

유기인제 농약 폭로로 인한 혈중 Cholinesterase 활성치와 요중 P-nitrophenol 의 배설량의 변동

가톨릭 의과대학 예방의학 통계학교실

<주임 조 규 상 교수>

이 병 국 · 정 규 철

—Abstract—

Alterations of Blood Cholinesterase Activity and Urinary Para-nitrophenol Excretion After Exposure to Organophosphorus Insecticides

Byung Kook Lee and Kyou Chull Chung

Department of Preventive Medicine and Biostatistics, Catholic Medical College, Seoul, Korea

(Chairman: Prof. Kyu Sang Cho)

In order to evaluate the health hazard due to exposure to organophosphorus insecticides, we measured the blood cholinesterase activity and urinary para-nitrophenol among 56 exposed subjects. They are orchard workers, rice plant workers and smithion factory workers. The clinical symptoms were also checked by physicians.

We also measured the blood cholinesterase activity and urinary para-nitrophenol excretion of 20 urban people and 15 rural people who had never been exposed to organophosphorus insecticides in order to compare them according to age, sex and geographical differences. And these results were also compared with those of exposed groups.

The results obtained were as follows.

1. The normal plasma cholinesterase activity and cell cholinestrace activity were 0.861 ± 0.148 Δ pH/hr and 0.822 ± 0.154 Δ pH/hr. And normal para-nitrophenol in urine was 1.21 ± 0.52 mg/liter.
2. No significant difference was existed in blood cholinesterase activities and urinary para-nitrophenol excretion according to sex, age and geographical difference.
3. The plasma cholinesterase activity and cell cholinesterase activity of orchard workers, rice plant workers and smithion factory workers were 0.682 ± 0.189 Δ pH/hr, 0.775 ± 0.160 Δ pH/hr, 0.754 ± 0.123 Δ pH/hr and 0.691 ± 0.082 Δ pH/hr, 0.756 ± 0.117 Δ pH/hr, 0.739 ± 0.117 Δ pH/hr. And significant decreases in blood cholinesterase activities were existed among orchard workers and smithion factory workers compared with control group.
4. The urinary para-nitrophenol excretions of orchard workers, rice plant workers and smithion factory workers were 1.33 ± 0.66 mg/liter, 1.19 ± 0.88 mg/liter and 1.37 ± 0.67 mg/liter and there were no significant difference between exposed groups and control group.
5. The clinical symptoms complained during and after organophosphorus insecticides exposure were frequently ranked by headache (67.7%) and vertigo (64.5%) and muscular ataxia and weakness (51.6%).

머 리 말

영농방법이 개선되고 집약화됨에 따라 병해충에 대한 농작물의 피해도 점차적으로 증대되어서 매년 농약의 사용량도 증가하고 있는 실정이다(권숙표, 1972).

이미 구미 선진국에서는 농약의 사용량이 많아지고 독성이 증대함에 따라서 농약으로 인한 사람 뿐 아니라 자연생태계에 끼치는 피해에 대하여도 많은 연구가 계속되고 있다(El-Refai, et al., 1971; Warnick and Carter, 1972, Guthrie, et al., 1972)

그러나 한국에서는 구미 선진국의 기계화 방법과는 달리 아직까지도 수동적인 영농방법에 의한 경작이 많으며 이로 말미암아 농약으로 인한 피해도 더욱 클 것이라고 생각된다. 한국에서도 권숙표(1972)가 농약으로 인한 환경오염과 그 피해대책에 관하여 조사 연구한 바 있으며, 농약사용의 부주의로 인한 급성중독에 관한 임상적 보고(김찬영, 1962; 이기영, 1967)와 혈액학적 소견도(이주원들, 1966) 발표된 바 있으나, 아직까지 농약사용으로 인한 피해에 대하여 활발히 연구되고 있지 못한 실정이다.

유기인제 농약에 폭로되면 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량이 민감하게 반응한다는 것이 알려져 있는 바, (Hartwell, et al., 1964; Guthrie, et al., 1972) 본 연구에서는 유기인제 농약에 폭로된 사람들의 농약 사용량 및 폭로정도에 따라 변동하는 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량을 측정하였으며 아울러 농약 사용시의 자각적인 임상 증상을 조사하여 유기인제 농약 사용으로 인하여 인체가 받는 영향을 알아 보고자 본 연구를 실시하였다.

연구 대상 및 방법

I. 연구 대상

연구 대상으로는 충청북도 옥천군에 소재하는 과수원에서 유기인제 농약을 살포한 사람 15명과 벼농사에서 유기인제 농약을 살포한 16명, 그리고 영등포소재 농약 공장에서 유기인제인 스미치온을 포장하는 여공 25명을 대상으로 택하였다.

또한 대조군으로서 농약에 한번도 직접 폭로된 일이 없다고 생각되는 도시인 20명과 농촌인 15명을 택하였다.

II. 연구 방법

A. 농약 사용에 관한 조사

사용 농약 별로 금년 봄부터 조사전까지 사용한 농약

의 총량과(표 1) 살포시간 1일 폭로시간 및 최종 농약 살포 후의 경과 시간 등을 조사한 바 표 2와 같다.

B. 자각 증상

농약 살포자들의 임상적 자각증상을 문진을 통하여 조사하였다.

C. 혈중 Cholinesterase 활성치의 측정

혈장 및 혈구의 cholinesterase 활성치를 측정하기 위하여 heparin 1 μ l를 넣은 시험관에 혈액 1cc를 취하여 원심분리기에 걸어 혈장과 혈구를 분리하고 각 0.02ml 씩을 취하였고 Michel에 의하여 고안된 초자전극을 이용한 pH 저하 측정법을 다소 수정한 Hamblin과 上田의 방법으로 측정하였다(西村正雄 1972)

D. 요중 p-nitrophenol 배설량 측정

요중 p-nitrophenol 배설량을 측정하기 위하여 피검자의 요를 1ml에 N/3 황산 3.0ml를 넣고 가수분해 한 다음 그중 2ml를 15ml의 에틸알코올에 섞어 10분동안 혼든다 에틸알코올 10ml를 4.0ml의 2N 암모니아와 섞어 5분동안 혼든다음 에틸알코올을 모세 유리관으로 흡입하여 제거하고 나머지 액층에 1% cresol 0.5 ml과 0.5g의 아연(Zn)가루를 섞어 가끔 흔들어서 섞으면서 10분후에 아연가루를 원심분리 한다. 상정액을 시험관에 옮겨 1시간 동안 실온에 놓아두었다가 620 m μ 의 흡광도로 측정하여 미리 준비한 검량선에 의해서 농도를 측정하였다(大森薰 1972).

성 적

I. 정상인의 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량

유기인제 농약에 폭로되지 않은 건강한 도시인 15명과 농촌인 15명의 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량을 측정된 결과는 표 3과 같다.

정상인의 혈장 및 혈구 cholinesterase 활성치는 각각 0.861 \pm 0.148 Δ pH/hr 및 0.822 \pm 0.154 Δ pH/hr 로서 혈장 cholinesterase 활성치가 혈구 cholinesterase 활성치보다 다소 높은 값을 보여 주었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 요중 p-nitrophenol의 평균치는 1.21 \pm 0.52mg/l이었다. 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량은 도시인과 농촌인 사이에 차이가 없었다($P > 0.05$).

또한 정상인의 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량을 성별 및 연령별로 비교한 바 표 4와 5와 같다.

즉 혈장 및 혈구 cholinesterase 활성치는 남자에서

Table 1. Amount of various organophosphorus insecticides used in this year by the subjects

	Compound	Unit	No. of users	Fomulation	Amount of compound used
Orchard workers	Parathion	300cc	15	0.08—0.11%	16.4±12.1
	Metasystox	100cc	15	0.08—0.15%	50.8±25.2
	Smithion	500g	8	0.10—0.15%	40.0±25.5
	DDVP	100cc	3	0.08—0.11%	16.0±2.8
	Guthion	500g	10	0.08—0.15%	31.0±25.3
Rice plant workers	Diazinon (granule)	3kg	5	—	4.4±2.6
	Diazinon (liquid)	20cc	10	0.05—0.10%	24.9±20.8
	Folithion	20cc	10	0.05—0.15%	17.4±16.5
	Smithion	500g	2	0.05—0.15%	2.0±1.4

Table 2. Status of exposure to organophosphorus insecticides among orchard, rice plant and smithion factory workers

	Orchard workers	Rice plant workers	Smithion factory workers
No. of subject	15	16	25
Age (yrs)	42.3±10.8	41.8±10.7	23.4±3.4
Duration of work	13.1±7.5(yrs)	23.9±10.4(yrs)	1(wk)
Exposure time per day (hrs)	8.0±1.7	4.7±0.7	8.0
Total exposure day per this year (days)	19.4±8.9	6.3±2.5	7.0
Time lag from last exposure (days)	4.3±3.7	5.4±5.1	Immediately

Table 3. Boold cholinesterase activities and urinary p-nitrophenol excretion by geographical difference in subjects not exposed to organophosphorus insecticides

Area	No. of subjects	Age (yrs)	Plasma cholinesterase (Δ pH/hr)	Cell cholinesterase (Δ pH/hr)	P-nitrophenol (mg/1)
Rural	15	39.2±8.2	0.873±0.114	0.819±0.104	1.10±0.42
Urban	20	35.1±7.3	0.853±0.163	0.825±0.184	1.12±0.64
Total	35	36.9±7.9	0.861±0.148	0.822±0.154	1.21±0.52

Table 4. Blood Cholinesterase activites and urinary p-nitrophenol excretion by sex in subjects not exposed to organophosphorus insecticides

Sex	No. of subjects	Plasma cholinesterase (Δ pH/hr)	Cell cholinesterase (Δ pH/hr)	P-nitrophenol (mg/1)
Male	18	0.866±0.134	0.818±0.141	1.24±0.44
Female	17	0.857±0.154	0.826±0.167	1.18±0.60

Table 5. Blood cholinesterase activities and urinary p-nitrophenol excretion by age in subjects not exposed to organophosphorus insecticide

Age	No. of subjects	Plasma cholinesterase (Δ pH/hr)	Cell cholinesterase (Δ pH/hr)	P-nitrophenol (mg/l)
20-29	10	0.847 \pm 0.100	0.819 \pm 0.130	1.18 \pm 0.71
30-39	10	0.858 \pm 0.148	0.844 \pm 0.216	1.27 \pm 0.56
40-49	15	0.874 \pm 0.164	0.816 \pm 0.130	1.05 \pm 0.97

Table 6. Blood cholinesterase activities and urinary p-nitrophenol excretion in groups exposed to organophosphorus insecticides.

Occupational group	No. of subjects	Plasma cholinesterase (Δ pH/hr)	Cell cholinesterase (Δ pH/hr)	P-nitrophenol (mg/l)
Control	35	0.867 \pm 0.148	0.822 \pm 0.154	1.21 \pm 0.52
Orchard workers	15	0.682 \pm 0.189**	0.691 \pm 0.082**	1.33 \pm 0.66
Rice plant workers	16	0.775 \pm 0.160	0.756 \pm 0.117	1.19 \pm 0.80
Smithion factory workers	25	0.754 \pm 0.123*	0.739 \pm 0.117*	1.37 \pm 0.67

** P < 0.01

* P < 0.05

Table 7. Chief complaints on clinical symptoms among 31 subjects exposed to organophosphorus insecticides.

Symptoms	No. of subjects	Percentage(%)
Headache	21	67.7
Vertigo	20	64.5
Muscular weakness & ataxia	16	51.6
Sweating	11	35.5
Blurred vision	9	29.0
Lacrimation	4	12.9
Salivation	4	12.9
Abdominal cramp	4	12.9
Diarrhea	4	12.9
Nausea & vomiting	3	9.7
Dyspnea	3	9.7
Itching sensation	3	9.7

0.866 \pm 0.134 Δ pH/hr 및 0.818 \pm 0.140 Δ pH/hr, 여자에서 0.857 \pm 0.154 Δ pH/hr 및 0.826 \pm 0.167 Δ pH/hr로서 서로 비슷하였으며, 요중 p-nitrophenol 배설량도 남자에서 1.24 \pm 0.44 mg/l, 여자에서 1.18 \pm 0.60 mg/l로서 서로 비슷한 값을 나타냈다(표 4).

혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량을 연령별로 비교 하였던 바 역시 모두 연령에 따

른 측정치의 차이를 발견할 수 없었다(표 5).

II. 농약 폭로자들의 혈중 cholinesterase 활성치와 p-nitrophenol 배설량

독성이 비교적 강한 유기인제 농약을 많이 사용하고 폭로의 빈도가 많은 과수원 종사자와 독성이 비교적 적은 유기인제 농약을 사용하고 폭로의 빈도가 적은 벼농

사에 종사하는 사람, 그리고 스미치온을 제조하는 공장의 종업원들의 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량을 보면 표 6과 같다.

혈장 cholinesterase 활성치는 과수원 종사자에서 $0.682 \pm 0.189 \Delta\text{pH/hr}$, 벼농사 종사자에게 $0.775 \pm 0.160 \Delta\text{pH/hr}$, 그리고 스미치온 공장 종업원에게 $0.754 \pm 0.123 \Delta\text{pH/hr}$ 이었으며, 혈구 cholinesterase 활성치는 각각 $0.691 \pm 0.082 \Delta\text{pH/hr}$, $0.756 \pm 0.117 \Delta\text{pH/hr}$ 및 $0.739 \pm 0.117 \Delta\text{pH/hr}$ 로서 혈장 및 혈구 cholinesterase 활성치는 벼농사 종사자, 스미치온 공장 종업원 그리고 과수원 종사자 순으로 감소하였으나 상호간에는 통계적으로 유의한 차이는 없었고 과수원 종사자와 스미치온 공장 종업원들의 혈장 및 혈구 cholinesterase 활성치는 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다.

유기인제 농약 폭로후의 요중 p-nitrophenol 배설량은 과수원 종사자에서 $1.37 \pm 0.67 \text{ mg/l}$, 벼농사 종사자에서 $1.33 \pm 0.66 \text{ mg/l}$ 이고 스미치온 공장 종업원에서는 $1.19 \pm 0.80 \text{ mg/l}$ 로서 서로 간에 유의한 차이가 없었을 뿐 아니라 대조군과도 차이가 없었다.

Ⅲ. 농약 폭로자들의 임상증상

과수원 및 벼농사 종사자들이 유기인제 농약을 살포한 후 호소하는 자각적 임상증상을 문진을 통하여 얻은 결과를 표 7에 표시하였다.

유기인제 농약을 살포한 후 가장 많이 호소하는 증상은 두통(67.7%) 이었으며 그 다음으로 현기증(64.5%)과 근무력 및 쇠약증상(51.6%) 이었으며 호흡곤란(9.7%) 구토(9.7%) 및 가려움증(9.7%)을 호소하는 사람들도 있었다.

고 찰

유기인제 농약은 주로 피부 및 호흡기 계통을 통하여 체내에 침입되며 드물게는 고의로 또는 부주의로 인하여 소화기를 통하여 대량이 들어와 급성중독을 일으키고 사망하는 경우가 많다(Hartwell, et al., 1964).

유기인제 농약중독의 기전은 신경조직의 cholinesterase 활성작용을 억제함으로써 신경종말에 acetylcholine을 과도히 축적하여 그 결과 부교감 신경계통에 자극증상을 유발하게 된다. 그러나 이와같은 cholinesterase 활성억제 작용은 가역적이어서 폭로후에 일정 시간이 지나면 정상으로 회복되나 장기간 계속 폭로될 경우 활성억제 작용이 축적되어서 중독증상이 나타난다(Murphy and Cleever, 1968; Durham and Hayes,

1962).

본 연구에서 정상인의 혈장 및 혈구 cholinesterase 활성치로 $0.861 \pm 0.148 \Delta\text{pH/hr}$ 및 $0.822 \pm 0.154 \Delta\text{pH/hr}$ 로서 일본인 정상치 $0.776 \pm 0.08 \Delta\text{pH/hr}$ 및 $0.783 \pm 0.09 \Delta\text{pH/hr}$ 보다(上田과 商橋, 1956) 다소 높은 값을 나타냈으며 Witter (1962)의 연구 결과와 비교하면 혈장 cholinesterase 활성치는 다소 낮게, 혈구 cholinesterase 활성치는 다소 높게 나타났으나 대체로 비슷한 값을 보여 주었다.

Witter (1962)에 의하면 혈구 cholinesterase 활성치에는 남녀의 차이가 없으나, 혈장 cholinesterase 활성치는 남자에서 다소 높은 값을 나타 내었다고 한 바 본 연구 결과와는 상위되며 더 연구해볼 과제이다.

또한 유기인제 농약에 폭로되지 않은 도시 거주자와 직접농약을 살포하지는 않으나 농약에 폭로되었을 가능성이 있는 농촌 거주자 사이에 혈중 cholinesterase 활성치에 차이가 없다는 본 연구의 결과는 Arterberry (1961)가 과수원 근처의 주민들의 혈중 cholinesterase 활성치가 정상 범위 었다는 것과 일치한다.

체내의 cholinesterase 효소는 2가지 type으로 나눌 수 있다. 즉 acetylcholinesterase와 pseudocholinesterase로서 유기인제 농약에 폭로되면 전자는 활성도가 감소하나 후자는 영향을 받지 않으므로 결과적으로 유기인제 농약은 cholinesterase 활성치를 부분적으로 억제하며 또한 억제작용이 가역적이기 때문에(Durham and Hayes, 1962) 임상적인 중독환자의 경우나 독성이 강한 농약을 다량 사용할 경우를 제외하고는 cholinesterase 활성치가 정상인의 값과 차이를 나타내지 않는 경우가 많다(Arterberry, 1961)고 한다. 또한 혈중 cholinesterase 활성치는 농약 폭로 후의 시간 경과에 따라 정상으로 환원되기 때문에 혈중 cholinesterase 활성치는 될수록 폭로 직후에 측정하는 것을 추천하고 있다(Durham and Hayes, 1962).

본 연구에서 농약을 비교적 많이 그리고 독성이 강한 parathion을 사용하는 과수원 종사자에서 혈중 cholinesterase 활성치의 현저한 저하를 볼수 있었고 다음으로 스미치온 공장 종업원의 cholinesterase 활성치가 비교적 낮게 나타난 것은 스미치온의 독성이 파라치온 보다 낮지만은 농약에 폭로된 직후에 측정 하였기 때문이라고 생각되며, 벼농사에 사용하는 농약의 독성은 과수원에서 사용하는 것보다 약할 뿐 아니라 농약 살포한 후 체혈까지 상당한 시간이 경과한 까닭에 활성치가 정상인 보다는 다소 감소하였으나 유의한 차이가 없었던 것이라 생각된다.

국제 산업보건 협회 주최로 1972년 Amsterdam에서 개최한 농약에 관한 국제학회에서는 유기인제 농약에 폭로된 정도를 알기 위하여는 폭로전의 cholinesterase 활성치를 기준으로 하여 폭로 후의 감소 비율을 기준으로 하고자 제정한 바 있다(Report of an International workshop, 1972). 이는 cholinesterase 활성치의 개인차가 크기 때문에 타당하다고 생각되지 않은 실제면에서 적용하기 어려운 점이 없지 않다.

P-nitrophenol은 유기인제 농약의 체내 대사물로서 폭로정도를 알수있는 예민한 지표로 되어 있다. 그 배설량은 유기인제 농약에 폭로된 후 7-8시간에 최고치에 도달하며(Wolfe, et al., 1970) 48시간 이내에 대부분 배설되는(Hartwell, et al., 1964) 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 정상인과 농약폭로자들 사이에 요중 p-nitrophenol 배설량에 차이가 없이 모두 같은 값을 나타내었다는 바 이는 폭로후 경과시간이 평균 4-5일이 지난 다음 측정하였기 때문이라 생각되며 스미치온 공장 종업원의 경우에는 폭로 직후에도 정상치를 나타낸 바 앞으로 규명해야 할 것이다.

결 론

유기인제 농약을 사용함으로써 인체에 미치는 영향을 조사하기 위하여 유기인제 농약에 직접 폭로되는 과수원 종사자 15명과 벼농사 종사자 16명 그리고 스미치온 공장 종업원 25명을 대상으로 농약 폭로 후에 혈중 cholinesterase와 요중 p-nitrophenol 배설량을 측정하였으며 또한 문진을 통하여 임상증상을 조사하였다.

대조군으로서 유기인제 농약에 폭로되지 않은 정상인으로 도시인 20명과 농촌인 15명 함께 35명을 대상으로 혈중 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol을 측정하여 성별 및 연령별 및 주거지역별 차이를 검토하는 동시에 폭로된 사람들의 측정치와 비교한 결과는 다음과 같다.

1. 정상인의 혈장 및 혈구 cholinesterase 활성치는 $0.861 \pm 0.148 \Delta\text{pH/hr}$ 및 $0.822 \pm 0.154 \Delta\text{pH/hr}$ 이었으며, 요중 p-nitrophenol 배설량은 $1.21 \pm 0.52\text{mg/l}$ 이었다.

2. 정상인의 혈장 및 혈구 cholinesterase 활성치와 요중 p-nitrophenol 배설량은 성별, 연령 및 주거지역에 따라 차이가 없었다.

3. 유기인제 농약에 폭로된 과수원 종사자, 벼농사 종사자 및 스미치온 공장 종업원의 혈장 cholinesterase 활성치는 각각 $0.682 \pm 0.189 \Delta\text{pH/hr}$, $0.775 \pm 0.160 \Delta\text{pH/hr}$ 및 $0.754 \pm 0.123 \Delta\text{pH/hr}$ 이었으며, 혈구

cholinesterase 활성치는 각각 $0.691 \pm 0.082 \Delta\text{pH/hr}$, $0.756 \pm 0.117 \Delta\text{pH/hr}$ 및 $0.739 \pm 0.117 \Delta\text{pH/hr}$ 로서 과수원 종사자들과 스미치온 공장 종업원들의 cholinesterase 활성치는 대조군과 유의한 차이가 있었다.

4. 유기인제 농약에 폭로된 과수원 종사자, 벼농사 종사자 및 스미치온 공장 종업원들의 요중 p-nitrophenol 배설량은 각각 $1.33 \pm 0.66\text{mg/l}$, $1.19 \pm 0.88\text{mg/l}$ 및 $1.37 \pm 0.67\text{mg/l}$ 로서 상호간에서는 물론이고 대조군과도 유의한 차이가 없었다.

5. 유기인제 농약을 살포하는 과수원 종사자와 벼농사 종사자들이 호소한 임상증상은 두통이 67.7%로서 가장 많았다. 그 다음이 현기증(64.5%) 그리고 근육력 및 쇠약 증상(51.6%)의 순위로 많았다.

(이 연구를 하는 동안에 기술적으로 많이 도와준 박정일 선생과 김인영 양 두분의 노고에 깊이 감사합니다.)

인 용 문 헌

- Arterberry, J.D., Durham, W.F., Elliott, J.W., and Wolfe, H.R. (1961). *Exposure to Parathion. Arch Environ Health* **3**: 112-121
- Durham, W.F. and Hayes, W.J. (1962). *Organic phosphorus Poisoning and Its Therapy. Arch Environ Health* **5**: 27-53
- El-Refai, A.R. et al (1971). *Hazards from Aerial Spraying in Cotton Culture Area of the Nile River. Arch Environ Health* **22**: 328-333
- Guthrie, F.E., Tappan, W.B., Jackson, M.D., Smith, F.D., Krieger, H.G., and Chasson, A.L. (1972). *Cholinesterase Levels of Cigar-Wrapper Tobacco Workers Exposed to Parathion. Arch Environ Health* **25**: 32-37
- Hartwell, W.V., Hayes, J.R., and Funckes, A.J. (1964). *Respiratory Exposure of Volunteers to Parathion. Arch Environ Health* **8**: 820-825
- 권속표(1972). 농약으로 인한 환경오염과 그 피해대책에 관한 연구 (제 1보) *중앙의학* **22**: 4-20
- 김찬영, 최세준 (1962). 영유아 파라치온 중독증의 임상적 관찰, 대한 소아과 학회지 **5**: 39-43
- Murphy, S.D. and Cheever, K.L. (1968). *Effect of Feeding Insecticides. Arch Environ Health* **17**: 749-758
- 西村正雄 (1972). ユリソステラつぜ 活性値, I. 硝子電極による pH 低下度測定法(michel法). 久保田重孝, 土屋健三郎(1972) 職業病検診手技 p. 92-96. 東京 興生

社 出版部에서 引用.

- 이기영(1967). 소아 급성 중독의 통계적 관찰. 대한 소아과 학회지. **10**. 572-577
- 이주원 배정등, 김병일, 황기석 (1966). Parathion 중독의 임상혈액학적 관찰. 대한내과학회 잡지 **9**. 643-651
- Report of an International Workshop (1972). *Epidemiological Toxicology of Pesticide Exposure*. *Arch Environ Health* **25**. 399-405
- 上田喜一, 高橋謙弓(1956). 血液中ユリソエステラつぜ活性値の測定法. 職業病検診の手技 *p.* 35-38 東京 日本

加除出版.

- Warnick, S. L. and Carter, J. E. (1972). *Some Findings in a Study of Workers Occupationally Exposed to Pesticides*. *Arch Environ Health* **25**. 265-270
- Witter, R. F. (1962). *Masurement of Blood Cholinesterase*. *Arch Environ Health* **6**. 537-563
- Wolfe, H. R., Amstrong, J. F., Staiff, D. C., and Comer, S. W. (1972). *Exposure of Sprayman to Pesticides*. *Arch Environ Health* **25**. 29-31

