

## 디아지논 취급 근로자의 건강 위험성 평가 Health Risk Assessment for Workers Exposed to Diazinon Insecticide

정우진<sup>1</sup> · 김치년<sup>2</sup> · 원종욱<sup>2</sup> · 김기연<sup>3</sup> · 노재훈<sup>1\*</sup>

Woo Jin Jung<sup>1</sup> · Chi Nyon Kim<sup>2</sup> · Jong Uk Won<sup>2</sup> · Ki Youn Kim<sup>3</sup> · Jaehoon Roh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 의과대학 예방의학교실 및 산업보건연구소,

<sup>2</sup>연세대학교 보건대학원 및 산업보건연구소, <sup>3</sup>부산가톨릭대학교 산업보건학과

<sup>1</sup>Institute for Occupational Health & Department of Preventive Medicine, Yonsei University College of Medicine, <sup>2</sup>Institute for Occupational Health & Graduate School of Public Health, Yonsei University, <sup>3</sup>Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

### ABSTRACT

**Objectives** : Diazinon is an insecticide which acts as a contact stomach and respiratory poison, and used throughout the world to control a wide range of sucking and chewing insects and mites on a range of crops. In this study, the airborne diazinon levels were measured for farmers, pest control operators, landscapers, and agricultural chemicals sellers, and an assessment of the health risk to the workers was presented. The exposure scenario was based on the route of inhalation and skin absorption.

The "OSHA Method No. 62" was used to sample and measure the airborne diazinon levels. The skin wipe method was applied to measure the level of the diazinone exposure through the skin. For the determination of exposure scenario, the exposure factors were surveyed for the daily average inhalation rate and the exposure period and frequency and time of diazinone as well as the body weight and lifetime of the workers. The median values of exposure frequency and exposure time were selected after evaluating the validity of those.

**Methods** : The highest level of the diazinon exposure in the air was 107.21 ug/m<sup>3</sup> in farmers, followed by 93.53 ug/m<sup>3</sup> in landscapers, at 31.40 ug/m<sup>3</sup> in pest control operators, and 1.04 ug/m<sup>3</sup> in agricultural chemical seller. The amount of skin absorption was the highest in farmers at 63.39 ug/day, followed by landscapers at 10.47 ng/day, pest control operators at 4.26 ng/day, and agricultural chemicals sellers at 0.34 ng/day. The hazardous indices calculated using toxicological reference value were 2.79 for pest control operators, 0.41 for landscapers, 0.07 for agricultural chemicals sellers, and 0.06 for farmers.

**Conclusions** : While the farmers were exposed to the high levels of diazinon through the air and skin, the pest control operators, landscapers and agricultural chemicals sellers have more the diazinon hazards than the farmer based on the risk assessment in this study.

**Key words** : Diazinon, Health risk assessment, Skin wipe method

## I. 서 론

디아지논은 중독시 유기인제의 인산기가 콜린에 스트라제 작용을 억제함으로써 근신경접합부에 아세틸콜린(acetylcholine)이 축적되며 신경 전도를 자극하여(Arena, 1986), 시력혼탁, 두통, 기관지수축,

구역, 설사, 경련을 동반한 근연축 증상이 나타난다(ACGIH, 2011). 디아지논의 발암성은 U.S. EPA와 IARC에서는 정보가 없고, ACGIH에서는 Group 4(인체 발암성 분류 안함)로 정하고 있다(ACGIH, 2011). 디아지논의 노출기준은 ACGIH와 고용노동부에서 0.01mg/m<sup>3</sup>, 피부흡수물질로 규정하고 있다(ACGIH,

\*Corresponding author: Jaehoon Roh, 서울시 서대문구 연세로 50 종합관 412호, Tel: 02-2228-1867, Fax: 02-392-8622, E-mail: jhroh@yuhs.ac, Received: 2011. 8. 8., Revised: 2011. 9. 14., Accepted: 2012. 2. 13.

2011; 고용노동부, 2011).

디아지논은 1956년 유기인계 농약으로 미국에서 처음 등록되어 비침투성 살충제, 살선충제로 개발되었다(KACIA, 2000). 입자, 유화성 농축제, 침투제, 작은 알갱이, 미세한 캡슐, 압축 스프레이, 용해성 농축제 그리고 가용성 가루 등의 다양한 형태로 광범위하게 이용되고 있으며(ATSDR, 1996; Hayes, 1982), 국내에서는 유기인계 농약으로 2차 세계대전 후부터 농작물 살충제로 사용되기 시작하여 현재까지도 많이 사용되고 있다(윤종만, 1996).

외국의 디아지논 연구로는 상업용 살충제를 흡입한 사람에게서 심장마비가 일어났고(Wecker 등, 1985) 쌍둥이 신생아의 유기용제 중독 사례가 바퀴벌레 살충제용 스프레이 노출과 관련이 있었다는 보고되었으며(English 등, 1970), 해충 관리사에게 디아지논을 노출시켰을 때 혈중 콜린에스테라제 활성도가 대조군에 비해 낮았다는 연구가 있다(Hayes 등, 1980). 살충제를 판매하는 소매상에서 공기중 디아지논이 검출된 보고가 있다(Wachs 등, 1983). 국내 유기인계 살충제의 중독사례를 보면 자살 목적으로 음독한 경우 중독이 26 사례(53%)였으며, 솔잎혹파리 방제를 위하여 유기인계 농약을 살포한 후 중독증상이 발생한 흡입 중독환자는 23 사례(47%)이었다(오범진 등, 1998).

위험성평가는 사업장내 존재하는 다양한 유해요인(Hazards)을 찾아 확인하고 그에 따른 위험(risks)을 분석·평가하고, 이를 통제(control)하기 위한 적합한 방법을 결정하는 과정이다. 본 연구는 농민, 방역업자, 조경업자, 농약판매업자를 대상으로 노출시나리오를 작성하여 건강위험성을 제시함으로써 디아지논 취급 근로자의 관리우선순위를 선정하는 것에 목적을 두었다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구대상은 2006년 7월부터 10월까지 강원도 원주지역 농민(famer) 14명, 서울지역 방역업자(pest control operator) 4명, 서울지역 조경업자(landscaper) 6명, 서울지역 농약판매업자(agricultural chemicals seller) 6명에게서 공기 중 노출농도 및 피부 노출농도를 측정하였다. 4개 노출그룹별 작업특성을 알아



Figure 1. Skin wiping for sampling the diazinon

보기 위하여 동일지역 농민 30명, 방역업체 근로자 16명, 조경업체 근로자 18명, 농약판매소 근로자 20명을 대상으로 근무기간, 노출시간, 노출빈도 등의 내용을 설문조사하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 노출농도 조사

농민, 방역업자, 조경업자는 디아지논 살충제 살포작업동안, 농약판매업자는 8시간 근무시간동안 공기 중 노출농도와 피부 노출농도를 측정하였다. 공기 중 노출농도의 시료 채취 및 분석방법은 OSHA Method No. 62에 준하여 하였고 피부 노출농도는 Figure 1과 같이 피부 세척법(skin wipe method)을 이용하여 측정하였다.

농민은 논과 배추 밭을 대상으로 농약 살포작업시 노출농도를 조사하였다. 논에서 농약 살포는 농약사용지침서에 따라 500L통에 농약을 물로 희석하고 원동기를 이용하여 분무하는 방식으로 직접 농약을 살포하는 농약 살포자와 연결 호스를 들고 이동하는 농약살포 보조자에게 측정하였다. 밭에서는 등에 착용할 수 있는 휴대용 분무기를 이용하여 살포하는 작업자에게 측정하였다. 방역작업은 좁은 지역에서는 유제 살충제만 주로 사용하고 넓은 지역에서는 유제 살충제와 입제 살충제를 함께 사용한다. 방역업자는 유제살충제만 살포하는 작업자와 유제 살충제와 입제 살충제를 함께 사용하는 작업자에게 측정하였다. 조경에서의 농약 살포는 농약사용지침서에 따라 200L통에 농약을 물로 희석하여 원동기를 이용하여 분무하는 방식으로 직접 농약을 살포하는 농약 살포자와 연결호스를 들고 이동하는 농약 살포보조자에게 측

정하였다.

피부 세척 시료는 근로자가 보호구 착용 또는 긴 팔을 입고 있어 직접적으로 노출되고 있는 목 부위의 40cm<sup>2</sup>와 손 부위 20cm<sup>2</sup>을 작업 전 한번, 작업 후 두번 유리 섬유 필터(glass fiber filter, 37mm)에 에탄올을 묻혀 닦아내고, 10ml 폴리에틸렌 병에 차광, 냉장 보관하여 즉시 실험실로 옮겨 분석하였다(Stephanie, 1994). 시료 전처리 는 탈착용매(톨루엔)로 한 시간 동안 탈착하여 여과한 후 GC-PFPD로 측정시료를 분석하였다(염혜경, 1996; VanRooij 등, 1994).

2) 노출 시나리오

일일평균호흡량, 노출기간, 체중, 기대여명은 문헌조사를 통하여 선정하였고, 노출빈도와 노출시간은 설문결과를 활용하였다.

3) 위험성 산출

인체노출량(lifetime a average daily doses; LADDs)은 공기 중 노출농도와 피부흡수용량을 이용하여 식 1과 같이 계산하였다.

$$LADD_s = LADD_{sair} + LADD_{sskin} \quad (식 1)$$

단, LADD<sub>s</sub> : 인체노출량 (mg/kg-day)

LADD<sub>sair</sub> : 호흡노출량 (mg/kg-day)

LADD<sub>sskin</sub> : 피부노출량 (mg/kg-day)

위 식의 LADD<sub>sair</sub>와 LADD<sub>sskin</sub>은 식 2와 식 3과 같이 구하였다.

$$LADD_{sair} = (AC)(DAIR)(ET)(EF)(ED)/(BW)/(LT)/(AT)/(AF) \quad (식 2)$$

$$LADD_{sskin} = (SAD)(ET)(EF)(ED)/(BW)/(LT)/(AT)/(AF) \quad (식 3)$$

단, AC : 공기 중 Diazinon 농도(mg/m<sup>3</sup>)

DAIR : 일일평균호흡량(m<sup>3</sup>/day)

SAD : 피부흡수용량(mg/day)

ET : 노출시간(hr/day)

EF : 노출빈도(day/year)

ED : 노출기간(year)

BW : 체중 (kg)

LT : 기대여명(year)

AT : 평균노출시간(hr/day)

AF : 평균노출빈도(day/year)

위험성 지수의 계산을 위한 독성학적 참고치 (toxicological reference value, TRV)는 무영향 관찰 유해영향수준(no observed adverse effect level, NOAEL)과 불확실성 상수(uncertainty factor, UF)을 이용하여 식 4와 같이 계산하였다(환경부, 2001).

$$TRV = NOAEL / UF \quad (식 4)$$

위험성 지수는 인체노출량과 독성학적참고치를 이용하여 식 5와 같이 계산된다(환경부, 2001).

$$HI = LADDs/TRV \quad (식 5)$$

III. 연구 결과

1. 노출농도 조사

공기 중 노출농도는 농민 107.21ug/m<sup>3</sup>, 조경업자 93.53ug/m<sup>3</sup>, 방역업자 31.40ug/m<sup>3</sup>, 농약판매업자 1.04ug/m<sup>3</sup>순이었으며, 피부흡수용량은 농민 63.39ug/day, 조경업자 10.47ug/day, 방역업자 4.26ug/day, 농약판매업자 0.34ug/day순이었다(Table 1).

2. 노출 시나리오

1) 일일평균호흡량

한국 노출계수 핸드북에서는 휴식활동(resting), 천천히 걷기(light exercise), 빠르게 걷기(medium exercise), 천천히 달리기(heavy exercise), 빠르게 달리기(very heavy exercise)로 분류하여 단기간 노출 호흡률을 권고하고 있다(환경부, 2011). 이 연구결과를 활용하여 농민, 방역업자, 조경업자는 빠르게 걷기 노출군으로 가정하여 일일평균호흡량을 27.12m<sup>3</sup>/day로 하였고, 농약판매업자는 휴식 노출군으로는 가정하여 일일평균호흡량을 10.80m<sup>3</sup>/day로 하였다.

Table 1. The concentrations of diazinon by the exposure group

Groups	Number of workers	The concentrations of diazinon in air (ug/m <sup>3</sup> )		Amount of skin absorption (ug/day)	
		Mean	SD	Mean	SD
Farmers	14	107.21	116.11	63.39	58.77
Pest control operators	4	31.40	16.14	4.26	1.18
Landscapers	6	93.53	120.00	10.47	5.44
Agricultural chemicals sellers	6	1.04	0.68	0.34	0.83

**Table 2.** Exposure frequency time

Characteristics	Famers	Pest control operators	Landscapers	Agricultural chemicals sellers
Number of samples	30	16	18	20
Exposure time*	1	5	2	8
Exposure frequency*	7	240	30	288

\*unit: median

2) 노출시간 및 노출빈도

노출시간과 노출빈도는 US. EPA(1996)에서 권고하는 방법에 따라 본 연구에서 조사된 설문결과의 중앙값을 활용하였다. 노출시간은 농민 1hr/day, 방역업자 5hr/day, 조경업자 2hr/day, 농약판매업자 8hr/day이었고, 노출빈도는 농민 7day/year, 방역업자 240day/year, 조경업자 30day/year, 농약판매업자 288day/year이었다(Table 2).

3) 노출기간

노출기간은 통계청 자료에서 제공하는 생산노동가능인구조사의 연령분포인 15 - 64세(50년)으로부터 가장 높은 경제활동인구를 나타낸 40 - 49세의 중앙값인 44.5세(30.5년)를 활용하였다(이철민, 2004, 통계청, 2000).

4) 체 중

체중은 한국 노출계수 핸드북에서 권고하고 있는 한국 성인의 평균 체중 62.8kg을 활용하였다(환경부, 2011).

5) 기대여명

기대여명은 한국 노출계수 핸드북에서 권고하고 있는 78.6세를 활용하였다(환경부, 2011).

3. 위험성 산출

인체노출량은 방역업자 724.40ng/kg-day, 조경업자 107.79ng/kg-day, 농약판매업자 18.81ng/kg-day, 농민 14.67ng/kg-day순이었다(Table 3). 독성학적 참고치는 NOAEL값 0.026mg/kg/day에 불확실성 상수 100을 나누어 0.26 ug/kg-day으로 산출하였다(U.S. EPA,

**Table 3.** Life time average daily doses

Characteristics	Famers	Pest control operators	Landscapers	Agricultural chemicals sellers
Number of wokers	14	4	6	6
LADD <sub>sair</sub> * (ng/kg-day)	14.36	720.80	107.35	18.25
LADD <sub>sskin</sub> † (ng/kg-day)	0.31	3.61	0.44	0.55
LADD <sub>s</sub> ‡ (ng/kg-day)	14.67	724.40	107.79	18.81

\*LADD<sub>sair</sub>: Lifetime average daily doses by diazinon in air

†LADD<sub>sskin</sub>: Lifetime average daily doses by skin absorption of diazinon

‡LADD<sub>s</sub>: Lifetime average daily doses

**Table 4.** Hazard Index and management ranking by exposure group

Characteristics	Famers	Pest control operators	Landscapers	Agricultural chemicals sellers
Hazard Index	0.06	2.79	0.41	0.07
management ranking	4	1	2	3

2000). 유해성 지수는 인체노출량과 독성학적참고치를 비교하여 방역업자 2.79, 조경업자 0.41, 농약판매업자 0.07, 농민 0.06 순으로 산출되었다. 방역업자만이 위험성 지수 기준 1을 초과하였다(Table 4).

IV. 고 찰

Wright 등(1980)은 디아지논 창고에서 디아지논을 측정된 결과 0.28ug/m<sup>3</sup> 이었고 범위는 0.085-0.84ug/m<sup>3</sup>으로 보고하였다. Wachs 등(1983)은 살충제를 판매하는 소매상에서 14시간 지역시료로 디아지논을 측정된 결과 3.4ug/m<sup>3</sup>이라고 보고하였다. Wright 등(1983)은 해충관리의 서비스로 사용된 트럭 운전대에서 2시간 시료채취한 결과 8-TWA가 20.6ug/m<sup>3</sup>이라고 보고하였다. Currie 등(1990)은 7개의 사무실에서 디아지논 살충제를 살포하고 4시간후 디아지논이 27-163 ug/m<sup>3</sup>으로 검출되었다고 보고하였다. Hayes (1980)은 디아지논에 노출된 22인의 해충관리자에서 8-TWA가 131.0 ug/m<sup>3</sup>이라고 보고하였다. Weisskopf(1988)은 과립형 디아지논 살충제에 노출된 근

로자에게 피부노출을 측정한 결과  $0.6\text{-}11\text{mg}/\text{cm}^2$ ,  $0.1\text{-}0.25\text{mg}/\text{cm}^2$  이라고 보고하였다. 이번 연구는 이러한 연구자료와 비교해 볼 때 비슷한 범위임을 확인할 수 있다.

본 연구의 노출시나리오에 사용된 노출계수 중 호흡량, 노출시간, 노출빈도는 한국 노출계수 핸드북(환경부, 2011) 및 통계청 자료를 인용하여 국내 전체인구 대표값을 사용하였고, 노출빈도와 노출시간은 국내 직업군에 따른 연구된 자료가 없어 US EPA(1996)에서 권고하는 방법에 따라 설문조사 결과의 중앙값으로 선정하였다. 농민의 노출빈도는 7일로 표승렬 등(2005)의 331명을 대상으로한 설문자료인 6.9일과 유사한 결과를 얻었다.

호흡률에 대한 자료는 U.S EPA(1996) 자료에서 남성의 경우 휴식시  $0.45\text{m}^3/\text{hr}$ , 활동시  $1.2\text{m}^3/\text{hr}$ 이고 여성은 휴식시  $0.36\text{m}^3/\text{hr}$ 와 활동시  $1.4\text{m}^3/\text{hr}$ 으로 일반적인 유해도 평가시 일일 호흡량을  $20\text{m}^3/\text{hr}$ 으로 권고하고 있다. 이 결과는 한국 노출계수 핸드북에서 제시하고 있는 휴식시  $0.45\text{m}^3/\text{hr}$ , 천천히 걷기  $0.94\text{m}^3/\text{hr}$ , 빠르게 걷기  $1.13\text{m}^3/\text{hr}$ , 천천히 달리기  $1.87\text{m}^3/\text{hr}$ , 빠르게 달리기  $2.33\text{m}^3/\text{hr}$ 와 유사한 범위에 있는 것을 확인할 수 있다. 본 연구에서는 환경부에서 권고하는 한국 노출계수 핸드북 자료를 활용하여 작업 특성에 따라 호흡량을 달리 하여 적용하였다.

본 연구는 비발암성 물질의 건강 위험성 평가방법 중 단일 평가치 분석을 사용하였다. 단일 평가치 분석(point estimate analysis: PEA)은 각 노출량 변수에 대해 평균, 중앙값, 또는 95% UCL(upper confidence level)와 같은 단일값을 사용하여 대표적인 위해성을 분석하는 방법으로(환경부, 2001), 본 연구에서는 단일변가치 분석을 위한 노출량 변수 적용시 기하평균은 노출이 과소평가 될 우려가 있어 산술평균을 적용하여 산출하였다.

본 연구의 불확실성 상수는 US EPA(2000)자료를 활용하여 종간 외삽에 의한 불확실성(interspecies extrapolation) 10배와 종간의 변이성에 의한 불확실성(intraspecies variability) 10배를 하여 100배로 독성학적 참고치를  $0.26\text{ ng}/\text{kg}\cdot\text{day}$ 으로 산출하였다.

노출과정에 대한 잠재용량(potential dose)은 오염물질의 흡입비율로 시간 변화에 따른 오염물질의 농도와 매개체의 흡입율의 곱에 대한 누적량을 나타낸다(환경부, 2001). 비발암성물질은 여기에 독성학적

참고치와 인체노출량의 비교를 통하여 유해성 지수를 산출한다. 유해성지수는 1을 초과할 경우 건강 이상이 발생할 가능성이 있는 것을 의미한다(환경부, 2001).

본 연구의 한계점으로는 첫째, 노출조사 자료가 부족하였다. 노출량은 살충제의 취급 시기, 사용 규모, 작업형태 등에 따라 차이가 날 수 있다.

둘째, 노출시나리오를 위한 직종별 노출계수가 필요하다. 본 연구의 노출계수는 노출기간, 체중, 기대여명은 문헌자료에서 국내 전체인구 대표값을 활용하여 직종별 같은 값을 적용하였다. 직종별 위험성 차이를 비교하기 위해서 직종별 다른 노출계수의 사용이 좋을 것으로 생각된다.

셋째, 노출시간, 노출빈도는 설문자료를 활용하였으나 설문자료의 수가 부족하였다.

향후 연구방향으로는 첫째, 보다 장기적인 디아지논 노출자료 및 설문자료가 요구된다. 둘째, 국내 실정에 적합한 노출계수 개발이 필요하다.

## V. 결 론

디아지논의 공기 중 노출농도와 피부노출 농도를 조사하여 노출 추정결과를 바탕으로 인체노출량과 유해도 지수를 산출하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 공기 중 노출농도는 농민  $107.21\text{ug}/\text{m}^3$ , 조경업자  $93.53\text{ug}/\text{m}^3$ , 방역업자  $31.40\text{ug}/\text{m}^3$ , 농약판매업자  $1.04\text{ug}/\text{m}^3$  순이었고 피부흡수용량 결과는 농민  $63.39\text{ug}/\text{day}$ , 방역업자  $10.47\text{ug}/\text{day}$ , 조경업자  $4.26\text{ug}/\text{day}$ , 농약판매업자  $0.34\text{ug}/\text{day}$  순이었다.

2. 노출시나리오의 일일평균호흡량은 농민, 방역업자, 조경업자로 적절한 활동을 하는 직업군으로  $27.12\text{m}^3/\text{day}$ 으로 가정하였고, 농약판매업자는 가벼운 활동하는 노출 군으로 가정하여 일일평균호흡량을  $10.80\text{m}^3/\text{day}$ 으로 하였다. 노출기간은 30.5년으로 하였으며, 체중은  $62.8\text{kg}$ , 기대여명은 78.6년으로 하였다. 노출시간과 노출빈도는 설문자료의 중앙값을 활용하여 노출시간은 농민 1시간, 방역업자 5시간, 조경업자 2시간, 농약판매업자 8시간으로 하였고 노출빈도는 농민은 7일, 방역업자는 240일, 조경업자는 30일, 농약판매업자 288일로 하였다.

3. 업종별 위험성 지수는 방역업자 2.79, 조경업자 0.41, 농약판매업자 0.07, 농민 0.06순으로 방역업자가

위험성 지수 기준 1을 초과하였다.

이상의 결과를 종합하면 디아지논 노출농도가 가장 높은 직업군으로는 농민이었으나, 유해성지수를 산출한 결과 방역업자, 조정업자, 농약판매업자가 더 위험할 수 있다는 것을 알 수 있다. 이 결과는 연구대상이 부족한 한계점이 있어 향후 추가적 연구가 필요하다.

### 참고문헌

고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준. 2011  
 농림부. 농림업 주요 통계, 2010  
 염혜경, 송재석, 김치년, 원종욱, 노재훈. 벤지딘계  
 염료 공장 근로자들의 피부노출 평가. 대한산  
 업의학회지 1996; 10: 83-93  
 오범진, 황성오, 이강현, 홍은석, 임종천, 김 현, 조  
 준휘, 신준섭, 유기철. 유기인계 농약의 중독  
 경로에 따른 임상양상의 차이. 대한응급의학회지  
 1998; 9: 135-140  
 윤종만. 농약의 약해와 치료의 최신지견. 대한의사  
 협회지 1996; 39: 737-747  
 이서래. 한국인의 평균체중에 대한 자료. 식품과학과  
 산업 1999; 32(4): 65-66  
 이철민. 다중 실내환경에서의 주요 오염물질의 위해  
 성평가 방법의 적용에 관한 연구. 한양대학교  
 대학원 박사학위논문 2004  
 통계청. 생활시간조사보고서. 2000  
 표희수, 박송자. 환경분석과 인체 위해성평가(1), 음  
 용수 중 염소 소독부산물의 분석 및 인체 노출  
 평가. ANALYICAL SCIENCE & TECHNOLOGY  
 2000. 13(6) :89-96  
 표승렬, 김치년, 김현수, 정우진, 김광중, 원종욱, 노  
 재훈. 일부 농약 취급자의 농약 관리 실태와  
 자각 증상 호소율. 한국산업위생학회 동계학술  
 대회 연세집. 2006  
 환경부. 노출평가지침서. 2001  
 환경부. 한국노출계수핸드북. 2011  
 American Conferce of Governmental Industrial Hygie-  
 nists(ACGIH). Guide to occupational exposure  
 values, 2011  
 American Conferce of Governmental Industrial Hygie-  
 nists(ACGIH). Threshold limit values for chemi-  
 cal substances and biological exposure documen-  
 tation, 2011  
 Adams WC. Measurement of breathing rate and volume  
 in routinely performed daily activities, Final Report.

1993  
 Arena JM, Drew RH. Poisoning. Thomas Publisher  
 1986; 5: 180-186  
 Agency for Toxic Substances and Disease Registry  
 (ATSDR): Toxicological profile for diazinon,  
 1996  
 English T, Ellis EF, Ackerman J. Organic phosphate  
 poisoning. Morbid Mortal 1970; 19: 397-404  
 Currie KL, McDonald EC, Chung LTK, Higgs AR.  
 Concentration of diazinon, chlorpyrifos, and ben-  
 diocarb after application in offices. Am Ind Hyg  
 Assoc J. 1990; 51(1): 23-27  
 Hayes AL, Wise RA, Weir FW. Assessment of occu-  
 pational exposure to organophosphates in pest  
 control operators. Am Ind Hyg Assoc J 1980;  
 41: 568-575  
 Hayes W. Pesticides studied in man diazinon. Wilkins,  
 Baltimore 1982; 385-389  
 Korea Agricultural Chemicals Industrial Association  
 (KACIA). Pesticide handbook, 2000  
 NIOSH. A NIOSH Technical Repost: Guidelines for air  
 sampling and analytical method development and  
 evaluation. Cincinnati, OH, DHHS(NIOSH), 1995  
 Occupational Safety & Health Administration(OSHA).  
 Index of sampling and analytical methods, 1986  
 Stephanie MP. An approach for estimating workplace  
 exposure to o-toluidine, aniline, and nitroben-  
 zene. Am Industr Hyg Assoc J 1994; 55(8):  
 733-737  
 U.S. Environmental Protection Agency(EPA). Inter-  
 grated risk information system(IRIS). Substance  
 file-diazinon, 2000  
 U.S. Environmental Protection Agency(EPA). Guiding  
 principles for montelcarlo analysis, 1997  
 U.S. Environmental Protection Agency(EPA). Exposure  
 factors handbook. volume I. General factors.  
 EPA-ORD. EPA/PB-124255. Washington DC  
 1996a  
 U.S. Environmental Protection Agency(EPA). Risk assess-  
 ment guidance for superfund volume I, 1989  
 VanRooij JGM, Maassen NM, Bodelier-Bade MM,  
 Jongeneeien FJ. Determination of skin conta-  
 mination with exposure pads among wokrs ex-  
 posed to polycyclic aromatic hydrocarbons. Appl  
 Occup Environ Hyg 1994; 9(10): 693-699  
 Wachs T, Gutenmann WH, Buckley EH, Lisk DJ. Con-  
 centration of diazinon in air of a retail garden  
 store. Bull Environ Contam Toxicol 1983; 31:  
 582-584  
 Wecker L, Mrak RE, Dettbarn WD. Evidence of

- necrosis in human intercostal muscle following inhalation of an organophosphate insecticide. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1985; 6: 171-175
- Weisskopf CP, Seiber JN, Maizlish N, Schenker M. Personal exposure to diazinon in a supervised pest eradication programme. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1988; 17: 201-212
- Wright CG, Leidy RB. Insecticide residues in the air of buildings and pest control vehicles. *Bull Environ Contam Toxicol*. 1980; 24: 582-589
- Wright CG, Leidy RB, Dupree HE. Diazinon and chlorpyrifos in the air of moving and stationary pest control vehicles. *Bull Environ Contam Toxicol*. 1983; 28: 119-121