

## 국민건강영양조사 데이터베이스 활용 사례 연구: 토마토 섭취량 산출 및 대사증후군 위험도와의 상관성

윤은하<sup>1</sup> · 백진경<sup>2</sup> · 김범식\*

<sup>1</sup>전북대학교 기록관리대학원, <sup>2</sup>울지대학교 식품영양학과, 경일대학교 식품과학부

### Utilization of Korea National Health and Nutrition Examination Survey Database: Estimation of Tomato Consumption and the Risk of Metabolic Syndrome

Eunha Youn<sup>1</sup>, Jean Kyung Paik<sup>2</sup>, and Bumsik Kim\*

<sup>1</sup>Graduate School of Archives and Records Management, Cheonbuk National University

<sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, Eulji University  
School of Food Science, Kyungil University

#### Abstract

The objective of this study is to examine the relationship between tomato consumption and the risk of metabolic syndrome (MetS) in Korean middle aged women. Data from the combined 2009-2011 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) was analyzed. Tomato intake was assessed using the algorithms developed to analyze the demographic data of intakes of different tomato based food commodities such as “tomato, raw”, “tomato, tomato juice”, “tomato, tomato canned”, “tomato sauce”, and “tomato ketchup”. Korean women (n = 11,251) were subgrouped according to the number of the MetS risk factor (RF 0, RF 1-2, RF 3). Anthropometric parameters, lipid profiles, fasting glucose, and tomato intake were analyzed. Corresponding to the number of the MetS RF, there was a decrease in tomato intake (18.90±1.78, 16.67±1.23 and 12.84±1.23; P < 0.001). Tomato intake showed a negative correlation with systolic blood pressure, BMI, waist, and triglyceride. HDL cholesterol also showed a significant correlation with tomato intake (r = 0.023, P < 0.05). In summary, the results show a relationship between tomato intake and MetS in Korean middle aged women.

**Key words:** tomato consumption, Korean National Health and Nutrition Examination Survey, metabolic syndrome, Korean middle aged women

#### 서 론

대사증후군은 복부비만, 고혈당, 저농도의 HDL-콜레스테롤, 고중성지방혈증, 인슐린저항, 고혈압을 포함하는 대사적 위험요인의 복합체라 할 수 있다(Babio et al., 2009). 더 나아가서 대사증후군은 심장발작이나 뇌졸중의 위험을 높이며 당뇨병과 고혈압 관련 질환으로 인한 사망위험을 증가시킨다(Gupta et al., 2010). 1999년부터 2002년 사이의 미국 국민건강영양조사(NHANES III) 결과를 바탕으로 대사증후군을 조사해 본 결과, 남자 34.4%, 여자 34.5%로

밝혀졌다(Ford et al., 2005). 우리나라의 경우 2007년 국민건강영양조사 자료(KNHANES)에 의하면 정상인에서 남자 36.4%, 여자 34.3%가 대상증후군으로 서양의 수준과 비슷한 결과에 이르고 있음을 알 수 있다(Moon et al., 2010). 이는 상대적으로 비만을 잘 일으키는 현대의 서구화된 식습관 및 생활 습관 변화에 따른 것이라 할 수 있다. 건강한 식습관이 대사증후군과 역의 상관관계를 보이는 것은 많은 연구에서 보고되고 있는데(Park et al., 2003; Carnethon et al., 2004), 다양한 인종들을 대상으로 한 여러 역학조사결과들은 지속적으로 과일 및 야채 섭취량과 Cardiovascular disease(CVD) 발생위험도는 음의 상관관계를 가진다는 것이 지속적으로 증명되고 있다(He et al., 2006; He et al., 2007).

토마토는 널리 소비되는 신선과일들 중의 하나이다. 토마토에는 lycopene과 베타-carotene 같은 많은 양의 carotenoids가 함유되어 있을 뿐만 아니라, 다양한 polyphenol과 rutin,

\*Corresponding author: Bumsik Kim, School of Food Science, Kyungil University 50 Gamasil-gil, Hayang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongbuk 712-701, Korea  
Tel: +82-53-600-5744; Fax: +82-53-600-5759  
E-mail: bumsik@kiu.kr  
Received April 7, 2014; revised April 10, 2014; accepted April 10, 2014

naringenin 등이 함유되어 있다. Lycopene은 토마토에 풍부한 적색 색소로써, 만성질환에 대한 예방효과에 있어서 중요한 역할을 하는 것으로 여겨지고 있다. Lycopene은 항산화제로 알려져 있을 뿐 아니라, 비만세포와 간에서의 항염, CVD 예방 등에 대한 효과 또한 많이 알려져 있다(Di et al., 1989; Khachik et al., 2002; Wang et al., 2004; Ferreira et al., 2007; Hung et al., 2008; Bignotto et al., 2009; Marcotorchino et al., 2012). 최근에 lycopene 또는 토마토를 이용한 식품은 염증관련 지표를 감소시킬 수 있고, 결과적으로 비만 및 대사증후군과 같은 만성 염증 관련된 질환을 개선할 수 있다는 결과들이 늘어나고 있다(Ghavipour et al., 2012).

반면에, 토마토를 이용한 식품에 대한 잠재적인 질병개선 효과가 토마토 중의 lycopene으로 모두 설명이 되지는 않는다는 연구결과도 있다(Shi et al., 2000). 적은 양의 lycopene 투여를 통한 intervention 실험들을 이용한 메타분석에서는 LDL-콜레스테롤과 이완기 혈압에 대한 효과가 그다지 크게 나타나지 않았을 뿐만 아니라, lycopene식이에 관한 다른 실험들로부터의 결과들은 일관성 있게 나타나지 않았다. 이는 토마토 중의 lycopene이외의 성분들 즉 polyphenol, rutin, naringenin 그리고 각종 비타민, 무기질과 CVD와의 관계에 초점을 둘 필요가 있음을 의미한다(Hirvonen et al., 2000; Wang et al., 2006)

토마토 섭취와 대사증후군의 관련성을 증명하기 위해서는 역학조사 또는 토마토를 기반으로 한 식품 투여 실험이 필요한 상황이다. 하지만, 국내에서는 토마토 또는 lycopene등의 성분을 이용한 투여 실험을 수행하기 전 기초자료가 될 수 있는 역학조사결과도 없는 실정이다.

본 연구의 목표는 2008-2011년까지의 국민건강영양조사 자료로부터 토마토 섭취량과 대사증후군의 관계를 연구함으로써, 토마토의 대사증후군 예방효과를 조사하는 것이다. 궁극적으로 이 연구를 통해서 향후 인체에 대한 lycopene 또는 토마토 식품의 섭취에 따른 대사증후군 예방과 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 하는 것이다.

## 조사 및 방법

### 조사 대상 및 항목

국민건강영양조사 2008년(제 4기 2차), 2009년(제 4기 3차), 2010년(제 5기 1차), 2011년(제 5기 2차) 조사를 이용하였다. 모두 상시 조사자료, 식품섭취조사 자료(개인별 24시간 회상 조사 자료)를 이용하였다. 이 방법은 국민건강영양조사의 응답자가 1일 전 섭취한 식품을 회상하도록 하여 조사하는 것으로, 개인별로 수집한 자료는 물 섭취량, 식사 구분, 식사 장소, 조리음식의 종류, 섭취 음식의 부피, 중량 등 다양한 정보를 포함하고 있다. 본 연구에서 사용한 국민건강영양조사 연도별 식품 섭취량 자료에는 sex(성별), age(나이), n\_fname(소분류로 나타난 식품의 이

름), n\_fcode(식품 일련번호), nf\_intk(섭취량) 등이 포함되어 있어 이 항목을 이용하면 응답자의 나이 및 성별, 식품 이름, 식품 코드, 섭취량을 파악할 수 있다. 국민건강영양조사의 식품 섭취량 자료는 ‘토마토 생것’, ‘토마토, 토마토주스’, ‘토마토, 토마토통조림’, ‘토마토, 토마토케찹’ 등의 먼 등의 토마토 섭취 형태를 포함하고 있다. 이 중 ‘토마토, 토마토통조림’은 설탕, 소금 등에 의해 절여진 가공 식품이다. ‘토마토, 토마토통조림’ 내 포함된 토마토의 섭취량을 구하기 위해서는 토마토 내 포함된 설탕, 소금 등의 함량을 제외시켜야 한다. 본 연구에서는 토마토 통조림 배합비를 이용하여 토마토 통조림 내 순수 토마토 함량을 대입하여 계산하였다.

토마토 섭취자의 정보는 건강설문, 검진, 영양 자료(기본 DB) 조사를 이용하였다. 본 연구에서 사용한 국민건강영양조사 연도별 건강설문, 검진, 영양 자료에는 DI1\_It(고혈압 유병여부), DE1\_It(당뇨병 유병여부), sm\_presnt(현재흡연여부), HE\_ALC(알코올섭취여부), HE\_sbp(최중 수축기혈압), HE\_dbp(최중 이완기혈압), HE\_ht(신장), HE\_wt(체중), HE\_chol(총콜레스테롤) 등이 포함되어 있어 이 항목을 이용하면 토마토 섭취량과 함께 응답자의 혈압, 혈당량, 콜레스테롤, 신장, 체중, 허리둘레 등을 파악할 수 있다.

### 자료 분석 및 통계 처리

2008년부터 2011년까지의 4개의 식품 섭취량 자료로부터 응답자별 토마토 섭취량 자료를 추출한 후, 토마토의 전체 섭취자 수 및 이들의 총 섭취량, 전체 응답자의 토마토 평균 섭취량, 토마토 섭취자의 평균 섭취량을 엑셀(Microsoft Excel 2010) 소프트웨어를 이용하여 산출하였고, 기존의 연구를 참조하여 정확한 토마토 섭취량을 조사하고자 하였다(Kim et al., 2010). 또한 건강설문, 검진, 영양 자료로부터 토마토 섭취자의 혈압, 혈당량, 콜레스테롤, 신장, 체중, 허리둘레 등의 자료를 확보하였다. 최종대상자는 30-80세의 여성 중, 대사증후군의 진단을 위한 신체계측, 혈액 검사자료가 없거나 당뇨진단을 받은 대상자를 제외하였다. 자료의 통계처리는 SPSS(Package 12.0, Statistical Package for the Social Science, SPSS ins, Chicago, IL, USA)를 이용하여 토마토 섭취량과 대사증후군의 상관성 분석을 실시하였다.

#### (1) 토마토 전체 섭취자 수

국민건강영양조사 식품 섭취량 자료의 응답자별 정보를 처리하여 토마토를 섭취한 전체 사람의 수를 산출하였다. 토마토의 섭취 형태가 다양하기 때문에 한 가지 형태 이외에 중복으로 섭취한 사람(중복섭취자)의 수를 산출하는 알고리즘을 이용하였다. 전체 섭취자 수 산출 알고리즘은 응답자 별로 정리된 토마토 섭취량 자료로부터 Microsoft Excel의 Countif와 Sum 함수를 조합하여 제작하였다. 토마토 전체 섭취자 수 산출을 위한 알고리즘 작성에 사용한

주요 함수는 아래와 같다.

**COUNTIF(Entrire ID, Selected ID)**

(2) 토마토 섭취자의 섭취량 평균

토마토 섭취자의 섭취량 평균을 산출하기 위해서 모든 종류의 토마토 섭취량을 합산하고 이로부터 평균을 산출하는 알고리즘을 이용하였다. 이 알고리즘은 이전의 토마토 전체 섭취자 수 산출 시 적용하였던 알고리즘에 IF 함수를 추가하여 변형, 적용시켜 제작하였다. 토마토 섭취자의 섭취량 평균(섭취자 평균 섭취량) 산출 알고리즘에 적용된 주요 함수는 아래와 같다.

**IF(EXACT(COUNTIF(Entrire ID, Selected ID), 1), SUMIF(Entrire ID, Selected ID, Entrire intake data), “ ”)**

(3) 토마토 섭취자 및 비 섭취자의 정보

토마토 섭취자 및 비 섭취자의 혈압, 혈당량, 콜레스테롤, 신장, 체중, 허리둘레 등의 정보를 알기 위해 건강설문, 검진, 영양 자료에 식품섭취조사 자료의 ID변수를 이용하였다. ID 정보를 찾기 위해 적용된 주요 함수는 아래와 같다.

**COUNTIF(Entrire ID, Selected ID)**

(4) 최종 대상자 선정

본 연구는 2008년부터 2011년까지의 국민건강영양조사에 참여한 성인 중 30세 이상 80세 미만의 여성을 대상으로 하였다. 그 중 공복혈당, 혈압, 중성지방, 허리둘레, HDL 콜레스테롤, 키, 몸무게의 자료가 없는 대상자 및 당뇨병 진단을 받은 대상자는 제외하여 11,251 명의 자료를 최종분석에 사용하였다.

(5) 대사증후군 및 대사증후군 위험요인

대사증후군 및 각 위험요인의 진단기준은 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III guideline, Asian-Pacific guideline, and American Diabetes Association guideline을 수정하여 적용하였다. 아래에서 서술한 다섯 가지 위험요소항목 중 세가지 이상을 만족시키면 대사증후군으로 진단하였다. 본 연구에 사용된 요소는

- (1) 허리둘레 80 cm 이상, (2) 중성지방 150 mg/dL 이상, (3) HDL 콜레스테롤 50 mg/dL 미만, (4) 혈압은 수축기혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기혈압 85 mmHg 이상, (5) 공복혈당 100 mg/dL 이상이었다. 이 중 세 가지 이상의 요인에 해당되는 경우를 대사증후군이라 진단하였고, 본 연구에서 대상자들은 대사증후군 위험요인(MetS risk factor, RF)의 개수에 따라서 3개의 하위그룹으로 분류하였다 (RF = 0; 대사증후군 위험요인 해당사항 없음, RF 1-2; 5 가지 위험요인 중 1 개 또는 2 개 가진 그룹, RF ≥ 3; 5 가지

**Table 1. General and biochemical parameters of Korean women.**

Parameters	(n=11,251)
Tomato daily intake (g)	16.22±0.83
Age(y)	51.07±0.12
Systolic blood pressure (mm Hg)	117.52±0.17
Disstolic blood pressure (mm Hg)	75.04±0.10
Height (cm)	156.2±0.06
Weight (kg)	57.42±0.08
BMI	23.55±0.08
Waist (cm)	79.22±0.09
Fasting Glucose (mg/dL) <sup>a</sup>	93.64±0.13
Total cholesterol (mg/dL) <sup>a</sup>	192.1±0.34
HDL cholesterol (mg/dL) <sup>a</sup>	54.52±0.12
Triglyceride (mg/dL) <sup>a</sup>	116.3±0.75
LDL cholesterol (mg/dL) <sup>a</sup>	114.7±0.30

<sup>a</sup>Log transformed

위험요인 중 3 가지 이상 가진 그룹)(Yeo et al., 2011).

(6) 자료의 통계처리

연구자료는 SPSS(Package 12.0, Statistical Package for the Social Science, SPSS ins, Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계처리 하였고, 모든 측정치들은 평균±표준오차 (mean±S.E.)로 표시하였다. 분석 전 모든 변수에 대해 정규분포를 이루는지 확인하였으며, 정규분포를 이루지 않는 경우 log값으로 전환하여 분석하였다. 통계적 유의성 검증을 위하여 대사증후군 위험 요인을 RF(risk factor)=0, 1-2, ≥3에 의하여 분류된 세 구간으로 나눈 후 one way ANOVA를 이용하였으며, 토마토 섭취량과 대사증후군 위험요인 관련 인자들의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient로 검정하였으며, 모든 검정 시에는 P<0.05일 때를 통계적으로 유의적 차이가 있다고 간주하였다.

**결과 및 고찰**

대상자의 임상적 특징

최종 대상자는 총 11,251 명으로 평균 연령은 51.07±0.12 세이었고, 이들의 토마토 평균 일일섭취량은 16.22±0.83 g이었다. 대상자들의 대사증후군 관련 신체계측과 혈액검사자료 Table 1에 제시하였다.

대사증후군 위험요인 수에 따른 임상적 특징

대사증후군 위험요인 수(RF 0, RF 1-2, RF ≥3)에 따른 임상적 특징은 Table 2에 나타나 있다. 대사증후군의 각 위험요인은 그 위험요인 수에 따라 유의적으로 증가하거나 (수축기 혈압, 이완기혈압, 허리둘레, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방), 감소하였다(HDL 콜레스테롤). 토마토 일일 섭취량 또한 대사증후군 위험요인이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(P<0.001).

**Table 2. General and biochemical parameters of Korean women according to the number of MetS risk factor.**

	RF=0 (n=2,864)	RF=1-2 (n=5,405)	RF ≥ 3 (n=2,982)	P
Tomato daily intake (g)	18.90±1.78	16.67±1.23	12.84±1.39*	<0.001
Age (year)	42.7±0.19	50.96±0.18**	59.3±0.22***†	<0.001
Systolic BP (mmHg)	105.4±0.18	117.0±0.23**	130.1±0.32***†	<0.001
Disstolic BP (mmHg)	69.50±0.13	75.01±0.14**	80.42±0.19***†	<0.001
Height (cm)	158.0±0.11	156.2±0.08**	154.4±0.11***†	<0.001
Weight (kg)	52.77±0.11	57.42±0.12**	61.91±0.17***†	<0.001
BMI	21.13±0.04	23.51±0.04**	25.94±0.06***†	<0.001
Waist (cm)	71.20±0.10	79.08±0.11**	87.18±0.14***†	<0.001
Fasting Glucose (mg/dL) <sup>a</sup>	87.73±0.11	91.87±0.13**	102.5±0.37***†	<0.001
Total-cholesterol (mg/dL) <sup>a</sup>	182.9±0.57	191.1±0.50**	202.8±0.69***†	<0.001
HDL-cholesterol (mg/dL) <sup>a</sup>	63.52±0.19	54.50±0.16**	181.9±1.93***†	<0.001
Triglyceride (mg/dL) <sup>a</sup>	71.71±0.51	103.2±0.76**	181.9±1.93***†	<0.001
LDL-cholesterol (mg/dL) <sup>a</sup>	105.0±0.51	116.1±0.43**	121.7±0.63***†	<0.001

Data are mean±SE. Tested by one-way ANOVA. P-values derived from ANOVA with Bonferroni correction. \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.001$  compared with the value in the 'RF=0' group tested by ANOVA (Bonferroni correction). † $P<0.001$  compared with the value in the 'RF=1-2' group tested by ANOVA (Bonferroni correction). <sup>a</sup>Log transformed

**Table 3. Correlation of tomato daily intake with components of MetS in study subjects.**

	Systolic blood pressure	Disstolic blood pressure	BMI	Waist	Fasting Glucose <sup>a</sup>	Total cholesterol <sup>a</sup>	HDL cholesterol <sup>a</sup>	Triglyceride <sup>a</sup>	LDL cholesterol <sup>a</sup>
Tomato daily intake	-0.024*	-0.007	-0.025§	-0.033§	-0.013	-0.006	0.023*	-0.022*	-0.010

Numbers indicate Pearson correlation coefficient.

<sup>a</sup> Tested by log transformation

\*  $P<0.05$

§  $P<0.01$

### 토마토 섭취량과 대사증후군 위험요인과의 상관성 분석

대사증후군의 위험요인과 토마토 섭취량과의 상관성 분석 결과는 Table 3에 제시하였다. 토마토 섭취량은 수축기 혈압, 이완기 혈압, BMI, 허리둘레, 공복혈당, 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL 콜레스테롤과 음의 상관관계를 보였고, 이중 수축기 혈압( $P=0.024$ ), BMI( $P=0.009$ ), 허리둘레( $P=0.001$ ), 중성지방( $P=0.022$ )이 유의성을 나타내었다. HDL 콜레스테롤은 토마토와 유의적으로 양의 상관관계를 보여 주었다( $P=0.014$ ).

토마토를 이용한 식품의 섭취는 신선 과일, 야채, 올리브유와 함께 지중해식의 식이패턴에서 일반적인 형태이고, 이는 다양한 영양소 공급을 통해 대사증후군 관련 질병을 예방할 수 있다(Estruch et al., 2013). 하지만 토마토를 이용한 식품의 섭취와 대사증후군 위험의 관계에 관한 연구는 상반된 결과들이 있다. Karppi 등은 최근에 토마토 섭취 후 허혈성 심혈관 질환 위험이 59% 감소한다고 보고하였지만(Karppi et al., 2012), HowarAscherio 등은 lycopene 섭취와 심장발작이 관련성이 없다고 보고하였다(Ascherio et al., 1999). 이러한 연구결과들 상의 불일치는 평가도구에 따른 lycopene 섭취량의 차이, 식품의 거대분자에 결합되는 흡수되는 carotenoid의 흡수율 차이, 가공방법과 지방함량에 따른 lycopene의 이용률 차이 등에서 이유를 찾을

수 있다. 본 연구에서는 이중 평가도구에 의해서 오는 섭취량의 계산의 오류를 줄이고자 세종대 등에서 개발한 일반 식품소재의 섭취량 조사 프로그램을 이용하였다. 여기서 Kim 등은 식품을 원료식품, 재료식품, 혼합식품 등으로 재정의 하고, 혼합식품을 추가적으로 분해하여 최종적으로 혼합식품의 모든 구성성분을 원료식품으로 환산함으로써, 특정 식품의 섭취량 계산 알고리즘 개발을 개발하였고, 이를 통해 한국인의 들깨잎의 섭취량을 계산한 바 있다(Kim et al., 2010). 본 연구에서는 이 프로그램을 통해 토마토 섭취량을 계산함으로써, 개인별 토마토 섭취량을 좀더 정확하게 파악할 수 있었다. 평가도구 이외의 불일치 원인이라 생각되는 carotenoid의 흡수율 차이, 가공방법과 지방함량에 따른 lycopene의 이용률 차이 등에 대한 검증은 추가적인 연구가 필요합니다.

본 연구결과 토마토 섭취량과 수축기 혈압 및 중성지방은 유의적으로 음의 상관관계, HDL 콜레스테롤과는 양의 상관관계를 보였다. 이는 기존의 결과들과 일치하고 있다. Ried 등에 의한 lycopene의 혈압에 대한 메타분석 결과, 평균 수축기 혈압이  $5.60\pm 5.26$  mmHg( $P=0.04$ ) 감소한 것으로 나타났다. 또한, Cuevas 등에 의한 4주 동안의 토마토 투여 실험 결과 HDL 콜레스테롤이 유의적으로 증가하였다. 토마토 섭취를 통한 HDL 콜레스테롤의 증가에 대한

## 요 약

기전은 lycopene이 관련되었을 수도 또는 관련이 없을 수도 있다. 60 mg의 lycopene을 매일 3 개월 동안 투여한 결과, HDL 콜레스테롤에서는 유의적 변화가 없이 LDL 콜레스테롤만 14% 감소한 결과가 보고된 바 있다(Fuhrman et al., 1997). 최근에 lycopene은 HDL 콜레스테롤의 기능을 향상시킬 수 있다는 결과도 있었다. 과체중의 중년성인에 있어서 cholesteryl ester transfer 단백질의 활성은 감소하고, 레시틴 콜레스테롤 acyltransferase 활성이 증가함이 보고되었다(McEneny et al., 2013). 그럼에도 불구하고, 본 연구를 통해 이러한 토마토의 기능성에 대한 기전을 확인할 수는 없고, lycopene 이외 밝혀지지 않은 영양소 또는 베타카로틴 등의 역할을 증명할 수는 없다.

또한, 본 연구에서는 토마토 섭취와 체중 및 허리둘레가 음의 상관관계를 보임을 증명함으로써, 토마토 섭취를 통해 체중 및 허리둘레 감소를 통한 대사증후군 위험을 감소시킬 수 있음을 보여주었다.

본 연구는 인과관계를 명확하게 도출할 수 없는 횡단 연구 방법을 통해 토마토 섭취와 대사증후군과의 관계를 분석하였다. 따라서, 노출 및 결과들이 한 지점에서 수집되었으므로 시간별 순차적인 관련성을 평가하는데 한계가 있다. 다만, 선행연구 고찰 및 본 연구의 분석 결과를 종합하면, 토마토의 섭취는 lycopene 및 기타 영양소의 공급을 통해 직접적으로 또는 간접적으로 식사패턴 및 건강행태의 차이에 의해 대사증후군위험 감소에 기여할 것으로 추정할 수 있다.

이러한 한계에도 불구하고 본 연구결과는 기존의 선행연구와 잘 부합되는 점에서 신뢰성이 있고, 우리나라에서 토마토의 대사증후군에 대한 영향 연구가 드문 점을 고려할 때, 후속 연구 및 영양정책 수립의 기초자료가 될 수 있을 것이다.

지금까지 국내에서 특정식품의 섭취와 대사증후군의 관련성을 본 연구결과는 그다지 많지 않으나, Oh 등에서 연구한 ‘김치섭취와 대사증후군에 관한 연구’, Lee 등에 의한 ‘우유 섭취와 대사증후군의 관련성 연구’, Kim에 의한 ‘노인의 대사증후군과 영양소 섭취 특성 연구’, Kim 등에 의한 ‘계란과 대사증후군 연구’ 등이 있다(Kim et al., 2011; Lee et al., 2012; Kim, 2013; Oh et al., 2013). 이들 연구결과에 의하면, 대사증후군은 우유와 김치는 대사증후군 예방 효과가 있었고, 계란섭취는 뚜렷한 상관관계가 없었으며 노인의 경우 영양과잉보다는 영양결핍과 상관성이 있었다. 이러한 연구들은 모두 횡단 연구 결과로써, 관련성을 증명하는 다양한 추가연구가 필요한 상황이다. 본 연구는 이와 같은 실제 식품과 질병과의 상관성 연구를 위해 필요한 섭취량 계산을 하는데 있어서 일반 식품소재 프로그램을 이용한 첫 번째 사례로써, 식품과 질병과의 상관성을 연구하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 국민건강영양조사 2008 년(제1기)부터 2011 년(제5기) 조사까지 총 4기의 식품섭취조사 자료를 이용하여 ‘토마토, 생것’, ‘토마토, 토마토주스’, ‘토마토, 토마토통조림’, ‘토마토소스’, ‘토마토케첩’ 등의 토마토 섭취자 및 섭취량에 대한 분석을 시행하였다. 최종 연구 대상자는 토마토 섭취자들 중 30 세 이상 80 세 미만의 여성을 대상으로 하여 그 중 공복혈당, 혈압, 중성지방, 허리둘레, HDL 콜레스테롤, 키, 몸무게의 자료가 없는 대상자 및 당뇨병 진단을 받은 대상자는 제외하여 11,251 명의 자료를 최종분석에 사용하였다. 이들의 평균 연령은 51.07±0.12 세이었고, 이들의 토마토 평균 일일섭취량은 16.22±0.83 g이었다. 대사증후군 위험요인 수(RF 0, RF 1-2, RF ≥3)에 따른 임상적 특징을 분석한 결과, 대사증후군 위험 요인은 그 위험요인 수에 따라 유의적으로 증가하거나(수축기 혈압, 이완기혈압, 허리둘레, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방), 감소하였다(HDL 콜레스테롤). 토마토 일일 섭취량 또한 대사증후군 위험요인이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 대사증후군의 위험요인과 토마토 섭취량과의 상관성 분석결과, 토마토 섭취량은 수축기 혈압, 이완기 혈압, BMI, 허리둘레, 공복혈당, 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL 콜레스테롤과 음의 상관관계를 보였고, 이중 수축기 혈압, BMI, 허리둘레, 중성지방이 유의성을 나타내었다. HDL 콜레스테롤은 토마토와 유의적으로 양의 상관관계를 보여주었다. 우리나라에서 토마토와 대사증후군의 관련성에 대한 연구가 드문 상황에서 본 연구 결과는 토마토 및 토마토를 이용한 식품의 장기투여 실험 및 기전실험등의 후속실험 그리고, 대사증후군 예방과 관리를 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것이다. 또한 본 연구 결과는 향후 토마토의 기능성 추가연구에 대한 기초자료가 될 수 있을 뿐만 아니라, 실제 식품과 질병과의 상관성 연구를 위해 필요한 섭취량 계산을 하는데 있어서 일반 식품소재 프로그램을 이용한 첫 번째 사례로써, 식품과 질병과의 상관성을 연구하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- Anjos Ferreira AL, Russell RM, Rocha N, Placido Ladeira MS, Favero Salvadori DM, Oliveira Nascimento MCM, Matsui M, Carvalho FA, Tang G, Matsubara LS, Matsubara BB. 2007. Effect of lycopene on doxorubicin-Induced cardiotoxicity: an echocardiographic, histological and morphometrical assessment. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.* 101: 16-24.
- Ascherio A, Rimm EB, Hernán MA. 1999. Relation of consumption of vitamin E, vitamin C, and carotenoids to risk for stroke among men in the United States. *Ann. Intern. Med.* 130: 963-

- 970.
- Babio N, Bulló M, Salas-Salvadó J. 2009. Mediterranean diet and metabolic syndrome: the evidence. *Public Health Nutr.* 12: 1607-1617.
- Bignotto L, Rocha J, Sepodes B, Eduardo-Figueira M, Pinto R, Chaud M, de Carvalho J, Moreno H, Mota-Filipe H. 2009. Anti-inflammatory effect of lycopene on carrageenan-induced paw oedema and hepatic ischaemia-reperfusion in the rat. *Br. J. of Nutr.* 102: 126-133.
- Carnethon MR, Loria CM, Hill JO, Sidney S, Savage PJ, Liu K. 2004. Risk factors for the metabolic syndrome: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study, 1985-2001. *Diabetes Care* 27: 2707-2715.
- Cuevas-Ramos D, Almeda-Valdés P, Chávez-Manzanera E, Meza-Arana CE, Brito-Córdova G, Mehta R, Pérez-Méndez O, Gómez-Pérez FJ. Effect of tomato consumption on high-density lipoprotein cholesterol level: a randomized, single-blinded, controlled clinical trial. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 6: 263-273.
- Di Mascio P, Kaiser S, Sies H. 1989. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Arch. Biochem. Biophys.* 274: 532-538.
- Engelhard YN, Gazer B, Paran E. 2006. Natural antioxidants from tomato extract reduce blood pressure in patients with grade-1 hypertension: A double-blind, placebo-controlled pilot study. *Am. Heart J.* 151: 100.e106-100.e101.
- Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J. 2013. PREDIMED Study Investigators. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N. Engl. J. Med.* 368: 1279-1290.
- Ford ES. 2005. Prevalence of the metabolic syndrome defined by the international diabetes federation among adults in the U.S. *Diabetes Care* 28: 2745-2749.
- Fuhrman B, Elis A, Aviram M. 1997. Hypocholesterolemic effect of lycopene and beta-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophages. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 233: 658-662.
- Ghaviour M, Saedisomeolia A, Djalali M, Sotoudeh G, Eshraghyan MR, Moghadam AM, Wood LG. 2013. Tomato juice consumption reduces systemic inflammation in overweight and obese females. *Br. J. Nutr.* 109: 2031-2035.
- Gupta AK, Dahlof B, Sever PS, Poulter NR, investigators fA-SCOT-BPLA. 2010. Metabolic syndrome, independent of its components, is a risk factor for stroke and death but not for coronary heart disease among hypertensive patients in the ASCOT-BPLA. *Diabetes Care* 33: 1647-1651.
- He FJ, Nowson CA, Lucas M, MacGregor GA. 2007. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies. *J. Hum. Hypertens.* 21: 717-728.
- He FJ, Nowson CA, MacGregor GA. Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *Lancet* 367: 320-326.
- Hirvonen T, Virtamo J, Korhonen P, Albanes D, Pietinen P. 2000. Intake of flavonoids, carotenoids, vitamins C and E, and risk of stroke in male smokers. *Stroke* 31: 2301-2306.
- Hung C-F, Huang T-F, Chen B-H, Shieh J-M, Wu P-H, Wu W-B. 2008. Lycopene inhibits TNF- $\alpha$ -induced endothelial ICAM-1 expression and monocyte-endothelial adhesion. *Eur. J. Pharmacol.* 586: 275-282.
- Karppi J, Laukkanen JA, Sivenius J, Ronkainen K, Kurl S. 2012. Serum lycopene decreases the risk of stroke in men: a population-based follow-up study. *Neurology* 79: 1540-1547.
- Khachik F, Carvalho L, Bernstein PS, Muir GJ, Zhao D-Y, Katz NB. 2002. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. *Exp. Biol. Med.* 227: 845-851.
- Kim. 2013. Characteristics of Nutrient Intake According to Metabolic Syndrome in Korean Elderly. *Korean J. Food & Nutri.* 26: 515-525.
- Kim H., Park K. 2011. Egg Consumption and Prevalence of Metabolic Syndrome in Korean Adults. *Korean J. Community Nutri.* 16: 364-374.
- Kim SW, Jung J, Lee J-K, Woo HD, Im M-H, Park YS, Ko S. 2010. Estimation of food commodity intakes from the Korea national health and nutrition examination survey databases: with priority given to intake of perilla leaf. *Food Eng. Prog.* 14: 307-315.
- Lee CJ, Joung H. 2012. Milk Intake is Associated with Metabolic Syndrome. *Korean J. Community Nutri.* 17: 795-804.
- Mangels AR, Holden JM, Beecher GR, Forman MR, Lanza E. 1993. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. *J. Am. Diet. Assoc.* 93: 284-296.
- Marcotorchino J, Romier B, Gouranton E, Rioulet C, Gleize B, Malezet-Desmoulin C, Landrier J-F. 2012. Lycopene attenuates LPS-induced TNF- $\alpha$  secretion in macrophages and inflammatory markers in adipocytes exposed to macrophage-conditioned media. *Mol. Nutr. Food Res.* 56: 725-732.
- McEneny J, Wade L, Young IS. 2013. Lycopene intervention reduces inflammation and improves HDL functionality in moderately overweight middle-aged individuals. *J. Nutr. Biochem.* 24: 163-168.
- Moon H-K, Kong J-E. 2010. Assessment of nutrient intake for middle aged with and without metabolic syndrome using 2005 and 2007 Korean national health and nutrition survey. *Korean J. Nutr.* 43: 69-78.
- Oh IM, Joung HJ, Oh S, Yoon YS, Yoo KH, Park JE, Park JS, Jang EJ, Park SJ, Park SW, Kim SJ, Baik HW. 2013. Relationship of Combined Consumption of Rice and Kimchi, Korean Traditional Diet and the Risk of Metabolic Syndrome in Healthy Korean Volunteers. *J. Korean Soc. Parenter Enter. Nutr.* 5: 110-116.
- Park Y, Zhu S, Palaniappan L, Heshka S, Carnethon MR, Heymsfield SB. 2003. The metabolic syndrome: prevalence and associated risk factor findings in the us population from the third national health and nutrition examination survey, 1988-1994. *Arch. Intern. Med.* 163: 427-436.
- Rao AV. 2002. Lycopene, tomatoes, and the prevention of coronary heart disease. *Exp. Bio. Med.* 227: 908-913.
- Ried K, Fakler P. 2011. Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: Meta-analyses of intervention trials. *Maturitas* 68: 299-310.
- Shi J, Maguer ML. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40: 1-42.
- Silaste M-L, Alfthan G, Aro A, Antero Kesäniemi Y, Hörrkkö S. 2007. Tomato juice decreases LDL cholesterol levels and increases LDL resistance to oxidation. *Br. J. Nutr.* 98: 1251-1258.
- Tyssandier V, Feillet-Coudray C, Caris-Veyrat C, Guillaud J-C,

- Coudray C, Bureau S, Reich M, Amiot-Carlin M-J, Bouteloup-Demange C, Boirie Y, Borel P. 2004. Effect of tomato product consumption on the plasma status of antioxidant microconstituents and on the plasma total antioxidant capacity in healthy subjects. *J. Am. Coll. Nutr.* 23: 148-156.
- Wang L, Liu S, Manson JE, Gaziano JM, Buring JE, Sesso HD. 2006. The consumption of lycopene and tomato-based food products is not associated with the risk of type 2 diabetes in women. *J. Nutr.* 136: 620-625.
- Wang S, Konorev EA, Kotamraju S, Joseph J, Kalivendi S, Kalyanaraman B. 2004. Doxorubicin induces apoptosis in normal and tumor cells via distinctly different mechanisms: intermediacy of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- and p53-dependent pathways. *J. Biol. Chem.* 279: 25535-25543.
- Yeo HY, Kim OY, Lim HH, Kim JY, Lee JH. 2011. Association of serum lycopene and brachial-ankle pulse wave velocity with metabolic syndrome. *Metabolism* 60: 537-543.