

유기농식품의 건강증진가치 평가를 위한 Human Biomonitoring 실증모형 개발*

최 덕 천**

Development of a Human Biomonitoring Empirical Model for Health Promotion Value Evaluation of Organic Foods

Choi, Deog-Cheon

The organic foods is the terminology calling the organic products, the organic livestock and the organic processing food. The value of organic food may be evaluated as the index of the nutrient content, the safety and the health promotion. The reason why consumers prefer the organic food in the market is because the value of health promotion to be obtained through its consumption is expected to be bigger than the expense according to the purchase of organic food. This study has the significance in developing the direct evaluation model like the human biomonitoring method. The hypothesis for this study is summarized, "If the metabolome of metabolic syndrome of decreases, the exposure of substance of health harm decreases, the number of hospital care decreases and the quality of life shall be improved if the organic food is incepted in the long term and the health care is managed well". The consumer's cooperative and the health consumer's cooperative select the experimental group of 100 persons and the comparative group of 100 persons in 5 areas in the whole country at the same time to verify this hypothesis. Its rate of change is compared and analyzed by measuring the blood and urine of each biomarkers such as the exposed agriculture pesticides, the nitrate in the body at intervals of 2 months for 1 year. Also, by letting participants in the experiment record the major activity such as the dietary intake and the exercise, etc., in the questionnaire and the performance evaluation form, the statistical analysis for the correlation of this with the metabolome, etc., is conducted. The time that is called minimum 1 year and a lot of expense are required to implement this model. Accordingly, the cooperative study by composing the consortium of the

* 본 논문은 2012년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의해 작성하였으며, 한국유기농업학회 2013년 하반기 학술대회에서 발표한 것을 수정·보완하였음.

** 상지대학교 교양과 부교수(환경·생태경제학)(E-mail : cdc@sangji.ac.kr)

interdisciplinary and the interagency is desirable.

Key words : *organic foods, health promotion value evaluation, human biomonitoring*

I. 서 론

유기농식품은 환경보전에 기여하고, 안전하며, 기능성과 영양소도 풍부해 건강증진에 도움이 되는 것으로 알려져 있다. 이는 소비자 사이에서 구전으로 전해지고 판매자들이 흔히 사용하고 있는 말이다. 그것은 경험적·원리적 신념에 근거해 사용하고 있는 것으로 보이며, 총체적으로 충분한 과학적 자료가 제시된 사례는 많지 않다. 그러다보니 유기농식품에 프리미엄 가격(*premium price*)을 지불하고 구입하는 합리적인 소비자들을 지속적으로 설득하는데 한계가 있다. 현실의 시장에서 일반 소비자들은 이념과 원리보다는 가격대비 품질을 비교하고 평가하는데 더 익숙하기 때문이다.

유기농식품은 유기농산물·유기축산물·유기가공식품을 통칭하는 용어이다. 유기농식품의 가치는 관행농식품의 가치와 상대적인 것이 특징이다. 철학도 다르고 생산함수도 다르다. 지금까지 유기농식품의 가치에 대한 선행연구들은 주로 미시적·간접적 분석이 주류였는데, 이를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 유기농산물에 대한 소비자 의식 및 자기보고 조사 사례이다. 소비자들이 시장에서 유기농식품을 선호하는 이유는 잔류농약 등으로부터 안전하여 ‘가족들의 건강증진에 대한 기대’가 크기 때문이고(Hendrik et al. 1998; Nam et al., 2011; Jeong et al., 2012), 실제로 정력증강, 질병 저항성 증대, 정신적 웰빙 등의 효과가 있으며(van de Vijver LP and van Vliet ME, 2012), 집중력 향상, 두통 감소, 혈압 강하, 식욕 및 수면, 스트레스 감소, 면역력 강화 등 건강증진에 기여한다고 하였다(Huber et al., 2005)고 평가하였다.

둘째, 유기농식품은 관행농식품에 비해 필수영양소가 풍부하다는 연구결과이다. 관행농산물에 비해 항산화작용을 하는 플라보노이드(Flavonoids) 계열인 Quercetinol 함량이 79%로 높고(Alyson et al., 2007), 비타민 등 필수영양소가 더 많고 질산염 잔류량은 작다고 보고하였다(Worthington, 2001; Williams, 2002; Mun and Lee, 2011). 또한, 유기축산물에서는 불포화 지방산 함량이 포화지방산보다 더 많으며(Denis, 2010), 유기축산물 인증 돼지고기의 돈육에는 불포화 지방산의 구성비가 75%로 무항생제 인증 61%, 일반 돈육 63%보다 더 많아 건강에 좋다고 평가하고 있다(Choi, 2013).

셋째, 유기농 식품의 질병저항성에 대한 연구이다. 유럽에서 유기농식품 섭취율이 높은 어린이들을 대상으로 대규모로 조사한 결과 결막염이나 아토피성 질환자가 적었으며(Alfvén et al., 2006; Flöistrup et al., 2006), 유기농식품 섭취자의 혈중 IgE 농도가 낮아 아토피성 질환 저항성이 우수한 것으로 평가 하였다(Kummeling et al., 2008; Kim, 2009).

최근 들어서는 환경·보건역학 방법론을 통하여 환경오염물질과 식품오염의 관계를 다루는 연구가 이뤄지기 시작하였다. 유기농식품의 가치 검증에 응용할 수 있는 바람직한 현상이라고 본다. 따라서 제2장에서는 유기농식품의 가치를 구명한 다양한 선행 연구들을 개관한 후, 영양역학·환경역학·보건의학 등의 연구에서 도입하고 있는 Human biomonitoring 분석법을 소개한다. 제3장에서는 Human biomonitoring 분석법을 응용하여 직접시험(임상시험)을 통해 유기농식품의 건강증진가치를 평가할 수 있는 모형을 제시하고자 한다. 본 연구의 목적은 우선 전국 5개 지역에서 선정된 가족단위 200명을 대상으로 각각 100명씩 실험군과 비교군으로 나눠 개인별 소규모 부분인구집단(subpopulation)을 대상으로 분석할 수 있는 Human biomonitoring 임상실험모형을 개발하는데 있다.

II. 건강증진가치평가와 Human biomonitoring의 이론적 논의

1. 유기농식품 식이섭취와 건강증진가치의 의의

1) 건강증진의 개념

식이섭취와 건강위해물질의 인체 노출 사이에는 무척 긴밀한 연관성이 있다. 그것은 주로 먹이사슬을 통해 노출되고, 사람은 먹이사슬을 가장 끝에 자리하고 있기 때문이다. 식이섭취와 건강의 연관성에 대해 몇 가지 논의가 필요하다.

첫째, 식이섭취에서 가장 중요한 것은 원료식재료의 특성이 다르다는 점이다. 즉, 수입농산물인가 국내산인가, 아니면 유기농산물인가 관행농산물인가 등이 그것이다. 식품의약품안전처에서는 농약별 잔류허용기준 고시 및 잔류농약 분석 매뉴얼 제시, 국내 유통 식품 중 잔류농약 실태조사를 수행하고 있다. 농업 생산과정에서는 418개 농약이 사용되고 있다. 축산에서는 83개 농약이 사용되고 있다. 쌀 등 184개 품목의 농산물이 생산되고 있으며, 쌀 생산에는 185개 농약이 사용되고 있다. 축산물 및 그 가공품 180여 품목에도 농약의 잔류허용기준이 마련되어 있다.

2009년 현재 국내에서는 유기합성농약이 1,329품목이 등록되어 있다. 주로 살충제, 살균제, 제초제로 구성된다. 농약에는 허용기준이 있다고 하더라도 엄연히 잠재적 독성물질이다. 농약 등록 시 동물을 이용한 독성시험 결과가 인간을 대상으로 한 것과 일치하지 않을 수 있다. 왜냐하면 인체노출은 장기 반복될 수 있고 다른 유해물질과 동시에 노출될 수 있기 때문이다. 농약은 급성 건강영향도 있지만 장기적으로 노출될 때는 만성건강영향을 미친다. 특히 어린이와 노인, 여성, 임산부, 면역질환자 등 취약계층에게는 더욱 민감도가 높아진다.¹⁾

1) 자세한 내용은 Lee(2011)을 참조할 것.

Lee 등(2010)은 현재의 식품의 잔류농약 최소 허용기준치 설정에 한계가 있다고 보았다. 잔류농약이나 사람들 체중 등에 대한 충분한 자료가 부족하고, 식품의 가공계수 등으로 통계적 추정이 어려워 과학적 계산에 한계가 있다는 것이다.

국내 14개 지역 대형마트와 재래시장 등 일반 유통농산물 1,000여 건의 잔류농약을 모니터링을 한 결과 23개 농산물에서 잔류농약이 검출되었고(과실류 2.2%), 이중 엽채류에서 0.1%가 부적합률을 나타냈다(Kim et al., 2008). 반면에 전국 5개 지역 10개 지점에서 유통되고 있는 친환경 과실류와 과채류 25종을 농약잔류 실태조사 한 결과 잔류농약 검출률은 0.72%이고, 이 중 인증기준 부적합률은 0.18% 수준이었다. 또 유기 및 무농약 인증 곡류와 근채류 21종 747 건을 10개 지점에서 수집해 잔류농약 모니터링을 한 결과 모든 시료에서 농약이 검출되지 않아 인증기준에 적합하였다고 분석하였다(Lee et al., 2012).

둘째, 건강, 건강증진의 개념을 정리할 필요가 있다. 건강에 대한 정의는 매우 다양하다. 의학적 관점에서 보면 건강결정요인과 질병관계를 의미한다. 건강의 개념은 신체적인 것을 넘어 사회적·정신적인 부문까지 적극적으로 해석하거나(WHO), 삶의 질을 높이기 위한 수단으로 해석하기도 한다. 건강의 결정요인은 생물학적 요인, 생활습관, 사회적 여건, 생활 및 작업환경, 사회경제적 환경상태 등에 의해 결정된다. 물론 식생활도 중요한 결정요인이다.

건강증진(health promotion)이란 건강을 저해하는 인자를 제거해서 건강상태를 유지할 뿐만 아니라 영양, 체력을 고려해서 적극적으로 건강상태의 수준을 향상시키는 것이다(간호학대사전, 대한간호학회). 보통 건강증진은 건강수준의 향상으로 이해하고 있다. 그러나 전문가들은 건강증진의 개념을 질병관리의 한 단계로서 건강 향상을 위한 접근 전략으로 이해한다. 즉, ‘질병의 감소’를 위한 질병관리에서 ‘건강능력 향상’을 중시하는 건강증진의 개념으로 이해하는 것이다. 건강증진을 위해서는 건강한 생활환경 구축, 건강 결정요인의 관리 등을 중시하고 있다.²⁾

한편, 아건강(亞健康, yajiankang) 또는 미병(未病)이란 개념에 유의할 필요가 있다. 이는 건강과 질병 사이의 제3의 상태 즉, 질병의 전조증상 상태를 말한다. 두통, 수면장애, 피로감, 식욕부진, 정서불안, 전신무기력, 활기 저하, 혈당 증가, 면역력 약화 등을 수반한다. 아건강 상태는 환경오염, 식이섭취, 스트레스 등과 연관성이 있다. 아건강 상태일 때 이를 잘 관리하면 건강상태로 환원될 수 있지만, 이를 방치하면 만성질환상태로 전환될 수 있다.

고령화 사회가 진전되고 그 속도가 빨라질수록 의료비 지출에 양(+)의 관계를 갖는다고 분석하였다. 한국의 경우 2011년의 국민의료비는 약 90조원정도인 데, 이는 GDP대비 7.3%로 추정된다. 2015년에는 123.3조원에 7.1%, 2020년에는 150.3조원에 7.1% 수준이 될 전망이다(National Health Insurance Service. Health Insurance Policy Institute, 2012).

Jeong 등(2011)이 추정된 우리나라 생애의료비를 보면 남자가 7,415만원, 여자가 8,787만

2) 건강, 건강증진에 대한 자세한 논의는 Bae(2012)를 참조할 것.

원이다. 출생 이후 성인기로 갈수록 증가하고 사망 직전에 급증한다. 또한, 2005년 기준 인구 10만 명 당 암 발생건수는 252건이다. 암의 생애의료비는 여성은 평균 1,051만원, 남성은 1,411만원인 것으로 추정된다(Jeong et al., 2011).

2) 건강증진가치 평가의 개념

건강증진과 연관하여 유기농식품의 가치는 관행농식품의 가치와 대체관계로 설명할 수 있다. 고가의 유기농식품 구입에 따른 기회비용(Co)은 관행농식품 구입비용(Cc)에다 유기농식품 구입 때문에 다른 식자재 구입을 포기한 금액(Ce)을 합산한 것이다. 유기농식품 섭취에 따른 건강증진편익(Ro)은 관행농식품 섭취의 편익(Rc)에다 건강증진에 대한 기대편익(Rh)을 합산한 것이다. 이를 요약하면 식 (1), 식 (2)와 같다.

$$Co = Cc + Ce \quad (1)$$

$$Ro = Rc + Rh \quad (2)$$

식 (1)과 식 (2)에서 소비자들이 $Co = Ro$ 인 선에서 구입을 한다고 가정하고, $Cc = Rc$ 라고 생각한다면, $Ce = Re$ 가 된다. 즉, 소비자들이 유기농식품을 구입한다는 것은 관행농식품 이외의 다른 식자재를 더 구입할 수 있는 금액을 건강증진 기대편익으로 대체한 것이라는 의미이다.

한편, 소비자가 상품소비를 통해 느끼는 가치, 즉 소비가치(Vc)는 생산가치(Vp) 또는 상품가격에다 수량(Qt)를 곱하고, 여기에 소비자잉여(Vs)를 합한 것이다.³⁾ 이를 정리하면 식 (3)과 같다.

식 (3)에서 소비자들이 느끼는 상품에 대한 소비가치는 그 상품 자체의 가치에 소비자잉여가치를 합한 것이다. 소비자들이 유기농식품을 구매한다는 것은 농식품 자체가 가지고 있는 가치에다 추가적인 잉여가치(Vs)가 있다고 기대하기 때문이다.

$$Vc = Vp \cdot Qt + Vs \quad (3)$$

소비가치(Vc)는 상품의 품질가치(QI)와 기대가치(Ve)와의 관계로 설명할 수 있다. 즉, Vp 와 Qt 가 일정불변이라면 기대가치에 비해 품질가치가 더 많아야 소비가치(소비 만족도)는 커진다. 이를 정리하면 식 (4)과 같다.

$$Vc = \frac{QI}{Ve} \cdot Vp \cdot Qt \quad (4)$$

3) Choi and Lee(1993). p. 179.

나아가, 식 (4)를 기준으로 유기농식품을 구매하는 문제를 설명할 수 있다. 유기농식품이 관행농식품에 비해 차별적으로 가지고 있는 품질가치(예컨대, 안전성, 건강증진가치 등)가 더 많을수록, 유기농식품에 대한 기대가치(V_e)가 작을수록 소비가치(유기농식품에 대한 만족도)는 커진다.

$$V_s = \frac{Q_l}{V_e} \cdot V_p \cdot Q_t - V_p \cdot Q_t \quad (5)$$

식 (3)과 식 (4)에서 식 (5)를 구할 수 있다. 여기서 V_p (생산가치, 가격)와 Q_t (수량)이 주어진 것이라면 V_s (소비자잉여)는 역시 품질에 비례하고 기대가치에 반비례할 것이다.

이를 건강과 질병의 관계로 확장해 보면 다음과 같다. 질병으로 인한 기회비용은 의료비 지출액에다 질병으로 인한 삶의 질 저하 수준을 합산한 것이다. 또한, 건강증진을 위한 기회비용은 건강유지비 지출액에다 건강증진비의 지출로 인해 줄여야 하는 다른 생활재의 편익 수준을 합산한 것이다. 여기서, 건강유지비와 의료비 지출액은 상당히 명시적이나 질병으로 인한 삶의 질 저하, 건강생활비 지출로 인한 편익 수준 감소는 상당히 불명확하고 주관적이어서 수치화하기 어렵다. 일반 소비자들은 유기농식품을 구입할 것인가 아니면 관행농식품을 구입할 것인가를 선택할 때 바로 이러한 기회비용의 관점에서 불명확한 부분에 대한 판단 근거가 빈약하다는 것을 알게 된다.

$$\text{유기농식품의 가치} = \frac{\text{유기농식품의 가치} - \text{관행농식품의 가치}}{\text{관행농식품의 가치}} \times 100 \quad (6)$$

유기농식품을 구입하는 것이 장기적으로 관행농식품을 구입하는 것보다 더 가치가 있어야 한다.⁴⁾ 유기농식품이 건강증진가치가 있다는 과학적 자료를 제시하는 것이 앞으로의 과제이다.

2. 건강증진가치 평가를 위한 Human Biomonitoring 이론 개관

보통 천연물질은 인체에 노출되어도 대부분 체내 분해, 체외 배출된다. 그러나 합성화학물질(환경호르몬)은 인체에 잔류하고 상당기간 잔류하기도 한다. 인체가 위해물질에 노출되면 그에 대한 생체지표(biomarkers)를 통해 생체감시(biomonitoring)를 함으로써 그것의 건

4) 유기농식품의 ‘가치’를 관행농식품과 비교할 때, 이 식에 대입할 수 있는 세부항목으로는 환경가치, 영양소 및 기능성 함량, 안전성, 신선도, 건강증진효과, 공동체 유지와 같은 사회적 가치 등 목적에 따라 다양하다.

강 연관성을 평가할 수 있다.

다양한 경로를 통한 환경오염물질 노출 정도는 매체의 오염물질 농도와 매체의 노출된 량에 비례한다. 이는 개인별 생활환경과 식이섭취 종류에 따라 달라질 수 있다. 식이섭취에 따른 건강증진가치는 장기에 걸쳐 발현되고, 나이가 든 중년기에 나타날 가능성이 크다.

본래 Biomonitoring은 환경과학에서 수질, 토양 등의 오염도를 측정하는 방법이다. 즉, 강이나 호수에 외부에서 독성물질이 유입되었을 때 급성 또는 만성으로 수질이 오염된 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 물고기나 물벼룩 같은 생물에 미치는 독성 노출도를 감시하여 정보를 하는 방법이다. 이 방법을 인간에게 적용하여 응용한 것이 바로 Human Biomonitoring이다. 이는 인체 조직에 노출된 독성물질의 양을 측정하기 위한 방법이다. Biomonitoring Data는 화학물질 노출을 확인하고, 공중 보건정책을 수립하는 데 사용한다.⁵⁾ 생체감시는 인체의 혈액, 소변, 모유, 숨, 정액, 머리카락, 눈물, 땀, 손톱에 담긴 축적량을 이용하여 인체 내의 오염물질 수준을 측정한다.

Fig. 1을 통해 설명하면, Human Biomonitoring은 노출생물학(Eposure Biology)의 영역에 속하는 방법론이다. 외부의 화학적 위해물질이 인체에 노출되면 체내의 용량(Dose)에서 이를 알 수 있도록 대사물질(혈액, 소변)에서 생체지표를 검출할 수 있다. 체내에 축적된 물질들은 체내에서 DNA 부가체를 형성하고, 이어 세포유전학적 변형을 일으켜 전임상(前臨床) 상태를 거쳐 임상질환으로 귀결된다. 바로 Human Biomonitoring은 이러한 전 과정을 감시하는 것이다.

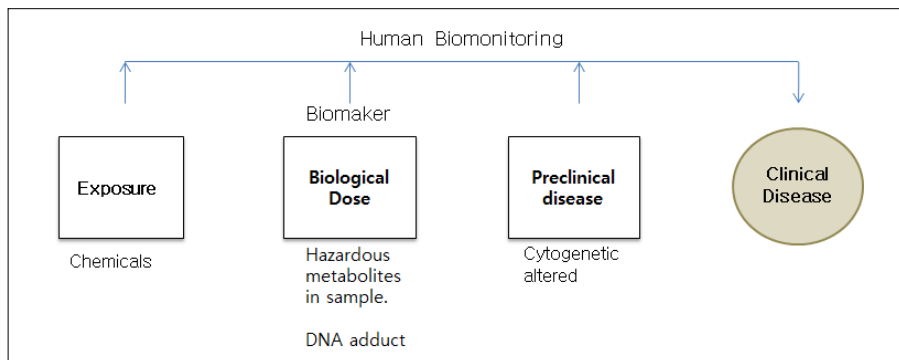


Fig. 1. Concepts and processes of Human Biomonitoring

Human Biomonitoring은 인간에 대한 감시 통해 PFCs, 비스페놀 A, 난연제, PAHs, 다이옥신, 수은, 비소와 같은 화합물뿐만 아니라 담배 연기, 생리적 스트레스, 호르몬 활동, 산화

5) Biomonitoring에 대한 자세한 논의는 National Research Council of The National Academies(2006)를 참조할 것.

스트레스, 방사선, 헤모글로빈 알데히드 부가물질, 배아세포 등의 대사체도 감시할 수 있다 (Knudsen, Lisbeth, Merlo, Dominico Franco, 2011).

환경역학 연구에서 식품으로 인한 유해물질노출평가를 위한 기초연구를 실시하고 있다. 식품에서 우선관리대상 유해물질(납, 카드뮴, 다이옥신, 수은, 비소 등)을 선정하고, 노출원인 식품을 찾아 그 경로와 함량을 분석하여 DB를 구축, 노출 수준을 평가하였다(National Institute of Environmental Research, 2010).

1990년대 들어 농업인을 대상으로 농약에 직접 노출된 경우의 암 발생 등을 분석하기 시작하였다. 대표적인 예가 바로 『농업과 건강연구(Agriculture Health Study)』이다. 이 저널의 많은 논문에서 합성화학농약에 장기간 노출되었을 때 농업인에게 암, 전립선암, 여성 유방암, 소아암, 직장암, 백혈병, 신경계 질환, 아토피와 천식, 호흡기질환, 시각장애 등 만성질환과 높은 상관관계가 있다고 보고하고 있다.⁶⁾ 한편, Mostafalou(2013)는 살충제의 광범위한 사용으로 암, 당뇨병, 파킨슨 병, 알츠하이머와 같은 퇴행성 신경장애, 근 위축성 측방 경화증(ALS), 출생 시 결함, 생식기 질환과 같은 만성질환이 발생한다고 밝히고 있다.

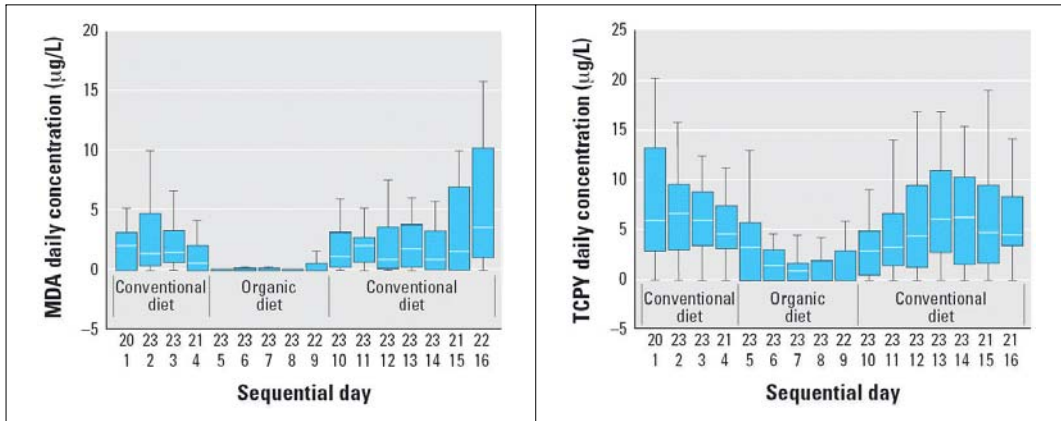
농업(농법)의 방식에 따라 농자재인 농약, 비료 등이 사용되고 이는 여러 경로를 통해 사람에게 급성 또는 만성으로 노출되어 건강에 영향을 미친다. 농약에 노출되면 일단 인체에 유입되어 DNA 손상하거나, 그 자체가 발암물질로 작용하거나, 내분비계장애물질로 작용하여 질병을 유발하는 것이다.

이제 식이섭취와 건강 연관성을 Human Biomonitoring을 통해 검증하고 있는 국내외 사례를 소개하고자 한다. 식이섭취자의 생활환경별로 식품에 존재하는 중금속인 혈중 수은 농도가 지역별·연령별로 차이가 나고(Jeong et al., 2012), 카드뮴 오염된 현미를 먹인 흰쥐 실험에서 체중이 적고 혈중 카드뮴 농도가 많이 검출된 사례도 있다(Kim et al., 2012).

Claudia(2003)는 농약에 노출될 때 유전자 독성(Genotoxicity) 즉, 유전자에 장애를 주는 독성이 DNA의 교란 및 손상을 유발한다고 밝혔다. 장기적으로 농약에 노출되면 염색체 이상(CA), 돌연변이 염색체, 속성 유도 돌연변이, 자매 염색 분체 교환(SCE) 및 소핵(MN)의 변이를 일으킨다고 그 기작을 설명한다.

Lu 등(2006)은 미국 시애틀 지역에서 어린이 농약 노출연구(Children's Pesticide Exposure Study)를 실시하였다. 3~11세인 23명의 어린이들을 15일간 추적 조사하였다. Fig. 2의 좌측 중간부분에서 보는 바와 같이 유기농식품을 섭취하는 기간에는 소변 중 유기인계 농약(MDA)의 농도가 현저히 감소하고, 다시 관행농식품을 섭취하는 기간에는 다시 농도가 상승하는 것으로 나타났다.

6) 이들 주제에 대한 자세한 연구 결과들은 Choi(2011)을 참조할 것.



Data: Lu C et al.(2006), p. 262.

Fig. 2. Box plots of MDA and TCPy concentration

또한, Fig. 2의 우측 중간부분에서 보는 바와 같이 유기농식품을 섭취하는 5일 동안에는 3,5,6- trichloro-2-pyridinol이라는 유기인계 살충제의 대사물질인 TCPy의 농도가 감소하다가 관행농산물을 섭취하는 기간에는 증가하는 것으로 나타났다.

De Lorenzo 등(2010)은 만성 신장질환(CKD) 환자 150명에게 12개월 동안 유기농식품과 일반식품으로 구성된 이탈리아 지중해 요리(IMD)를 섭취하도록 하는 실험을 하였다. 그 결과 유기농식품을 섭취한 사람들에게서 심혈관질환(CVD)의 위험인자가 낮게 나타났고, 신장질환의 진행을 완화시켰다고 밝혔다.

식이섭취에 따른 건강증진효과에 대한 임상 실험을 한 사례가 있다. 안산의료소비자생활협동조합의 시도가 그 예이다.7) 안산의료생활협동조합은 성인병 등 만성질환자 20명 정도를 한 팀으로 모아서 2차에 걸쳐 주치의의 처방·지도에 따라 현미와 생채식 식단, 운동처방을 8주 동안 실천하게 하였다. 그 결과 평균체중, 체질량지수, 콜레스테롤, 중성지방, 당화혈색소, 저밀도 콜레스테롤 등 성인병 발병인자가 30~60% 감소하였다. 또한 설문조사 결과, 식습관과 삶의 질이 개선되고, 스트레스, 피로도, 수면 및 휴식 충분도가 크게 개선되었다는 결과를 얻었다.8)

앞의 임상실험 결과, 관행적인 식사에서 현미·생채식으로 전환한 후 대사성 만성질환이 완화된 것은 많은 시사점을 주고 있는데, 이는 어쩌면 당연한 결과인지도 모른다. 본 연구

7) Ansan Health Consumer's Cooperative(2010)을 참조할 것

8) 이와 비슷한 실험을 대구의 Y고등학교에서도 실시하였다. 3개월 동안 34명의 학생들에게 점심과 저녁식사로서 현미 채식을 급식하였는데, 평균적으로 총 콜레스테롤이 150.1에서 142.3으로 감소하고, 체지방은 22.5에서 20.8, 체중은 73.1에서 71.7로 감소하였다. 한겨레신문, 2012.9.18.22면 참조. 또한 대전민들레의료생활협에서도 안산의료생활협과 유사한 실험 결과를 얻은바 있다.

의 관점에서 볼 때 이 실험 결과는 채식의 건강증진효과를 잘 드러내 주고 있지만, 참여자들이 엄격하게 동일한 유기농식품을 섭취한 것은 아니라는 점이 매우 아쉽다. 따라서, 이러한 실험을 보완하고 그 연장선상에서 체계적이고 보편적인 상황에 대한 연구가 필요하다. 제3장에서는 보다 다변적이고 직접적인 임상실험, 거시적이고 장기적인 기간을 통한 총체적(holistic analysis) 연구를 위한 Human Biomonitoring 모형을 제시해 보고자 한다.

Ⅲ. Human Biomonitoring 임상실험모형 개발

1. 연구 설계 및 Human biomonitoring 개관

1) 연구 설계

먼저, 유기농식품이 관행농식품에 비해 건강증진에 영향을 미칠 것이라는 정량적 또는 정성적 지표와 연관된 가설을 설정한다. 각 지역별로 실험대상자를 선정하여 가설에서 제시된 생체지표를 정한 후 혈액, 소변 등 시료를 채취하여 분석한다(National Research Council of The National Academies, 2006).

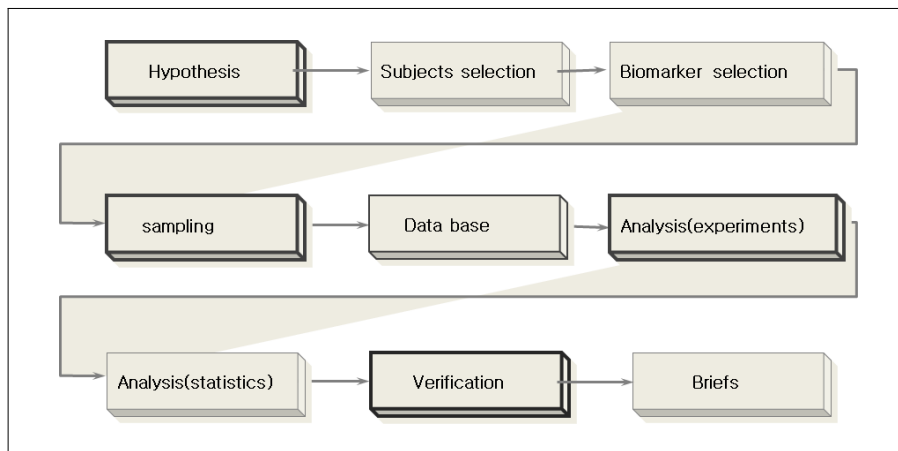


Fig. 3. Overview of study design

나아가 설문 자료와 수행평가 자료를 통계분석 하여 해석함으로써 유기농식품의 건강증진가치를 평가할 수 있다. 본 연구를 진행하는 순서와 기본 설계도는 Fig. 3과 같다.⁹⁾

9) 연구설계에 대한 자세한 논의는 National Research Council of The National Academies(2006). pp. 84-127을 참조할 것.

2) 실증분석을 위한 모형

식이섭취와 건강연관성을 실증 분석하기 위한 Human Biomonitoring 임상시험 분석모형은 다음의 Fig. 4를 사용하고자 한다. 농업생산과정에서 여러 가지 농자재 중 합성화학물질은 농축산물에 직접 노출되며, 이를 섭취하는 사람에게는 먹이사슬을 통해 간접 노출된다. 따라서 그 물질들이 인체에 축적되고 인체의 신진대사에 작용하여 건강에 영향을 미치게 되는데, 혈액이나 소변 등의 시료를 분석함으로써 유기농식품의 건강증진 또는 질병 위험 여부를 평가할 수 있다.

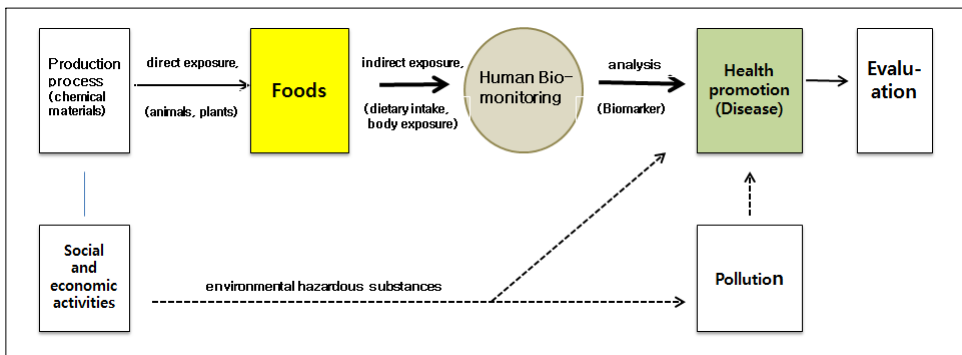


Fig. 4. Concept of empirical models for Human Biomonitoring

2. 연구방법

1) 연구 가설

본 실험연구를 위한 가설은 크게 두 가지로 설정하였다.

첫째, 질병 유발 생체지표 검증 가설이다.

- 가설 1-1: 유기농식품으로 구성된 표준식단을 장기적으로 섭취하는 실험군은 일반 식사를 하는 대조군에 비해 체내 만성대사성 증후군의 대사체의 농도가 감소할 것이다.
- 가설 1-2: 유기농식품으로 구성된 표준식단을 장기적으로 섭취하는 실험군은 일반 식사를 하는 대조군에 비하면 체내에 축적되는 건강위해물질의 노출 농도가 감소할 것이다.

둘째, 건강증진요소 검증 가설이다.

- 가설 2-1: 유기농식품으로 구성된 표준식단을 장기적으로 섭취하는 실험군은 일반 식사를 하는 대조군에 비해 병원 치료 횟수와 의료비 지출이 감소할 것이다.
- 가설 2-2: 유기농식품으로 구성된 표준식단을 장기적으로 섭취하는 실험군은 일반 식

사를 하는 대조군에 비해 건강관련 삶의 질이 개선될 것이다.

이러한 가설을 검증하기 위한 임상실험은 대상자 선정과 실험과정이 투명하고, 재료의 선정이 일관되고 정확해야 한다. 나아가 검증 결과에 대한 해석도 합리적이어서 신뢰성을 확보할 수 있다.

2) 대상자 선정 및 조사방법

(1) 대상 지역 및 대상자 선정

본 연구는 개인별 임상실험을 하는 것이므로 소규모 부분인구집단을 구성한다. 전국 5개 지역에서 총 200명을 선발한다. 위해물질의 식이노출평가는 조사 지역이나 대상 인구집단에 따라 그 결과가 크게 달라질 수 있다. 이것은 건강위해물질의 노출경로, 식품 중 위해물질의 농도, 식품의 소비패턴이 인구집단에 따라 상이하기 때문이다.

실험 대상지역은 전국 5개 지역으로 의료생활협동조합과 유기농식품을 일괄 제공할 수 있는 소비자생활협동조합이 지역에 함께 있어서 상호 협력할 수 있는 곳을 선정한다.¹⁰⁾ 각 생협에 의뢰하여 대상자를 선정한다. 대상자 선정은 매우 중요한데, 실험군과 대조군의 조건을 잘 갖추어야 한다. 비교군의 경우 비교성이 강한 일반인을 선정해야 한다. 대상자 선정기준과 원칙은 다음과 같다.

첫째, 실험군(experimental group)은 소비자생활협동조합에 신규로 가입한 조합원으로 한다. 이전에 특별하게 유기농식품의 섭취 하지 않고 건강증진 프로그램에 참여한 적이 없는 사람을 선정한다. 어른과 어린이가 함께 사는 가족(3~5인 기준) 단위로 총 100명을 선정한 다. 5개 지역을 선정하고, 한 지역에 20명 단위가 되도록 한다. 가능하면 가족 중에 만성질환이 있는 경우도 포함한다.

둘째, 비교군(reference group)은 실험군과는 달리 평소대로 식생활과 일상생활을 하는 일반인 중 가족단위(3~5명)로 총 100명을 선정한다. 한 지역에 20명 단위가 되도록 하고 실험군과 동일하게 5개 지역으로 나눈다. 비교군은 다른 일반적 특성은 비슷하고 단지 유기농 식품 대신 일반적인 식사(외식 포함)를 하는 집단이라고 할 수 있다. 현실에서 거의 대부분의 사람들이 일반 환경에서 어느 정도의 농약 등에 노출이 되어 있으므로 비교군은 일반인들을 대표하는 사람들이라고 할 수 있다.

10) 2013년 현재 전국에는 많은 의료소비자생활협동조합이 활동하고 있다. 그 중 20여개 조합들이 의료생활연합회를 구성하여 활동하고 있다. 이들은 대다수가 사회적협동조합으로 전환하였거나 전환을 추진 중에 있다. 따라서 각 지역의 의료생활협동조합의 소비자생활협이 역할분담을 통해 유기농식품의 가치를 검증하기 위한 협력방안을 모색해 볼 수 있다. 예컨대, 서울, 대전, 안산, 원주, 안성 등이 그 대상이 될 수 있다.

(2) 실험기간

조사·실험기간은 최소한 1년으로 한다. 그래야 상호 비교가 가능하고 변화양상을 알 수 있기 때문이다. 1년 기간을 2개월 단위로 나누어 생체지표 시료 등을 채취, 조사, 자료화한다. 2개월 단위로 나누어 생체지표 시료 등을 채취하는 이유는 생체시료에 나타나는 생체지표, 예컨대 뇨 중의 수은, 혈 중의 헤모글로빈 등은 인체에 체류기간이 2개월 정도 되어 장기 건강연구에서 이를 많이 활용한다.

(3) 실험방법

실험방법은 다음과 같다. 첫째, 실험군에 대한 상담 및 건강교육은 주치의와 영양사가 담당한다. 실험군은 실험 전에 상담과 교육을 실시하고, 식단 및 운동처방 프로그램대로 엄격하게 실행하도록 지도 한다.

둘째, 실험군의 식사처방은 유기농축산물로 구성하되 매우 엄격한 준비가 중요하다. 주치의와 영양사의 처방에 따라 유기농 생협을 통해 ‘동일한 조건의 인증 유기농축산물(동일한 농장), 인증 유기가공식품 등 식자재를 정기적으로 공급받아 동일한 방식으로 섭취’할 수 있어야 한다. 이 부분이 가장 중요하다. 식사처방은 다소비·다빈도 대표식품 중 연구진의 영양사가 표준식단을 구성한다. 특히, 식재료의 70%이상은 유기농식품으로 한다는 점이 중요하다.¹¹⁾ 나아가 제철농산물, 지역농산물(local food)을 활용하여 가공을 최소화한 음식을 중심으로 식단을 처방한다. 유기농 현미와 채식 위주로 하고, 어류와 축산물은 최소화하되 반드시 유기축산물로 공급한다.¹²⁾ 유기농식품을 1주일에 5일 정도 공급하고, 1일 2식(아침, 저녁)을 제공한다. 단, 점심식사는 자율적으로 하되 가능하면 실험군 식사처방과 유사하도록 노력하고, 식이섭취 수행기록지에 그 내용을 작성한다. 가능하면 외식은 금한다.

이러한 실험은 재현성(reproducible)이 매우 중요하다. 동일한 조건을 가진 표본이 필요하고, 언제 어디서든 같은 결론이 나도록 식재료의 엄밀성이 필요하다. 실험군은 동일한 식재료와 동일량, 동일한 섭취방법이 이뤄지는 것이 매우 중요하다.

비교군은 별다른 식사처방은 따로 없기 때문에 이들은 평소와 다름없이 식사를 하면 된다.

셋째, 실험군은 신체활동 및 운동처방을 병행한다.¹³⁾ 모든 참여자는 연구자와 주치의의

11) 이는 계절적 요인이나 시장상황을 고려하는 것이지만 100% 유기농식품을 일반 가정에서 매일 섭취하는 것은 사실상 쉬운 일이 아니기 때문이다. 따라서 나머지는 최소한 저농약 이상, 안전성이 검증된 비공장형 전통식품을 제공한다.

12) 현미와 4분도 이내의 백미, 각종 절제된 곡물, 과채류, 근채류, 과일, 축산물, 어패류 - 국내산 제철 생선, 음료 - 두유, 우유
곡물 가공식품 - 유기농 두부, 전통 장류, 통밀 빵 등, 조리 재료 - non-GMO 기름, 유산균음료 등으로 연간 식단표를 만든다.

13) 오랜 기간의 신체활동(운동)을 수량화 하는 것은 에너지 섭취, 만성질환 위험간의 관계를 이해하는데 도움이 된다. 또한 식생활과 만성질환과의 관계 조사에서 신체활동으로 인해 그 관계가 교

지시사항 식단, 운동, 상담 준수 여부를 수행평가지에 기록한다.

본 연구는 학제적 협력과 민-관-학의 컨소시엄을 통해 이뤄지는 것이 바람직하다. 이를 위해 연구 컨소시엄을 형성하고 Fig. 5와 같이 역할 분담을 한다.

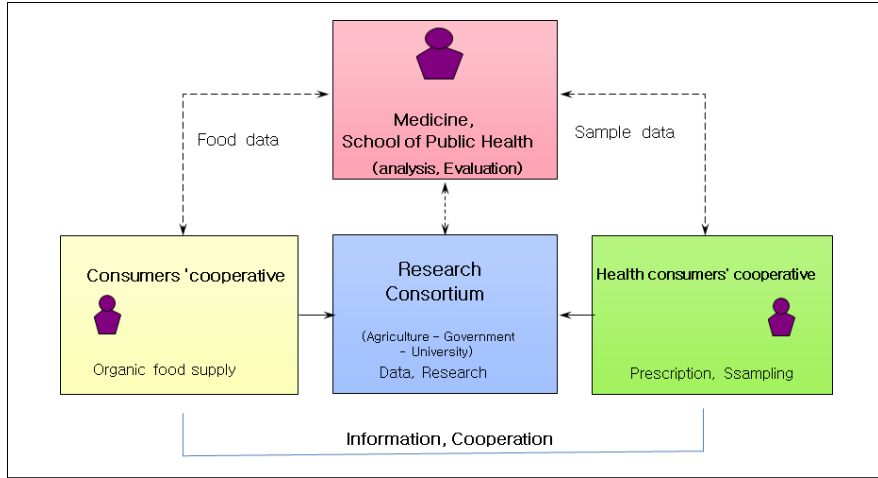


Fig. 5. Overview of research methods: consortium

3) 생체지표, 건강증진 및 삶의 질 지표의 선정

생체지표 선정은 통계처리, 독성학적·윤리적 측면을 고려해야 한다. 또한 하나의 시료에는 다양한 생체지표가 있다. 이것이 인체에 노출되어 건강에 어떻게 영향을 미치는지를 알기 위해서는 생체지표 선정이 매우 중요하다. 따라서 전 과정을 통해 실험 참여자에게 충분한 사전교육과 상담, 토론을 거친다. 주치의가 사전 검진을 한 후 혈액, 소변을 채취한다.

첫째, 건강위해 물질지표는 미시지표로 건강연관 물질 또는 건강위해 독성물질이다. 이는 농축산물의 생산방식에 따른 농자재 차이에 따른 것이다. 무기화학비료와 유기퇴비, 안전한 토양, 물 등 차이가 품질 차이로 나타난다. 따라서 생체지표로는 최소한 다음의 6가지는 필수로 한다. 즉, 그 자체가 발암물질이거나 DNA 손상 등 질병유발 물질인 잔류농약, 질산염, 중금속 등 대사체, 인공 호르몬, GMO, 중금속 등이다. 잔류농약의 경우 가장 사용빈도가 많고 식품잔류 가능성이 높은 유기인계 살충제 등을 선정한다. 나아가 비교군에서는 수입농산물에 잔류하는 수확 후 농약처리, 방사선 조사 등도 조사가 가능하다.

둘째, 건강증진 대사체 지표는 여러 가지가 있으나 본 실험에서는 8가지를 필수항목으로 선정한다. 즉, 평균체중, 혈압, 체질량지수, 콜레스테롤, 면역력 지표, 중성지방, 당화혈색소, 저밀도 콜레스테롤 등이다.

란되는 것을 보정하는데 도움이 된다. 식사구성 평가와 신체활동 측정 사이에는 강한 유사점이 존재한다. Walter Willett 지음, 한국역학회 영양역학연구회 옮김(2013). p. 264.

셋째, 건강과 관련된 삶의 질 지표는 7가지를 필수 항목으로 한다. 즉, 잔병 여부, 집중력, 식습관, 스트레스, 피로도, 수면 및 휴식 충분도 등)의 변화 정도를 비교, 분석한다.

4) 연구자료 등록 및 처리

실험기간인 1년간의 200명에 대한 모든 실험자료 및 수행평가 자료를 DB화하여 통계분석하는 데 활용한다.

5) 시료 및 분석변수

환경위해물질 시료는 소변(혈액)을 채취하여 분석한다. 만성증후군 결정 대사체분석은 혈액을 통해 분석한다. 생체시료 채취 시 유의할 사항은 오염물질이 인체 내에서 장기간 축적되거나 노출량의 시간변동이 작고 대사속도가 느린 조건에서 채취한다. 앞서 논의한 각 가설별 지표와 시료, 시료분석 등은 Table 1에 요약하였다.

Table 1. Analysis method by hypotheses

Hypothesis	Indicators	Sample (method)	Frequency of measurement (unit)	Measured variable	Representative
1-1	Health hazardous substances	Urine (Blood)	2 months interval (including before and just before the end)	Pesticides, Nitrates, Synthetic hormones, GMO, Heavy metal	Health consumers' cooperative
1-2	Chronic disease metabolites	Blood		Average weight, Body mass index, Blood glucose, Total cholesterol triglycerides, glycosylated hemoglobin	Health consumers' cooperative
2-1	Number of treatments, Medical expenses expenditure	Performance record	Occur (at any time)	Number of hospital visits	Researchers (Health consumers' cooperative)
2-2	Quality of life (health-related)	Performance record (performance evaluation questionnaire)	2 months interval	Stress reduction, Fatigue, Sleep and rest enough, Headache decrease, Increased appetite, Emotional stability, Enhanced vigor, Strengthen the immune system	

6) 자료 분석

(1) 정량적 자료의 분석

가설 1-1 및 1-2 등 건강위해물질이나 만성증후군 대사체와 관련된 정량분석은 보건대학원 또는 의과대학 관련 전문기관에 의뢰하여 분석하고, 평가를 한다. 생체지표에 나타난 실험 전과 실험 후의 실험군과 비교군의 지표 차이를 비교하기 위해 비모수 방법인 Wilcoxon의 signed-rank test를 실시한다. 그리고 다항 로짓분석을 실시한다. 예컨대, 다항 로짓분석에서는 가설 1-1의 경우, 만성대사성 증후군의 대사체의 농도(예컨대, 농약 농도, 질산염 농도)를 종속변수로 하고, 유기농 식단을 섭취한 실험군 자료, 나머지 자료는 공변량으로 하고, 참조 범주인 대조군의 자료를 활용한다. 이 모델에 따라 다항 로짓분석모형의 회귀계수와 추정모수의 상호관련도 등을 추정한다. 나아가 가설을 검정하기 위해 Wald test 검정을 실시한다.

또한, 2개월 간격으로 실험군과 비교군의 기간별 변화율(%)을 계산하여 평가한다.

(2) 정성적 자료의 분석

가설 2-1 및 2-2는 각 설문 항목에 대해 5점 척도로 표기하도록 하여 통계분석을 한다. 예컨대, ‘본 실험에 참여한 후 잔병 여부가 어떻게 변화하였습니까?’ 라는 문항에 대해 ‘매우 잔병이 매우 줄어들었다.’, ‘보통이다.’, ‘잔병이 오히려 증가하였다.’ 등과 같은 5단계의 5점 척도법으로 조사한다.

또한, 건강위해물질 지표와 만성증후군 대사체 지표, 설문지와 수행병가지에 나타난 각 변수간의 상관관계를 알아보기 위해 회귀분석법을 실시한다.

7) 분석결과 평가 및 고찰

조사 분석 결과를 정리하고, 그에 대한 평가 및 해석을 실시한다. 실험결과 나타난 내용을 참여자에게 알리고 개인별로 향후 식이섭취 등에 대한 건강증진 지도 자료로 활용한다. 이러한 결과가 유전적 요인인지, 환경적 요인인지에 대한 고찰은 별도로 실시한다.

IV. 결 론

본 연구는 유기농식품의 건강증진가치를 평가하기 위한 분석모형의 시안을 제시한 데 의의가 있다. 그 동안 유기농식품의 가치에 대한 연구는 주로 미시적 측면에서 이뤄져 왔다. 선행연구들은 주로 단기, 동물실험, 설문조사와 같은 간접적인 방법을 많이 사용하였다. 최근 들어 직접시험 연구가 이뤄지기 시작하였다.

이러한 연구를 위한 가설을 요약하면 다음과 같다. “유기농식품으로 구성된 표준식단을

장기적으로 섭취하는 실험군은 일반 식사를 하는 대조군에 비해 첫째, 만성대사성 증후군의 대사체가 감소할 것이고, 둘째, 체내에 축적된 건강위해물질의 노출 정도가 감소할 것이고, 셋째, 병원 치료 횟수와 의료비 지출이 감소할 것이며, 넷째, 건강관련 삶의 질이 개선될 것이다.”

위와 같은 가설을 검증하기 위한 모형을 개발 하는 것이 본 연구의 1차적 목적이다. 우선, 대상자로 소비자생협과 소비자의료생협이 동시에 있는 전국 5개 지역에서 100명의 실험군과 100명의 비교군 등 총 200명을 선정한다. 이들을 대상으로 1년 동안 2개월 간격으로 체내에 노출된 농약, 질산염 등 각 생체지표들을 혈액과 소변을 통해 측정하여, 그 변화율을 비교·분석한다. 실험군은 주치의와 영양사의 지도에 따라 엄격한 유기농식품 식사 제공과 운동처방을 하여 일반적인 식사와 생활을 하는 비교군과 비교를 하는 것이다. 또한 실험기간 동안 모든 참여자는 설문지와 수행평가지를 통해 식이섭취, 운동, 상담 등 주요 활동을 기록하여 이를 대사체 등과의 연관성을 통계분석으로 평가를 한다.

본 연구는 Human Biomonitoring 기법을 응용하여 유기농식품의 건강증진가치를 평가할 수 있는 모형을 개발하였다는데 의의가 있다. 그러다 보니 구체적인 분석결과를 제시하지 못한 데는 한계가 있다. 본 모형을 활용하여 임상실험을 하려면 최소한 1년이라는 시간과 많은 비용이 필요하다. 한 개인이 연구하기는 쉽지 않은 일이다. 따라서, 1차적으로는 단기간에 걸쳐 소규모로 기초연구를 한 후, 그 범위를 확장하여, 본 모형대로 학제 간·기관 단체 간 컨소시엄을 구성하여 협동연구를 하면 유용한 결과를 도출할 수 있을 것이다.

본 모형의 임상실험을 통해 얻은 결과들은 유기농식품의 생산-유통-소비에 참여하는 이해관계자들에게 객관적인 근거로 제시할 수 있다. 또한 본 연구의 조사 및 시험과정 1년에 대한 보고서를 작성하고, 전 과정을 영상 콘텐츠로 제작하여 교육·홍보용 자료로 제공할 수 있다. 나아가 유기농식품의 구입에 따른 비용과 유기농식품 섭취를 통해 얻을 수 있는 건강증진가치를 보건경제학적으로 추정할 수 있는 기초자료로 활용한다. 이 제1단계 부분인구 집단 대상 모형은 제2단계의 인구집단에 대한 직접시험 연구로 확장할 수 있을 것이다.

[논문접수일 : 2013. 11. 26. 논문수정일 : 2013. 12. 10. 최종논문접수일 : 2013. 12. 23.]

Reference

1. Alan, D. D., K. Lock, A. Hayter, A. Aikenhead, E. Allen, and R. Uauy. Nutrition-related health effects of organic foods. *American Journal of Clinical Nutrition*. 92(1): 203-210.
2. Alfvén, T., C. Braun-Fahrlander, B. E. Brunekreef, von Mutius, J. Riedler, A. Scheynius, van

- Hage, M. Wickman, M. R. Benz, J. Budde, K. Michels, B. Schram, D. Waser, and G. Pershagen. 2006. Allergic Diseases and Atopic Sensitization in Children Related to Farming and Anthroposophic Lifestyle-The Parsifal Study. *Allergy*. 61(4): 414-421.
3. Alyson, E. M., Y. J Hong, E. Koh, M. Diane, D. Barrett, E. Bryant, R. F. Denison, and S. Kaffka, 2007. Ten-Year Comparison of the Influence of Organic and Conventional Crop Management Practices on the Content of Flavonoids in Tomatoes, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 55: 6154-6159.
 4. Bae, S. S. 2012. Promotion of Health Theory Approach Method, Gyeochukmunhwasa, Korea. pp. 25-63.
 5. Cheryl, B., L. Stallones, J. A. Hoppin, M. C. R. Alavanja, A. Blair, T. Keefe, and F. Kamel. 2006. Depression and Pesticide Exposures in Female Spouses of Licensed Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study Cohort, *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(10): 1005-1013.
 6. Choi, D. C. 2011. Social Economy Bloc and Community Cooperative Agriculture-A Case on Convergence of Organic Agriculture and Health Care Consumers Cooperative in Wonju, Korean cooperative research. 29(3): 1-26.
 7. Choi, D. C. 2013. Possibility of the Crop-Livestock Organic Cycling System of the Family Farm Units, Korea Association of Organic Agriculture 2013's the first half year conference collection of dissertations. pp. 3-16.
 8. Choi, Y. M. and C. D. Lee. 1993. *Naturalism Economics*, Bibong Press, Korea. pp. 179-185.
 9. Claudia, B. 2003. Genotoxicity of Pesticides: A Review of Human Biomonitoring Studies. *Mutation Research*. 543: 251-272.
 10. De Lorenzo A., A. Noce, M. Bigioni, V. Calabrese, D. Rocca, D. G. Di, N. Daniele, C. Tozzo, and L. D. Renzo. 2010. The Effects of Italian Mediterranean Organic Diet (IMOD) on Health Status. *Curr Pharm Des*. 16(7): 814-822.
 11. Denis, L. D. 2010. Nutritional Quality and Safety of Organic Food. A Review. INRA, EDP Sciences, pp. 1-6.
 12. Flöistrup, H., J. Swartz, A. Bergstrom, S. Johan, A. Alm, Scheynius, Marianne van Hage, M. Waser, C. Braun-Fahrländer, D. Schram-Bijkerk, M. Huber, A. Zutavern, E. von Mutius, E. Ublagger, J. Riedler, Karin B. Michaels, G. Pershagen, and the PARSIFAL Study Group. 2006. Allergic Disease and Sensitization in Steiner School Children. *Journal of Allergy Clinic Immunol*. 117(1): 59-66.
 13. Hendrik, N., J. Schifferstein, and A. M. Peter. 1998. Health-Related Determinants Of Organic Food Consumption In The Netherlands, *Food Quality and Preference*. 9(3): 119-133.

14. Jeong, D. Y., J. H. Choi, J. A. Lee, K. S. Park, H. J. Yoon, and H. S. Pyo. 2012. Age and Regional Distribution of Mercury in the Blood Due to the Korean Studies. *Journal of the Korea Society for Environmental Analysis*. 15(4): 1-7.
15. Jeong, H. G., C. G. Kim, and D. H. Moon. 2012. Analysis of Contribution of Environment-Friendly Agricultural Products to Health Promotion. *Korean Journal of Organic*. 20(2): 125-142.
16. Jeong, Y. H., S. J. Gho, and R. N. Byen. 2011. Estimated Distribution of Our Lifetime Medical Costs. *Welfare Research Society*. 31(1): 194-216.
17. Kim, H. K. 2009. Effect of Environmentally-Friendly Foods on Children with Atopic Dermatitis. Hanyang University Postgraduate Course, a Master's Degree Thesis.
18. Kim, J. Y, H. B. Lim, S. J. Kim, and S. H. Baek. 2012. Effect of Cadmium-contaminated Brown Rice Diet on Accumulation of Heavy metal in Rats. *Journal of Food Hygiene and Safety*. 27(2): 133-140.
19. Kim, S. H, W. J. Choe. Y. K. Baik, and W. S. Kim. 2008. Monitoring of Pesticide Residues and Risk Assessment of Agricultural Products Consumed in South Korea. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition*. 37(11): 1515-1522.
20. Knudsen, Lisbeth E, and Merlo, Dominico Franco. 2011. *Biomarkers & Human Biomonitoring*, Royal Society of Chemistry, UK.
21. Kummeling, I., C. Thijs, M. Huber, P. L. Lucy, van de Vijver, B. E. Sniijders, J. Penders, F. Stelma, Ronald van Ree, A. Piet, van den Brandt, and P. C. Dagnelie. 2008. Consumption of Organic Foods and Risk of Atopic Disease During the First 2years of Life in the Netherlands. *British Journal of Nutrition*. 99: 598-605.
22. Lee, J. Y., H. H. Nho, S. H. Park, O. S. Jeong. S. H. Kim, S. M. Hong, D. H. Kim, and K. S. Gyeong. 2012. Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues in Commercial Environment Friendly Fruits and Fruiting Vegetables. *The Korean Journal of Pesticide Science*. 16(4): 133-140.
23. Lee, M. G., J. H. Shim, S. H. Ko, and H. R. Chung. 2010. Research Trends on the Development of Scientific Evidence on the Domestic Maximum Residue Limits of Pesticides. *Food Science and Industry*. 43(2): 41-66.
24. Lee, W. J. 2011. Pesticide Exposure and Health. *Journal of Environ Health Science*. 37(2): 81-93.
25. Lu, C., K. Toepel, R. Irish, R. A. Fenske, D. B. Barr, and R. Bravo. Organic Diets Significantly Lower Children's Dietary Exposure to Organophosphorus Pesticides. *Environmental Health Perspectives*. 2006: 260-263.

26. Mostafalou, S. and M. Abdollahi. 2013. Pesticides and Human Chronic Diseases: Evidences, Mechanisms, and Perspectives. *Toxicol Appl Pharmacol.* 268(2): 157-177
27. Mun, J. H. and U. S. Lee. 2011. Nutrition of Organic Produce, Functional Analysis and Quality Characteristics. Korea Association of Organic Agriculture 2011's the second half year conference collection of dissertations. pp. 63-75.
28. Nam, E. K., E. S. Cha, Y. C. Choi, and W. J. Lee. 2011. Food Safety Perceptions on Pesticide Contamination among Koreans-Based on the 2008 Social Survey-Journal of Environmental Health Sciences. 37(4): 323-331.
29. National Research Council of The National Academies. 2006. Human Biomonitoring for Environmental Chemicals, The National Academies Press, USA. pp. 15-26.
30. Park, N. S., U. S. Jeon., Y. N. Kim, K. D. Jo, O. H. Baek, and B. H. Lee. 2009. Comparative Study on Eating Habits, Dietary Intake Patterns, and Nutrient Intakes Between Elementary School Children With and Without Atopic Dermatitis. *Journal of the Korean Society of Food and Nutrition.* 38(11): 1543-1550.
31. van de Vijver LP, and van Vliet ME. 2012. Health Effects of an Organic Diet-consumer Experiences in the Netherlands. *Journal of Science of Food and Agriculture.* 92(14): 2923-2927.
32. Williams, C. M. 2002. Nutritional Quality of Organic Food: Shades of Grey or Shades of Green? *Proceeding of the Nutrition Society.* 61(1): pp. 19-24.
33. Worthington. V. 2001. Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains. *The J. of Alternative and Complementary Medicine.* 7(2): 161-173.