

일부 농업인에서 자기 기입식 농약 노출 설문에 대한 신뢰도 연구

이요한¹, 차은실¹, 문은경¹, 공경애², 고상백³, 이윤근⁴, 이원진¹

¹고려대학교 의과대학 예방의학교실; ²질병관리본부 만성병조사과; ³연세대학교 원주의과대학 예방의학교실; ⁴원진노동환경건강연구소

Reliability of Self-Reported Information by Farmers on Pesticide Use

Yo-Han Lee¹, Eun Shil Cha¹, Eun Kyeong Moon¹, Kyoung Ae Kong²,
Sang-Baek Koh³, Yun Keun Lee⁴, Won Jin Lee¹

¹Department of Preventive Medicine, Korea University College of Medicine; ²Korea Center for Disease Control and Prevention, Division of Chronic Disease Surveillance; ³Department of Preventive Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine; ⁴Wonjin Institute for Occupational and Environmental Health

Objectives: Exposure assessment is a major challenge faced by studies that evaluate the association between pesticide exposure and adverse health outcomes. The objective of this study was to investigate the reliability of information that farmers self-report regarding their pesticide use.

Methods: Twenty five items based upon existing questionnaires were designed to focus on pesticide exposure. In 2009, a self-administrated survey was conducted on two occasions four weeks apart among 205 farmers residing in Gyeonggi and Gangwon provinces. For a reliability measure, we calculated the percentage agreement, the kappa statistics and the intraclass correlation coefficient (ICC) between the two reports according to the characteristics of the subjects.

Results: Agreement for ever-never use of any pesticide was 96.4% (kappa 0.61). For both 'years used' and 'age at the first use' of overall pesticides, high agreement was obtained (ICC: 0.88 and, 0.78, respectively), whereas those of 'days used' and 'hours used' were relatively low (ICC: 0.42 and, 0.66, respectively). The kappa value for the use of personal protective equipment ranged from 0.46 to 0.59, and hygiene activities came out at 0.19 to 0.37. The agreement for individual pesticide use ranged widely and there was relatively low agreement due to the low response rates. The reliability scores did not significantly vary according to gender, age, the education level, the types of crop or the years of farming.

Conclusions: Our results support that carefully designed, self-reported information on ever-never pesticide use among farmers is reliable. However, the reliability of data on individual pesticide exposure may be unstable due to low response rates and needs to be refined.

Key words: Agricultural workers, Occupational exposure, Pesticide, Reliability
J Prev Med Public Health 2010;43(6):535-542

서론

농약에 대한 직업적 노출은 농업인들의 악성 종양과 신경계질환, 호흡기계질환, 내분비계 및 생식기계질환 등 각종 질환들의 위험을 증가시키는 것으로 보고되고 있다 [1]. 세계보건기구에서는 전 세계적으로 농약 노출에 의해 매년 최소한 70-80만명이 만성질환에 이환되는 것으로 추정하였고 [2], 국내 연구에서도 우리나라 농업인들이 작업 중 농약 중독 증상을 흔하게 경험하고 있는 것으로 보고된 바 있다 [3]. 따라서 우리나라 농업인들에게서 농약으로 인한 질병

발생 혹은 악화의 위험성이 높을 것으로 추정되고 있으나 아직 농약 노출과 질병과의 관련성에 대해서는 연구가 미흡한 실정이다.

최근 국내에서는 농업인의 건강 상태에 대한 조사가 일부 이루어지고 있으며 [4], 국민건강영양조사를 통해 농업인이 일반인에 비해 다른 질병 특성을 갖고 있는 것으로 보고되기도 하였다 [5]. 또한 일부 지역 농업인을 대상으로 한 연구에서 농약 사용이 위암, 담낭암 등 소화기계 암 발생을 증가시키는 것으로 보고된 바 있으며 [6], 전국 사망 자료를 통한 생태학적 연구에서도 지역별 농약 노출 대리 지표가

Table 1. The main items of pesticide exposure assessment

| Questionnaire items | Description | Type |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Pesticide use | | |
| Application of pesticide | Have you ever applied pesticides? | Yes/No |
| Role at application | Have you applied pesticide in person? | Yes/No |
| Years applied | How many years have you applied? | Years |
| Days applied (per year) | How many days per year have you applied? | Days |
| Hours applied (per day) | How many hours per day have you applied? | Hours |
| Age at first applied | How old were you when you applied for the first time? | Age |
| Name of chemicals applied | What are the names of chemicals applied? | Open-ended |
| Personal protective equipments | Have you worn following equipments when you applied pesticide? (Gloves, goggles, hat, jacket, pants, boots, mask) | No/Sometimes/Often/Always |
| Occupational hygiene activities | Have you followed safety guidelines when you applied pesticide? <i>Following recommended dosage</i> <i>Taking PPEs when mixing pesticide</i> <i>No drinking or smoking when application</i> <i>No application when being tired</i> <i>No drinking at any time of work</i> <i>No application when sweating much</i> <i>Changing clothes right after application</i> <i>Washing body right after application</i> <i>Application in the opposite direction of wind</i> <i>Taking a rest often</i> <i>Taking PPEs when repairing application equipment</i> | No/Sometimes/Often/Always |

PPEs: personal protective equipments.

높을수록 일부 암(식도암, 위암, 뇌종양, 백혈병) 사망이 유의하게 증가된 것이 보고되기도 하였다 [7].

농약 노출로 인한 건강 영향 연구가 체계적이고 활발히 이루어지기 위해서는 우선 농약 노출에 대한 평가가 필수적이다. 농약 노출 평가를 위해서 설문 및 직업력을 통한 방법 외에 다양한 생물학적 시료를 이용한 방법들이 시도되고 있다 [8]. 그러나 생물학적 시료를 이용한 방법은 검출 가능한 대사 물질이 특이적이지 못하며 기술적인 제약 등으로 인해 일부 농약들에 대해서만 매우 제한적으로 활용되고 있다 [9]. 따라서 국내외적으로 농약 노출 평가에 있어서 설문을 통해 정보를 얻는 방법이 가장 많이 활용되고 있으며 특히 설문은 노출 기간이나 노출 횟수 등의 노출력을 파악할 수 있는 방법으로써 농약 노출 평가에 있어서 필수적인 도구로 활용되고 있다 [10].

설문을 통해 농약 노출을 평가하는 방식은 농촌 지역의 거주 여부, 농업 종사 여부, 농작물의 종류와 종사 기간 등의 대략적인 정보들로부터 개별 농약의 살포 여부 및 기간, 그리고 농약 살포시 개인 노출 형태에 대한 자세한 정보를 얻는 것으로 발전되어 왔다 [10]. 미국 농업인 건강 연구에서는 설문을 통해 얻은 농약 사용 기간과 노출 관련 행태 변수들을 통합한 노출 지수를 산출하여 활용하고 있다 [11]. 이러한 지수 산출을 위해서 농약 살포 방식, 보호구 착용 여부 및 종류, 농약 혼합 방식, 농약 살포 기계 수리 여부 등의 항목들이 사용되었으며, 일부 설문 문항들에 대한 신뢰도가 보고된 바 있다 [12]. 그러나 우리나라의 기존 연구들에

서는 직업력, 농약 사용 여부 및 지역별 농업인 분을 등의 매우 기초적인 노출 항목들만이 활용되었다.

따라서 농약 노출에 의한 건강 영향을 보다 정확하게 평가하기 위해서는 보다 자세한 노출 정보를 활용하는 것이 중요하며, 이를 위해 노출 지표 산출에 필요한 각 설문 항목들이 역학 연구에 활용될 수 있는 신뢰도를 갖고 있는지 검증하는 것이 우선적으로 필요하다. 그러나 우리나라에서 아직까지 농약 노출 항목들에 대한 신뢰도를 보고한 연구가 없으며, 따라서 이 연구에서는 우리나라에서 사용될 수 있는 농약 노출 설문 문항들을 선정하여 신뢰도 검사를 실시하였다.

연구 방법

1. 연구 대상 및 방법

이 연구는 경기도 남양주시 일개 지역과 포천시 두 개 지역의 각 농업기술센터에 등록된 농업인과 농촌진흥청의 농작업 안전마을 시범 사업에 참여한 강원도 춘천시 일개 지역 등 총 4개 지역의 농업인들을 대상으로 하였다. 설문조사는 농업인들에 대해 정기적으로 교육이 이루어지고 있는 각 지역 농업기술센터 및 마을회관에서 자기 기입식으로 실시하였다. 조사기간은 2009년 5월부터 7월까지였으며, 동일 대상자에게 약 4주 간격으로 동일 설문지로 2회에 걸

Table 2. General characteristics of study subjects

| Characteristics | 1st survey | | 2nd survey | | | | p-value* |
|----------------------------------|------------|------|---------------------|------|------------------------|------|----------|
| | (n=241) | | Respondents (n=205) | | Non-respondents (n=36) | | |
| | n | % | n | % | n | % | |
| Age (y) | | | | | | | 0.104 |
| ≤ 39 | 12 | 5.0 | 12 | 5.9 | 0 | 0.0 | |
| 40 - 49 | 57 | 23.7 | 50 | 24.4 | 7 | 19.4 | |
| 50 - 59 | 105 | 43.6 | 93 | 45.4 | 14 | 38.9 | |
| ≥ 60 | 67 | 27.8 | 50 | 24.4 | 15 | 41.7 | |
| Gender | | | | | | | 0.129 |
| Male | 182 | 75.5 | 159 | 77.6 | 23 | 63.9 | |
| Female | 59 | 24.5 | 46 | 22.4 | 13 | 36.1 | |
| Education | | | | | | | 0.883 |
| ≤ Middle school | 84 | 34.9 | 7 | 36.1 | 13 | 36.1 | |
| High school | 129 | 53.3 | 111 | 54.2 | 18 | 50.0 | |
| ≥ College | 28 | 11.6 | 20 | 9.8 | 5 | 13.9 | |
| Marital status | | | | | | | 0.184 |
| Living with spouse | 221 | 91.7 | 193 | 94.2 | 30 | 83.3 | |
| Living alone | 20 | 8.3 | 12 | 5.9 | 6 | 16.7 | |
| Household income (one million/y) | | | | | | | 0.244 |
| < 15 | 60 | 24.9 | 52 | 25.4 | 10 | 27.8 | |
| 15 - 30 | 79 | 32.8 | 73 | 35.6 | 7 | 19.4 | |
| ≥ 30 | 102 | 42.3 | 80 | 39.0 | 19 | 52.8 | |
| Major crop | | | | | | | 0.431 |
| Rice | 68 | 28.2 | 60 | 29.3 | 8 | 22.2 | |
| Vegetable | 79 | 32.8 | 64 | 31.2 | 10 | 27.8 | |
| Fruit | 72 | 29.9 | 60 | 29.3 | 12 | 33.3 | |
| Others | 22 | 9.1 | 21 | 10.2 | 6 | 16.7 | |
| Years of farming | | | | | | | 0.287 |
| ≤ 15 | 71 | 31.4 | 62 | 31.8 | 10 | 30.3 | |
| 16 - 30 | 81 | 35.8 | 66 | 33.9 | 15 | 45.5 | |
| ≥ 31 | 74 | 32.7 | 67 | 34.4 | 8 | 24.2 | |
| Place of residence | | | | | | | <0.001 |
| Chun-cheon | 34 | 14.1 | 25 | 12.2 | 9 | 25.0 | |
| Namyangju | 59 | 24.5 | 51 | 24.9 | 8 | 22.2 | |
| Po-cheon 1 | 103 | 42.7 | 98 | 47.8 | 5 | 13.9 | |
| Po-cheon 2 | 45 | 18.7 | 31 | 15.1 | 14 | 31.1 | |

*p-values based on chi-square test.

쳐 설문하였다. 1차 조사에는 241명, 2차 조사에는 1차 조사 참여자 중 205명이 설문에 참여하였다. 농약 노출에 대한 설문 조사에서는 대상자들의 기억을 향상시키기 위해서 사전에 조사된 개별 농약명에 대한 목록 사용이 권장되고 있다 [13,14]. 이 연구에서는 농업기술센터의 협조를 받은 경기도 세 지역의 2008년도 판매량 상위 50개 농약 상품 목록을 각 기술센터를 통해 입수하여 설문 조사시 참고할 수 있도록 대상자들에게 함께 배부하였다.

2. 농약 노출 설문 문항

농약 노출 평가를 위해서 기존의 농업인 건강 연구들에서 사용되고 있는 설문 항목들을 선별한 후 국내 농약 노출 평가의 경험이 풍부한 전문가의 자문을 통해 최종적으로 국내 실정에 맞게 9개의 기본 노출 평가 항목을 선정하였다 (Table 1). 이 중 7개는 농약의 직접적인 사용력을 측

정하는 항목으로써 농약 살포 여부, 농약 살포시 역할(직접 혹은 보조), 농약 살포 년수, 연간 평균 농약 살포 일수, 하루 평균 살포 시간, 최초 농약 살포 연령, 살포한 개별 농약 상품명으로 구성하였고, 나머지 두 항목은 농약 노출에 큰 영향을 미치는 것으로 보고된 개인 보호 장비 및 작업 위생 행위들로 구성하였다. 응답은 농약 살포 여부와 살포시 역할은 '예/아니오'로, 농약 살포 기간, 살포 일수, 살포 시간, 최초 살포 연령 등은 연속형 척도로 구성하였다. 개별 농약 상품명 항목은 조사시 배부한 농약 목록을 참고하게 하여 개방형으로 지난 1년간 사용한 농약을 모두 기입하게 한 후 상품별로 살포 일수, 살포 시간, 살포 방법 등을 기입하게 하였다. 개인 보호 장비 항목은 보호장갑, 보안경 등의 7개 보호구에 대해, 작업 위생 행위 항목은 사용법 준수 여부 및 살포 후 세척 여부 등 11개의 농약 살포시 기본적인 준수 사항들에 대해 질문하였으며, 이들 항목들은 '안함/가끔/자주/항상'의 순위형 척도로 구

Table 3. Reliability of responses on pesticide application between the first and second questionnaires

| Questionnaire items | Percent agreement | Kappa statistic /ICC | 95% CI | No. of subjects |
|--|-------------------|----------------------|-------------|-----------------|
| Pesticide use | | | | |
| Ever applied | 96.4 | 0.61 | 0.35 - 0.88 | 193 |
| Application in person | 87.1 | 0.56 | 0.40 - 0.72 | 178 |
| Years applied | - | 0.88 | 0.85 - 0.92 | 182 |
| Days per year applied | - | 0.42 | 0.29 - 0.54 | 172 |
| Hours per day applied | - | 0.66 | 0.57 - 0.74 | 179 |
| Age at first applied | - | 0.78 | 0.73 - 0.84 | 177 |
| Personal protective equipments use | | | | |
| Gloves | 77.7 | 0.51 | 0.42 - 0.54 | 136 |
| Goggle | 85.1 | 0.59 | 0.54 - 0.64 | 103 |
| Hat | 78.4 | 0.54 | 0.53 - 0.61 | 139 |
| Jacket | 78.5 | 0.52 | 0.45 - 0.57 | 107 |
| Pants | 78.7 | 0.54 | 0.51 - 0.66 | 119 |
| Boots | 78.9 | 0.50 | 0.41 - 0.56 | 128 |
| Mask | 74.3 | 0.46 | 0.36 - 0.52 | 118 |
| Occupational hygiene activities | | | | |
| Following recommended dosage | 75.0 | 0.32 | 0.21 - 0.39 | 170 |
| Taking PPEs when mixing pesticide | 70.4 | 0.30 | 0.22 - 0.36 | 158 |
| No drinking or smoking when application | 71.6 | 0.25 | 0.21 - 0.34 | 156 |
| No application when being tired | 68.0 | 0.19 | 0.13 - 0.29 | 153 |
| No drinking at any time of work | 74.3 | 0.29 | 0.27 - 0.39 | 157 |
| No application when sweating much | 73.9 | 0.33 | 0.27 - 0.35 | 153 |
| Changing clothes right after application | 76.5 | 0.38 | 0.37 - 0.43 | 162 |
| Washing body right after application | 76.4 | 0.31 | 0.21 - 0.37 | 163 |
| Application in the opposite direction of wind | 73.7 | 0.33 | 0.27 - 0.39 | 147 |
| Taking a rest often | 70.3 | 0.32 | 0.25 - 0.38 | 149 |
| Taking PPEs when repairing application equipment | 73.9 | 0.37 | 0.29 - 0.47 | 148 |

PPEs : personal protective equipments, ICC: intraclass correlation coefficient, CI: confidence interval.

성하였다. 또한 기존 역학 연구에서 흔히 사용되는 흡연, 음주, 운동, 식이력 등의 생활습관 항목을 포함시켜 이들 항목들의 신뢰도를 기준으로 하여 농약 노출 항목들의 값과 비교하였다.

3. 자료 분석

1차와 2차 설문에 참여한 대상자의 설문 항목들에 대한 신뢰도 계수를 산출하였으며, 신뢰도 계수로서는 농약 살포 여부, 살포시 역할 등의 이분 범주형 척도에는 백분율 일치도와(percent agreement) 카파 통계량(kappa statistic) 산출하였으며, 살포 기간, 살포 일수, 살포 시간, 최초 살포 나이 등의 연속형 척도에서는 급내상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)를 산출하였다. 개인 보호 장비, 위생 행위, 식이 항목과 같은 순위형 척도에는 가중 카파 통계량(weighted kappa statistic)을 산출하였다. 개별 농약 사용 여부의 신뢰도 분석을 위해서는 개방형으로 응답한 농약상품명 전체를 목록화하여 특정 농약을 기입했으면 '사용함'으로, 기입하지 않았으면 '사용 안함'으로 하여 개별 농약별로 백분율 일치도와 카파 통계량을 산출하였다. 신뢰도 지표는 전체 조사 대상자뿐 아니라 조사 대상자의 성

별, 연령별, 교육 수준별, 작목 형태별, 농사 기간별, 조사지 역별로 각각 나누어 산출하였다. 이상의 모든 분석은 Stata 10.0 [15]을 사용하였다.

연구결과

1차 조사 참여자 241명 중 85.1%인 205명이 2차 조사에 참여하였으며 각 군의 일반적 특성은 Table 2와 같다. 두 번 조사에 모두 참여한 농업인의 평균 연령은 53.4세였고 50대가 45.4%였으며, 남자가 77.6%였다. 고졸 이하의 학력이 90.4%이었으며, 대부분이 배우자와 함께 살고 있었다. 많이 재배하는 작물로는 채소, 과수, 벼가 각각 31.2%, 29.3%, 29.3%였으며, 평균 농업 종사 기간은 22.5년이었다. 조사 지역별로는 포천 1 지역 농업인이 47.8%로 가장 많았고 이어서 남양주(24.9%), 포천 2 지역(15.1%), 춘천(12.2%) 순이었다. 2차 조사에 참여하지 않은 36명은 1,2차 조사에 모두 참여한 205명과 지역별 분포를 제외하고 인구학적 특성에서는 유의한 차이가 없었다.

농약 살포 여부와 직접 살포 여부 문항에 대한 백분율 일치도는 각각 96.4% 와 87.1%, 카파 통계량은 각각 0.61 과

0.56 이었다 (Table 3). 연속형 문항인 농약 살포 년수, 최초 살포 나이 및 살포 시간에 대한 급내상관계수가 각각 0.88, 0.78, 0.66으로 비교적 높은 일치도를 보인 반면 살포 일수의 급내상관계수는 0.42으로 상대적으로 낮은 일치도를 나타내었다. 개인 보호 장비 문항과 농약 사용 위생 항목에 대한 백분율 일치도는 각각 74.3%-85.1%, 68.0%-76.5%, 카과 통계량은 각각 0.46-0.59, 0.19-0.37 범위로서 다른 농약 사용 항목들에 비해 상대적으로 낮은 일치도를 보였다. 전체적으로 포천 1 지역과 남양주 지역 대상자들이 포천 2 지역과 춘천 대상자들보다 상대적으로 높은 신뢰도를 보였으나 대상자들의 인구학적 특성과 농업 종사 특성에 따라서는 유의한 차이는 없었다 (표 제시하지 않음).

개별 농약 상품명에 대한 정보는 일부 농업인들만이 기입하였으며, 이중 20명 이상의 농업인이 살포한다고 보고한 개별 농약들에 대해서 신뢰도 분석을 실시하였다 (Table 4). 전체적으로 백분율 일치도는 85.4%-95.6%로서 높았으나 카과 통계량은 0.21-0.71로 넓은 범위를 나타내었다. 이들 개별 농약 살포 여부에 대한 신뢰도는 연령, 성, 교육수준 등의 인구학적 특성에 따라 유의한 차이가 없었으며, 20명 미만이 기입한 개별 농약들의 살포 여부에 대한 카과 통계량은 불안정한 산출 값을 보였다 (표 제시하지 않음). 또한 개별 농약들의 살포 일수, 살포 시간, 살포 방법 등에 대해서는 응답률이 매우 적어 유의한 신뢰도 분석을 실시할 수 없었다.

한편 흡연, 음주 및 운동 여부에 대한 백분율 일치도는 84.1%-87.4%, 카과 통계량은 0.51-0.81, 연속형 변수로 조사된 흡연 기간, 하루 흡연 개피수, 최초 흡연 연령, 음주 기간, 운동 횟수 및 시간 등의 급내상관계수는 0.56-0.80 범위였다. 흔히 섭취하는 일부 음식 섭취 회수에 대한 신뢰도는 이보다 상대적으로 낮은 0.33-0.51의 카과 통계량 범위를 보여주었다 (표 제시하지 않음).

고 찰

일부 농업인을 대상으로 농약 노출 평가에 활용되는 설문 항목들에 대한 신뢰도 조사 결과, 농약 사용 여부 및 기간에 대한 문항들은 전체적으로 높은 카과 통계량 및 급내상관계수 값을 나타내었으며 흡연, 음주, 운동 항목과는 비슷한 신뢰도 값을, 식이 습관보다는 다소 높은 수준의 신뢰도를 나타내었다. 따라서 총 농약 살포 문항들에 대한 자가 보고 정보들은 생활 습관 항목들과 같이 역학연구에서 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 개인 보호 장비와

Table 4. Reliability of responses on individual pesticides application between the first and second questionnaires

| Common name | Percent agreement | Kappa statistic | 95% CI | No. of subjects |
|----------------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|
| Mancozeb | 86.3 | 0.64 | 0.52-0.76 | 67 |
| Iprobenfos | 88.8 | 0.62 | 0.48-0.76 | 48 |
| Imidacloprid | 85.4 | 0.40 | 0.22-0.57 | 44 |
| Carbofuran | 86.4 | 0.47 | 0.30-0.64 | 44 |
| Fenitrothion | 92.7 | 0.71 | 0.58-0.85 | 38 |
| Paraquat dichloride | 87.8 | 0.42 | 0.23-0.61 | 37 |
| Butachlor | 89.9 | 0.53 | 0.35-0.71 | 35 |
| Deltamethrin | 90.7 | 0.54 | 0.36-0.73 | 33 |
| Cartab hydrochloride | 86.8 | 0.21 | 0.01-0.40 | 32 |
| Benfuracarb | 90.7 | 0.41 | 0.19-0.62 | 27 |
| Dichlorvos | 92.2 | 0.51 | 0.31-0.72 | 26 |
| Iprodione | 95.1 | 0.68 | 0.50-0.87 | 22 |
| Tricyclazole | 95.6 | 0.70 | 0.52-0.89 | 21 |
| Acetamiprid | 93.2 | 0.43 | 0.18-0.67 | 20 |
| Cypermethrin | 93.2 | 0.43 | 0.19-0.67 | 20 |
| Alachlor | 92.2 | 0.30 | 0.05-0.55 | 20 |

CI: confidence interval.

위생 행위 항목들은 비교적 낮은 신뢰도를 보였고, 특히 개방형으로 질문한 개별 농약 사용 항목 및 농약 살포 방식에 대한 응답률은 매우 낮았으며, 신뢰도 수준도 각 농약별로 큰 차이를 보여주었다. 이러한 결과들은 인구학적 특성에 따라 유의하게 차이 나지 않았다.

이 연구에서 관찰된 농약 살포 여부에 대한 신뢰도 값은 외국에서 보고된 신뢰도 값과 비슷하거나 약간 높았다. Blair 등은 미국 아이오와 주의 농업인 약 4000명을 대상으로 실시한 신뢰도 연구에서 총 농약 사용 여부의 백분율 일치도는 95%, 사용 연수와 사용 일수의 카과 통계량은 각각 0.56, 0.45으로 보고한 바 있다 [12]. 또한 미국에서 실시된 유방암 환자 대조군 연구 [16], 캐나다에서 실시된 파킨슨 병 환자 대조군 연구 [17], 이탈리아의 흑색종 환자 대조군 연구 [18]에서는 농약 사용 여부에 대해 각각 0.63, 0.47, 0.37 등의 카과 통계량을 보고한 바 있다. 이 연구에서의 총 농약 살포 연수와 살포 일수에 대한 신뢰도 값도 미국 아이오와주 연구와 이탈리아 연구 보다 약간 높은 값을 나타내었다.

이 연구 결과와 외국에서 실시된 농약 설문 문항에 대한 신뢰도 값은 각 연구별로 대상자, 조사 시기, 문항의 범주 차이 등으로 직접 비교하기가 어렵다. 그러나 이 조사가 상대적으로 높은 신뢰도를 보인 것은 외국 연구들의 조사 간격이 12-14 개월이었던 데 비해 [12,16,18] 본 연구에서는 이보다 짧은 약 4주 간격으로 조사-재조사를 함으로써 농약 사용에 대한 회상이 더 잘 되었을 것으로 생각된다. 설문의 신뢰도는 같은 정보를 얼마나 잘 재현하는지를 나타내는 지표로서, 측정 항목의 양상이 변하지 않으면서 답변

의 단순 회상을 피할 수 있는 조사 간격을 설정해야 하며 일반적으로 1개월 정도가 추천된다 [19]. 또한 이 연구에서의 설문 조사 시기가 농약 살포 작업이 많은 5-7 월 이었다는 점도 농약 사용에 대한 회상을 증가시키는데 영향을 주었을 것으로 판단된다.

이 연구 결과와 Blair 등 [12]의 연구에서 농약 살포 년수에 비해 살포 일수에 대한 문항의 신뢰도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이는 농약 살포 작업이 연중 일정하게 이루어지기 보다는 농번기에 집중적으로 이루어지고, 날씨에 영향을 많이 받기 때문에 살포 년도에 대한 회상보다 상대적으로 가변적인 것으로 생각된다. 또한 많은 농업인이 여러 작목들을 함께 경작하기 때문에 농약 살포 일수를 응답할 때 해당 작목이 구체적으로 구분되지 않으면 응답 결과에 많은 차이가 있을 것으로 판단된다. 따라서 추후 연구에서는 연간 살포 일수의 기준이 작목별로 구분되는 등 보다 자세한 조사가 이루어 질 수 있도록 설문지를 구성해야 할 것이다.

한편, 개인 보호 장비와 위생 행위 항목은 백분율 일치도와 카파 통계량 모두 다른 항목들에 비해 상대적으로 낮은 수치를 보였다. 가능한 이유로는 본 항목들의 답변이 4개 범주로 구성되어 이분 범주형 항목에 비해 그 일치율이 떨어질 수 있다는 점과 답변 범주(안함/가끔/자주/항상) 구분이 주관적이어서 동일 응답자에서도 이에 대한 판단이 조사 시점마다 달라질 수 있었던 점 등이다. 따라서 향후 연구에서는 이들 문항들의 질문과 답변의 형태를 좀더 구체적이고 분명히 정의하는 것이 필요하다. 또한 개인 보호 장비 항목에서는 농업인들이 해당 보호구의 형태나 종류를 정확하게 구분하지 못했을 가능성도 배제할 수 없기 때문에 질문에 해당 보호구에 대한 그림이나 사진 등을 첨부하여 이해를 도울 수 있는 방법이 보완되어야 할 것이다.

이 연구에서 농약 노출 항목에 대한 신뢰도가 대상자들의 인구학적 및 농업 특성에 유의한 영향을 미치지 않았으며, 이는 Blair 등 [12]의 연구 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 농업인들에게 농약의 구입 및 살포는 개인의 경제적 비용이 소요되는 중요한 업무적 행위라는 점에서 인구학적 특성의 영향이 크지 않은 것으로 판단된다. 한편 전체적인 신뢰도 수준에 있어 지역별 차이를 보인 이유는 지역 자체의 특성보다는 설문 의뢰자와 농업인간 관계의 차이로 판단된다. 본 설문 조사는 기본적으로 자기 기입식으로 이루어졌으나 각 지역마다 농촌지도사들의 중재 노력의 정도가 달랐고, 비록 정량화하지는 못했지만 연구 대상자와 해당 농촌 지도사의 협조와 유대 정도가 설문 참여와

신뢰도에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Blair 등의 연구에서는 개별 농약에 따라 0.48-0.71의 카파 통계량을, 농약 살포 방식에 대해서는 0.11-0.56의 카파 통계량을 보고하였다 [12]. 이 조사에서는 개별 농약의 응답률을 높이기 위해서 사전에 각 지역에서 가장 많이 판매된 50개의 농약명 목록을 배부하여 회상을 높이는 시도를 하였으나 사용중인 개별 농약에 대한 기입자 수가 적어 개별 농약의 살포 여부, 살포 일수 및 살포 방법 등에 대한 안정된 신뢰도 값을 얻지 못하였다. 개별 농약의 사용력 문항에 대한 낮은 응답률은 개별 농약명에 대한 회상의 어려움 이외에 각각의 농약별로 추가적으로 자세한 사용력을 기입해야 하는 것이 부담으로 작용한 것으로 판단된다. 따라서 조사 지역에서 사용되고 있는 농약들을 미리 파악한 후 대상자들에게 폐쇄형 형태의 질문을 하는 것이 필요하다 [20]. 또한 개별 농약의 자세한 사용력에 대해서는 자가 보고 설문보다 면접방식을 사용하여 응답률을 높일 필요가 있다 [21]. 개별 농약에 대한 노출력을 정량적으로 파악하는 것은 농약 노출 평가에 있어 가장 실제적이고도 많은 정보를 제공한다는 점에서 향후 이에 대한 응답률을 향상시키는 노력은 중요하다.

이 연구의 또 다른 제한점으로는 대상자들이 일부 지역에서 임의로 선정된 농업인이라는 점에서 본 결과를 일반화하는데 한계가 있다는 점이다. 본 조사 대상자들은 국민건강영양조사에서 조사된 농업인보다 남자가 많고 연령이 적으며, 교육 및 경제 수준이 높았다 [22]. 그러나 농약 설문 문항의 신뢰도가 인구학적 특성에 따라 유의한 차이가 없었던 점은 본 연구 결과의 일차적인 활용 가능성을 의미한다고 할 수 있다.

한편 설문의 정보는 신뢰도와 더불어 타당도가 검증되어야 하는데 이를 위해서는 보고 내용의 진위를 가릴 참값(gold standard)의 설정이 매우 중요하다. 그러나 이 연구에서는 농약의 노출력에 대한 참값 설정을 확보할 수 없어 타당도 연구가 적절히 수행되지 못하였다. 반면 외국에서는 농약의 등록시점을 이용하여 농민들의 농약사용시기에 대한 자가 보고를 검증하거나 [23], 이전 보고를 참값으로 설정하여 최근 보고 자료를 비교하는 등 [24]의 매우 제한적인 형태의 연구가 진행된 바 있다. 또한 설문 정보를 알고리즘화 시킨 지수와 소변 중 농약 대사산물 농도와의 비교를 통해 이 지수의 타당성을 검증하기도 하였다[25]. 우리나라에서도 향후 개별 농약들의 정보를 충분히 확보함으로써 농약 등록자료 혹은 생체 대사산물 검사와의 비교를 통한 타당도 검사를 수행할 필요가 있다.

결론적으로 우리나라 일부 농업인을 대상으로 자기 기

입식 농약 노출 설문의 신뢰도 평가를 실시한 결과 농약 살포 여부, 살포 년수 및 살포 시간 등의 항목들은 향후 역학 연구에 사용하기에 적합한 신뢰도를 갖고 있는 것으로 평가되었으나, 개별 농약 살포 항목, 개인 보호 장비, 작업시 위생 행위들에 대해서는 보다 충실하고 신뢰성 있는 답변을 얻기 위한 방법들이 보완되어야 할 것으로 판단되었다.

감사의 글

이 연구는 2009년도 농촌진흥청 국립농업과학원 '농약의 건강영향평가 표준화 연구'의 지원을받아 수행되었습니다. 설문 조사에 응해 주신 각 지역의 모든 농업인들께 감사드리며 특히 포천시 농업기술센터 소홀 지소의 양성이 지 소장과 남양주시 농업기술센터의 이현숙 지도사께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Sanborn M, Cole D, Kerr K, Vakil C, Sanin LH, Bassil K. *Pesticides Literature Review*. Toronto: The Ontario College of Family Physicians; 2004.
2. World Health Organization. *Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture*. Geneva: World Health Organization; 1990.
3. Lee WJ, Cha ES. Overview of pesticide poisoning in South Korea. *J Rural Med* 2009; 4(2): 53-58.
4. Rural Development Administration. *Farmer's Health and Agricultural Work Behavior*. Suwon: Rural Development Administration 2008; 11-1390039-000196-01. (Korean)
5. Cha ES, Kong KA, Moon EK, Lee WJ. Prevalence and changes in chronic diseases among South Korean farmers: 1998 to 2005. *BMC Public Health* 2009; 9: 268.
6. Sull JW, Yi SW, Sohn TY, Jee SH, Nam CM, Ohrr H. Pesticides and cancer incidence: The Kangwha Cohort Study. *Korean J Prev Med* 2002; 35(1): 24-32.
7. Lee WJ, Son M, Chun BC, Park ES, Lee HK, Coble J, et al. Cancer mortality and farming in South Korea: an ecologic study. *Cancer Causes Control* 2008; 19(5): 505-513.
8. Fenske RA. State-of-the-art measurement of agricultural pesticide exposures. *Scand J Work Environ Health* 2005; 31(Suppl 1): 67-73.
9. Maroni M, Colosio C, Ferioli A, Fait A. Biological Monitoring of Pesticide Exposure: a review. Introduction. *Toxicology* 2000; 143(1): 1-118.
10. Alavanja MC, Hoppin JA, Kamel F. Health effects of

chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu Rev Public Health* 2004; 25: 155-197.

11. Dosemeci M, Alavanja MC, Rowland AS, Mage D, Zahm SH, Rothman N, et al. A quantitative approach for estimating exposure to pesticides in the Agricultural Health Study. *Ann Occup Hyg* 2002; 46(2): 245-260.
12. Blair A, Tarone R, Sandler D, Lynch CF, Rowland A, Wintersteen W, et al. Reliability of reporting on life-style and agricultural factors by a sample of participants in the Agricultural Health Study from Iowa. *Epidemiology* 2002; 13(1): 94-99.
13. Valcke M, Chaverri F, Monge P, Bravo V, Mergler D, Partanen T, et al. Pesticide prioritization for a case-control study on childhood leukemia in Costa Rica: a simple stepwise approach. *Environ Res* 2005; 97(3): 335-347.
14. Gunier RB, Harnly ME, Reynolds P, Hertz A, Von Behren J. Agricultural pesticide use in California: pesticide prioritization, use densities, and population distributions for a childhood cancer study. *Environ Health Perspect* 2001; 109(10): 1071-1078.
15. StataCorp. *Stata Reference Manual Release 10*. College Station, TX: Stata Press; 2007.
16. Duell EJ, Millikan RC, Savitz DA, Schell MJ, Newman B, Tse CJ, et al. Reproducibility of reported farming activities and pesticide use among breast cancer cases and controls. A comparison of two modes of data collection. *Ann Epidemiol* 2001; 11(3): 178-185.
17. Wang FL, Semchuk KM, Love EJ. Reliability of environmental and occupational exposure data provided by surrogate respondents in a case-control study of Parkinson's disease. *J Clin Epidemiol* 1994; 47(7): 797-807.
18. Fortes C, Mastroeni S, Boffetta P, Salvatori V, Melo N, Bolli S, et al. Reliability of self-reported household pesticide use. *Eur J Cancer Prev* 2009; 18(5): 404-406.
19. Bruce KA, Emily W, Rodolfo S. *Principles of Exposure Measurement in Epidemiology*. New York: Oxford University Press; 1992. p. 78-114
20. Stephen BH, Steven RC, Warren SB, Deborah GG, Thomas BN. *Designing Clinical Research*, 3rded. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Co.; 2007. p. 242.
21. Aday LA, Cornelius LJ. *Designing And Conducting Health Surveys*, 3rd ed. San Francisco: Jossey-Bass Co.; 2006. P. 110
22. Korea Centers for Disease Control and Prevention. The Third Korea National Health and Nutrition Survey 2005 Summary Report. [cited 2010 July 2]. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr/Index.aspx>.
23. Hoppin JA, Yucl F, Dosemeci M, Sandler DP. Accuracy of self-reported pesticide use duration information from licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2002; 12(5): 313-

- 318.
24. Engel LS, Seixas NS, Keifer MC, Longstreth WT Jr, Checkoway H. Validity study of self-reported pesticide exposure among orchardists. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001; 11(5): 359-368.
25. Coble J, Arbuckle T, Lee W, Alvanja M, Dosemeci M. The validation of a pesticide exposure algorithm using biological monitoring results. *J Occup Environ Hyg* 2005; 2(3): 194-201.