

농약살포자 혈중 콜린에스테라제 활성도의 변화 및 농약성분

연세대학교 의과대학 예방의학교실

신동천 · 이순영 · 정상혁 · 원종욱

한국과학기술원 도핑컨트롤센터

박 종 세 · 박 송 자

—Abstract—

Cholinesterase activity and Pesticide Compounds in Blood of Pesticide Sprayers

Dong-Chun Shin, Soon Young Lee, Sang Hyuk Chung, Jong-Uk Won

Department of Preventive Medicine and Public Health, Yonsei University College of Medicine

Jong Sei Park, Song Ja Park

Doping Control Center, Korea Institute of Science and Technology

In order to ascertain the status of health damage among Korean farmers who spray pesticides regularly in summer, blood and urine samples were collected for 88 volunteers during July to September in 1990. Serum cholinesterase activity, parent compounds of pesticides in blood and urine, SGOT, SGPT, blood pressure, pulse rate were measured. The results were as follows:

1. Mean cholinesterase activity after spraying pesticides was significantly lower than that before spraying. While proportion of abnormal cholinesterase activity(<1900 U/L) group was 2.3% before spraying pesticides, the proportion of the group after spraying was 22.8%
2. Cholinesterase activity were decreased over 50% in 14.7% of the subjects who can be classified into poisoning group
3. While pulse rate and blood pressure were slightly increased in poisoning group, those were significantly decreased in non-poisoning group.
4. Consecutive spraying of pesticide caused further reduction of cholinesterase activity.
5. Five parent compounds of pesticides frequently used during summer farming were analyzed using 106 blood samples. IBP in one sample and Isoprothiolane in four

samples were detected. No parent compounds were detected in urine samples.

Key Words : Pesticides sprayer, Health damage, Cholinesterase

I. 서 론

유기인제 농약은 일반적으로 그 자체의 급성 독성이 강할 뿐 아니라 흡입, 경구 및 경피흡수가 잘 되어 인체에 급성 피해를 주게 된다. 유기인제는 인체의 적혈구, 신경, 신경 시냅스(synapses)와 골격근에 존재하는 아세틸콜린에스테라제와 혈장과 간에 존재하는 콜린에스테라제의 두 가지 효소를 강력히 억제한다. 아세틸콜린은 신경과 근육에서 전해질의 수동적, 능동적 이동을 조절함으로써 흥분성(excitability)을 유지하고 활동전위(action potential)를 일으키거나 전파하는 역할을 한다. 유기인제에 중독된 경우 carboxylic esters hydrolase(아세틸콜린에스테라제와 콜린에스테라제)가 억제됨으로 신경 말단에 아세틸콜린이 축적되어 이와 관련된 콜린성 증상이 나타나게 된다. 신경과 적혈구 등에 존재하는 아세틸콜린에스테라제는 true cholinesterase라고 하며 혈장 또는 혈청의 콜린에스테라제는 pseudocholinesterase 또는 butyryl cholinesterase라고 한다. 유기인제는 일차적으로 콜린성 시냅스에서 아세틸콜린에스테라제를 억제함으로써 효과를 나타낸다. 아세틸콜린에스테라제가 억제되면 아세틸콜린이 acetate와 choline으로 분해가 되지 않아 신경의 시냅스에 acetylcholine이 축적되고 따라서 처음에는 흥분이 지나치게 되나 나중에는 시냅스의 전달이 방해받게 된다. 유기인제의 이러한 영향은 이 시냅스의 아세틸콜린을 측정하는 것이 바람직하겠으나 아직 실험실에서만 가능하기 때문에 혈중 콜린에스테라제를 측정함으로써 시냅스의 아세틸콜린에스테라제의 억제 정도를 평가할 수 있다(Namba, 1971). 또한 혈장의 콜린에스테라제는 간에서 합성되며 간 기능의 민감한 지표중의 하나이다.

유기인제에 노출된 경우 혈장 콜린에스테라제는 1-3주동안 감소되어 있으나 적혈구의 콜린에스테라제의 감소는 12주까지 지속될 수 있다. 따라서 급성 중독을 평가하는데는 혈장의 콜린에스테라제가 보다

유용한 지표가 될 수 있을 것이다(Zenz, 1988). 유기인제 농약에 노출시 감소된 적혈구의 아세틸콜린에스테라제는 비가역적이기 때문에 골수에서 다시 생성되어야 하는데 하루에 1% 정도만이 회복된다고 하며 적혈구의 콜린에스테라제는 측정하기가 어렵고 측정오차가 크기 때문에 혈장 콜린에스테라제를 선호하게 된다(LaDou, 1990). 카바메이트제에 노출된 경우는 혈장과 혈구의 콜린에스테라제가 역시 감소하지만 불과 몇 시간이 지나면 정상으로 회복되기 때문에 카바메이트제에 의한 중독의 평가로 혈장의 콜린에스테라제를 이용하려면 노출후 신속한 채혈이 필요하다. 혈장의 콜린에스테라제의 감소를 직접 측정한다는 것은 매우 어렵기 때문에 일반적으로 콜린에스테라제의 활성도(activity), 즉 가수분해 능력을 측정한다.

우리 나라에서 농약중독에 관한 지금까지의 연구들을 살펴보면 중독증상에 관한 설문조사가 대부분으로(임, 1982; 정, 1983; 차, 1984) 농약취급자 자신들의 중독증상 호소나 기록에 근거한 것으로서 피조사자의 주관적 판단에 의한 것이며 객관적 진단 기준을 적용하거나 인체의 농약에 대한 노출상태나 중독상태를 측정한 것은 아니었다. 이러한 이유로 이 연구에서는 혈장의 콜린에스테라제의 활성도를 측정하여 급성중독의 평가지표로 사용하여, 중독군과 비중독군의 사회경제학적, 생물학적 특성을 비교하고 반복노출시의 콜린에스테라제의 활성도 변화를 보고자 하였다. 또한 농약에 노출된 직후 혈액과 소변내의 농약성분과 그 대사물에 관한 연구는 여러 제한점으로 그 동안 적극적인 연구가 미흡한 실정이나 이 연구에서는 농약살포자의 혈액과 소변에서 농약성분을 검출하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 조사대상자

경기도 강화군은 주민의 90%이상이 농업에 종사하고 있고 논농사가 대부분인 곳이다. 이 지역은 1970년부터 연세대학교 의과대학 예방의학교실에

의하여 많은 보건학적 문제의 연구와 개선을 위한 사업이 있었던 지역이며 따라서 주민들의 보건에 대한 인식과 참여도가 비교적 높다고 할 수 있다. 이 연구는 강화군 선원면의 7개리에서 농업이 주업이며 자신이 직접 농약을 살포하는 107명의 자원자를 대상으로 시작되었다. 조사에 응한 107명의 자원자를 대상으로 기초조사를 실시하였고 88명을 추후 조사 연구할 수 있었다.

도중 탈락한 19명에서 연구결과에 영향을 줄 수 있다고 생각되는 변수, 즉 그들의 일반적 특성과 평소의 호소증상, 농사경력 등을 조사하여 연구 완결자들과 비교하였고 연령, 성, 호소증상, 학력, 농사의 규모 및 농사경력, 연간 농약비용, 흡연 및 음주, 과거 병력 등 모두 차이가 없음을 알 수 있었다.

2. 조사방법

농약사용에 따른 임상화학적 변화를 알아보기 위하여 기초조사, 본조사, 추구조사로 나누어 실시하였으며, 각 단계별 조사내용은 그림 1과 같다.

1990년 6월 연구수행계획과 세부사항을 결정하여 조사지역의 면장 및 7개지역 이장들과의 접촉을 통해 연구의 목적과 개요 및 조사방법을 설명한 후 연락망을 계획하고, 조사대상자 선정을 위해 일주일간 자원자 등록을 받았다. 등록된 107명의 자원자를 대상으로 마을회관 및 교회에서 기초조사를 실시한 후

1990년 7월에서 9월 사이에 농약을 살포하면 살포 즉시 본부인 강화보건원에 연락하도록 교육하였다. 이 기간에 강화보건원에는 혈액채취원, 설문조사자 및 차량담당자로 구성된 2팀이 대기하였으며 농약을 살포했다는 연락을 받으면 즉시 출발하여 대상자에게서 혈액과 소변을 채취하였다.

1) 기초조사

모내기 전후인 1990년 6월 11일부터 6월 16일 사이에 시행하였다. 이 시기에는 아직 농약을 살포하지 않은 시기로 살포전의 개인별 표준치를 구하기 위하여 실시되었다. 기초조사의 내용은 설문조사, 혈액채취(5 cc), 소변채취(300 cc)였으며, 농약사용 종류 및 양을 알아보기 위하여 본 연구자들이 특별히 만든 농약달력을 나누어 주었다.

2) 본조사

농약 살포시기인 1990년 7월 30일에서 8월 31일 사이에 시행하였다. 이 시기에는 농약을 살포한 조사대상자로부터 살포당일 연락을 받고 농약살포후 2시간 이내에 조사가 이루어졌는데 간단한 설문조사와 혈액(12 cc), 24시간 소변을 채취하였다. 혈액은 바로 원심분리후 혈청 2 cc는 콜린에스테라제 활성도 측정을 위하여 사용하고, 나머지는 농약성분 분석을 위하여 쓰여졌다. 소변은 총량을 기재한 후 300 cc만을 시료로 사용하였다.

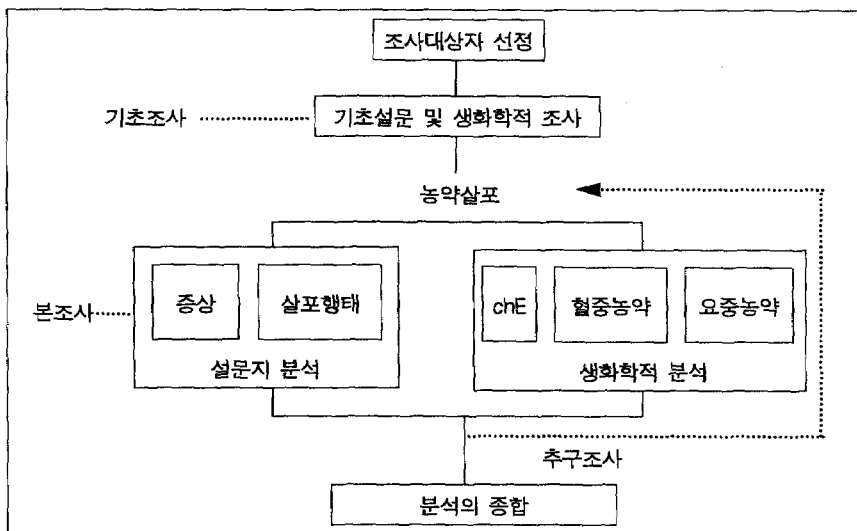


Fig. 1. 연구의 틀

3) 추구조사

추수전 농약살포기인 1990년 9월 1일에서 9월 30일 사이에 시행하였으며 조사내용 및 방법은 본조사와 동일하다. 본조사에 응한 88명중 18명만이 추구조사에 응하였다.

3. 분석방법

1) 콜린에스테라제를 기준으로 한 중독군과 비중독군의 비교

혈청내 콜린에스테라제의 수준을 기준으로 하여 중독군과 비중독군으로 분류한 뒤 이들 두 군이 갖는 여러 특성을 비교함으로써 농약중독의 인과관계 또는 이에 영향을 미치는 요인들을 규명하고자 하였다.

중독군 분류의 기준으로 기초조사시 콜린에스테라제 활성도를 기준으로 하여 농약살포후 콜린에스테라제 활성도 감소율이 이보다 50% 이상인 사람들이거나 농약살포후 콜린에스테라제 수준이 1900 U/L 미만인 사람들(콜린에스테라제 정상범위는 1900 U/L-2400 U/L임)로 하였다. 중독군과 비중독군에 대하여 사회경제적 특성, 생물학적 특성, 혈압 및 맥박을 비교분석하였다.

2) 유기인제 농약의 연속살포 효과

유기인제 농약의 연속살포가 활성도 감소율에 미치는 효과를 보기 위하여 전제조사 대상자 88명중 추구조사가 가능하였던 18명을 대상으로, 이들의 콜린에스테라제 활성도 감소율과 콜린에스테라제 활성도 재감소율을 t비교 분석하였다. 이때, 콜린에스테라제 활성도 감소율은 기준 콜린에스테라제 활성도 수준에 대한 콜린에스테라제 활성도 감소량의 백분율로 표시하는데 즉,

콜린에스테라제 활성도 감소율=

$$\frac{(\text{기준콜린에스테라제활성도}-\text{본조사시 측정된 콜린에스테라제활성도})}{\text{기준 콜린에스테라제 활성도}} \times 100\%$$

콜린에스테라제 활성도 재감소율=

$$\frac{(\text{기준콜린에스테라제활성도}-\text{추구조사시 측정된 콜린에스테라제활성도})}{\text{기준 콜린에스테라제 활성도}} \times 100\%$$

3) 혈중 및 요중 농약성분 분석

① 분석기기 및 장치

농약을 살포하기전인 기초조사시기와 농약살포직

후에 혈액과 소변을 채취하여 인체내에 있는 잔류농약을 분석하고자 하였다. 분석대상 농약은 사용빈도가 높았던 밧사(BPMC), 이피엔(EPN), 키타진(IBP), 후치왕(isoprothiolane), 히노산(edifephos)으로 하였다. 본 실험에 사용한 기기는 Hewlett-Packard(HP) 5980 GC(Gass Chromatograph) 및 5970B MSD(Mass Selective Detector)를 사용하였고 HP 5970C MS(Mass Spectrometer) Chemstation 및 HP 7673 Printer를 사용하였다. 농약의 추출에 사용된 실험장치는 진탕기(Buchler, 독일)와 원심분리(Heraeus, 독일) 및 냉각장치(Lauda, 독일)를 사용하였으며 추출된 시료의 농축을 위하여 회전진공 증발기(Buchi, 스위스)를 사용하였다.

② 시약 및 시료

표준농약 5종 및 내부표준물질은 Supelco사(미국) 또는 HP사(미국)로 부터 구입하였다. 완충용 인산염은 일제 특급시약을 사용하였고, methanol, acetonitrile, ether 등의 유기용매는 잔류분석용을 사용하였다.

③ 실험방법

혈청 1 ml를 취하여 15ml 원심분리용 시험관에 넣고 단백질을 침전시켜 제거하기 위하여 acetonitrile 3 ml를 첨가하고 10분간 진탕후 원심분리하여 그 상등액만 취한다. 상등액에 내부표준물질(parathion) 10μl을 넣고 잘 섞어준 다음 회전진공 증발기에서 유기용매를 증발시켜 농축한다. 찌끼를 methanol 200μl로 녹인다음 GC/MSD에 2 l씩 주입하여 분석한다. 뇨시료의 경우도 5ml를 취하여 pH 7로 조절한 후 같은 전처리 과정을 거친후 GC/MSD로 분석하였다.

III. 연구결과

1. 조사대상자의 일반적 특성

남자가 84명으로 95%이상이었는데 대개 남자가 농약을 취급하며 직접 살포하고 있다는 이유와 자라나는 특성때문에 여자가 적게 대상자로 선정되었다. 조사대상자의 평균 연령은 46세였고 40세미만의 젊은층이 26%이상을 점유하고 있었으며 40대와 50대가 각각 34%, 35%로 가장 많았다. 학력은 중졸 이상이 52%이었다(표 1).

Table 1. Sex, age, educational level of the subjects

	number	%
Sex		
male	84	95.5
female	4	4.5
Age		
- 30	2	2.3
30-39	21	23.9
40-49	30	34.1
50-59	31	35.2
60	4	4.5
Education		
none	2	2.3
elementary	40	45.5
junior high	25	28.4
senior high or above	21	23.8
total	88	100.0

2. 콜린에스테라제의 활성도 및 감소율 분포

1) 콜린에스테라제 활성도 분포

농약 살포전 기준 콜린에스테라제 활성도는 1500 U/L-5500 U/L의 범위내에 일산분포를 하였으며 2%가 1900 U/L미만인 중독기준에 속하였다(표 2). 반면, 농약 살포후 측정된 콜린에스테라제 활성도는 (본조사시기) 500 U/L-4500 U/L의 범위내에 분포하였고 1900 U/L를 기준으로 볼 때 중독군에 속하는 경우가 23%로 증가하였다. 농약살포 전후 콜린에스테라제 활성도의 평균을 비교하면 농약 살포전이 3,738.6 U/L이고 살포후의 콜린에스테라제 활성도 평균이 2,403.1 U/L로 살포전후의 콜린에스테라제 활성도가 통계학적으로 유의있게 차이 있음을 보여준다.

Table 2. Comparison of cholinesterase activity between before and after spraying pesticides

Group	Before spraying (%)	After spraying (%)
Non-poisoning(>1900U/L)	86(97.7)	68(77.2)
Poisoning (<1900U/L)	2(2.3)	20(22.8)
Mean activity*	3,738.6±812.3)	2,403.1±655.1)

t value : 18.03(p<0.001)

2) 콜린에스테라제 활성도 감소율 분포

콜린에스테라제 감소율은 평균 35%이며, 감소율이 50% 이상인 중독군은 조사 대상자의 14.7%였다(표 3)

Table 3. Distribution of reduction rate of cholinesterase activity after pesticide spraying

Reduction rate (%)	Number	Percentage	Cumulative percentage
1- 9	7	8.0	8.0
10-19	5	5.7	13.7
20-29	19	21.6	35.3
30-39	29	33.0	68.3
40-49	15	17.0	85.3
50-59	8	9.1	94.4
60-69	2	2.3	96.7
70이상	3	3.3	100.0
all	88	100.0	

3. 콜린에스테라제를 기준으로 한 중독군과 비중독군의 비교

1) 중독군과 비중독군의 일반적 특성

중독군과 비중독군의 일반적 특성을 비교한 결과 성별, 연령, 학력, 연간 가구소득, 농사경력, 농사규모, 읍주, 흡연여부에 따라 차이가 없었다. 이는 중독군과 비중독군에 있어서 일반적 사회경제적 특성 등과는 관계가 없음을 보여주는 것으로 판단된다(표 4).

2) 중독군과 비중독군의 기초조사시 생물학적 특성비교

중독군과 비중독군의 생물학적 특성비교에서 기초조사시 콜린에스테라제의 수준은 통계학적으로 유의한 차이가 있게 중독군이 낮았으나 나머지 생물학적 특성은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표 5).

3) 농약살포전후의 맥박 및 혈압변화

농약살포전후로 중독군에서는 맥박 및 혈압의 변화가 통계학적으로 유의하지 않았으나 비중독군에서는 살포후 맥박 및 수축기 혈압이 통계학적으로 유의하게 감소하였다(표 6)

4. 유기인제 농약의 연속 살포 효과

추구조사가 가능하였던 18명의 콜린에스테라제 활성도 분포는 그림 2와 같다. 그러나 농사경력별 활성도 감소율을 비교한 결과 경력과는 일관성이 없었다(표 7).

5. 혈중 및 요중 농약성분 분석

1) 혈청중 농약의 모화합물 분석

Table 4. General characteristics of poisoning and non-poisoning groups

	Poisoning(n=21)	Non-poisoning(n=67)	t or *2 value
% of male	95.2	95.5	0.00
% of alcohol drinking	42.9	61.2	1.51
% of smoking	42.9	61.2	1.51
Job tenure(year)	25.8±12.7	23.6±10.0	0.81
Scale of farm*	43.7±26.7	52.4±48.6	1.05
Age	49.2±9.0	45.4±8.4	1.82
Education			
none	1	1	
elementary	10	30	
junior high	7	18	2.08
senior high or above	3	18	
Annual income(million Won)			
<3	6	14	
3- 5	3	18	
5-10	8	28	3.58
>10	4	7	

*unit : 100 pyung

Table 5. Comparison of baseline values between poisoning and non-poisoning group

	Unit	Poisoning(n=21)	Non-poisoning(n=67)	t value
Pulse rate	/min	65.3±23.7	76.0±10.8	2.01
Systolic BP	mmHg	121.4±30.0	131.8±17.9	1.51
Diastolic BP	mmHg	79.0±19.6	85.4±9.7	1.44
SGOT	IU/L	24.8±23.0	18.7±16.3	1.13
SGPT	IU/L	19.2±21.8	14.5±14.2	0.92
Cholinesterase	U/L	3,406.7±907.8	3,863.9±768.0	2.28*

*P<0.05

Table 6. Change of pulse rate and blood pressure before and after pesticide spraying in poisoning and non-poisoning groups

	Poisoning(n=21)			Non-poisoning(n=67)		
	Before	After	P value	Before	After	P value
Pulse rate (/min)	65.3±23.7	74.0±13.6	1.75	76.0±10.8	68.9±20.0	2.69*
Systolic BP (mmHg)	121.4±30.0	124.5±12.7	0.50	131.8±17.9	124.2±18.9	2.71*
Diastolic BP (mmHg)	79.0±19.6	86.1± 8.7	1.71	85.4± 9.7	83.6±13.2	1.02

*P<0.01

Table 7. Baseline cholinesterase activity and reduction rate according to job tenure

Job tenure(year)	Baseline activity	Reduction rate(%)
<15	3,947	38.1
15-30	3,669	30.8
>30	3,754	41.4

즉 카바메이트계인 밧사(BPMC), 유기인계인 키타진(IBP), 히노산(edifenphos), 이피엔(EPN), 그리고 유기유황계인 후치왕(Isoprothiolane)에 대한 분석결과 대부분이 검출되지 않았고 표 8과 같이 키타진(IBP)이 1례, 후치왕(isoprothiolane)이 4례에서 검출되었다.

농약살포후 채취된 88명의 혈청 106개의 시료에 대하여 가장 많이 쓰이는 것으로 조사된 농약 5종,

2) 소변시료중 농약의 모화합물 분석 기초조사, 본조사 및 추구조사를 통해 수거된 378개의 시료에

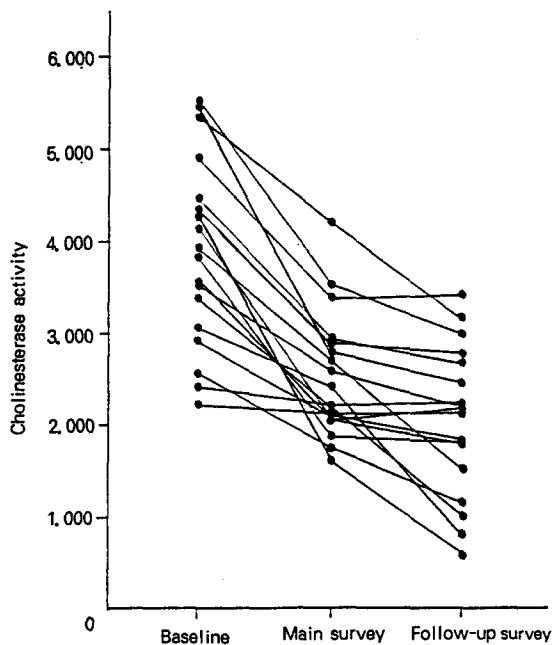


Fig. 2. Change of cholinesterase activities

대하여 5종의 농약 모화합물이 있는가를 분석한 결과 모든 시료에서 검출되지 않았다(표 9).

IV. 고 찰

농약에 의한 중독 증상은 신경조직에서 acetylcholine의 분해가 이루어지지 않아 생긴 아세틸콜린의 과잉과 신경전달 방해로 인하여 다양하게 나타난다. 유기인제에 의한 중독 증상을 경증, 중등증, 중증의 세 단계로 나누어 분류하는데 혈중 콜린에스테라제와 증상과의 관련성을 증명하기는 쉽지 않다. 그 한가지 이유로 반복적인 농약노출에 의한 내성(tolerance)의 발현을 들 수 있는데 내성발현의 기전은 유기인제 농약을 대사시키는 효소가 증가하여 해독작용이 활발해진다는 것과 이 보다 더 큰 요인으로 아세틸콜린에 대한 콜린수용체(cholinergic receptor)의 민감도(sensitivity)가 떨어지는 것으로 설명되고 있다. 그러므로 경우에 따라 유기인제의 반복적인 노출로 혈액의 콜린에스테라제 활성도가 심하게 저하된 상태에서도 기능적으로 거의 정상

Table 8. Number of detected parent compounds of pesticides in blood

Survey period (No. of samples)	No. of detected compounds				
	BPMC	IBP	Isoprothiolane	Edifenphos	EPN
Main (88)	ND	1*	4**	ND	ND
Follow-up (18)	ND	ND	ND	ND	ND

* : 1.54ppm ** : 0.09-0.38ppm

ND : not detected

detection limit BPMC - 1ppm

Isoprothiolane - 0.05ppm

Edifenphos - 1ppm

IBP - 0.5ppm

EPN - 1ppm

Table 9. Result of parent compounds analysis of pesticides in urine samples

Survey period (No.8 samples)	BPMC	IBP	Isoprothiolane	Edifenphos	EPN
Baseline (88)	ND	ND	ND	ND	ND
Main survey					
-6hrs after spraying (88)	ND	ND	ND	ND	ND
-12hrs after spraying (86)	ND	ND	ND	ND	ND
-24hrs after spraying (79)	ND	ND	ND	ND	ND
Follow-up survey					
-6hrs after spraying (13)	ND	ND	ND	ND	ND
-12hrs after spraying (12)	ND	ND	ND	ND	ND
-24hrs after spraying (12)	ND	ND	ND	ND	ND

ND : not

detected detection limit :

BPMC - 0.2ppm

Isoprothiolane - 0.02ppm

Edifenphos - 0.2ppm

IBP - 0.1ppm

EPN 0.2ppm

인 상태를 보일 수 있다(Hayes, 1989).

중독군과 비중독군의 생물학적 특성비교에서 기초 조사시 기준 콜린에스테라제의 수준은 통계학적으로 유의하였으나 나머지 생물학적 특성은 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 중독군에서 비중독군에 비해 맥박과 혈압이 다소 낮은 경향을 보였는데 이는 만성중독으로 혈중의 콜린에스테라제의 수준이 낮을 경우 아세틸콜린이 증가되고, 심혈관계에 콜린성효과를 나타내어 맥박과 혈압이 낮을 수 있는데 이와 유사한 현상으로 생각된다.

농약살포후 비중독군에서는 수축기 혈압이 유의하게 강해지고, 중독군에서는 유의한 차이가 없었는데 이는 중독군은 만성중독 상태로 acetylcholinesterase에 대한 내성이 생겨 acetylcholinesterase의 억제효과가 덜 나타났기 때문으로 생각할 수도 있다. 유기인제 농약의 연속살포효과 분석결과를 보면 콜린에스테라제 활성도가 더 감소함을 알수있는데, 이것은 콜린에스테라제 활성도의 회복이 완전하지 않은 상태에서 재노출되었기 때문으로 생각된다. 일반적으로 한창 농약을 사용하는 6월초에서 9월말까지 농촌주민들은 연속적으로 농약에 노출되므로, 6월초에 측정된 기준 콜린에스테라제활성도는 이 기간동안 노출될 때마다 연속적으로 점차 감소될 것이다. 한 차례의 농약 살포로 감소된 콜린에스테라제 활성도의 회복이 완전히 이루어지기 전에 연속적으로 농약을 살포하면 콜린에스테라제 활성도가 계속적으로 낮아지고, 적절한 회복이 되지 않는다면 결국 기준 콜린에스테라제 활성도가 떨어지는 효과를 초래할 수도 있을 것이다. 그러나 조사대상자 88명의 농사 경력별 기준 콜린에스테라제 활성도 및 콜린에스테라제 활성도 감소를 분포를 보면 농사 경력이 많은 사람에서 기준 콜린에스테라제 활성도가 낮거나 콜린에스테라제활성도의 감소율이 다른 경향을 보이지 않는다. 이러한 사실은 농번기 동안에 계속적으로 감소된 콜린에스테라제 활성도는 농한기를 통해 회복되는 것이 아닌가 하는 해석을 가능케 하지만 88명의 조사대상자에는 중독군과 비중독군이 섞여있어 명확한 해석을 내리기는 곤란하며 농약중독이 되기 쉬운 행태를 가진 집단을 대상으로 만성노출에 의한 효과를 보기 위한 별도의 연구가 필요하리라 생각된다.

혈중 및 요중 잔류농약에 대한 최근까지의 연구로

는 농약의 급성중독을 진단하는데 큰 도움이 되지는 않는 것으로 알려져 있다(LaDou, 1990). 예로써 소변내 alkyl phosphate대사물의 측정은 그 대사물의 불안정성과 특이성의 부족으로 농약노출의 생물학적 지표가 되지못하며 다만 파라치온에 노출된 경우 소변내 p-nitrophenol의 검출이 의의 있는 것으로 보고된 바 있다(Durham 등, 1972). 농약 노출후의 혈중 콜린에스테라제 및 잔류농약과 소변대사물을 연구한 바에 의하면 혈중 콜린에스테라제 감소와 소변내 농약대사물과의 상관성은 밝힐 수 없었다(Bradway 등, 1977).

이 연구에서는 혈액과 요중 농약의 모화합물만을 분석하였는데 혈액시료중 일부에서 농약성분이 검출되었을뿐 요시료에서는 전혀 검출되지 않았다. 요시료중 농약의 대사산물에 대한 분석이 추가로 이루어져야 하며 아울러 다양한 종류의 농약에 대한 인체내 대사과정연구가 수반되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

유기인제 농약살포로 인한 건강장해를 살펴보기위하여 우리나라의 전형적인 농촌지역 주민중 자신이 직접 농약을 살포하는 88명의 자원자를 대상으로 1990년 7월과 9월사이에 농약살포직후 혈액과 소변을 채취하여 아세틸콜린에스테라제의 활성도 및 혈중, 요중 농약성분을 측정하고 맥박, 혈압, 간기능검사를 실시하여 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 농약살포 전후 혈청 콜린에스테라제 활성도의 평균치는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 활성도 1900 U/L미만의 중독군이 살포전 2.3%에서 살포후 22.8%로 증가하였다.

둘째, 콜린에스테라제 활성도가 살포전 기준 활성도에 비해 감소된율이 50%이상인 중독군이 조사대상자의 14.7%였다.

셋째, 맥박과 수축기혈압이 농약살포후 중독군에서는 다소 증가하였고 비중독군에서는 유의하게 감소하였다.

넷째, 농약을 연속해서 살포할 경우 콜린에스테라제의 활성도가 더 감소함을 알 수 있었다.

다섯째, 106개의 혈청시료로 5종의 농약 모화합물을 분석한 결과 IBP 1례, Isoprothiolane 4례에서 검출되었으며 소변시료에서는 모화합물은 검출되

지 않았다.

참 고 문 헌

임현술. 일부 농촌지역에서의 농약에 의한 인체의 피해상황에 관한 조사연구. 예방의학회지 1982; 15(1) : 205-211.

정종학, 조재연. 경북지방의 농약중독에 대한 역학적 조사. 농촌의학회지 1983; 8(1) : 28-33.

차민영, 차형훈, 염용태. 농약의 사용과정과 중독에 관한 사회학적 고찰. 농촌의학회지 1984; 9(1) : 18-26.

Bradway DE, Shafik TM, Lores EM. Comparison of cholinesterase activity, residue values, and urinary metabolite excretion of rats exposed to organophosphorous pesticides. J Agric Food Chem 1977; 25 : 1353-1358.

Durham WF, Wolfe HR, Elliott JW. Absorption and excretion of parathion by spraymen. Arch Environ Health 1972; 24 : 381-387.

Hayes AW. Principles and method of toxicology. 2nd ed. Raven Press, New York, 1989.

LaDou J. Occupational Medicine. LANGE medical book. Prentice-Hall International, Inc. 1st ed. USA, 1990; 401-431.

Namba T, Nolte CT, Jackrel J, Grob D. Poisoning due to organophosphate insecticide : acute and chronic manifestations. American Journal of Medicine 1971; 50(4) : 475-492.

Zenz. Occupational Medicine, 2nd ed. Year Book Medical Publishers Inc., Chicago, 1988, pp. 662-700.