

## 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

권영준\*, 강태선<sup>1)</sup>, 김경란<sup>1)</sup>, 이경숙<sup>1)</sup>, 주영수, 송재철<sup>2)</sup>  
한림대학교성심병원 산업의학과, 농촌진흥청 농촌자원개발연구소<sup>1)</sup>,  
한양대학교의과대학 산업의학교실<sup>2)</sup>

## The Relationship between Pesticide Exposure and Central Nervous System Symptoms

Young-Jun Kwon\*, Tae-Sun Kang<sup>1)</sup>, Kyung-Ran Kim<sup>1)</sup>, Kyung-Sook Lee<sup>1)</sup>,  
Young-Su Ju, Jaechul Song<sup>2)</sup>

*Department of Occupational Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital,  
Rural Resources Development Institute<sup>1)</sup>, Department of Occupational Medicine, Hanyang University<sup>2)</sup>*

### = ABSTRACT =

**Objectives:** The acute toxic effects of pesticide are well known. Concern has also been expressed that long-term exposure may result in damage to the central nervous system. This study was conducted to test the hypothesis that central nervous system symptoms might occur due to pesticide exposure.

**Methods:** In a cross-sectional study, first, cumulative exposure index (CEI) was estimated. Neurologic symptoms (Q-16 questionnaire) for 541 farmers (exposed to pesticides) were compared with 119 non-exposed persons in spraying season nine rural areas in Korea.

**Results:** The pesticides poisoning rates for last 3 months were 67.2% for orchard farmers, 55.3% for dry field farmers, and 20.5% for husbandry farmers, respectively, showing significant difference ( $p < 0.001$ ). Compared with non-exposure group, exposure groups (especially, orchard farmers) reported significantly more neurologic symptoms and had a higher overall neurological symptoms score ( $p < 0.001$ ). Factors related to the positive neurological symptoms (answers "yes" to six or more of Q-16 questionnaire) adjusted for age, sex, education level, smoking and alcohol drinking were type of farming (OR 3.08, 95% CI 1.50-6.30 in orchard farmers vs non-exposure group), CEI (OR 2.75, 95% CI 1.12-6.78 in Q3 vs Q1), past poisoning (OR 1.97, 95% CI 1.21-3.20 vs normal), current mild poisoning (OR 3.03, 95% CI 1.47-6.22 vs normal) and current moderate poisoning (OR

---

\* 교신저자: 경기도 안양시 동안구 평촌동 896, 전화: 031-380-1591, 팩스: 031-380-1583  
E-mail: kwon5966@hallym.ac.kr

## 2 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

6.34, 95% CI 3.03-13.25 vs normal), respectively.

**Conclusions:** These results suggest that long-term exposure to pesticides appears to be associated with subtle changes in the central nervous system.

**KEY WORDS:** Cumulative exposure index, Pesticide poisoning, Neurological symptoms, Central nervous system toxicity

## 서 론

일반적으로 해충관리를 위하여 쓰이는 농약은 어느 것도 인간에 완전히 안전한 것이 없다는 문제점을 안고 있다. 현재 미국에는 890종의 직접 효능을 가진 성분물질(active ingredients)이 농약으로 등록되어 있으며, 일년에 약 10억 파운드가 사용되고 있다[1]. 우리나라의 경우 연간 농약 사용량을 직접적으로 파악 할 수 있는 자료는 없으나 농약 제조공장에서 농약상 및 도매상에 출하되는 양을 바탕으로 간접적으로 추정할 수 있다. 연간 농약 출하량을 보면 1985년 16,688톤에서 2000년도에는 28,218톤으로 증가되었다. 2000년도 농약 출하량을 약제별로 살펴보면 살균제 30.9%, 실충제 31.4%, 제초제 22.6%, 기타제 9.1%이었다[2]. 2000년 현재 농경지는 209만 ha로 1979년 291만 ha에서 매년 감소하고 있다[3]. 농약 출하량을 단위 농경지당 사용량으로 환산하여 추정하였을 때 1 ha 당 농약사용량은 1985년 7.0 Kg에서 2000년 12.4 Kg으로 증가하여 농약에 의한 건강장해가 발생할 위험이 더욱 높아지고 있다.

직업성 농약중독은 개발도상국에서 대부분 발생하며, 주로 신경독성 유기인제와 카바메이트제제의 농약으로 인해 발생한다[4, 5]. 아시아 지역의 급성 농약중독 역학조사결과 중국의 경우 전체 농약 중독 중 78.8%, 스리랑카 69.1%, 말레이시아 53.6%가 급성 유기인제 농약 중독으로 조사되었다[6]. 급성 농약중독에

대한 건강장해는 증례보고 및 역학연구를 통해 잘 알려져 있는 반면에 만성 건강장해, 특히 신경독성에 의한 신경행동장애에 대해서는 알려진 바가 적다[7]. 그러나 동물대상의 연구에서 많은 농약들이 발암성, 생식독성, 만성 신경독성, 면역독성과 같은 만성 건강장해에 대한 충분한 근거를 보고하고 있으며, 이러한 만성 건강영향은 사람에서도 기능장애나 압등의 만성질환이 발생 가능하다는 점에서 중요성이 있다[8, 9]. 만성 건강장해에 대해 일부 보고 된 내용을 보면 유기인제 농약에 만성적으로 노출된 농민에서 정신신경증상 발생 및 기억력 및 집중력 장애가 보고 되었으며[10, 11], 심한 급성 중독으로 외래 및 입원치료를 받은 몇 년 후 비노출군과 비교하여 급성 중독 후의 만성 후유증에 대해 보고 된 바 있다 [12, 13, 14]. Stephens 등은[15] 유기인제 농약 노출이 중지된 두 달 후에 비노출군과 비교하여 노출군이 신경정신증상의 발생이 유의하게 증가하였고 신경행동검사에서도 유의한 차이가 발생하여 저농도의 반복노출에 의해 신경계의 변화가 발생함을 보고하여 가능하면 유기인제 농약노출을 줄여야 한다고 제안하고 있다.

국내에서 실시된 농약노출에 의한 건강장해에 대한 연구는 농약살포기의 급성 농약 중독 증상에 대한 역학조사를 통해 주로 이루어졌으며 조사자에 따라 급성 농약중독 경험률을 약 7.0%에서 86.7%로 다양하게 보고하고 있다. 최근에 보고 된 농약에 의한 만성 건강장애에 대한 연구는 장시간 농약에 노출된 농업

인을 대상으로 지연성 신경손상 여부를 알아 보기 위해 신경전도검사를 실시하였으나 이상 소견이 관찰되지 않았으며[16], 농약사용과 암 발생과의 관계를 약 13년 추적한 6,280명의 강화코호트 자료를 이용하여 관찰한 결과 남성에서 전체 암 발생위험은 연간 농약 사용빈도가 증가할수록 유의하게 높았으며, 암의 종류별로는 위암, 담낭암, 간암, 비뇨생식기계 암의 발생이 증가하였다는 보고가 있다[17]. 그러나 중추신경 독성에 대한 연구는 국내에서 찾아 볼 수 없었다. 현재 국내에서 보고 된 결과만을 볼 때, 장기간의 농약노출에 의해 우리나라 농민에서 중추신경계 장애가 발생하는 지에 대해서는 아직 명확하게 규명되지 않은 상태이다.

이 연구는 농약의 노출에 의해 중추신경 증상이 발생할 수 있으며, 장기간의 농약노출로 인해 중추신경계 영향이 있을 것이라는 가설을 검정하기 위해 농약 누적 노출을 추정하였으며, 농약 노출 관련 요인에 따라 신경독성 증상 발생의 차이를 보았다. 이러한 결과를 이용하여 농약 노출이 중추신경계에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 조사 대상

15명의 과수(배) 농민과 13명의 고추재배 농민을 대상으로 실시한 예비조사와 문헌고찰을 통해 재배 작물에 따라 농약노출의 특성이 다를 수 있다고 판단하여 연구대상자를 주 재배 작물에 따라 선정하였다. 농약 노출군으로 사과와 배를 재배하는 과수농민, 고추 등 채소를 주로 재배하는 발농민, 가축을 사육하는 축산농민으로 하였다. 축산농민은 작물재배를 병행하는 경우가 많고 가축을 사육하는 과정에 농약 노출의 가능성이 있어 노출군에 포함하였다. 농약 비노출군은 같은 지역에 거주하지만 농약 노출의 과거력이 없는 비농업인으

로 공무원, 상점주인, 무직 등 이었다.

증상 설문조사는 2001년 5월부터 11월까지 실시되었으며, 9개의 지역에서 이루어졌는데 남양주와 안성에서는 과수농민, 연천과 여주, 이천 지역은 축산 농민, 고양, 천안, 단양, 임실 지역은 발농민이 주로 조사되었다. 설문검토 결과 두부외상의 과거력이 있는 2명과 과거 직업력으로 자동차 정비업에 종사한 3명, 설문이 부실한 경우를 제외하고 설문 작성이 완료되어 최종 분석된 대상자는 660명으로 농약 비노출군 119명(18.0%), 축산농민 126명(19.1%), 발농민 232명(35.2%), 과수농민 183명(27.4%)이었다.

## 2. 조사 방법

### 1) 설문 조사

설문조사는 예비조사를 통해 수정된 설문지를 이용하여 대부분 자가 설문 방법으로 조사하였으며, 일부 면접방식으로 조사하였다. 조사방법은 조사지역을 방문하여 건강진단을 실시할 때 조사하였으며, 일부는 작목반 모임을 있을 경우 미리 연락을 하고 방문하여 설문조사를 하였다. 설문 내용은 일반적 특성(연령, 학력, 결혼상태, 수입, 흡연, 음주 현황, 과거 질병 및 사고력), 농작업과 관련된 사항(농사 기간, 주 재배작목, 농약 살포기 사용년수 및 지난 1년간 살포횟수, 1회 살포시 평균 살포시간), 과거 농약 중독 경험여부 및 지난 3개월 동안의 농약중독 증상(19문항의 설문), 신경정신증상(Scandinavian Q-16 설문)을 조사하였다.

지난 3개월 동안 농약 살포기의 농약중독 증상은 문헌고찰[18-21]을 통해 19개 증상을 선정하여 조사하였으며, 증상의 정도에 따라 중독의증, 경증, 중등증으로 분류하여 분석하였다[22, 23]. 농업에 종사하면서 지금까지 농약중독 경험여부에 대한 조사는 현재 농약살포기의 19개 증상 중 저녁에 잠이 안 오, 평소보다 더 졸림, 얼굴에 열감 등의 증상을 제외

4 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

한 16개 증상을 이용하여 이러한 증상을 경험한 경우 과거 농약중독으로 분류하였다.

농약에 의한 정신신경학적 증상의 발생을 알아보기 위한 설문으로 외국에서 유기용제 만성노출에 대한 신경학적 증상 설문지로 개발되어 가장 일반화된 "Swedish Q16 questionnaire for long-term solvent-exposed workers(Q-16)"[24]을 번역한 설문[25]을 이용하였다. Q-16설문지는 외국에서는 타당도가 검증되어 있으며[24], 다양한 신경독성물질에 노출된 근로자에게 성공적으로 사용되었다[13, 26, 27, 28]. Q-16설문지는 각 문항에 대해 예, 아니오로 응답하게 되어 있으며, 예로 응답한 경우 1점, 아니오에 0점을 주어 총 자각증상점수(total symptom score)를 구하였다. 또한 6가지 이상의 자각증상을 가지는 경우 신경독성 의심군으로 분류하였다[29].

2) 농약의 누적노출지수 (Cumulative Exposure Index: CEI) 산정

농약노출 정도를 추정하기 위하여 유기인계 농약인 Chlorpyrifos를 지표 농약으로 선정하여 2001년 봄부터 2002년 여름까지 경기도 남양주, 안성, 가평과 전북 완주 일대의 배 재배, 노지 고추재배 농민을 대상으로 농약 살포시 농약 노출정도를 측정하였다[30].

잠재적 노출 추정은 Brouwer 등[31]이 시행한 방법에 따라 산출하였다. 누적 노출지수는 재배작물의 분류와 농약 살포기의 종류, 잠재적 노출량에 관련된 변수로 구성되었으며 다음 식 (1)과 같이 정의하였다.

$$EI_j = \sum \sum_{mn} (E_{mn} * F_{mni} * T_{mni} * Y_{mni}) \dots\dots\dots(1)$$

EI = exposure index(mg) for individual i  
 m = type of sprayer(1 = hand-held, 2 = vehicle-mounted)  
 n = cultivation crops(1 = orchard, 2 = dry field, 3 = husbandry)

E = specific level of potential exposure(mg/hr)

F = spray frequency of past 1 year

T = mean time of 1 spraying

Y = sprayer used year

잠재적 노출량(E)은 지표 농약으로 선정된 Chlorpyrifos의 피부 노출량의 기하평균을 이용하였다. 호흡기 노출량은 승용식 살포기 경우 흡착재의 약 70% 에서 농약성분이 검출한계 미만으로 나타났고, 수동식 살포기는 배 재배군 33%, 고추 재배군 44% 에서 검출한계 미만이었다. 또한 분석되었던 경우도 기하 평균의 표준편차가 너무 크게 나타나 현재 측정된 결과를 가지고 누적 노출을 추정하기는 어려울 것으로 판단되어 누적노출지수를 계산하는데 호흡기 노출량은 포함하지 않았다. 축산 농민의 잠재적 노출량은 사용하는 농약살포기에 따라 승용식 살포기는 배 재배군의 피부 노출량의 기하평균을, 수동식 살포기는 밭농민의 피부노출량의 기하평균을 이용하였다. 지난 1년간 농약 살포기의 사용 횟수(F)와 1회 살포시 평균시간(T), 살포기 사용년수(Y)는 설문 조사를 통해 조사하였다. 지난 1년간의 농약 살포시간이 과거에도 같다고 가정하여 살포기 사용년수를 이용하여 누적 노출지수를 구하였다.

3) 분석 방법

종속변수로 신경독성증상(Q-16)설문에서 6개 이상 증상을 호소한 경우를 중추신경독성 의심군으로 하였으며, 독립변수로 연령, 성, 학력, 흡연, 음주, 농사기간, 지난 1년 동안 농약 살포시간, 누적노출지수, 과거 농약중독 경험, 지난 3개월 동안의 농약 중독 증상 경험, 보호구 착용 유무로 하여 각 독립변수별로 비노출군 및 재배 작물군간의 차이를 일원분산분석(ANOVA)과  $\chi^2$ -test로 비교하였다. 지난 1년간의 농약살포시간과 누적노출지수는 4분위수

를 기준으로 네 수준으로 범주화하여 비교하였다. 농약 노출관련인지와 신경독성증상 호소와의 관련성을 알아보기 위해 연령, 성, 학력, 흡연, 음주를 보정한 상태에서 중추신경독성 의심군을 종속변수로 하여 작물군별, 농사기간, 지난 1년간 농약살포시간, 누적노출지수, 과거 농약중독 유무, 지난 3개월간의 농약중독 증상 경험 유무, 보호구 착용에 따라 각각 다중 로지스틱회귀분석을 시행하였다. 통계프로그램은 SPSS ver 10.0을 이용하였다.

### 결 과

#### 1. 일반적 특성

대상자는 660명으로 비노출군이 119명(18.0%), 축산농민 126명(19.1%), 밭농민 232명(35.2%), 과수농민 183명(27.7%)이었다. 남자가 423명으로 66.3%이었고 여자는 215명으로 33.7%이었다. 작물군별 성 분포에서 여자는 밭농민에서 44.8%로 가장 많았으며, 비노출군에서 46.2%이었고 그 외 축산농민 및 과수농민은 20% 내외이었다( $p < 0.001$ ). 대상자의 평균 연령은 48.9세이였으며, 비노출군이 44.3세로 제일 적었고 축산농민 44.8세, 과수농민 48.9세,

밭농민이 53.4세로 제일 높았으며, 통계적으로도 차이가 있었다( $p < 0.001$ ). 학력은 전체적으로 초등학교졸업이 26.5%, 중학교졸업 23.4%, 고등학교졸업 36.7%, 대학교졸업이 13.5%로 고루 분포하였으나 비노출군의 경우 대학졸업의 학력자가 많았고, 밭농민의 경우 초등학교졸업의 학력이 44.2%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 현재 흡연하는 경우는 남자에서 과수농민이 63.3%, 축산농민 62.1%, 밭농민 52.3%, 비노출군 40.9%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 여자는 비노출군이 10.5%로 가장 많았으나 재배작물에 따른 유의한 차이는 없었다. 현재 음주하는 경우는 남자 72.3%, 여자 38.0%이었고 남녀 각각 재배작물에 따른 유의한 차이는 없었다(표 1).

#### 2. 농작업 특성

농사기간은 평균 22.7년이였으며, 축산농민의 경우(작물재배를 하는 경우에만 포함하여 분석) 평균 15.1년으로 제일 작았으며, 과수농민 22.4년, 밭농민은 24.5년 순으로 재배작물에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 그러나 과수농민과 밭농민만 비교하였을 경우에는 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 10년 단

Table 1. General characteristics of the subjects

Unit : N (%)

Variable		Non exposure (n=119)	Husbandry (n=127)	Dry field (n=223)	Orchard (n=182)	Total (n=182)
Sex*	Male	58(54.2)	96(76.8)	123(55.2)	146(79.8)	423(66.3)
	Female	49(45.8)	29(23.2)	100(44.8)	37(20.2)	215(33.7)
Age(mean)*		44.3(±9.4)	44.8(±9.2)	53.4(±11.5)	48.9(±9.5)	48.9(±10.8)
Education* (School)	Elementary	12(14.8)	20(16.3)	88(44.2)	33(18.9)	153(26.5)
	Junior high	16(19.8)	30(24.4)	35(17.6)	54(30.9)	135(23.4)
	High	23(28.4)	56(45.5)	59(29.6)	74(42.3)	212(36.7)
Current smoking	College	30(37.0)	17(13.8)	17( 8.5)	14( 8.0)	78(13.5)
	Male*	18(40.9)	54(62.1)	57(52.3)	88(63.3)	217(57.4)
Current drinking	Female	4(10.5)	0( 0.0)	3( 3.9)	0( 0.0)	7( 4.0)
	Male	32(69.6)	65(76.5)	71(69.6)	93(72.7)	261(72.3)
	Female	19(47.5)	9(36.0)	22(31.9)	13(40.6)	63(38.0)

\*:  $p < 0.05$ , \*:  $p < 0.001$  by  $\chi^2$  test, ANOVA

## 6 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

위로 나누어 보았을 때 축산 농업인은 20년 미만이 67%이었으나 밭농민의 경우 30년 이상이 40.7%이었다. 경작 면적은 축산농민의 경우 작물재배를 병행하는 경우가 42명(33.3%)이었으며, 평균 벼 재배면적은 8,494 m<sup>2</sup>(23명), 밭 재배면적 9,699 m<sup>2</sup>(18명), 과수 재배면적 4,511 m<sup>2</sup>(3명), 온실 재배면적 990 m<sup>2</sup>(1명)이었다. 밭농민은 평균 밭 재배면적 7,686 m<sup>2</sup>(68.6%), 온실 재배면적 5,013 m<sup>2</sup>(22.1%)이었으며, 타 작물을 재배하는 경우가 64.7%로 벼 재배 132명, 과수 재배 2명이었다. 과수농민은 평균 과수 재배면적이 14,263m<sup>2</sup>이었고, 타 작물을 병행하는 경우가 41.2%로 벼 74명, 밭 41명, 온실 1명이었다. 전체적으로 주작물외에 다른 작물을 병행하는 경우가 많게는 64.7%로 조사되었다(표 2).

### 3. 지난 1년간 농약 살포시간 및 누적 농약 노출지수

지난 1년간 농약 살포시간 및 누적 노출지수는 현재 주로 사용 중이거나 혹은 이전에

사용하였던 방제기의 사용기간, 지난 1년 동안의 살포횟수, 평균 1회 살포시 걸리는 시간에 대한 응답 내용을 이용하여 분석하였다. 재배작물별로 주로 사용하는 살포기의 분포를 보았을 때 축산농민 68.2%, 밭농민 84.4%가 수동식 살포기를 사용하였으며, 과수농민은 82.1%가 승용식 살포기를 이용하여 농약을 살포하는 것으로 조사되었다.

현재 주로 사용하는 살포기에 따라 지난 1년간의 사용 횟수를 보았을 때 고속승용식 방제기는 평균 17.5회 사용하였으며, 과수농민이 18.6회, 밭농민이 10.2회이었다. 경운기를 이용한 수동식 살포 횟수는 과수농민 15.4회, 축산농민 15.2회, 밭농민이 11.9회로 조사되었다. 1회 방제시 평균 살포시간은 수동식 살포의 경우 평균 3.7시간으로 재배작물에 관계없이 모두 고속승용식 살포기 보다 살포시간이 길었으며, 과수농민이 5.0시간, 밭농민 3.5시간, 축산농민 1.9시간이었다. 승용식 살포기는 평균 3.3시간이었으며, 과수농민 3.6시간, 밭농민이 2.7시간, 축산농민 1.4시간 순이었다. 지난 1년

Table 2. Characteristics of farm work in relation to different crops Unit : mean(±s.d.)

Variable	Husbandry (n=42)	Dry field (n=204)	Orchard (n=182)	Total
Farming career (yr, mean) <sup>*</sup> (yr, n (%))	15.1(±9.1)	24.5(±15.6)	22.4(±11.7)	22.7(±13.7)
≤9	15(35.7)	44(21.6)	25(13.7)	84(19.6)
10 - 19	13(31.0)	40(19.6)	46(25.3)	99(23.1)
20 - 29	10(23.8)	37(18.1)	59(32.4)	106(24.8)
30 - 39	4( 9.5)	31(15.2)	29(15.9)	64(15.0)
40 ≤	0( 0.0)	52(25.5)	23(12.6)	75(17.5)
Agricultural area (m <sup>2</sup> )				
Rice field	8,494(±3128)	13,477(±21,238)	10,877(±17,903)	12,137(±19,203)
Dry field	9,699(±9547)	7,686(±8,085)	6,013(±7,729)	7,524(±8,168)
Orchard	4,511(±1890)	4,910(±4703)	14,263(±9,854)	13,870(±9,854)
Green house	990(±0.0)	5,013(±5976)	2,640(±0.0)	4,877(±5,884)
Other crops cultivation at the same time (%)	33.3	64.7	41.2	-

\* : p < 0.05 by ANOVA

동안의 총 농약 살포시간은 1년간 방제횟수와 1회 방제시 평균 시간을 곱하여 구하였다. 지난 1년간 농약 살포시간은 평균 54.0시간이었으며, 작물에 따라 보았을 때 과수농민 69.9시간, 밭농민 41.1시간, 축산농민이 25.8시간으로 재배작물군에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.001)(표 3).

누적노출지수(CEI)는 지표농약으로 선정한 Chlorpyrifos의 피부노출량의 기하평균을 이용하여 구하였다. 계산식은 수동식 살포기를 사용하는 경우 과수농민은 138.8 mg/hr, 밭농민은 105.1 mg/hr, 작물에 관계없이 승용식 살포기를 사용하는 경우 47.5 mg/hr의 잠재적 피부노출량을 지난 1년 동안 살포시간에 곱하였으며, 각각 살포기 사용년수를 곱하여 누적노출지수를 추정하였다. 계산된 누적노출지수의 평균은 88.7 g이었으며, 과수농민 119.5 g, 밭농민이 63.9 g, 축산농민 23.7 g으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.01, 표 3). 누적노출

지수로 분류하였을 때 과수농민은 고노출군, 밭작물은 중간 노출군, 축산농민은 저노출군에 해당하였다.

4) 과거 농약 중독 경험 및 지난 3개월 동안 농약 살포시 농약중독 증상 경험 여부  
 농약 중독 증상을 이용하여 농사를 짓기 시작하여 지금까지 농약을 살포한 후에 농약중독을 경험한 경우에 대해 조사하였다. 조사대상자의 39.9%가 농약중독을 경험하였다고 응답하였다. 작물별로 보았을 때 과수농민이 49.7%로 가장 많았고 밭농민이 35.1%, 축산농민이 23.8%이었으며, 통계적으로도 유의한 차이가 있었다(p<0.01). 남녀로 분리하여 보았을 때 남자에서는 과수농민 56.2%, 밭농민 39.0%, 축산농민 30.3%로 유의한 차이가 있었으나 여자에서는 밭농민이 30.3%가 가장 높았고 축산농민은 농약중독을 경험한 적이 없게 나타났으며, 통계적인 차이도 보이지 않았다(표 4).

Table 3. Estimation of pesticide exposure index Unit : mean (±s.d)

Spray parameters		Husbandry (n=22)	Dry field (n=123)	Orchard (n=140)	Total
Spray frequency	V-m <sup>1)</sup>	16.2(± 9.8)	10.2(±10.5)	18.6(± 7.4)	17.5(± 8.3)
(past 1 year)	H-h <sup>2)</sup>	15.3(±13.5)	11.9(±10.4)	15.4(±10.4)	13.2(±10.7)
Mean time (hour)	V-m <sup>1)</sup>	1.4(±0.9)	2.7(±2.8)	3.6(±1.9)	3.3(±2.1)
during 1 spraying	H-h <sup>2)</sup>	1.9(±1.5)	3.5(±3.0)	5.0(±3.2)	3.7(±3.1)
Pesticide exposure (hour)		25.8	41.1	69.6	54.0
of past 1 year***		(±27.7)	(±49.9)	(±59.3)	(±55.8)
Cumulative exposure index		23.7	63.9	119.5	88.7
(CEI: g) <sup>3), **</sup>		(±34.2)	(±96.5)	(±159.0)	(±132.9)

\*\* : p < 0.01, \*\*\* : p < 0.001 by ANOVA.

<sup>1)</sup> V-m : Vehicle mounted sprayer. <sup>2)</sup> H-h : Hand-held sprayer.

<sup>3)</sup>  $EI_i = \sum \sum_{mn} (E_{mn} * F_{mni} * T_{mni} * Y_{mn})$

EI = exposure index(g) for individual i

m = type of sprayer(1 = hand-held, 2 = vehicle-mounted)

n = cultivation crops(1 = orchard, 2 = dry field, 3 = husbandry)

E = specific level of potential exposure(mg/hr)

F = spray frequency of past 1 year

T = mean time of 1 spraying

Y = sprayer used year

8 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

Table 4. Experience rate of pesticide intoxication

Unit : N (%)

Experience of intoxication		Husbandry (n=42)	Dry field (n=231)	Orchard (n=183)	Total
No		32(76.2)	150(64.9)	92(50.3)	274(60.1)
Yes*		10(23.8)	81(35.1)	91(49.7)	182(39.9)
Male	Number	33	123	146	302
	Yes*	10(30.3)	48(39.0)	82(56.2)	140(46.4)
Female	Number	8	99	37	144
	Yes†	0( 0.0)	30(30.3)	9(24.3)	39(27.1)

\* : p < 0.01 by  $\chi^2$  test, †: p > 0.05 by Exact test

농약중독 증상을 경험할 당시 농약 살포 작물은 벼 31.7%, 과수 31.2%, 밭작물 21.0%, 시설채소 5.9%, 특용작물 3.9%로 나타났다. 농약중독 증상을 경험한 후의 대처방법에 대한 질문에 집에서 쉬는다고 응답한 경우가 36.5%, 일을 계속 한다가 16.9%, 병원 치료 27.5%, 약국에서 약을 복용한다가 15.7%. 민간요법이

3.4%로 조사되어 53.4%가 특별한 치료를 하지 않는 것으로 조사되었다.

지난 3개월 동안 농약을 살포한 후에 농약중독 증상 경험에 대해 조사하였다. '피로를 느낀다'를 가장 많이 호소하였으며(38%), 두통 21.4%, 어지러움 20.5%, 사지 저림 17.0% 순이었다. 재배작물별로 보면 전체적으로 과

Table 5. Prevalence(%) of reported symptoms in spraying during past 3 months

Unit : N (%)

Symptom	Husbandry (n=39)	Dry field (n=231)	Orchard (n=183)	Total
Tiredness	1(2.6)	84(36.4)	87(47.5)	172(38.0)
Headache	2(5.1)	49(21.2)	46(25.1)	97(21.4)
Dizziness	1(2.6)	44(19.0)	48(26.2)	93(20.5)
Tingling	3(7.7)	40(17.3)	34(18.6)	77(17.0)
Nausea	1(2.6)	42(18.2)	32(17.5)	75(16.6)
Blurred vision	3(7.7)	35(15.2)	34(18.6)	72(15.9)
Excessive sweating	0(0.0)	35(15.2)	37(20.2)	72(15.9)
Dry throat	1(2.6)	39(16.9)	27(14.8)	67(14.8)
Itchy skin	1(2.6)	38(16.5)	27(14.8)	66(14.6)
More drowsiness	0(0.0)	31(13.4)	35(19.1)	66(14.6)
Conjunctiva injection	1(2.6)	17(11.7)	35(19.1)	63(13.9)
Sleeplessness	1(2.6)	24(10.4)	29(15.8)	54(11.9)
Facial flushing	0(0.0)	22( 9.5)	29(15.8)	51(11.3)
Sore throat	0(0.0)	19( 8.2)	21(11.5)	46(10.2)
Abdominal pain	0(0.0)	9( 3.9)	10( 5.5)	19( 4.2)
Salivation	1(2.6)	5( 2.2)	12( 6.6)	18( 4.0)
Pallor face	0(0.0)	5( 2.2)	12( 6.6)	17( 3.8)
Numbness limbs	0(0.0)	22( 9.5)	24(13.1)	46(10.2)
Muscle cramp	0(0.0)	25(10.8)	27(14.8)	52(11.5)



수농민에서 중독증상 호소가 많았으며, 피로, 두통, 어지러움, 과도한 땀 분비, 평소보다 더 졸림, 눈 충혈, 불면, 얼굴에 열감, 얼굴 창백, 사지 감각 저하, 근육 경직에서 축산 및 밭농민보다 증상호소가 많았다(표 5).

농약중독증상을 정도에 따라 중독의심 증상으로 누동, 어지러움, 피로, 불면증, 평소 보다 더 졸림으로 하였으며, 경증증상으로 눈 충혈, 얼굴에 열기, 구여질, 목과 입안 마름, 과도한 땀 분비, 복통, 피부 가려움, 입안에 침이 많이 남, 목 통증, 팔다리 저림으로 하였으며, 중등도 이상으로 시야 흐림, 얼굴 창백, 손발 감각 둔화, 근육 경련으로 분류하였다. 중독의심 이상을 호소한 경우는 축산농민 20.5%, 밭농민 55.3%, 과수농민 67.2%로 전체 55.5%가 농약 중독 증상 하나 이상을 호소하였으며, 재배작물에 따라 차이가 있었다( $p<0.001$ ). 증상에 따라 의증, 경증, 중등도 이상으로 분류하였을 때 중등도 이상의 증상을 호소하는 경우가 축산농민은 7.7%, 밭작물군에서 23.7%인데 비하여 과수재배군에서 36.1%로 높게 나타났다(표 6).

##### 5) 보호구 착용 여부

평소 농약 살포시 보호구를 착용하는 경우는 56.6%이었으며 작물별로는 과수농민이 73.6%, 밭농민이 46.3%, 축산농민이 34.2%로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.001$ ). 착

용하는 보호구는 마스크가 64.1%, 모자 58.7%, 장갑 49.6%, 장화 46.3%, 방제복 상의 40.3%, 방제복 하의 37.7% 순이었으며 모두 과수농민에서 보호구 착용률이 높았다( $p<0.001$ ). 보안경 및 토시는 각각 7.8%, 6.3%만이 착용하였다(표 7).

##### 6) 신경정신증상 호소율

신경정신증상은 16개 문항(Q-16)의 설문을 이용하여 평소에 나타나는 증상을 조사하였다. '전에 비해 쉬 피로해진다'가 71.4%, '전에 보다 기억력이 나빠졌다'가 72.9%로 내군 모두 높은 호소율을 나타냈다. 그 밖에 '집중력이 전 보다 떨어졌다'와 '기억하기 위해 적어 두어야 한다'가 각각, 59.7%, 53.2%로 50% 이상의 높은 호소율을 보였다. 반면 '특별한 이유 없이 잘 흥분한다'와 '특별한 이유 없이 자주 우울증을 느낀다', '다추를 채우거나 풀기 어렵다'가 20% 이하의 낮은 호소율을 보였다. 작물재배군이 비노출군보다 통계적으로 유의하게 호소율이 높은 증상은 '땀이 전 보다 많이 난다', '손발이 저리거나 찌릿찌릿하다', '때때로 가슴이 누르는 듯 답답하다', '특별한 이유 없이 잘 흥분 한다', '신문이나 잡지를 읽어도 무슨 뜻인지 잘 이해하지 못 한다', '전에 비해 성적 욕구가 떨어졌다'이었다( $p<0.05$ )(표 8).

신경정신증상의 평균 점수는 남자 5.35점, 여

Table 6. Classification of intoxication by symptom severity

Unit : N (%)

Classification	Husbandry	Dry field	Orchard	Total
Normal*	31 (79.5)	98 (44.7)	40 (32.8)	169 (44.5)
Intoxication*	8 (20.5)	121 (55.3)	82 (67.2)	211 (55.5)
Suspicious	1 (2.6)	20 (9.1)	12 (9.8)	33 (8.7)
Mild	4 (10.3)	49 (22.4)	26 (21.3)	79 (20.8)
Moderate	3 (7.7)	52 (23.7)	44 (36.1)	99 (26.1)
Total	40(100)	219(100)	122(100)	380(100)

\* :  $p<0.001$  by  $\chi^2$  test.

10 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

Table 7. Wearing of protective equipments while spraying Unit : No (%)

Protective equipments	Husbandry (n=38)	Dry field (n=183)	Orchard (n=174)	Total
Wear***	13(34.2)	82(46.3)	128(73.6)	220(56.6)
Not wear	28(63.6)	95(53.7)	46(26.4)	169(43.4)
Type				
Hat***	10(26.3)	93(50.8)	129(74.1)	232(58.7)
Mask***	14(36.8)	109(59.6)	130(74.7)	253(64.1)
Protective cloth(upper)***	6(15.8)	45(24.6)	108(62.1)	159(40.3)
Protective cloth(lower)***	10(26.3)	52(28.4)	87(50.0)	149(37.7)
Gloves***	9(23.7)	82(44.8)	105(60.3)	196(49.6)
Boots***	8(21.1)	80(43.7)	95(54.6)	183(46.3)
Goggles	1( 2.6)	12( 6.6)	18(10.3)	31( 7.8)
Wristlet	1( 2.6)	12( 6.6)	12( 6.9)	25( 6.3)

\*\*\* : P<0.001 by  $\chi^2$  test

자 7.12점으로 여자에서 유의하게 점수가 높았으며(p<0.001), 재배작물별로 보았을 때 남자에서 과수농민이 6.00점, 밭농민 5.65점, 비노출군 4.59점, 축산농민 4.23점 순이었으며, 유의한 차이가 있었다(p<0.001). 여자에서는 과수농민

8.40점, 밭농민 7.46점, 비노출군 6.22점, 축산농민 5.96점으로 유의한 차이가 있었다(p<0.001). 남녀 각각 사후분석(multiple comparison) 결과 비노출군과 축산농민은 차이가 없었으며, 비노출군 및 축산농민은 모두 밭농민과 과수농

Table 8. Frequency of neurological symptoms in subjects Unit : N (%)

Symptoms	Non exposure (n=85)	Husbandry (n=107)	Dry field (n=191)	Orchard (n=166)	P value*
Abnormally tired	63(74.1)	75(70.1)	126(66.0)	128(77.1)	0.121
Headache (a week)	24(28.2)	24(22.4)	55(28.8)	47(28.3)	0.656
Perspire	33(38.8)	24(22.4)	93(48.7)	85(51.2)	0.001
Painful tingling	27(31.8)	26(24.3)	109(57.1)	73(44.0)	0.001
Palpitation	20(23.5)	23(21.5)	53(27.7)	39(23.5)	0.628
Chest oppression	18(21.2)	22(20.6)	63(33.0)	54(32.5)	0.033
Feel irritated	8( 9.4)	10( 9.3)	37(19.4)	31(18.7)	0.031
Feel depressed	10(11.8)	16(15.0)	41(21.5)	35(21.1)	0.152
Short memory	62(72.9)	72(67.3)	143(74.9)	123(74.1)	0.532
Relatives notice trouble remembering	28(32.9)	27(25.2)	58(30.4)	46(27.7)	0.640
Trouble concentrating	54(63.5)	43(40.2)	114(59.7)	117(70.5)	0.001
Go back & check things	44(51.8)	51(47.7)	94(49.2)	81(48.8)	0.953
Make notes	39(45.9)	55(51.4)	103(53.9)	95(57.2)	0.378
Hard to get the meaning	14(16.5)	14(13.1)	55(28.8)	38(22.9)	0.009
Less interested in sex	30(35.3)	19(17.8)	87(45.5)	81(48.8)	0.001
problems with buttoning†	1( 1.2)	2( 1.9)	10( 5.2)	7( 4.2)	0.274

\* : P value by  $\chi^2$  test, † : p value by Exact test

민과 차이가 있었다. 또한 발농민과 과수농민 간에는 차이가 없었다(표 9).

중추신경독성이 의심되어 보다 정밀한 검사를 의뢰하는 기준인 6개 이상 증상을 호소하는 경우는 남자에서 과수농민이 54.5%, 발농민이 47.6%, 비노출군 33.3%, 축산농민 28.8% 순으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.01$ ). 여자에서는 과수농민이 84.4%, 발농민이 66.7%, 비노출군 61.0%, 축산농민 53.8% 순으로 나타나 남자에 같은 순위로 나타났으나 통계적인 차이는 없었다( $p>0.05$ )(표 10).

7) 신경정신증상 호소와 관련된 요인에 대한 단변량 분석

신경정신증상을 6개 이상 호소한 경우를 종속변수로 하여 단변량 로지스틱회귀분석을 시행하였다. 의미 있게 나타난 요인은 여자에서 신경독성 자각증상의 교차비가 2.5(95% CI

1.72-3.64)배 증가하였고, 초등학교졸업 학력에 비해 고등학교 졸업인 경우가 교차비가 0.57(95% CI 0.36-0.89)배 감소하는 것으로 나타났다. 현재 흡연을 하는 경우에 교차비가 0.64(95% CI 0.45-0.92)배 감소하는 것으로 나타났다. 지난 1년간 농약살포시간에 따른 차이는 없었으나 누적농약노출지표들 4분위도 나누어 보았을 때 25% 미만의 낮은 노출지수군에 비해 75% 이상의 높은 노출지수군에 증상 발생의 교차비가 2.16(95% CI 1.05-4.46)배 있었으며, 과거 농약중독을 경험한 경우에 교차비가 1.5(95% CI 1.00-2.25)배 높게 나타났다. 지난 3개월 동안 농약살포시에 농약중독증상을 경험한 경우 증상의 정도에 따라 정도 중독군이 2.43(95% CI 1.35-4.39)배, 중등도 중독군이 4.89(95% CI 2.71-8.83)배 높게 나타났다. 그 외 요인은 자각증상발생에 차이가 없었다(표 11).

Table 9. Mean score of neurologic symptoms

Unit : mean (±s.d.)

Variable		Non exposure	Husbandry	Dry field	Orchard	Total
Male**	Number	39	80	105	134	358
	Mean	4.59(±2.19)	4.23(±2.70)	5.65(±3.05)	6.00(±2.90)	5.35(±2.92)
Female*	Number	41	26	78	32	177
	Mean	6.22(±3.00)	5.96(±3.26)	7.46(±3.25)	8.40(±2.94)	7.12(±3.23)

\* :  $p<0.01$ , \*\* :  $p<0.001$  by ANOVA

Table 10. Frequency of answers "yes" to six or more symptoms<sup>1)</sup>

Unit : N (%)

Variable		Non exposure	Husbandry	Dry field	Orchard	Total
Male*	Number	39	80	105	134	358
	Frequency	13(33.3)	23(28.8)	50(47.6)	73(54.5)	159(44.4)
Female	Number	41	26	78	32	177
	Frequency	25(61.0)	14(53.8)	52(66.7)	27(84.4)	118(66.7)

\* :  $p<0.01$  by  $\chi^2$  test.

<sup>1)</sup> Answers "yes" to six or more of these questions, referral for more in-depth evaluation may be indicated.

12 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

8) 신경정신증상 호소와 관련된 요인에 대한 다변량 분석

신경독성 자각증상을 6개 이상 호소한 경우를 종속변수로 하여 혼란변수인 연령, 성, 학력, 흡연, 음주를 보정한 상태에서 농약노출과 관련된 변수들이 신경독성 자각증상 발생에 영향을 미치는 지 알아보기 위해 관련 변수 각각에 대한 다변량 분석을 시행하였다(표 15), 과수농민이 신경독성 자각증상이 발생할 교차비가 3.08배(95% CI 1.50-6.30) 높았고, 축산, 밭작물, 과수농민으로 갈수록 위험도가 증

가하는 경향을 보였다(p for trend = 0.001). 농사기간이 10년 미만군에 비해 20년군이 2.15배(95% CI 1.04-4.45)로 증상발생 교차비가 유의하게 높았으며, 30년 군이 2.37배(95% CI 0.95-5.91)로 증가하였으나 경계역의 유의성의 보였다(p=0.065). 지난 1년간 농약살포시간에 따라 증상발생에 차이는 없었으나 누적농약노출지수(CEI)를 4분위로 나누어 보았을 때 25% 미만의 낮은 노출군에 비해 75%이상의 높은 노출군이 교차비가 2.75배(95% CI 1.12-6.78)이었으며, 누적노출지수가 증가할수록 증

Table 11. Factors related to the neurological symptoms (univariate analysis)

Variable	Category	OR(95% CI)
Age		1.02(0.99-1.03)
Sex	Male vs Female	2.50(1.72-3.64)
Education level (school)	Elementary vs Junior high	0.64(0.39-1.06)
	vs High	0.57(0.36-0.89)
	vs College	0.61(0.34-1.09)
Current smoking	No vs Yes	0.64(0.45-0.92)
Current drinking	No vs Yes	1.24(0.86-1.80)
Cultivation type	Non exposure vs Husbandry	0.56(0.32-1.01)
	vs Dry field	1.36(0.82-2.27)
	vs Orchard	1.55(0.92-2.63)
Farming career (years)	≤ 9 vs 10-19	1.70(0.90-3.21)
	vs 20-29	1.71(0.92-3.17)
	vs 30-39	1.81(0.89-3.66)
	vs 40 ≤	1.19(0.61-2.34)
Spraying time in past 1 year(hour) <sup>1)</sup>	< Q1 vs ≥ Q1 and < Q2	1.03(0.53-1.99)
	vs ≥ Q2 and < Q3	1.09(0.55-2.14)
	vs ≥ Q3	1.30(0.68-2.49)
CEI <sup>1)</sup>	< Q1 vs ≥ Q1 and < Q2	0.94(0.47-1.88)
	vs ≥ Q2 and < Q3	1.30(0.65-2.62)
	vs ≥ Q3	2.16(1.05-4.46)
Experience of pesticide intoxication	No vs Yes	1.50(1.00-2.25)
Current pesticide intoxication level	Normal vs Suspicious	1.59(0.72-3.48)
	vs Mild	2.43(1.35-4.39)
	vs Moderate	4.89(2.71-8.83)
Wearing PPE <sup>1)</sup>	No vs Yes	0.95(0.62-1.46)

CEI<sup>1)</sup> : Cumulative exposure index

PPE<sup>1)</sup> : Personal protective equipment

<sup>1)</sup> Divided into four levels by quartiles(Q1, Q2, Q3)

Table 12. Factors related to the neurological symptoms(Q-16≥6)

Variable	Category	OR(95% CI)*	P value	P for trend
Cultivation type	Non exposure vs Husbandry	1.10(0.53- 2.28)	0.085	
	vs Dry field	1.98(0.98- 3.99)	0.056	0.001
	vs Orchard	3.08(1.50- 6.30)	0.002	
Farming career (ycars)	≤ 9 vs 10 - 19	1.49(0.73- 3.03)	0.276	0.193
	vs 20 - 29	2.15(1.04- 4.45)	0.040	
	vs 30 - 39	2.37(0.95- 5.91)	0.065	
	vs ≤ 40	1.33(0.47- 3.82)	0.591	
Spraying time in past 1 year (hour) <sup>1)</sup>	< Q1 vs ≥ Q1 and <Q2	1.15(0.53- 2.50)	0.720	0.275
	vs ≥ Q2 and <Q3	1.44(0.65- 3.20)	0.364	
	vs ≥ Q3	1.46(0.68- 3.12)	0.330	
CEI <sup>1)</sup>	< Q1 vs ≥ Q1 and <Q2	1.07(0.48- 2.38)	0.865	0.018
	vs ≥ Q2 and <Q3	1.64(0.72- 3.76)	0.240	
	vs ≥ Q3	2.75(1.12- 6.78)	0.028	
Experience of intoxication	No vs Yes	1.97(1.21- 3.20)	0.006	
Current pesticide intoxication level	Normal vs Suspicious	1.87(0.73- 4.74)	0.192	0.001
	vs Mild	3.03(1.47- 6.22)	0.003	
	vs Moderate	6.34(3.03-13.25)	0.000	
Wearing PPE <sup>1)</sup>	No vs Yes	1.61(0.94- 2.76)	0.994	

\*: Adjusted for age, sex, education, smoking and alcohol drinking.

CEI<sup>1)</sup>: Cumulative exposure index.

PPE<sup>1)</sup>: Personal protective equipment.

1) Divided into four levels by quartiles(Q1, Q2, Q3)

상발생의 교차비가 증가하는 것으로 나타났다(p for trend = 0.018). 과거 농약중독을 경험한 경우에 교차비가 1.97배(95% CI 1.21-3.20) 높았으며, 지난 3개월 동안 농약살포 후에 농약중독증상을 경험한 경우 정상군에 비해 경증군이 3.03배(95% CI 1.47-6.22), 중등도군이 6.34배(95% CI 3.03-13.25)이있으며, 중독이 심한 군으로 분류되는 경우 증상 발생 교차비가 높아지는 것으로 나타났다(p for trend = 0.001). 보호구 착용 유무에 따라서는 차이가 없었다.

### 고 찰

사용하는 농약이 다양하고, 살포방법이 작물에 따라 차이가 있으며, 기존의 노출자료가 없

는 상태에서 농약 노출에 대한 정량화는 어렵다[31]. 이러한 어려움으로 인해 여러 연구[32, 33]들이 누적노출의 대리변수로 근무기간(농사기간), 경작면적 또는 농약 사용빈도 등을 사용하였으나, 이러한 지수는 농약 노출의 강도를 나타낼 수 없어 비차별적 오분류(non-differential misclassification)의 가능성이 있으며, 노출의 영향을 과소평가하게 된다[34]. 이 연구에서는 지표농약을 이용하여 다른 농약의 노출평가에 적용하는 일반화 과정(generic approach)을 이용하여[35] 누적노출지수를 추정하였다. 지표 물질을 이용하여 노출을 추정하는 방법은 노출자료가 없으며, 사용하는 유기용제(페인트)의 종류가 다양하고, 다양한 작업형태로 인해 농약의 노출 조건과 비슷할 수 있는 건설업 페인트공에서 사용된 바 있으며

#### 14 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

[36], Verberk 등[37]은 dithiocarbamates를 지표농약으로 하여 다양한 농약의 노출 추정에 사용하였다. 피부노출된 화학물질이 체내에 흡입되는 양은 3가지 요인에 의해 좌우된다. 첫 번째 요인은 피부외부의 의복에 침착된 노출량으로 이것을 잠재적 노출(potential exposure)로 정의된다. 두 번째 요인은 의복과 보호의에 의해 피부 접촉이 보호되는 정도이다. 보호되지 않은 피부 노출을 실제적 노출(actual exposure)로 정의하며, 보호되는 정도가 세토인 경우 잠재적 노출과 실제적 노출이 같게 된다. 세 번째 요인은 피부와 호흡기를 통한 체내 흡수 속도이다[31]. 피부 흡수 속도는 다양한 요인에 의해 좌우되나 주요하게는 농약제제의 특성, 작업과정, 살포기기가 잠재적 노출을 변화시키는 가장 중요한 물리적 요인으로 받아들여지고 있다[35, 39]. 이 연구에서는 중요한 물리적 요인 중 살포기와 과수 및 밭작물의 작업과정을 고려하여 측정된 노출값을 이용하였다[30]. 노출에 영향을 줄 수 있는 보호구 착용에 대해서는 설문에 의해 조사가 되었으나 가정에서 쓰는 면장갑 및 면마스크와 실제적으로 효과가 있는 보호구(보호의, 보호장갑 및 호흡용 보호구)를 따로 구분하여 조사를 하지 못했고, 어느 정도 보호효과가 있는지 기존 자료를 통해 알 수가 없어 보호구에 의한 영향은 없는 것으로 간주하였다. 또한 회석과정을 비롯된 농약 취급과정에서의 노출은 같다고 가정하였다. 이러한 방법상의 의한 제한점은 추후 다양한 노출 자료를 통해 보완되어야 될 것으로 생각된다.

국내에서 농사기간 외에 누적노출을 추정하기 위한 대리 지표를 사용한 보고를 보면 이경무 등[39]은 지난 1년간의 농약살포일과 농약살포년수를 노출지표로 하여 농약중독증상과의 관련성을 보았으며, 설재웅 등[17]도 일년 동안 농약 살포 횟수와 농약살포년수를 이용하였으며, 이원진 등[40]은 각 재배작물별로 논농사 1, 밭농사, 고추농사, 과수원, 담배농사

를 2, 비닐하우스 농사 3으로 위험 가중치를 주어 각 재배면적에 곱해서 노출성도를 평가하였다. Brouwer 등[31]은 누적 노출지수를 산정하기 위해 농약살포기기에 따라 살포년수, 농약 혼합 및 회석과정 방법, 경작면적, 기존 연구를 통해 보고된 노출자료(기하평균)를 이용하여 구하였다. 이 연구에서 누적노출지수는 지난 1년간 농약살포 횟수와 1회 살포시 평균 시간, 농약살포기 사용년수를 기본으로 하여 살포기기 종류에 따른 호흡기 및 피부의 잠재적 노출량을 측정하여 피부노출량의 기하평균 값을 대표값으로 하여 계산하였다. 신경독성자각증상과의 단변량분석에서 농사기간에 따른 차이는 없었으나 누적노출지수가 75% 이상 높은 군에서 유의하게 증상 호소율이 높았고 혼란변수를 보정한 상태에서도 농사기간보다 교차비가 더 높게 나타났으며, 경향분석에서도 유의하게 양-반응관계가 나타나 농약살포기기별로 노출 가중치를 적용하는 것이 더 적합한 지수임을 알 수 있었다. 그러나 이 연구에서 사용한 누적노출지수는 현재 농약살포 정도를 과거에도 동일하다는 가정 하에 계산되어 과거로부터 현재까지의 농약에 대한 노출을 정확히 반영한 것으로 볼 수 없으며, 현재 농약살포가 많은 경우 과대 추정될 수 있다는 제한점을 가진다. 이러한 제한점을 극복하기 위해서는 과거 노출을 추정할 수 있는 방법의 개발 및 주기적으로 농약살포 관련 변수 조사가 실시되어야 할 것으로 생각된다.

연구 대상자의 연령은 밭농민의 경우 53.4세였으며, 과수농민 48.9세, 축산농민 44.8세로 연령별로 차이가 있었다. 농사경력도 밭농민 24.5년, 과수농민 22.4년, 축산농민 15.1년으로 연령과 같은 순서이었다. 최근 농촌지역을 대상으로 농약중독을 조사한 보고를 보면 임경순[41], 이경무 등[39]의 연구에서는 50대가 각각 34%, 36.7%로 제일 많았으며, 박성균 등[42]은 한 지역에 거주하는 전수조사를 통해 60대가 30.8%로 제일 많았다고 보고하였다. 이

연구에서도 전통적인 발작물의 경우 유사한 연령과 농사기간을 보여주고 있으나, 과수농민과 축산농민의 경우 연령과 농사기간이 짧게 나타났다.

국내의 주 작물별 농가 분포를 보면 2000년 현재 벼농사 787,451농가(56.9%), 발작물 338,312농가(24.4%), 과수재배 143,362농가(10.4%), 축산 72,173농가(5.2%), 기타 42,170농가(3.0%)로 분포되어 있으며, 벼농사가 과반수 이상을 차지하고 있으나 과수 및 발작물의 경우 증가추세에 있다[3]. 통계청 농가 경제조사[43]의 자료를 이용하여 주 재배작물별로 농약의 사용정도를 간접적으로 추정할 수 있다. 이 자료에 의하면 2001년 현재 국내 농가에서 1년 동안 농약 구입비용은 과수농민이 172.3만원으로 가장 많으며, 발작물 94.7만원, 벼농사 61.8만원, 축산 47.8만원으로 나타나, 과수농민이 농약 구입비용이 가장 많은 것을 알 수 있다. 이러한 순위는 이 연구에서 지난 1년간의 농약살포시간과 누적노출지수를 이용하여 과수농민을 농약 고노출군, 발농민을 중간노출군, 축산농민을 저노출군으로 분류하여 분석한 것과 같은 순위로 나타나 이 연구의 분류가 타당함을 알 수 있었다.

유기인제 농약은 중추신경독성을 일으키는 대표적 농약으로 잘 알려져 있으며, 여러 연구들이 유기인제 농약에 노출된 농민에서 신경독성의 영향을 보고하고 있다[5, 12, 13, 14]. 유기인제 농약은 현재 전 세계적으로 가장 많이 쓰는 농약이며, 중독 증상을 일으키는 원인 농약 제 1순위로 보고 되고 있다[44]. 국내에서도 오래전부터 다양한 농작물의 농약살포에 유기인제 농약을 가장 많이 사용하였으며[22, 40], 중독증상을 일으키는 가장 높은 빈도의 농약으로 보고 된 바 있다[39]. 기존의 살충제 농약조사의 경우 농약을 종류를 알 수 없는 경우가 50% 이상이며[42], '살충제', '살균제', '도열병약' 등과 같이 구체적인 농약명을 기재하지 않은 경우가 많아[39] 정확한 조사가

어렵고, 유기인제 농약은 다양한 농작물에 살포되므로 정량화가 힘들 것으로 판단되어 이 연구에서는 유기인제 농약에 대한 조사를 따로 실시하지 않았다.

이 연구에서 조사된 농약 살포 횟수는 승용식 살포기의 경우 1년 동안 평균 17.5회, 1회 평균 살포시간은 3.3시간이었으며, 수동식 살포기의 경우 연간 13.2회 살포하며, 평균 살포시간은 3.7시간으로 조사되었다. 이원신 등[40]은 연간 14회의 농약살포를 하며, 1회 살포시간은 4.2시간으로 보고하여 이 연구와 유사하게 나타났다.

과거 농약중독을 경험한 경우는 39.9%로 나타났다는데 이는 보건복지부[22]의 조사결과인 31.4%, 박성균 등[42]이 보고한 33.3% 보다는 약간 높게 나타났다. 지난 3개월 동안 농약살포시 급성 중독 증상경험은 기존의 연구[22, 39, 41, 42]와 경험하는 증상의 순위는 대체로 비슷하게 나타나 피로감, 두통, 어지러움 순이었으나, 중독증상 경험률에 있어서는 조사년도 및 시기, 조사기관, 조사 대상자, 조사방법 등에 따라 차이가 있었다. 이 연구에서는 유기인제 중독 증상의 분류[23]와 기존의 연구[22]에 의한 증상분류를 기초로 하여 농약중독을 정도에 따라 중독의심, 경증, 중등도 중독의 3단계로 분류하였다. 분석결과는 중독의심 8.7%, 경증 20.8%, 중증 26.1%로 전체 55.5%가 농약 중독 증상을 경험한 것으로 나타났다. 비슷한 방법으로 분류한 보건복지부 연구결과는 중독의심 21.8%, 경증 18.8%, 중등도 2.0%로 전체 42.6%가 중독증상을 경험한 것으로 보고하여 중등도 중독의 비율에서 이 연구와 차이가 있었다. 보건복지부 결과에서 유사한 경험률로 나타난 증상은 '현기증' 18.7%, '구역질' 14.9%, '복통' 3.5%이었으며, 이 연구에서 높게 나타난 증상은 경증에서 '팔다리 저림' 17%, '과도한 땀 분비' 15.8%이었고, 중등도 중독에서 높게 나타난 증상은 '근육경련' 11.5%, '얼굴 창백' 3.8%, '손발

## 16 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

감각둔화' 10.2%로 나타났다. 이 연구에서 중등도 중독의 비율이 높은 것은 농약노출이 상대적으로 많은 과수농민에서 경증 및 중등도 중독 이상의 증상 호소가 많았기 때문으로 생각된다. 인도네시아에서 우리나라와 같은 자업농을 연구 대상으로 농약살포기의 급성 증상을 조사한 결과[18]와 비교하면, '어지러움' 20.8%, '잠들기 힘들' 16.8%, '시야흐림' 15.5%, '얼굴에 열감' 13.9%, '복통' 3.1%, '얼굴 창백' 2.9% 등은 이 연구결과와 유사했으나, '피로감' 60.2%, '과도한 침분비' 13.1%로 이 연구보다 많았고 반면, '두통', '과도한 땀 분비' 등은 이 연구에서 경험율이 높았다. 전체적으로 유사한 증상호소를 나타냈다. 미국의 직업적으로 농약을 살포하는 농업근로자를 대상으로 농약살포기의 증상조사결과[19]와 비교하였을 때 '피로감', '어지러움', '시야흐림', '과도한 땀 분비', '사지 저림' 이 증상경험은 이 연구에서 더 높게 나타났으며, '두통', '잠들기 힘들다'는 증상만이 직업적 농약 살포자에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 우리 농민들의 농약살포시 중독증상 경험률이 다른 나라와 비교할 때 작은 것이 아니며, 우리나라 농민의 대부분이 자업농으로 스스로 농약살포를 하기 때문에 농약 노출되는 대상자가 많아 공중보건학적으로 더욱 중요한 문제로 대두된다.

농약 살포시 보호구 착용 및 안전수칙 준수 사항에 대해서는 전체의 43.4%가 잘 착용하지 않는 것으로 조사되었으며, 농약 노출이 많은 과수농민이 오히려 보호구 착용률이 높게 나타났다. 과수군에서 보호구 착용률이 높게 나타난 것은 이경무 등[39]의 연구와 같은 결과이며, 오히려 농약노출이 많기 때문에 보호구 착용률이 높아 졌을 것으로 생각된다. 보호구 착용 정도와 농약중독증상 경험 및 신경독성 증상과는 어떠한 관련성도 나타나지 않았다. 이러한 결과는 기존의 연구와 같은 결과인데 [30, 42], 원인으로 농약노출을 제대로 방어하

지 못하는 보호구, 예를 들면 면 마스크를 착용하였거나, 작업상의 편의를 위해 보호구를 제대로 착용하지 않는 것이 원인으로 제시되고 있다[41].

이 연구에서는 농약에 의한 중추신경독성 자각증상을 알아보기 위해 스웨덴에서 개발된 Scandinavian Q-16[24] 신경독성 자각증상 설문문을 이용하였다. Q-16설문지는 유기용제 노출에 의한 중추신경변화들 조기에 진단하기 위해 개발된 16문항의 설문으로 외국에서는 타당도와 신뢰도가 검증되었으며, 유기용제, 납, 중금속, 농약 등 다양한 신경독성물질에 사용되었다[13, 26, 27, 28]. 그러나 한국어로 번역된 설문지는 국내에서 타당도 및 신뢰도는 검증되지 않은 제한점을 가지고 있다. 결과를 보면 농약노출이 많은 과수군에서 신경독성 자각증상의 호소가 많았으며, 비노출군과 비교하여 차이가 있는 증상은 '땀이 전보다 많이 난다', 손 '발이 저리거나 찌릿찌릿하다', '가슴이 누르는 듯 답답하다', '특별한 이유 없이 잘 흥분한다', '집중력이 전보다 떨어졌다', '신문이나 잡지를 읽어도 뜻을 이해하지 못한다', '전에 보다 성적 욕구가 떨어졌다'의 항목이었다. 이러한 항목은 농약 중독, 특히 유기인제 중독에 의한 중추신경독성에 의해 발생 가능한 증상으로 Blain[45]은 유기인제 농약에 노출된 농약 제조업의 근로자에서 불안증, 우울증, 과도한 흥분, 기억력 및 집중력 장애, 의식 흐림 등의 증상이 나타난다고 하였다. 국내에서는 사공순 등[46]이 유기용제 노출군을 대상으로 Q-16 설문을 이용하여 조사하였으나 유기용제 노출기간이 평균 6년으로 짧고, 평균 33세의 젊은 연령을 대상으로 조사되어 대조군과 비교하여 유의한 차이를 관찰할 수 없었다. 외국의 경우 급성 농약중독으로 치료를 받고 난 2년 후에 Q-16설문조사를 시행한 결과 농약중독을 경험한 경우에 중증상 점수가 72점으로 대조군의 47점보다 유의하게 높음을 보고하였다[13]. 신경정신 증상



호소율과 평균 점수는 축산농민보다 비노출군이 높게 나타났다. 성별로 층화하여 보았을 때 남녀 모두 축산 농민과 통계적인 차이가 없었다. 오히려 여성에서 전체적으로 신경증상 호소율 및 평균 점수가 높았으며, 남성과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보여 남녀 구별 없이 통합하여 증상 호소율을 보았을 때 비노출군에서 여성의 분포가 많아 비노출군이 높게 나타난 것으로 판단된다.

신경독성 자각증상 호소에 관련된 요인을 알아보기 위해 6개 이상 증상을 호소하는 경우를 종속변수로 하여 단변량 로지스틱 회귀 분석을 시행한 결과 여자, 누적 농약노출지수가 높은 군, 과거 농약중독을 경험하거나 현재 농약중독 증상을 경험한 경우 증상발생의 교차비가 높았으며, 초등학교졸업 학력에 비해 고등학교졸업자, 현재 흡연자에서 교차비가 유의하게 낮았다. 혼란변수인 연령, 학력, 성, 흡연, 음주를 보정한 상태에서 다변량 회귀분석 결과 대조군에 비해 과수군에서, 농사경력이 20년군과 30년군에서, 농약노출지수가 75% 이상 높은 군에서, 과거 및 현재 농약중독군에서 신경독성 증상의 교차비가 유의하게 높게 나타났다. 지난 1년간의 농약살포시간은 차이가 없었으나 만성 농약노출을 의미하는 농사기간이나 누적노출지수가 증가할수록 통계적으로 유의하게 증상발생의 교차비가 높았고 과거 농약중독이 관련성이 있게 나타나 만성적인 농약노출에 의해 중추신경독성이 발생되었을 가능성을 시사한다. Wesseling 등[48]은 과거 유기인제와 카바메이트계 농약에 의해 정도의 중독을 경험한 농부와 농약중독을 경험하지 않은 농부를 비교하여 농약중독을 경험한 경우에 신경행동학적 변화가 유의하게 차이가 있었으며, 이러한 효과가 중독 후 일정한 시간이 지나도 계속 지속되는 것으로 보고하였다. 또한 정도의 농약중독을 경험한 경우 반복적 농약 노출에 의해 신경행동학 영향에 취약할 수 있다고 하여 만성 영향이 있음을

보고하였다. 최근 3개월간 농약중독 증상을 경험한 경우에 위험도가 다른 요인보다 높게 나타난 것은 농약 중독증상과 Q-16설문의 내용의 일부가 유사한 항목으로 구성되어 있고, 자기기입식 설문의 한계로 최근 3개월 이전의 과거 중독증상까지 같이 포함하여 응답[39]하여 위험도가 더욱 높아진 것으로 생각된다.

이 연구의 제한점으로 첫째는 연구대상자의 선정에 선택적 편견이 개입될 수 있다는 것이다. 조사지역이 대부분 경기도 및 충청지역에 집중되어 있었고, 설문조사시 농약 중독 조사라는 것이 알려져 있어 농약 중독을 경험한 적이 있거나 농약중독을 걱정하는 경우 참여가 높아 상대적으로 과대평가 되었을 가능성이 있다. 둘째는 누적노출지수 추정할 때 다양한 농약노출 경로를 파악하여야 하나 농약 살포과정에서의 노출만을 근거로 하였으며, 과거 노출을 추정하지 못하여 오분류의 가능성이 존재한다. 셋째는 신경정신증상설문(Q-16)은 국내에서 유기용제 노출 근로자에게 사용된 경우가 있으나[46], 신뢰도 및 타당도 검사는 수행되지 않았다. 추후 신뢰도 검사가 필요할 것으로 생각된다.

이러한 제한점에도 불구하고 이 연구는 실제 농약노출 자료를 통해 누적노출지수를 산정하였으며, 주 재배작물 중심으로 접근하여 재배작물별 농약노출 특성 및 농작업 특성을 파악할 수 있었다. 또한 국내에서 최초로 신경독성에 대한 증상조사를 실시하였으며, 만성노출에 의한 신경계 영향의 가능성을 보고한 것에 의의가 있다.

## 요 약

이 연구는 농약의 노출에 의해 중추신경 증상이 발생할 수 있으며, 장기간의 농약노출로 인해 중추신경계 영향이 있을 것이라는 가설을 검정하기 위해 농약 누적노출을 추정하였으며, 농약 노출 관련 요인에 따라 신경독성

## 18 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

증상 호소의 차이를 보았다. 연구결과는 다음과 같다.

지난 1년 동안 농약살포시간은 과수농민 69.6시간, 밭농민 41.1시간, 축산농업인 25.8시간으로 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 누적노출지수는 과수농민 1195 g, 밭농민 63.9 g, 축산농업인 23.7 g으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.01$ ). 누적노출지수에 의해 분류하면, 과수농민은 고노출군, 밭농민은 중간노출군, 축산농민은 저노출군에 해당하였다.

과거 농약중독 경험률은 과수농민 49.7%, 밭농민 35.1%, 축산농민 23.8%로 통계적으로 유의한 차이가 있었으며( $p<0.01$ ), 지난 3개월 동안 농약중독 증상 경험률은 과수농민 67.2%, 밭농민 55.3%, 축산농민 20.5% 순으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.001$ ).

신경독성 자각증상의 총점과 6개 이상 증상을 호소하는 경우는 대조군 및 축산농민에 비해 밭농민 및 과수농민에서 유의하게 증가하였다( $p<0.001$ ). 연령, 교육수준, 성, 흡연, 음주를 보정한 상태에서도 6개 이상 신경독성 증상 발생의 교차비는 비노출군에 비해 과수농민이 3.08(95% CI 1.50-6.30)배, 누적노출지수가 75%이상 높은 군이 2.75(95% CI 1.12-6.78)배, 과거 농약중독 경험이 있는 경우 1.97(95% CI 1.21-3.20)배, 현재 농약중독증상을 경험한 경우 정상군에 비해 경도 중독군 3.03(95% CI 1.47-6.22)배, 중등도 중독군이 6.34(95% CI 3.03-13.25)배 높게 나타났다.

이상의 결과로 볼 때, 신경독성증상의 발생에 일관되게 농약노출과 관련된 요인이 유의하게 나타나고, 농약노출이 높은 것으로 평가된 과수농민에서 중추신경계 증상 호소가 유의하게 높게 나타나 만성 농약노출에 의해 중추신경계 영향이 발생할 가능성이 제기된다.

## 참고문헌

1. Aspelin AL, Grube AH. Pesticides industry sales and usage, 1996 and 1997 market estimates. Washington DC: US Environmental Protection Agency; 1999
2. 농약공업협회. 2000농약연보. 2001
3. 농림부. 농림업 주요 통계. 농림부; 2001 .World Wide Web[<http://www.maf.go.kr/>]. 2002년 11월 15일 접속
4. World Health Organization. Public Health impact of Pesticide Used in Agriculture. Geneva: WHO, 1990
5. Wesseling C, McConnell R, Partanen T, Hogstedt C. Pesticide use in developing countries: Occupational health impact and research needs. *Int J Health Services* 1997; 27: 273-308
6. He F. Occupational neurotoxic disease in developing countries. In: Costa LG; Manzo L(eds). Occupational neurotoxicology. Boca Raton, USA: C.R.C. Press; 1998, (pp. 259-69)
7. John ED. Neurotoxic Concerns of Human Pesticide Exposures. *Am J Ind Med* 1990; 18: 327-31
8. Shelia HZ, Mary HW, Aron B. Pesticides and cancer. *Occupational medicine: State of the Art Reviews* 1997; 12(2): 269-89
9. Matthew K, Roderick KM. Chronic neurologic effects of pesticide overexposure. *Occupational medicine: State of the Art Reviews* 1997; 12(2): 291-304
10. Maizlish N, Schenker M, Weisskopf C, Seiber J, Samuels S. A behavioral evaluation of pest control workers with short-term, low level exposure to the organophosphate diazinon. *Am J Ind Med* 1987; 12: 153-172
11. Rodnitzky RL, Levin HS, Mick DL.

- Occupational exposure to organophosphate pesticides. A neurobehavioural study. *Arch Environ Health* 1975; 30: 98-103
12. Savage EP, Keefe TJ, Mounce LM, Lewis JA, Heaton RK, Parks LH. Chronic neurologic sequelae of acute organophosphate pesticide poisoning. *Archives Environ Health* 1988; 43(1): 38-45
  13. Rosenstock L, Keifer M, Daniell W, McConnell R, Claypoole K. The pesticide health effects study group. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. *Lancet* 1991; 338: 223-227
  14. Steenland K, Jenkins B, Ames R, O'Mallery M, Chrislip D, Russo J. Chronic neurologic sequelae to organophosphate pesticide poisoning. *Am J Public Health* 1994; 84: 5
  15. Stephens R, Spugeon A, Calvert IA, Beach J, Levy LS, Berry H, Harrington JM. Neuropsychological effects of long-term exposure to organophosphates in sheep dip. *Lancet* 1995; 345: 1135-1139
  16. Lee WJ, Choi JY, Lee KS. Conduction velocity among farmers exposed to pesticides. *Korean J Rural Med* 1999; 24(1): 1-11(Korea)
  17. Sull JY, Lee SY, Son TY, Ji SH, Nam JM, Oh HC. Pesticides and Cancer Incidence: The Kangwha Cohort study. *Korean J Prev Med* 2002; 35(1): 24-32 (Korea)
  18. Kishi M, Hirschhorn N, Djajadisastra M, Satterlee LN, Strowman S, Dilts. Relationship of pesticide spraying to sings and symptoms in Indonesian farmers. *Scand J Work Environ Health* 1995; 21: 124-23
  19. Stokes L, Stark A, Marshall E, Narang A. Neurotoxicity among pesticide applicators exposed to organophosphates. *Occ Env Med* 1995; 52: 648-53
  20. Gomes J, Lloyd O, Revitt MD, Basha M. Morbidity among farm workers in a desert country in relation to long-term exposure to pesticides. *Scand J Work Environ Health* 1998; 24(3): 213-19
  21. London L, Nell V, Thompson ML, Myers J. Effects of long-term organophosphate exposure on neurological symptoms, vibratiion sense and tremor among South Africa farm workers. *Scand J Work Environ Health*. 1998; 24(1): 18-29
  22. 보건복지부. 농약사용으로 인한 농촌주민들의 인체 중독 실태 보고서. 연세의대예방의학교실; 1990
  23. 예방의학과 공중보건 편집위원회. 예방의학과 공중보건. 계축문화사; 2001, (312-314쪽)
  24. Hogstedt C, Andeson K, Hane M. A questionnaire approach to the monitoring of early disturbance in cnetral nervous functions, in Aibio A, Riihimaki V, Vainio H (eds). Biological monitoring and surveillance of workers exposed to chemicals. Whasinton: Hemisphere Publishing Co: 1984
  25. 한국산업안전공단. 특수건강진단체도 개선에 따른 실무지침 연구개발-화학적 인자부문. 최종보고서. 한국산업안전공단; 1998
  26. Sjogren B, Gustavsson P, Hogstedt C. Neuropsychiatric symptoms among welders exposed to neurotoxic metals. *Br J Ind Med* 1990; 47: 704-707

20 농약 노출과 중추신경 증상과의 관련성

27. Amador R, Lundberg I, Escalona E. Development of a questionnaire in Spanish on neurotoxic symptoms. *Am J Ind Med* 1995; 28: 505-520
28. Bolla K, Schwartz B, Stewart W, Rignani J, Agnew J, Ford P. Comparison of neurobehavioral function in workers exposed to an mixture of organic and inorganic lead and in workers exposed to solvents. *Am J Ind Med* 1995; 27: 231- 47
29. Cherry N, Hutchins H, Pace T, Waldron HA. Neurobehavioural effects of repeated occupational exposure to toluene and paint solvents. *Br J Ind Med* 1985; 47: 291-300
30. Kang TS, Kim GJ, Choi IJ, Kwon YJ, Kim KR, Lee KS. Exposure assessment of Korean farmers while applying chlorpyrifos and chlorothalonil on pear and red pepper. *Korean J Rural Med* 2004; 29(2)(Korea) (in press).
31. Brouwer DH, Brouwer EJ, Van Hemmen JJ. Estimation of long-term exposure to pesticides. *Am J Ind Med* 1994; 25: 573-88
32. Corrag G, Calleri M, Carle F, Russo R, Bosia S, Piccioni P. Cancer risk in a cohort of licensed pesticide users. *Scand J Work Environ Health* 1989; 15: 203-09
33. McDuffie HH, Klaassen DJ, Dosman JA. Is pesticide use related to the rise of primary lung cancer in Saskatchewan? *J Occup Med* 1990; 32: 996-1002
34. London L, Myers JE. Use of crop and job specific exposure matrix for retrospective assessment of long term exposure in studies of chronic neurotoxic effects of agrichemicals. *Occup Environ Med* 1998; 55: 194-201
35. Honeycutt RC, Zweig G, Ragsdale NN. Dermal exposure related to pesticide use : discussion of risk assessment. Washington DC: *American Chemical Society*; 1985
36. Fidler A, Baker EL, Letz RE. Estimation of long term exposure to mixed solvents from questionnaire data: a tool for epidemiological investigation. *Br J Ind Med* 1987; 44: 133-141
37. Verberk MM, Brouwer DH, Brouwer EJ, Bruynzeel DP, Emmen HH, Van Hemmen JJ, Hooisma J, Welie RTH, Zielhuis RL, de Wolff FA. Health effects of pesticides in the flower-bulb culture in Holland. *Med Lav* 1990; 81: 530-41
38. Van Hemmen JJ. Agricultural pesticide exposure data bases for risk assessment. *Rev Environ Contam Toxicol* 1992; 126: 1-85
39. Lee KM, Min SY, Chung MH. A Study on the health effects of pesticide exposure among farmers. *Korean J Rural Med* 2000; 25(2): 245-63(Korea)
40. Lee WJ, Lim CS, Lee KS, Chang SH. Immunotoxicity among farmers exposed to pesticides. *Korean J Prev Med* 1999; 32(3): 347-54(Korea)
41. Lim KS. The Experience of pesticide poisoning and it's related factors in a rural area. *Korean J Rural Med* 1997; 22(1): 35-41(Korea)
42. Park SK, Nam SM, Hwang GS, Park HM, Chung SE, Kim EJ, Kim HS, Sun BK, Yang YJ, Lee EH, Cho HD. A

- Study on th factors affecting pesticide poisoning of a rural population, *Korean J Occup Environ Med*, 1999; 11(2): 196-205 (Korea)
43. 통계청. 농가경제조사. 통계청; 2002
44. Reigart JR, Roberts JR. Recognition and management of pesticide poisonings. 5th edition EPA; 1999
45. Blain PC. Adverse health effects after low level exposure to organophosphates. *Occup Environ Med* 2001; 58: 689-90
46. Sakong J, Chung JH, Lee HY. Interrelation of Neuropsychiatric symptom and Neurobehavioral test among workers exposed to organic solvents. *Korcan J Occup Med* 1997; 9(1): 49-60(Korea)
- 권영준, 강태선, 김경란, 이경숙, 주영수, 송재철 21
47. Wesseling C, Keifer M, Ahlbom A, McConnell R, Moon JD, Roscnstock L, Hogstedt C. Long-term Neurobehavioral effects of mild poisonings with organophosphate and n-methyl carbamate pesticides among banana workers. *Int J Occup Environ Health* 2002; 8(1): 27-34