

일부 농약 폭로 농민들의 신경전도 검사에 관한 연구

건국대학교 의과대학 예방의학교실¹⁾ 건국대학교 의과대학 신경과학교실²⁾
이원진^{1)*}, 최진영²⁾, 이견세¹⁾

Nerve Conduction Velocity among Farmers Exposed to Pesticides

Wonjin Lee^{1)*}, Jin-Yong Choi²⁾, Kun-Sei Lee¹⁾

Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Konkuk University¹⁾

Department of Neurology, College of Medicine, Konkuk University²⁾

= ABSTRACT =

This study was carried out to find out if peripheral neuropathy was resulting from exposed to pesticides in farmers. Thirty four male farmers in rural area of Chungju were selected as a study group. According to the farm type and area, the group was subdivided into two groups: the high exposed group(n=20) and the low exposed group(n=14). Nerve conduction velocity tests were done on four nerves of the dominant arm(median motor, median sensory, ulnar sensory, and ulnar motor) and three nerves of the dominant leg(peroneal motor, sural sensory, and posterior tibial motor).

On the nerve conduction study, all of the results were included normal range. But comparing to reference mean values, most of results were significantly decreased(P < 0.01 by t-test). And the median motor conduction velocity and the peroneal nerve latency were significantly increased in the high exposed group than the low exposed group and reference values. But we concluded that these findings are caused by age difference not pesticide exposure.

In conclusion, we cannot find any abnormality of nerve conduction velocity caused by exposure to pesticide in this study group.

KEY WORDS : Nerve conduction velocity, Pesticides, Farmer

서 론

농약이라 함은 농작물(수목 및 농·임산물을

포함)을 해하는 균, 곤충, 응애, 선충, 바이러스, 기타 농림수산부령이 정하는 등·식물(병해충)의 방제에 사용하는 살균제, 살충제, 제초제와 농작물의 생리기능을 증진 또는 억제하는데 사용되는 생장 조정제 및 약효를 증진시키는 자재를 말한다(농약관리법, 1996). 농약

* 본 연구는 1998년도 건국대학교 중원지역발전 연구원의 지원에 의하여 수행되었음

* 교신저자 : 전화번호 : 0441-840-3788.

E-mail : wonjin.lee@kku.edu

의 종류는 적용작물 및 목적에 따라 매우 다양한데 1995년 12월 31일을 기준으로 현재 유통되고 있는 농약 고시품목은 총 605개이며 등록건수는 1,174개나 된다. 농약을 주성분별로 분류하면 살충제와 살균제는 유기인제, 카바메이트계, 유기염소계, 합성 피레스로이드계, 항생물질계, 유허계, 유기비소계, 금속살균제, 페놀유도체, 퀴논유도체 및 기타제로 분류할 수 있는데 살충제 및 살균제로서 유기인제, 카바메이트계, 합성 피레스로이드계, 항생제 등이, 제초제로는 기타에 해당하는 파라과트(paraquat dichloride)가 가장 많이 사용되고 있는 것으로 알려졌다. 농약의 생산량은 현재 전세계적으로 2백 여톤에 이르고 있으며, 우리나라도 1992년 현재 한 해의 농약생산량이 28,946 톤에 이르고 있다(농약사업실무, 1996). 그러나 이러한 농약 사용의 증가는 필연적으로 농약으로 인한 피해를 증가시키고 있다. 농약으로 인한 급성 피해만도 선진국에서 연간 약 100만명 이상이 농약중독을 일으키고 있다고 보고(Steenland 등, 1994)되고 있으며, 우리나라에서도 농업종사자들의 23.0%(임현술, 1982), 28.3%(차민영 등, 1984), 21.8%(보건사회부, 1990), 12.3%(전남의대, 1993)가 농약중독을 경험하고 있는 것으로 보고되고 있다. 또한 농약중독으로 추정되는 증상을 한가지 이상 경험한 경우는 전체 농민의 40%가 넘는 것으로 알려졌다(보건사회부, 1990). 한편 그 동안 우리나라에서는 주로 급성중독에 관한 연구들이(임현술, 1982; 정중학 등, 1983; 차철환 등, 1985) 실시되었으며 농약의 만성적 피해에 대한 연구는 임상적 소견(보건사회부, 1988)과 사망자료를 이용한 연구(오희철 등, 1991)등이 있다.

그러나 농약의 급성중독이 심한 경우를 제외하고는 일시적인 증상을 나타내다가 소실되는데 반해 만성적인 영향은 인체의 장기에 비가역적인 질환을 초래한다고 보고되고 있어

그 중요성을 간과할 수 없다고 할 수 있다. 지금까지 알려진 농약의 인체에 미치는 만성피해는 암, 면역독성, 태독성, 신경독성 등이 보고되고 있다. 암의 경우 비교적 많은 연구가 이루어졌으며 이들 연구들에 의하면 농약 폭로정도와 백혈병, 다발성 골수종, 임파종간 유의한 관계가 있는 것으로 보고되었다(Blair 등, 1979; Bummeister 등, 1982; Milham 등, 1982; Cantor 등, 1984, Wigle 등, 1990; Ibrahim 등, 1991).

한편 농약으로 인한 신경독성에 대해서는 Johnson(1969)이 유기인제 농약으로 인한 말초신경의 지연성 병변을 보고하면서 활발한 연구가 시작되었으며, 우리나라에서도 문영호(1983), 정원영(1988)등이 이미 유기인제 농약으로 인한 지연성 다발성말초신경병증의 사례를 보고한 바 있다. 또한 최근 국외에서는 농약 폭로에 의해 임상증상외에도 신경심리학적 및 신경행동학적인 병변이 만성적으로 잔류하고 있는 것으로 보고하고 있다(Rosenstock 등, 1991; Steenland 등, 1994; Ames 등, 1995; Stokes 등, 1995). 그러나 지금까지는 농약에 의한 급성피해에 대해서만 일부 연구가 있었을 뿐, 농약에 의한 만성적 건강장해에 대한 연구가 지역 농민들을 대상으로 적용된 연구는 매우 적었다. 따라서 본 조사에서는 장기간 농약에 폭로된 농부들을 대상으로 말초신경전도 속도의 이상여부를 파악하고자, 농약에 만성적으로 폭로된 34명의 남성 농부들을 선정하여 신경전도 검사를 실시하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상 및 기간

연구대상으로는 농촌 주민중 실제로 농업에 종사하면서 농약을 장기간 살포하고 있는 사람들을 선정하였다. 연구대상자들은 모두 남

성이었으며 설문조사를 통해 신경전도 검사결과에 영향을 줄 수 있는 뇌 손상, 뇌혈관질환, 당뇨, 알콜 중독, 다발성 골수종, 통풍, 척추디스크, 유전성 말초신경염 등의 병력 및 유기용제 등의 독성물질 취급자를 제외한 34명을 최종 연구대상으로 선정하였다. 연구기간은 1998년 5월부터 1999년 2월까지 시행하였다.

2. 연구 내용 및 방법

1) 면접 설문 조사

면접조사 항목으로는 연령, 성, 음주력, 흡연력, 질병력등 일반적 사항과 농약살포 년수, 농약 살포시 농약중독과 관련된 이상증상 경험 유무, 농약 사용량, 작물종류, 재배면적 등의 작업관련 사항들을 조사하였다.

2) 신경전도 검사

말초신경 병변을 정확히 평가하기 위한 방법으로 신경전도 검사를 사용하였으며 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 우선 우세 상하지 (dominant arm & leg)에 대해서 정중신경, 척골신경, 비골신경, 후경골신경, 비복신경의 운동과 감각 기능을 Oh(1984)에 의해 제시된 방법에 따라 실시하였다. 신경전도 검사는 전도 속도를 각 구간별로 나누어 실시하였으며 이때 검사는 surface electrodes로, 자극은 100-200

microsecond square pulse로 수행하였다. 운동신경은 정방향(orthodromic), 감각신경은 역방향(antidromic)으로 하였으며 검사시 상지의 피부 온도는 $33.0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 하지의 피부온도는 $32.0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 조절 한 후 실시하였다 (Steenland, 1994).

3. 연구 결과의 분석

자료의 분석은 SPSS(version 7.5)를 사용하여 각 측정 항목들을 정상치와 단일 평균치 분석을 실시하였다. 그리고 폭로군내에서 총 농약 폭로력에 따른 각 지표들간의 차이는 t-test로, 연령별 비교는 분산분석을 사용하였다. 이때 모든 통계적 검정은 5% 유의수준에서 판정하였다.

결 과

1. 조사 대상자들의 일반적 특성

조사 대상자들의 평균연령은 약 60세이며 농약 살포 년수는 평균 33년이였다. 체지방율은 16.68%로서 정상범위에 있었으며 평균 흡연력은 10,692 pack-year, 지난 1년간 평균 알콜 섭취량은 25.35 g/day였다. 또한 문진을 통해 얻는 조사대상자들의 과거 및 현질병력상 위궤양, 고혈압, 관절염, 폐결핵, 신장염 등의

Table 1. General characteristics and medical history of study subjects

Characteristics	farmers(N = 34)
Age(years)*	60.48±9.15
Work Duration(years)*	33.32±14.16
Body fat(%)*	16.68±5.17
Smoking(pack-yr)*	9295±9793
Alcohol(g/day)*	20.28±22.65
Pul. tuberculosis**	1(2.9)
Gastric ulcer, Gastritis**	7(20.6)
Nephritis **	1(2.9)
Hypertension**	3(8.8)
Arthritis**	2(5.9)

* Values are arithmetic mean ± SD

** Number (%)

소견이 12명에서 나타났다(표 1).

2. 조사 대상자들의 농사 형태

조사대상자들의 농사 형태를 살펴보면 전체 34명중 28명이 평균 약 2,400평의 벼농사를 짓

고 있었고 21명은 야채를 주로 재배하는 평균 2,400평의 밭농사를, 16명은 평균 725평의 고추 농사를, 6명은 2,550평의 과수(사과)농사를, 2명은 평균 625평의 비닐하우스(상추, 시금치)를 경작하고 있었다(표 2).

Table 2. Farm characteristics in study group

Crop area	Mean±SD(Unit: Pyong)
Rice field(N=28)	2404.5±1524.7
Dry field(N=21)	2457.1±2049.8
Pepper(N=16)	725.0±553.2
Orchard(N=6)	2550.0±1317.2
Greenhouse(N=2)	625.0±813.2

3. 조사 대상자들의 농약사용 실태

살충제로서는 스미치온 등의 유기인제를 가장 많이 사용하고 있었으며 지오릭스 등 유기염소계 농약도 사용하고 있었다. 연간 살충제 평균 살포횟수는 약 14회 그리고 살충제를 살포하는데 소요되는 하루평균 작업시간은 약 4.2시간이었다. 제초제로서는 그라목손 등의 파라콰트류가 가장 많이 사용되고 있었으며 연간 평균 10.4회 살포를, 살포 평균시간은 5.3

시간이었다. 살균제로는 다이센엠45, 후치왕 등의 유기유황제가 가장 많이 사용되고 있었으며 이들은 연간 평균 12.6회, 1일 작업시간은 평균 4.5시간이었다. 그리고 폭로군중에서 지금까지 농약을 살포하면서 농약중독 증상을 경험한 적이 있는 경우가 34명중 28명으로 약 82.4%를 차지하였고, 이들은 지금까지 평균 약 5회의 중독회수를 경험한 것으로 나타났다(표 3).

Table 3. Uses of Pesticides in study group

Type	Most commonly used pesticides (Brand name)	Days of Spraying /year	Spraying hours /day
Insecticides	스미치온, 파단, 지오릭스	13.93±11.53	4.25±3.00
Herbicides	그라목손, 마세트, 듀알	10.44±11.97	5.32±4.76
Fungicides	다이센엠45, 후치왕, 빔	12.65±11.67	4.55±3.26
Experience of pesticide poisoning symptoms		28/34(82.35%)	
Average frequency of pesticide poisoning symptoms		5.12±6.39	

Values are arithmetic mean±SD

4. 조사 대상자들의 신경 전도검사

우세 상하지의 정중신경, 척골신경, 비골신경, 후경골신경, 비복신경에 대한 신경전도검사를 실시한 결과 표 4에서와 같았다. 모든 항목에서 정상한계(Normal limit)는 넘었으나 척

골신경의 wrist-elbow 구간과 후경골신경의 terminal latency를 제외한 모든 구간의 신경에서 평균 참고치보다는 기능적으로 유의하게 떨어진 값을 갖는 것으로 나타났다(표 4).

Table 4. Results of nerve conduction velocity(m/sec) in study group

Variables	Exposed group (N=34)	Reference value*	
		Average mean	Normal limit
Median Nerve			
Sensory conduction			
Finger-wrist**	42.07 ± 4.59	49.54 ± 4.14	>41.26
Wrist-elbow**	54.19 ± 2.51	55.99 ± 3.30	>49.39
Elbow-axilla**	53.57 ± 5.70	63.47 ± 4.76	>53.95
Motor conduction			
Terminal latency**	3.35 ± 0.48	2.78 ± 0.41	< 3.60
Wrist-elbow**	55.19 ± 3.08	58.78 ± 4.41	>49.96
Elbow-axilla**	58.63 ± 4.51	65.76 ± 4.90	>55.96
Ulnar Nerve			
Sensory conduction			
Finger-wrist**	38.96 ± 3.39	47.48 ± 4.11	>39.26
Wrist-elbow	56.09 ± 3.52	55.44 ± 3.99	>47.46
Elbow-axilla**	51.90 ± 4.10	57.14 ± 4.48	>48.18
Motor conduction			
Terminal latency**	2.54 ± 0.35	2.03 ± 0.24	< 2.51
Wrist-elbow**	58.10 ± 3.50	61.15 ± 5.27	>50.61
Elbow-axilla**	56.11 ± 3.58	63.36 ± 5.47	>52.69
Peroneal Nerve(motor)			
Terminal latency**	4.21 ± 0.73	3.72 ± 0.53	< 4.78
Knee-ankle**	45.83 ± 3.74	49.51 ± 3.93	>41.85
Knee-popliteal fossa**	45.74 ± 3.89	53.93 ± 7.11	>39.11
Posterior tibial nerve(motor)			
Terminal latency	3.85 ± 0.67	3.85 ± 0.63	< 5.11
Knee-ankle**	44.89 ± 3.67	49.83 ± 4.60	>40.63
Sural Nerve(sensory)			
Mid-calf-lateral malleolus**	39.05 ± 3.13	43.26 ± 4.29	>34.68

Values are arithmetic mean ± SD

*Source: Normal nerve conduction data, The University of Alabama in Birmingham, May 1983

** P < 0.01 by t-test

5. 상대적 고히로군과 저뱈로군간의 일반적 사항

표 5은 고히로군과 비뱈로군간의 군간 특성이 달라서 신경전도 검사 결과에 영향을 줄 수도 있다고 생각되어, 연구 대상자들을 고히로군도에 따라 나누어서 일반적 사항들을 비교한 것

이다. 이때 고히로정도는 각 개인당 작품의 재배면적과 종류를 기준으로 나누었다. 흡연량 및 음주량, 근무년수, 체지방률 등에서는 유의한 차이가 없었으나 상대적 고히로군으로 분류된 집단의 연령이 56세로서 저뱈로군의 66세보다 유의하게 낮았다.

Table 5. Comparison of general characteristics in study group by exposure grade

Variables	High exposed group(N=20)	Low exposed group(N=14)
Age(year)**	56.26±8.42	66.51±6.51
Work duration(year)	30.05±12.58	38.00±15.41
Body fat(%)	16.66±5.84	16.71±4.11
Smoking(pack-year)	6870±7056	12759.36±12194.85
Alcohol(g/day)	23.18±29.29	28.45±27.62

Exposed group are divided by crop type and area

Values are arithmetic mean±SD

** P < 0.01 by t-test.

6. 상대적 고폭로군과 저폭로군간의 신경전도 결과 그리고 비골신경의 knee-ankle 구간에서 고폭
 한편 상대적 고폭로군과 저폭로군간의 신 로군이 오히려 저폭로군 보다 유의하게 증가
 경전도 검사 비교시 정중감각신경의 finger- 된 신경전도 값을 갖었을 뿐, 다른 신경 및 구
 wrist 구간, 정중운동신경의 wrist-elbow 구간, 간에서는 군간 유의한 차이가 없었다(표 6).

Table 6. Results of nerve conduction velocity(m/sec) in study group by exposure grade

Variables	High exposed group(N=20)	Low exposed group(N=14)
Median Nerve		
Sensory conduction		
Finger-wrist**	44.00±3.75	39.31±4.35
Wrist-elbow	54.26±2.53	54.11±2.57
Elbow-axilla	54.82±5.49	51.79±5.71
Motor conduction		
Terminal latency	3.28±0.34	3.46±0.63
Wrist-elbow**	56.36±3.05	53.53±2.31
Elbow-axilla	59.27±4.13	57.72±5.03
Ulnar Nerve		
Sensory conduction		
Finger-wrist	39.47±3.45	38.22±3.30
Wrist-elbow	56.48±3.05	55.54±4.17
Elbow-axilla	52.02±3.45	51.74±5.02
Motor conduction		
Terminal latency	2.55±0.36	2.52±0.35
Wrist-elbow	58.70±3.30	57.24±3.72
Elbow-axilla	56.17±3.46	56.04±3.88
Peroneal Nerve(motor)		
Terminal latency	4.19±0.60	4.24±0.91
Knee-ankle*	47.04±2.26	44.11±4.77
Knee-popliteal fossa	46.54±3.46	44.61±4.31
Posterior tibial nerve(motor)		
Terminal latency	3.76±0.45	3.97±0.90
Knee-ankle	45.83±2.22	43.55±4.87
Sural Nerve(sensory)		
Mid-calf-lateral malleolus	39.29±2.49	38.71±3.95

Exposed group are divided by crop type and area

Values are arithmetic mean±SD(Range)

* P < 0.05, ** P < 0.01 by t-test

7. 연령별 신경전도 결과
또한 연령별 신경전도 검사 비교시 정중운 동신경의 wrist-elbow 구간과 elbow-axilla 구간에서 70세 이상군의 신경전도 결과는 각각 51.97 m/sec, 57.03 m/sec인데 반해 50세 미만

군은 55.30 m/sec, 63.40 m/sec으로 구간 유의한 차이를 보였다. 또한 그 외의 신경에서도 비록 유의한 차이는 아니지만 연령이 증가함에 따라 신경전도 기능이 감소하고 있었다. (표 7)

Table 7. Results of nerve conduction velocity(m/sec) in study group by age

Age(year)	≤ 50	50-59	60-69	70 ≤
Median Nerve				
Sensory conduction				
Finger-wrist	44.78±4.18	43.03±4.26	41.27±5.51	39.95±2.59
Wrist-elbow	55.80±2.57	54.13±2.50	54.66±2.54	52.28±1.63
Elbow-axilla	55.80±4.10	55.86±7.06	52.82±4.44	49.02±2.89
Motor conduction				
Terminal latency	3.29±0.43	3.37±0.44	3.40±0.61	3.26±0.38
Wrist-elbow*	55.30±2.36	56.23±2.85	55.68±3.16	51.97±1.85
Elbow-axilla*	63.40±2.13	58.06±4.04	58.41±4.53	57.03±5.33
Ulnar Nerve				
Sensory conduction				
Finger-wrist	40.20±2.55	39.69±3.74	39.34±2.46	35.88±3.71
Wrist-elbow	57.85±4.73	57.18±3.27	55.58±3.44	53.78±2.59
Elbow-axilla	53.08±2.67	52.12±3.67	51.58±5.20	51.32±3.95
Motor conduction				
Terminal latency	2.50±0.27	2.55±0.42	2.45±0.32	2.72±0.33
Wrist-elbow	59.10±1.68	59.66±3.80	57.71±2.95	55.08±3.21
Elbow-axilla	58.28±3.30	56.57±4.51	55.03±3.34	55.92±1.37
Peroneal Nerve(motor)				
Terminal latency	4.64±1.05	4.25±0.47	4.14±0.92	3.98±0.54
Knee-ankle	48.83±1.48	45.43±4.49	45.98±3.73	44.35±2.46
Knee-popliteal fossa	48.53±5.68	46.14±3.39	45.40±4.09	43.78±2.66
Posterior tibial nerve(motor)				
Terminal latency	4.00±0.47	3.71±0.42	3.81±0.72	4.11±1.07
Knee-ankle	47.50±2.64	45.67±1.84	43.90±3.96	43.58±5.62
Sural Nerve(sensory)				
Mid-calf-lateral malleolus	39.33±2.51	38.73±1.42	40.46±3.38	36.70±4.43

Values are arithmetic mean±SD

* P < 0.05 by ANOVA

고 찰

농약 폭로가 말초신경의 전도속도에 영향을 주는지 알아보기 위해, 농약 살포 남성 농민 34명을 대상으로 신경전도 속도를 실시한 결과 이상소견을 발견할 수 없었다. 조사결과 표 4에서와 같이 신경전도 검사값이 정상한계(normal limit)보다는 모두 높아 이상자를 발견할 수는 없었으나 조사된 모든 신경에서 참고치(reference value)의 평균 신경전도 속도와는 유의한 차이를 보여주었다. 이것은 본 조사대상자가 고령으로 일반적으로 20-60세 사이를 기준으로 하는 참고치의 평균값과 차이를 보인 것으로 판단된다. 연령이 중요하게 작용하였다는 것은 폭로군간 그리고 연령군간 비교를 통해 확인 할 수 있었다. 즉 폭로정도에 따른 비교에 의하면 고평로군과 저폭로군간에 신경전도 검사상 유의한 차이가 없었고, 오히려 일부 항목에서는 고평로군의 전도속도가 더 좋은 것으로 나타났다(표 6). 이것은 고평로군의 연령이 저폭로군보다 유의하게 낮았기 때문으로 판단된다(표 5). 실제로 연령간 비교를 통한 결과에서도 나이가 많을수록 신경전도의 기능이 감소되는 것으로 나타났다(표 7). 외국의 연구에 의하면 Jager 등(1970)은 유기인제 농약에 폭로된 근로자들중 50%에서 근전도상 이상소견을 보고하였으며, Drenth 등(1972)도 유기인제 폭로자 102명중 40%에서 단일 자극에 대한 반복적인 근전도 전위와 최대 수의활동후 근전도 전극이 감소함을 보고한 바있다. Misra(1988)등은 특히 비골과 정중운동신경의 전도속도가 농약 폭로 근로자에게 영향받는 것으로 보고하였다. 그러나 본 조사에서는 척골 및 후경골 신경에 비해 비골과 정중 신경이 특별히 민감한 소견을 보인다고 확인할 수 없었으며, 단지 정중 신경이 연령에 따라 유의한 차이를 보였을 뿐이다(표 7). 그 외 유기인제와 함께 많이 쓰이고 있는

carbamate계 농약에 의해서도 자연성 신경독성이 보고되어 각종 농약의 만성 폭로로 인한 신경독성에 관한 조사가 필요한 것으로 알려졌다(Dickoff 등, 1987). 반면 농약 살포자 45명을 대상으로 한 Ames 등(1995)의 연구에 의하면 신경전도 검사상 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 또한 128명의 농약중독자들을 대상으로 한 Steenland 등(1994)의 연구에서도 신경전도 검사 결과는 정상군과 유의한 차이가 없었다. 비교적 많은 TCDD 폭로 근로자를 대상으로 한 Sweeney 등(1993)의 연구결과에서도 신경전도 검사는 대조군과 유의한 차이를 보여주지 못했다. 연구결과들의 이러한 차이들은 각 연구 대상자들의 폭로 형태와 폭로 정도가 다름으로 인한 것으로 생각된다.

농약으로 인한 신경독성은 1960년대 이후 유기염소계 염소 농약에서 유기인제로 대체되면서 관심이 대두되었다. 그러나 유기인제에 의해 acetylcholine esterase 억제로 나타나는 급성중독이 주로 연구되었을뿐, 만성적 신체영향에 대해서는 체계적으로 연구된 것이 매우 적은 실정이다. 농약으로 인해 그 동안 가장 잘 알려진 만성신체장애는 유기인제에 의한 지연성 다발성 신경독성(Organophosphate Induced Delayed Polyneuropathy: OPIDP)이다. OPIDP는 유기인제에 폭로된후 1 - 3주후에 하지의 감각이상 및 이상감각, 통증, 심부반사 감소등을 나타내며 점차 상지에도 비슷한 증상을 나타내는 것으로서, 종 특이성이 있는데 사람은 가장 민감한 종에 해당된다(Abou-Donia 등, 1990). 유기인제 농약이 이러한 신경염을 일으키는 기전은 Johnson(1969)이 유기인제로 인해 neurotoxic esterase(NTE)라는 효소가 억제되는 것을 발견함으로써 규명되기 시작하였으며, Lotti 등(1984)은 유기인제 농약이 NTE를 인산화시켜 억제함으로써 심하면 NTE의 변성을 초래하여 신경독성을 나타낸다고 보고하였다.

한편 이러한 신경독성을 평가하기 위한 방법으로는 임상증상 및 증후, 전기신경생리학적 검사, 감각역치 검사, 신경행동검사, 방사선학적 검사등 많은 방법들이 필요한 것으로 알려졌다(Singer, 1990). 이들 중에서 농약에 폭로된 신경독성을 객관적으로 판정하기 위해 주로 많이 활용된 검사들은 신경전도 및 근전도 검사(Drenth 등, 1972; Jager, 1978; Misra 등, 1988; Van den Neucker 등, 1991)와 신경행동검사(Savage 등, 1988; Rosenstock 등, 1991; Ames 등, 1995; Stoke 등, 1995)등이다. 또한 Gerr 등(1990)은 신경독성 평가를 위한 진동감각 역치를 연령 및 신장을 표준화하여 제시한 바 있으며 McConnell 등은(1994) 유기인제 폭로자들에게서 감각역치가 높아져 있음을 보고함으로써 이 검사의 유용성을 주장하기도 하였다. 이러한 검사방법들 중에서 본 조사에서는 말초신경의 대표적인 기능인 전도속도를 알아보기 위해서 현재 가장 많이 사용되고 있는 신경전도 검사(NCV)를 사용하였다. 그러나 신경전도 외에 포괄적 말초신경 기능을 살펴보기 위해서는 감각역치 검사등 몇가지 다른 검사법들을 종합적으로 실시하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

결론적으로 본 조사 결과에 의하면 농약 폭로로 인한 신경전도 검사결과의 이상은 발견할 수 없었으며, 단지 연령에 의한 차이를 확인할 수 있었다.

요 약

본 연구는 농약에 직업적으로 폭로되고 있는 농부들의 말초신경 기능을 평가하고자 농약살포 남성 농민 34명을 대상으로, 1998년 5월부터 1999년 2월에 걸쳐 실시하였다. 연구내용으로는 말초신경병변을 평가하기 위한 방법으로 현재 가장 많이 사용되고 있는 신경전도

검사를 우세 상하지의 정중신경, 척골신경, 비골신경, 후경골신경, 비복신경 대해 각 구간별로 나누어 실시하였다.

조사결과 조사대상자들은 평균 60세로서 농약살포 경력은 평균 33년이었다. 농사 유형은 주로 논, 밭, 고추 농사를 경작하고 있었으며 연간 평균 약 35일간 농약을 살포하였고 1일 살포시간은 약 9시간이었다. 또한 농약 중독 관련 증상을 경험한 적이 약 82%이상에서 보고되었다. 신경전도 검사상 조사된 모든 신경에서의 값이 정상범위에는 포함되었지만, 일부구간(척골감각 신경의 wrist-elbow, 후경골신경의 terminal latency)을 제외하고는 모두 참고치의 평균값보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 또한 상대적 고폭로군과 저폭로군 간의 신경전도 검사치 비교에 의하면 정중감각 및 운동, 비골신경의 일부 구간 값이 고폭로군에서 높은 것을 제외하고는 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 이것은 고폭로군의 연령이 저폭로군보다 유의하게 낮기 때문으로 판단되며, 조사 대상자들의 값이 참고치 평균보다 떨어진 것도 연령이 높음으로 인한 것임을 연령군별 비교에 의해 확인할 수 있었다. 따라서 향후 농약 폭로로 인한 미세한 말초신경 기능의 이상여부를 조기에 파악하기 위해서는 감각역치 검사등 다른 신경학적 검사들을 함께 실시하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

인용문헌

1. 농약관리법. 한국법제연구원. 1998
2. 96 농약사업실무. 농협중앙회. 1996
3. 보건사회부. 농약사용으로 인한 농촌주민들의 인체중독실태. 1990
4. 문영호, 권광중, 이강훈, 서승봉, 조민구, 이권전. 대한의학협회지 1983;26:361-364
5. 임현술. 일부 농촌지역에서의 농약에 의한 인체의 피해상황에 관한 조사연구. 예방의

- 학회지 1982;15(1):205-211
6. 오희철, 남정모, 이선희. 농약사용과 사망률과의 관계에 대한 코호트 연구. 예방의학회지 1991;24(3):390-399
 7. 전남의대 예방의학교실. 전라남도 농촌지역의 농부증 실태에 관한 조사연구보고서. 1993
 8. 정원영, 이명식, 최일생, 지제근. 유기인계 중독에 의한 지연성 다발성말초신경병증 1예. 대한신경과학회지 1988;6(2):261-267
 9. 정종학, 조재연. 경북 지방의 농약중독에 대한 역학적 조사. 농촌의학회지 1983;8(1):28-33
 10. 차민영, 차형훈, 염용태. 농약의 사용과정과 중독에 관한 사회 의학적 고찰. 농촌의학회지 1984;9(1):18-26
 11. 차철환. 우리나라에서의 농약사용이 건강 및 환경에 미치는 문제. 보건협회지 1985;11(1):3-13
 12. Ames RG, Steeniand K, Jenkins B, Chrisip D, Russo J. Chronic neurologic sequelae to cholinesterase inhibition among Agricultural Pesticide applicators. Arch environ Health, 50(6):440-444, 1995.
 13. Blair A, Thomas TL. Leukemia among Nebraska farmers: A death certificate study. Am J Epidemiol, 110:264-273, 1979.
 14. Burnmeister LF, Van Lier SF, Isacson P. Leukemia and farm practices in Iowa. Am J Epidemiol, 115:720-728, 1982.
 15. Cantor KP, Blair A. Farming and mortality from multiple myeloma: A case-control study with the use of death certificates. J Natl Cancer Inst, 72:251-255, 1984.
 16. Dickoff DJ, Gerber O, Turovsky Z. Delayed neurotoxicity after ingestion of carbamate pesticide. Neurology, 37:1229-1231, 1987.
 17. Drenth HJ, Fothers IFG, Roberts DV, Wilson A. Neuromuscular function in agricultural workers using pesticides. Arch Environ Health 1972;25:395-398
 18. Gerr F, Hershman D, Letz R. Vibrotactile threshold measurement for Detecting Neurotoxicity: Reliability and Determination of Age- and Height-standardized Normative Values. Arch Environ Health, 45(3):148-154, 1990.
 19. Ibranim MA, Bond GG, Burke TA, Cole P, Dost FN, Enterline PE, Gough M, Greenberg RS, Halperin WE, McConnell E, Munro IC, Swenberg JA, Zahm SH, Graham JD. Weight of the evidence on the human carcinogenicity of 2,4-D. Environ Health Perspectives, 96:213-222, 1991
 20. Jager KW, Roberts DV, Wilson A. Neuromuscular function in pesticide workers. Br J Ind Med 1978;27:273-278
 21. Johnson MK. The delayed neurotoxic effect of some organophosphorus compounds-identification of the phosphorylation site as an esterase. Biochem J 1969;114:711-717
 22. Lotti M, Becker CE, Aminoff MJ. Organophosphate Polyneuropathy: Pathogenesis and Prevention. Neurology, 34:658-662, 1984.
 23. McConnell R, Keifer M, Rosenstock L. Elevated Quantitative Vibrotactile threshold among workers previously poisoned with Methamidophos and other Organophosphate pesticides. American J Industrial Med, 25:325-334, 1994.
 24. Milham S. Herbicides, occupation, and cancer. Lancet, 1:1464-1465, 1982.
 25. Misra UK, Nag D, Khan WA, Ray PK. A study of nerve conduction velocity, late responses and neuromuscular synapse

- functions in organophosphate workers in India. *Arch Toxicol* 1988;61(6):496-500
26. Oh SJ. *Clinical Electromyography: Nerve Conduction Studies*. University Park Press, Baltimore, 1984.
 27. Rosenstock L, Keifer M, Daniell W, McConnell R, Claypoole K. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. *Lancet*, 338:223-227, 1991.
 28. Savage EP, Keefe TJ, Mounce LM, Heaton RK, Lewis JA, Burcar PJ. Chronic Neurological Sequelae of Acute Organophosphate Pesticide Poisoning. *Arch Environ Health*, 43(1):38-45, 1988.
 29. Singer RM. *Neurotoxicity Guidebook*. Van Nostrand Reinhold, 1990, pp 40 - 63
 30. Steenland K, Jenkins B, Ames RG, O'Malley M, Chrsip D and Russo J. Chronic neurological sequelae to organophosphate pesticide poisoning. *American J Public Health*, 84(5): 731-736, 1994.
 31. Stokes L, Stark A, Marshall E, Narang A. Neurotoxicity among pesticide applicators exposed to organophosphates. *Occu Environ Med* 52:648-653, 1995.
 32. Sweeney MH, Fingerhut MA, Arezzo JC, Homung RW, and Connally LB. Peripheral Neuropathy after Occupational Exposure to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD). *American J Industrial Med*, 23:845-858, 1993.
 33. Van den Neucker K, Vanderstraeten G, De Muynck M, De Wilde V. The neurophysiologic examination in organophosphate ester poisoning. Case report and review of the literature. *Electro Clin Neurophysiol* 1991;31(8):507-511
 34. Wigle DT, Semenciw RM, Wilkins K, Riedel D, Ritter L, Morrison HI, Mao Y. Mortality study of Canadian male farm operators: Non-hodgkin's lymphoma mortality and agricultural practices in Saskatchewan. *J Nat Cancer Inst*, 82(7):575-582, 1990