 사료된다.

본 연구의 결과는 전반적으로 건강한 특성을 지닌 식사가 일부 대사증후군 구성요인에 대한 영향력을 넘어 대사증후군 예방에 대하여도 긍정적인 효과를 나타낼 수 있음을 보여 주었다. 다수의 변수들을 포함한 다중콕스비례위험회귀분석 결과, 남성과 여성 모두에서 식생활평가지수 1분위 대비 5분위의 대사증후군 발생위험이 약 24% 가량 유의하게 감소하였다. 여성에서는 식사의 질 수준이 증가함에 따른 대사증후군 발생위험의 선형적 관계가 통계적 유의성에 다소 미치지 못 하였으나(P < 0.1), 남성에서는 통계적으로 유의하게 식생활평가지수 점수 수준이 양호해짐에 따라 대사증후군 발생위험이 감소하는 선형적 특성을 나타내었다. 유사한 연구를 시행한 국외 선형연구에서 본 연구의 결과와 일맥상통하게 양호한 식사의 질의 대사증후군 예방적 효과를 보고한 바 있다[26]. 유럽의 대규모 코호트로부터의 성인 총 3,232명을 대상으로 한 약 6년간의 추적조사 연구에서 지중해식 식사의 실천수준이 대사증후군 발생위험에 긍정적인 영향을 갖는다고 보고되었다. 지중해식 식사 실천수준이 높은 군이 가장 낮은 군에 비하여 대사증후군의 발생위험이 50% 가량 낮게 나타났다. 따라서 국외에서 전향적 자료를 기반으로 입증된 건강한 식사의 향후 대사증후군에 대한 예방효과를 국내 코호트 자료를 기반으로도 확인하였다는 점에 본 연구결과 의 의의를 찾을 수 있겠다. 한편, 만 18~74세의 이란 성인 2,241명을 포함하는 추적조사 약 3년에 걸친 전향적 연구에서는 지중해식 식사의 실천도와 대사증후군 발생의 유의한 연관성이 관찰되지 않아[6], 본 연구 및 앞서 소개한 선형연구의 결과와 상이하였다. 이의 이유를 단정 지을 수는 없으나 상대적으로 젊은 대상자의 연령과 짧은 추적조사 기간 등이 연구결과 해석에 고려될 필요가 있다고 사료된다.

전체 식사의 질은 질적 및 양적 측면에서 명확하고 유일무이한 정의를 가지는 개념이 아니다. 따라서 동일한 개인 또는 집단이라도 사용하는 식사의 질 도구에 따라 식사의 질이 다르게 측정될 수 있으며 이에 따라 연구결과도 상이할 수 있다. 본 연구진이 KoGES 자료를 기반으로 Mediterranean Diet Score(MDS), Dietary Approaches to Stop Hypertension diet(DASH) 및 Recommended Food Score(RFS)를 적용하여 대사증후군 발생위험에 대한 영향력을 살펴본 연구에서는 본 연구와 달리 유의한 연관성이 관찰되지 않았다[18]. 이러한 양 연구결과 차이의 원인은 명확하지 않으나, 한국인 대상의 식사지침, 영양소 기준, 식사 구성요소의 분포 특성을 고려하는 개발과정을 거친 식생활평가지수가 타 식사의 질 도구에 비하여 대사증후군 위험에 대하여 보다 타당한 예측력을 가진다는 해석이 가능하겠다.

본 연구의 결과를 해석함에 있어 다음과 같은 제한점을 고

려하는 것이 필요하다. KoGES의 지역사회 기반 코호트 자료는 연구대상자의 전국적 대표성을 가지지 않으므로 연구 결과의 일반화에 제약이 따른다. 또한 본 연구는 기초조사에서 수집된 식사자료만을 사용하였으므로 대상자의 식사특성이 추적기간 내에 유의미하게 변화하였다면 대상자의 식사의 질을 충분히 반영하지 못 하였을 제한점을 갖는다. 다수의 공변량을 고려하는 분석을 통하여 잠재적인 혼란변수의 영향력을 줄이고자 하였으나 혼란변수의 잔류효과를 완전히 배제할 수 없다는 점도 연구의 제한점 중 하나이다. 아울러 향후 KoGES 자료의 추적기간이 보다 축적됨에 따라 식사의 질과 대사증후군 및 관련 만성질환의 발생 위험 연관성을 규명하는 연구가 보다 밀도 있게 수행될 수 있을 것이다.

요약 및 결론

본 연구는 한국 성인의 전체적인 식사의 질과 대사증후군 구성요소 및 대사증후군 발생 위험의 연관성을 KoGES의 지역사회기반 코호트 자료를 기반으로 살펴보았다. 전체 식사의 질은 최근 한국 성인을 대상으로 개발된 식생활평가지수를 적용하여 측정하였다. 연령, 에너지 섭취량, 사회경제적 수준, 여러 건강행동 특성을 고려한 분석에서 남성의 경우 식사의 질이 가장 양호한 식생활평가지수 5분위의 복부비만과 높은 혈압의 발생위험이 1분위에 비하여 유의하게 낮았으며, 여성에서는 복부비만 발생위험이 1분위 대비 5분위에서 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 식사의 질과 대사증후군 발생위험의 연관성을 살펴본 결과, 남성에서 식생활평가지수 1분위를 기준으로 4분위(HR: 0.791, 95% CI: 0.637~0.984)와 5분위(HR: 0.775, 95% CI: 0.619~0.971)의 대사증후군 발생위험이 유의하게 낮았다. 아울러 식생활평가지수 점수 수준이 양호해짐에 따라 대사증후군 발생위험이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 여성에서는 KHEI 수준에 따른 대사증후군 발생위험의 선형적 연관성은 통계적 유의성에 미치지 못 하였으나, 식생활평가지수 5분위(HR: 0.774, 95% CI: 0.615~0.975)의 대사증후군 발생위험은 1분위에 비하여 유의하게 낮았다. 이러한 본 연구의 결과는 한국인 영양섭취기준 및 식생활지침에 부합하는 식사 섭취가 복부비만 등의 대사증후군 구성요소의 발생을 낮추어 향후 대사증후군 예방을 유도하는 중요하고 의미 있는 건강생활습관을 시사한다.

Acknowledgement

본 연구는 질병관리본부 국립보건연구원 한국인유전체역

학조사(KoGES) 자료를 활용한 연구이며 [4851-302], 성신여자대학교 교내연구비 지원을 받아 수행되었습니다 (2017-2-11-052).

ORCID

Seungmin Lee: <https://orcid.org/0000-0003-3046-8010>

Saerom Shin: <https://orcid.org/0000-0003-1532-7228>

References

1. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2016: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VII-1). Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2017.
2. Korean Society of Cardiometabolic Syndrome. Metabolic syndrome fact sheet in Korea 2018 [internet]. Korean Society of Cardiometabolic Syndrome; 2018 [cited 2020 Feb 13]. Available from: http://kscms.org/en/uploads/Metabolic_Syndrome.pdf.
3. Galassi A, Reynolds K, He J. Metabolic syndrome and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis. *Am J Med* 2006; 119(10): 812-819.
4. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005; 112(17): 2735-2752.
5. Ministry of Health and Welfare. The 4th health plan (2016~2020) [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2016 [updated 2016 Mar 15; cited 2017 Feb 30]. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=0319&CONT_SEQ=330479&page=1.
6. Mirmiran P, Moslehi N, Mahmoudof H, Sadeghi M, Azizi F. A longitudinal study of adherence to the Mediterranean dietary pattern and metabolic syndrome in a non-Mediterranean population. *Int J Endocrinol Metab* 2015; 13(3): e26128.
7. Sadykova K, Shalkharova Z, Nuskabayeva G, Zhunissova M, Madenbay K. Relation between adherence to Mediterranean diet and components of the metabolic syndrome in the Kajakastani population. *Georgian Med News* 2018; 274: 97-102.
8. Fung TT, Hu FB, Wu K, Chiuv SE, Fuchs CS, Giovannucci E. The Mediterranean and Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diets and colorectal cancer. *Am J Clin Nutr* 2010; 92(6): 1429-1435.
9. Kant AK, Schatzkin A, Graubard BI, Schairer C. A prospective study of diet quality and mortality in women. *JAMA* 2000; 283(16): 2109-2115.
10. Mai V, Kant AK, Flood A, Lacey JV Jr, Schairer C, Schatzkin A. Diet quality and subsequent cancer incidence and mortality in a prospective cohort of women. *Int J Epidemiol* 2005; 34(1): 54-60.
11. Ahn S, Jun S, Kang M, Shin S, Wie GA, Baik HW et al.

- Association between intake of antioxidant vitamins and metabolic syndrome risk among Korean adults. *J Nutr Health* 2017; 50(4): 313-324.
12. 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.
 13. Shin H, Yoon YS, Lee Y, Kim CI, Oh SW. Dairy product intake is inversely associated with metabolic syndrome in Korean adults: Anseong and Ansan cohort of the Korean Genome and Epidemiology Study. *J Korean Med Sci* 2013; 28(10): 1482-1488.
 14. Baik I, Abbott RD, Curb JD, Shin C. Intake of fish and n-3 fatty acids and future risk of metabolic syndrome. *J Am Diet Assoc* 2010; 110(7): 1018-1026.
 15. Baik I, Shin C. Prospective study of alcohol consumption and metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2008; 87(5): 1455-1463.
 16. Oh SM, Kim HC, Ahn SV, Chi HJ, Suh I. Association between meat consumption and carotid intima-media thickness in Korean adults with metabolic syndrome. *J Prev Med Public Health* 2010; 43(6): 486-495.
 17. Kim YJ, Hwang JY, Kim H, Park S, Kwon O. Diet quality, physical activity, and their association with metabolic syndrome in Korean adults. *Nutrition* 2019; 59: 138-144.
 18. Shin S, Lee S. Association between total diet quality and metabolic syndrome incidence risk in a prospective cohort of Korean adults. *Clin Nutr Res* 2019; 8(1): 46-54.
 19. National Institute of Health, Korean Centers for Disease Control and Prevention. Examination and survey quality control of the Korean Genome and Epidemiology Study [Internet]. National Institute of Health; 2019 [updated 2019 Aug 8; cited 2019 Oct 30]. Available from: <http://nih.go.kr/contents.es?mid=a40504040200>.
 20. Lee SY, Park HS, Kim DJ, Han JH, Kim SM, Cho GJ et al. Appropriate waist circumference cutoff points for central obesity in Korean adults. *Diabetes Res Clin Pract* 2007; 75(1): 72-80.
 21. Yook SM, Park S, Moon HK, Kim K, Shim JE, Hwang JY. Development of Korean Healthy Eating Index for adults using the Korea National Health and Nutrition Examination Survey data. *J Nutr Health* 2015; 48(5): 419-428.
 22. Ministry of Health and Welfare. Dietary guidelines for Korean adults [Internet]. Ministry of Health and Welfare; 2009 [updated 2009 Dec 8; cited 2014 Mar 27]. Available from: http://www.mw.go.kr/front_new/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=0320&CONT_SEQ=224044&page=1.
 23. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. 1st revision. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
 24. Guenther PM, Reedy J, Krebs-Smith SM. Development of the healthy eating index-2005. *J Am Diet Assoc* 2008; 108(11): 1896-1901.
 25. Fogli-Cawley JJ, Dwyer JT, Saltzman E, McCullough ML, Troy LM, Meigs JB et al. The 2005 Dietary Guidelines for Americans and risk of the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2007; 86(4): 1193-1201.
 26. Kesse-Guyot E, Ahluwalia N, Lassale C, Hercberg S, Fezeu L, Lairon D. Adherence to Mediterranean diet reduces the risk of metabolic syndrome: a 6-year prospective study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013; 23(7): 677-683.