

유기용제 취급 근로자의 방독마스크
착용 실태 및 적절성에 관한 연구

지도 노 재 훈 교수

이 논문을 보건학석사 학위논문으로 제출함

2000년 6월 일

연세대학교 보건대학원

산업보건학과

이 종 인

감사의 글

산업보건의 참뜻을 알고자 시작했던 3년의 대학원 생활을 이끌어주시고 보람차도록 도와주신 주위의 모든 분께 감사드립니다.

바쁘신 와중에도 논문이 완성되도록 지도와 조언을 아끼지 않으신 노재훈 교수님께 머리 숙여 감사드립니다. 또 산업보건의 첫발을 디디는 순간부터 지금까지 저의 등불이 되어 길을 밝혀주신 윤명조 교수님께 깊은 감사를 드리며 저의 부족함을 하나 둘 인내와 가르침으로 격려하고 지도해주신 원종욱 선생님께 감사드립니다.

직장생활이라는 이유로 대학원 생활에 부족함에 있을 때마다 늘 곁에서 위로와 힘이 되시고 격려로 지금이 있도록 이끌어주신 김치년 선생님과 송재석 선생님께 머리 숙여 감사를 전합니다.

모든 면에서 부족한 저의 논문을 손질하고 방향을 지도 및 편달하여 주시고 논문이 완성될 때까지 도와주신 임남구 선생님, 최충곤 선생님과 정재훈 선생님께 감사드립니다.

대학원 생활을 늘 함께 하면서 부족한 저를 도와주신 황일순 선생님, 김현수 선생님, 유송희 선생님께 감사드립니다.

그리고 설문지 작성에 협조해주신 경인산업보건센터의 보건관리대행 간호사님과 이영심선생님, 정호진선생님께 감사드리며 사업장에서 방독마스크 자료에 협조하신 현영관과장님께 감사드립니다.

끝으로 지금까지 저를 키워주신 부모님, 아내와 아들 준호 그리고 그동안 저를 아껴 주신 연세대학교 산업보건학과 모든 분께 이 작은 결실을 드립니다.

2000년 6월 이 종 인 올림

차 례

국문 요약	i
I. 서 론	1
II. 이론적 배경	4
1. 방독마스크의 구조 및 종류	4
2. 방독마스크 정화통의 파과 시간	8
III. 연구 방법	13
1. 연구 대상	13
2. 현장 조사	13
3. 설문 조사	13
4. 방독마스크 정화통의 파과 시간 예측	14
5. 분석 방법	14
IV. 연구 결과	15
1. 연구대상자의 특성	15
2. 방독마스크 착용 실태 및 착용 기피 사유	18
3. 정화통 성능 여부	20
V. 고찰	22
VI. 결론	24
참고 문헌	25
부 록	27
영문 요약	29

표 차례

표 1. 방독마스크 각 부분의 구조 및 적합 조건	5
표 2. 종류에 따른 형식 및 사용 범위	6
표 3. 방독마스크 종류별 함유공기 농도, 파과 농도 및 파과 시간	9
표 4. 유기용제별 파과 시간 및 파과 비율	12
표 5. 톨루엔 농도에 따른 직결식 소형 방독마스크 정화통의 파과 시간	12
표 6. 연구대상자의 작업관련 특성	16
표 7. 작업관련 특성에 따른 방독마스크 착용여부	17
표 8. 사업주가 유기용제 취급 근로자에게 지급한 호흡보호구	18
표 9. 연구대상 근로자의 방독마스크 착용여부	18
표 10. 근로자의 방독마스크 착용 기피 또는 미착용 사유	19
표 11. 방독마스크 정화통의 성능 및 교환주기	20

그림 차례

그림 1. 방독마스크의 종류	7
그림 2. 정화통의 파과 곡선	14
그림 3. 유기용제 노출 수준에 따른 정화통 적정 교환주기	21

국 문 요 약

국내 연구 중 정화통의 수명에 대한 실험연구와 호흡 보호구 착용실태에 대한 연구는 있었지만, 실제 근로자들이 사용하는 방독마스크의 정화통의 파과에 대한 조사는 없었다. 따라서 본 연구는 인천 및 부천 지역에 있는 101개의 유기용제 취급 사업장, 101명의 유기용제 취급 근로자를 대상으로 2000년 4월부터 5월까지 유기용제용 방독마스크의 지급 및 착용실태와 방독마스크의 착용이 적절한지 여부를 조사하기 위해 유기용제 노출정도, 국소배기장치의 유무 등의 현장조사와 유기용제 노출 근로자수, 1일 유기용제 노출 시간, 사업주가 지급한 호흡보호구 종류, 방독면 카트리지의 성능, 카트리지 교환주기, 방독마스크 미착용 사유 등에 대한 설문 조사를 실시하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 연구대상자중 적절한 호흡보호용 방독마스크를 착용하고 있는 근로자는 12.0% 이었으며 나머지 근로자는 거즈마스크 36% 등 불량보호구를 착용하고 있거나 사업주가 적정보호구를 비치만 하고 근로자에게 지급하지 않거나 아무보호구가 없는 경우가 52% 이었다. 근로자가 착용하고 있는 방독마스크는 모두 직결식 소형 방독마스크이었다.

둘째, 연구대상자의 작업관련 특성에 따른 방독마스크 착용여부에 차이를 분석한 결과, 환기시설이 있는 공정의 근로자가 환기시설이 없는 공정의 근로자보다 방독마스크를 많이 착용하였다

셋째, 유기용제 취급 근로자에게 지급된 방독마스크 카트리지의 성능을 조사한 결과, 착용하고 있거나 비치중인 카트리지의 수명은 모두 8시간 이하인 것으로 나타났으나 카트리지 교환은 전체의 66.2%가 없는 것으로 나타났다. 유기용제 노출 수준에 따라 직결식 소형 방독마스크 정화통의 파과 시간을 계산한 결과, 1일 이하가 74.1%이었으나 카트리지 교환주기가 1일인 경우는 없었다

결론적으로 사업주들이 방독마스크를 구입하는 경우는 56%였으나 사업주가 방독마스크를 구입하여 근로자에게 사용토록 지급한 경우는 12%로 대부분 근로자들이 방독마스크 착용을 하지 않고 있었고 유기용제 노출 예방에 아무런 효과가 없는 불

량마스크를 착용하고 있었다. 또한 사업주가 지급한 방독마스크도 정화통이 대부분
파과 시간이 경과하여 유기용제를 정화할 수 없는 방독마스크를 착용하고 작업하고
있었다. 그러므로 이를 해결하기 위해서는 근로자와 사업주를 대상으로 방독마스크
에 대한 정확한 교육과 홍보가 필요하며 파과 시간에 맞게 정화통을 교체해 주어야
한다. 그리고 정화통의 교환주기, 착용감 및 사용에 편리한 송기마스크의 지급에 대
한 검토가 절실하게 필요하다.

핵심되는 말: 방독마스크, 정화통 파과 시간, 정화통 교환주기

I. 서론

우리 나라는 1962년 이후 수 차례에 걸친 경제개발 5개년 계획의 성공적인 추진으로 급속한 산업발전을 이루었고 산업구조가 중화학공업 중심으로 발전되어 사업장의 규모와 수의 증가를 가져오게 되었으며 새로운 유해물질이 다양하게 사용 취급하게 됨으로서 근로자의 건강을 저해하는 요인으로 대두되었다.

산업현장에서 근로자의 건강에 해로운 영향을 미치는 유해환경요인으로는 물리적, 화학적, 생물학적 인자와 인간공학적 유해인자가 존재하고 작업내용에 따라 필연적으로 발생하는 유해인자를 인식하고 근본적으로 통제할 수 있는 방법은 그리 용이하지 않다. 이러한 유해작업환경관리에 대한 대책을 연구하는 우리 나라의 산업위생 활동은 외국에서와 같이 학계에 있는 전문가들로부터 시작되었으며 정부에서는 1981년 12월 31일 근로자의 산업재해와 직업병예방 등의 효율적인 산업보건관리를 위해 산업안전보건법을 제정하였다. 산업안전보건법에서는 근로자의 건강을 보호하기 위해서 작업환경측정, 특수건강진단 등을 사업주로 하여금 실시하도록 하고 있으며 작업환경측정은 작업장내의 작업환경을 측정 및 평가하고 당해 시설 및 설비 또는 개선 등 적절한 조치를 하도록 하고 있으며, 특수건강진단은 유해한 작업환경에 근무하는 근로자에 대하여 근로자의 건강을 보호하기 위하여 유해물질로 인한 건강상의 이상유무를 일정한 기간마다 실시하도록 규정하고 있다(산업안전보건법 제43조 제1항).

우리 나라의 특수건강진단 실시자수는 276,181명이며 이중 유기용제 특수건강진단 실시자수는 78,238명으로 전체의 28.3%를 차지하고 있다. 이는 소음 153,125명(55.4%), 분진 86,565명(31.3%) 다음으로 큰 비중을 차지하고 있다(노동부, 1998).

유기용제는 화재, 폭발을 일으키는 위험물인 동시에 급성중독 및 만성중독으로 사람의 건강을 해치는 유해물질로 잉크, 페인트, 접착제, 표면코팅제의 희석제 및 열매나 씨로부터 오일이나 지방, 의약품 등의 추출용으로도 쓰이며 세척제, 화학반응제 등 산업현장에 광범위하게 사용되고 있다(Parmeggiani, 1983). 이로 인한 직업병 발생 현황을 살펴보면 1991년에는 60명, 1992년에는 90명, 1993년에는 114명으

로 매년 증가하는 경향을 보이고 있다(노동부, 1992~1994).

유기용제에 의하여 일반적으로 나타나는 독성은 중추신경계의 활성저하이다. 유기용제는 친유성 화학물질이며 이 친유성 화학물질은 지질에 대한 친화력이 높으며 따라서 몸과 피부의 지방 혹은 지질부분에 축적될 수 있으므로 신경조직의 정상적인 흥분성을 파괴할 수 있고, 신경자극의 전달작용을 억제하며, 피부의 탈지화 등 자극을 일으키며 심하면 피부나 폐 그리고 눈의 손상을 가져온다 (James, 1985).

작업환경 중 인체에 유해한 가스나 증기로부터 근로자의 건강을 보호하기 위해서는 공학적 개선 등 근본적인 개선대책을 수립하는 것이 바람직하며 공학적인 수단을 사용하고도 유해물질의 인체 침투를 제어하지는 못할 경우에는 최후의 수단으로 호흡기 보호구를 착용하게 된다(NIOSH, 1987). 그러나 모든 사업장에 근원적인 개선대책을 강구하기에는 공학적 기술이나 경제적 비용 등 현실적인 어려움이 있으므로 손쉽게 사용할 수 있는 개인보호구에 의존하는 경우가 많다(이성관 등, 1992). 보호구를 착용하여 유해가스나 증기로부터 근로자의 건강을 보호하기 위해서는 반드시 적합한 보호구를 선정하여야 하며, 보호구의 정화통 성능이 저하되기 이전에 새 정화통으로 교환 해주어야 한다(박두용, 1998). 그리고 사업주는 방독마스크의 지급대신 청색마스크를 지급하고 방독마스크를 비치만 할 뿐 아니라 파파된 카트리지를 계속하여 사용하는 등 근로자의 보호에 관심이 없으며 사업주가 근로자에게 일부 지급한 방독마스크도 답답하기 때문, 효과가 없는 것 같아서, 귀찮아서, 업무능력이 떨어짐, 다른 동료가 착용하지 않아서, 보호구가 지급되지 않아서의 이유로 착용되지 않고 있다(이경용과 이관형, 1992; 황소민 등 1992). 또한 사업주들은 방독마스크를 구입만 하고 근로자에게 지급하지 않다가 관리관청의 감독시만 착용하도록 조치하고 평시에는 면마스크 착용으로 일관하여 근로자 건강보호에 많은 문제를 가지고 있다. 국내 연구중에서 정화통의 수명에 대한 실험연구(정해동과 백남원, 1996; 박두용, 1998)와 호흡 보호구 착용실태(김현욱 등, 1998)에 대한 연구는 있지만, 실제 근로자들이 사용하는 방독마스크의 정화통의 파파에 대한 조사는 없었다.

따라서 본 연구는 유기용제 취급사업장을 대상으로 유기용제용 방독마스크의 지급 및 착용실태를 파악하기 위해 방독마스크의 종류, 착용율, 미착용 사유를 조사하

였고, 유기용제용 방독마스크의 착용이 적절한지 여부를 파악하기 위해 방독마스크
정화통의 성능, 교환주기 등을 조사하고 정화통의 파과 시간을 계산하였다.

II. 이론적 배경

1. 방독마스크의 구조 및 종류

가. 구조

방독마스크의 각 부분에 사용하는 재료는 다음 내용에 적합해야 한다. 첫째, 얼굴에 밀착되는 부분은 장해를 주지 않아야 한다. 둘째, 정화통의 안쪽은 정화제에 의해서 부식되지 않는 것 또는 부식되지 않도록 충분한 방식처리가 되어 있어야 한다. 셋째, 정화통 내부의 분진 포집용 여과재는 인체에 장해를 주지 않아야 한다. 넷째, 일반적인 취급에 있어 균열, 변형, 기타 이상이 생기지 않아야 한다.

방독마스크의 구조를 보면 방독마스크는 안면부와 정화통으로 구분되며 정화통은 활성탄으로 채워져 있다. 방독마스크의 적합한 일반 구조는 다음과 같다. 첫째, 쉽게 깨어지지 않아야 한다. 둘째, 착용이 쉽고 착용하였을 때 공기가 새지 않고, 압박감이나 고통을 주지 않아야 한다. 셋째, 착용자의 얼굴과 방독마스크의 내면사이의 공간이 너무 크지 않아야 한다. 넷째, 착용자의 시야가 충분해야 한다. 다섯째, 전면형 방독마스크는 호기에 의해 눈 주위에 안개가 끼지 않아야 한다. 여섯째, 정화통, 흡기 밸브, 배기 밸브 또는 머리끈을 바꿀 수 있는 것은 쉽게 바꿀 수 있는 구조이어야 한다. 방독마스크 각 부분의 구조 및 적합 조건은 표 1에 나와 있다(노동부 고시 제97-45호 제124조, 제125조, 1997).

표 1. 방독마스크 각 부분의 구조 및 적합 조건

구 분	조 건
정화통	1. 정화제는 치밀하게 충전되고 노출되지 않을 것. 2. 아황산·황용은 분진을 포함하기 위한 여과재를 구비할 것.
흡기밸브	미약한 호흡에 대하여 확실하고 예민하게 작동할 것
배기밸브	1. 미약한 호흡에 대하여 배기 밸브가 항상 확실하고 예민하게 작동할 것 2. 내부와 외부의 압력이 같을 경우, 배기 밸브는 항상 닫혀 있을 것 3. 외부의 힘에 의해 손상이 생기지 않도록 덮개 등으로 보호되어 있을 것
머리끈	적당한 길이 및 탄력성을 가지고 길이를 쉽게 조절할 수 있을 것.
연결관	1. 적당한 신축성을 가지고 여러 모양의 구부러진 상태에서도 통기에 지장이 없을 것 2. 턱, 팔등에 의한 압박이 있는 경우에도 통기에 지장이 없을 것. 3. 목의 운동에 지장이 없는 정도의 길이일 것.

나. 종류

방독마스크는 격리식, 직결식, 직결식 소형으로 구분할 수 있다(그림1). 종류에 따른 형식과 사용범위는 표 2와 같다(노동부 고시 제 97-45호 제123조, 1997).

표 2. 종류에 따른 형식 및 사용 범위

종 류	형상 및 사용 범위
격리식	정화통, 연결관, 흡기밸브, 안면부, 배기밸브 및 머리끈으로 구성되고, 정화통에 의해 가스 또는 증기를 여과한 청정공기를 연결관을 통하여 흡입하고 배기는 배기밸브를 통하여 외기중으로 배출하는 것으로서 가스 또는 증기의 농도가 2%(암모니아에 있어서는 3%)이하의 대기중에서 사용하는 것.
직결식	정화통, 흡기밸브, 안면부, 배기밸브 및 머리끈으로 구성되고, 정화통에 의해 가스 또는 증기를 여과한 청정공기를 흡기밸브를 통하여 흡입하고 배기는 배기밸브를 통하여 외기중으로 배출하는 것으로서 가스 또는 증기의 농도가 1%(암모니아에 있어서는 1.5%)이하의 대기중에서 사용하는 것.
직결식 소형	정화통, 흡기밸브, 안면부, 배기밸브 및 머리끈으로 구성되고, 정화통에 의해 가스 또는 증기를 여과한 청정공기를 흡기밸브를 통하여 흡입하고 배기는 배기밸브를 통하여 외기중으로 배출하는 것으로서 가스 또는 증기의 농도가 0.1%이하의 대기중에서 사용하는 것으로서 긴급용이 아닌 것.

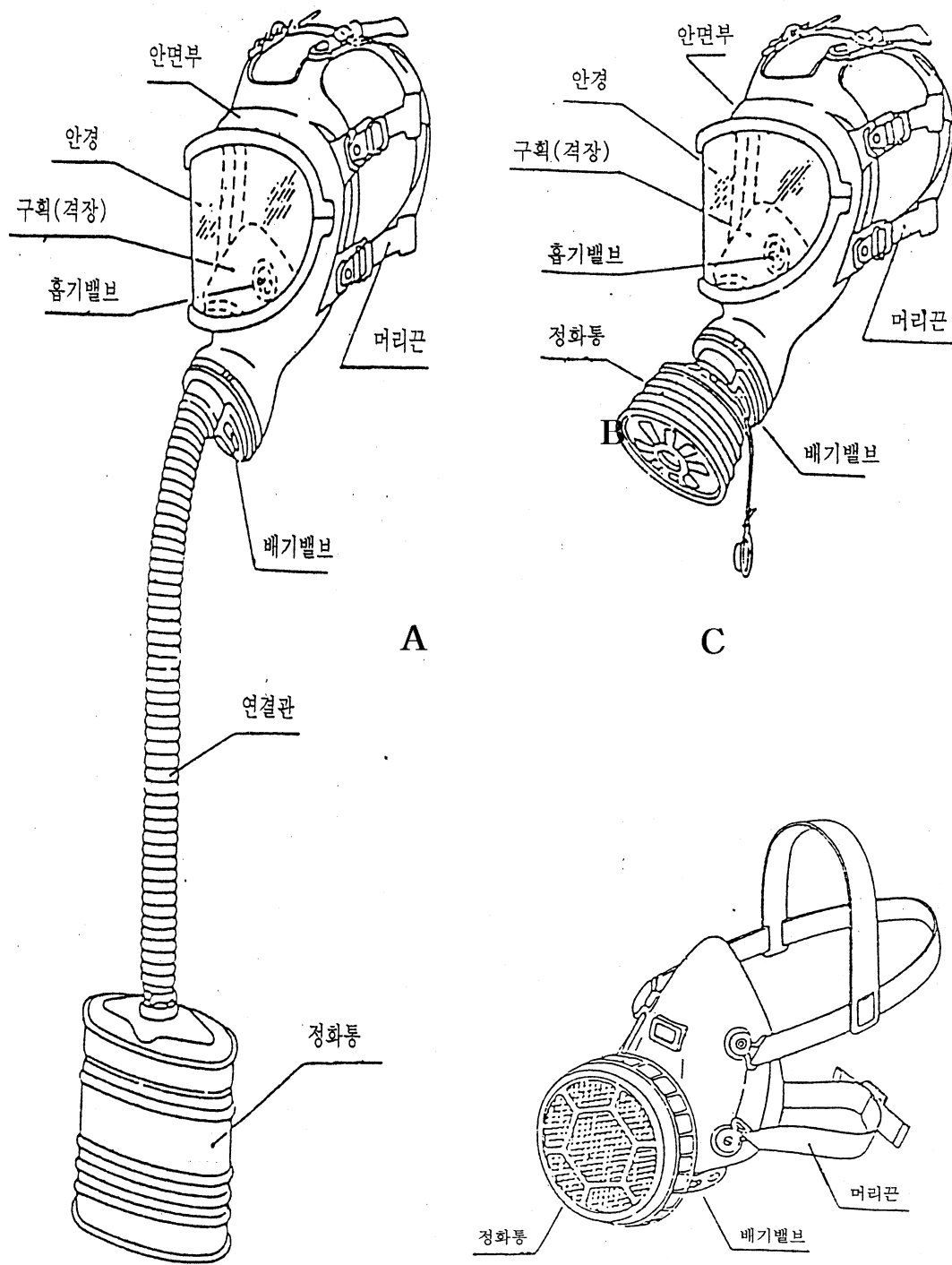


그림 1. 방독마스크의 종류

(A: 격리식 전면형, B: 직결식 전면형, C: 직결식 소형 반면형)

2. 방독마스크 정화통의 파과 시간

표 3은 방독마스크 종류별 함유 공기 농도, 파과농도 및 파과 시간을 나타낸 것이다. 파과 시간은 사염화탄소를 시험가스로 하여 카트리지에 통과할 때 카트리지를 통과한 사염화탄소의 농도가 5ppm이 될 때까지의 시간을 의미한다. 방독마스크 종류별로 보면, 유기가스용 중 격리식은 사염화탄소 5,000ppm의 농도에서 카트리지에 100분동안 통과시 통과된 사염화탄소의 농도가 5ppm이하여야 합격되며 직결식은 사염화탄소 3000ppm의 농도를 카트리지에 30분간 통과시 통과된 사염화탄소의 농도가 5ppm이하여야 합격된다. 직결식소형은 사염화탄소 300ppm의 농도를 카트리지에 50분간 통과시 통과된 사염화탄소의 농도가 5ppm이하여야 합격된다(노동부 고시 제97-45호, 1997).

표 3. 방독마스크 종류별 함유공기 농도, 파과 농도 및 파과 시간

종 류	시험가스(시험연기) 함유공기		농도 (ppm)	시간 (분)	분진포집 효율(%)
	시험가스의 종류	농도			
할로젠가스용 방독마스크정화통	격리식	염소	0.5%	1	60
	직결식	"	0.3%	1	15
	직결식소형	"	0.02%	1	40
유기가스용 방독마스크정화통	격리식	사염화탄소	0.5%	5	100
	직결식	"	0.3%	5	30
	직결식소형	"	0.03%	5	50
일산화탄소용의 방독마스크 정화통	격리식	일산화탄소	1.0%	50	180
암모니아용의 방독마스크정화통	격리식	암모니아	2.0%	50	40
	직결식	"	1.0%	50	10
	직결식소형	"	0.1%	50	40
아황산가스용의 방독마스크 정화통	격리식	아황산가스	0.5%	5	50
	직결식	"	0.3%	5	15
	직결식소형	"	0.03%	5	35
아황산 · 황용의 방독마스크 정화통	격리식	아황산가스	0.5%	5	30
	직결식	담배연기	약 100~ 200mg/m ³		95
	직결식	아황산가스	0.3%	5	15
직결식소형	직결식	담배연기	약 100~ 200mg/m ³		80
	직결식소형	아황산가스	0.03%	5	35
	직결식소형	담배연기	약 100~ 200mg/m ³		60

(노동부 고시 제97-45호, 1997).

과과 곡선 방정식은 여러가지가 있으나 그중 가장 널리 쓰이는 Wheeler 식을 (Moyer, 1987; Nelson, 1976; Wood, 1989) 표시하면 다음과 같다.

$$t_b = \frac{W_e}{C_o Q} \left(W - \rho \frac{Q}{K_v} \ln \left(\frac{C_o}{C_x} \right) \right) \dots\dots\dots \text{(식 1)}$$

t_b : 과과 시간(분)

C_x : 출구 시험 가스농도(g/cm³)

C_o : 입구 시험 가스농도(g/cm³)

Q : 유량(cm³/min)

W : 정화제량(g)

ρ : 충전 밀도(g/cm³)

W_e : 흡착 용량(g/g)

K_v : 비율 상수(min⁻¹)

식 1에서 나타나는 과과 곡선은 반비례 관계가 성립됨을 보여주고 있으며, 과과 곡선을 작업장에서 이용하기 위하여는 유기용제의 종류에 따라 상당히 차이가 있지 만사염화탄소의 과과 농도 5 ppm에서 과과 곡선도를 보고 과과 시간을 직접 알아 내거나, 과과 곡선도에서 간단하게 다음과 같이 식을 유도하여 구해낼 수 있다 (Freedman, 1987; 한국산업안전공단, 1994).

$$y = a / x \dots\dots\dots \text{(식 2)}$$

여기서 y = 유해가스농도(ppm)

a = 활성탄 용량에 따른 상수

x = 사용시간(min)

이 방법을 통해 정화통의 유효시간은 환경중의 유독가스 농도로부터 계산할 수 있다. 실제적으로 사업장에서 사용되는 유기용제는 대부분이 혼합유기용제이며 활성탄도 유기용제마다 흡착되는 정도가 다르다. 표 4에 나와 있는 것처럼 활성탄 100 에 사염화탄소가 100 흡수될 때 톨루엔은 120, 벤젠은 100, 아세톤은 50등 활성탄이 유기용제마다 나타나는 흡착도는 각각 다르다. 이와 같이 각각 활성탄에 흡착율이 다른 유기용제를 사염화탄소를 기준으로 직결식 소형 정화통의 파과 시간을 계산하면 다음과 같다

① 직결식 소형 정화통의 사염화탄소를 사용한 파과 시간을 계산한다.

$$300 \text{ ppm} \times 50 \text{ 분} = 15,000 \text{ ppm} \cdot \text{분}$$

② 사염화탄소의 농도변화에 따른 파과 시간을 예측한다.

$$\text{파과 시간(분)} = 15,000 \text{ ppm} \cdot \text{분} / \text{유기용제의 농도(ppm)}$$

예를 들어 표 4를 이용하여 톨루엔을 적용하면 파과 비율이 1.2이므로 '파과 시간(분) = 15000 ppm·분 × 1.2 = 18,000 ppm·분'이 되고 검정시 파과 농도가 5ppm으로 규정되어 있으므로 최저치를 5 ppm으로 기준하여 파과 시간을 예측하면, 5ppm에서 60 시간이 된다. 톨루엔 노출기준인 100 ppm에서는 파과 시간이 3시간, 노출기준의 10분의 1일때에는 30시간, 정화통의 파과 시간을 결정하는 5ppm을 기준으로 보면 60시간(2.5일)이 된다.

표 4. 유기용제별 파과 시간 및 파과 비율

물질명	분자량	비점(°C)	파과시간(분)	파과 비율
염화벤젠	126	179	110	1.4
크실렌	106	139	100	1.3
톨루엔	92	110	90	1.2
에틸벤젠	106	136	80	1
MEK	72	79	78	1
사염화탄소	154	133	77	1
염화헥탄	120	133	76	1
염화헵탄	134		76	1
염화펜탄	106		75	1
벤젠	78	80	75	1
n-헵탄	100	98	75	1
프로판올	60		73	0.9
염화부탄	80		70	0.9
n-펜탄	72	36	65	0.8
n-헥산	86	68	65	0.8
이소프로판올	60		55	0.7
초산에틸	88	77	55	0.7
아세톤	58	56	40	0.5
초산메틸	74	57	30	0.4
에틸알콜	46	78	28	0.4
염화에틸	64	13	10	0.1
염화비닐	62	-14	8	0.1

출처: 한국산업안전공단. 해외연수(방독마스크) 결과 보고서. 한국산업안전공단, 1993

표 5. 톨루엔 농도에 따른 직결식 소형 방독마스크 정화통의 파과 시간

톨루엔농도	5 ppm	10 ppm	100 ppm
파과시간	60시간	30시간	3 시간

III. 연구 방법

본 연구의 조사기간은 2000년 4월부터 5월까지 2개월간 실시하였다. K병원 산업 보건센터의 보건관리대행기관 간호사가 직접 사업장에 방문하여 현장조사와 설문조사를 하였다.

1. 연구 대상

인천 및 부천지역에 소재한 사업장 중 무작위로 101개 사업장을 선정하였다. 각 사업장의 유기용제 취급근로자를 대상으로 하여 자기 기입식 설문지조사를 실시하였다.

2. 현장 조사

유기용제를 취급하는 사업장에서는 혼합유기용제를 취급하고 있어 각 유기용제별로 노출기준을 적용하여 산출한 혼합 유기용제 노출지수(Exposure Index)(노동부고시 제1997-53호; 1997. 12. 31.)로 유기용제 노출수준을 평가하고, 유기용제 취급공정에 국소배기장치의 설치 여부 및 정상가동 여부를 확인하였다..

3. 설문 조사

보건관리대행기관 간호사가 직접 설문지를 작성하는 자기기입식 방법으로 연구 대상사업장의 일반적인 사항으로 업종 및 주 생산품, 유기용제 노출근로자수, 1일 작업시간동안 유기용제 노출 시간, 유기용제노출정도, 취급하는 유기용제 종류, 방독마스크의 착용상태 및 기피사유로 유기용제 취급근로자에게 사업주가 지급한 호흡보호구 종류, 유기용제 취급근로자가 착용하는 방독마스크 종류 및 착용정도, 방독마스크 미착용 사유, 그리고 유기용제 취급 근로자가 유기용제를 제거할 수 있는 정화통을 사용하고 있는지 여부를 방독마스크에 사용하는 방독마스크 카트리지의 성능, 카트리지 교환주기, 방독마스크 미착용 사유 등을 설문하였다(부록 1).

4. 방독마스크 정화통의 파과 시간 예측

Wheeler 식 1의 파과 곡선도를 이용하여 사업화탄소의 파과농도 5 ppm에서 파과 곡선도를 보고 파과 시간을 $y = a/x$ 식으로 유도하였다(한국산업안전공단, 1994). 그리고 활성탄에 흡착율이 다른 유기용제를 사업화탄소를 기준으로 직결식 소형 정화통의 파과 시간을 계산하였다.

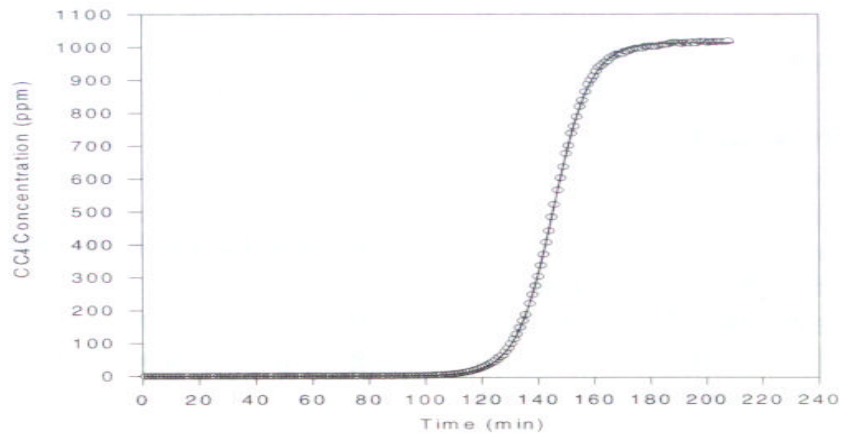


그림 2. 정화통의 파과 곡선

5. 분석 방법

사업장규모, 유기용제 취급공정, 유기용제 노출정도, 유기용제 근로자수, 유기용제 노출 시간, 환기시설 유무, 등에 대해 percentile로 계산하였으며, 사업장규모 등 작업장 특성에 따른 방독마스크로 착용유무의 차이를 검정하기 위해 χ^2 -검정을 실시하였다. 모든 자료분석은 SAS version 6.12를 사용하였다.

IV. 연구 결과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자가 근무하는 사업장의 규모는 50인 미만 사업장이 77.8%로 가장 많았다. 유기용제 취급공정을 보면, 접착공정 근로자가 36명(35.6%)로 가장 많았으며 그 다음은 도장공정 근로자 35명(34.7%)이었다. 과거 최근 작업환경측정보고서로 평가한 혼합유기용제 노출계수 중 45.5%가 0.25미만이었으며 노출기준을 초과한 경우는 전체의 5.9%이었다. 동일 사업장의 노출근로자수는 77.8%가 5인 미만이었으며 연구대상 근로자가 유기용제를 취급하는 시간은 대부분 3시간에서 8시간 이하라고 하였다. 53명(53.0%)의 환기시설이 있는 공정에서 근무하는 근로자는 전체의 53%이었다 (표 6).

표 6. 연구대상자의 작업관련 특성

변수	구분	수(%)
사업장 규모	50인미만	70(77.8)
	50인이상~100인미만	11(12.2)
	100인이상	9(10.0)
유기용제 취급공정	도장	35(34.7)
	세척	16(15.8)
	접착	36(35.6)
	제조	14(13.9)
혼합유기용제 노출계수	0.25 미만	46(45.5)
	0.25~0.5 미만	30(29.7)
	0.5~0.75 미만	6(5.9)
	0.75~1.0 미만	6(5.9)
	1.0 이상	13(12.9)
동일사업장의 노출근로자수	5인 미만	70(77.8)
	5~10인 미만	11(12.2)
	10인이상	9(10.0)
유기용제 취급시간	30분이하	6(5.9)
	1시간이하	1(1.0)
	3시간이하	16(15.8)
	8시간이하	74(73.3)
	8시간초과	4(4.0)
환기시설	유	53(53.0)
	무	47(47.0)

연구대상자의 작업관련 특성에 따른 방독마스크 착용여부에 차이가 있는지를 분석한 결과 환기시설이 있는 공정의 근로자가 환기시설이 없는 공정의 근로자보다 방독마스크를 많이 착용하였다(표 7).

표 7. 작업관련 특성에 따른 방독마스크 착용여부

변수	구분	착용	미착용	χ^2 -값
사업장 규모	50인미만	9(81.82)	42(51.22)	3.991
	50인이상~100인미만	2(18.18)	29(35.37)	
	100인이상	0(0.00)	11(13.41)	
유기용제 취급공정	도장	5(41.67)	30(34.09)	2.071
	세척	2(16.66)	14(15.91)	
	접착	0(0)	13(14.77)	
	제조	5(41.67)	31(35.23)	
혼합유기용제 노출계수	0.5배미만	8(66.67)	67(76.14)	2.275
	0.5~1배미만	3(25.00)	9(10.23)	
	1배 초과	1(8.33)	12(13.64)	
동일사업장내 유기용제 노출근로자수	5인미만	9(90.00)	60(75.95)	1.416
	5~10인미만	1(10.00)	10(12.66)	
	10인이상	0(0)	9(11.39)	
유기용제 취급시간	30분이하	1(8.33)	4(4.55)	1.774
	1시간이하	0(0)	1(1.14)	
	3시간이하	3(25.00)	13(14.77)	
	8시간이하	8(66.67)	66(75.00)	
	8시간초과	0(0)	4(4.55)	
환기시설	유	10(83.33)	43(48.86)	5.037*
	무	2(16.67)	45(51.14)	

*, p<0.05

2. 방독마스크 착용 실태 및 착용 기피 사유

가. 방독마스크 착용 실태

연구대상 사업장 중 적절한 호흡보호구(방독마스크, 송기마스크)를 착용하고 있는 사업장은 12개소(12.0%) 이었으며 36개소의 사업장 근로자는 불량보호구(면마스크, 청색면마스크, 방진마스크)를 착용하고 있었다. 하지만 사업주가 적정보호구를 지급했음에도 불구하고 착용하지 않고 비치만 하고 있는 사업장은 43개소로 전체의 43%이었다. 근로자가 착용하고 있는 방독마스크는 모두 직결식 소형 방독마스크이었다(표 8).

표 8. 연구대상 근로자의 방독마스크 착용여부

구 분	수(%)
적정보호구 착용	12(12.0)
불량보호구 착용	36(36.0)
적정보호구 비치만 함	43(43.0)
아무보호구도 없음	9(9.0)

유기용제 취급근로자에게 적절한 방독마스크와 송기마스크는 각각 전체의 56.4%와 1%를 지급하고 있었으며 청색면마스크를 지급하는 사업주는 27명이었다(표 9)

표 9. 사업주가 유기용제 취급 근로자에게 지급한 호흡보호구

지급 마스크 종류	수(%)
면마스크	21(20.8)
청색면마스크	33(32.7)
방진마스크	27(26.7)
방독마스크	57(56.4)
송기마스크	1(1.0)

(중복응답)

나. 착용 기피 사유

유기용제 취급근로자들이 방독마스크의 착용을 기피하거나 착용하지 않는 이유를 조사한 결과, 전체 근로자중 70.3%가 '호흡 곤란', 44.6%가 '기분이 나쁘다'라고 응답하였으며 그 외는 시야가 '안 보인다'가 23.8%, '땀이 많이 나기 때문'이 전체의 21.8%이었다(표 10).

표 10. 근로자의 방독마스크 착용 기피 또는 미착용 사유

구 분	수(%)
호흡 곤란	71(70.3)
시야가 안보임	24(23.8)
땀이 많이 남	22(21.8)
기분이 나쁘다	45(44.6)
피부병 발생	1(1.0)

(중복응답)

3. 정화통 성능 여부

유기용제 취급근로자에게 지급된 방독마스크 카트리지의 성능을 조사한 결과, 착용하고 있거나 비치중인 카트리지의 수명은 모두 8 시간 이하인 것으로 나타났으나 카트리지 교환은 전체의 66.2%가 없는 것으로 나타났다. 유기용제 노출 수준에 따라 직결식 소형 방독마스크 정화통의 파과 시간을 계산할 결과, 1일 이하가 74.1%이었으나 카트리지 교환주기가 1일인 경우는 없었다(표 11, 그림 3)

표 11. 방독마스크 정화통의 성능 및 교환주기

	구분	수(%)
성능	3시간이하	68(95.8)
	8시간이하	3(4.2)
	1일이하	0(0)
	10일이하	0(0)
	10일초과	0(0)
정화통 교환주기	1일	0(0)
	1주일	6(8.5)
	2주일	15(21.1)
	1개월	3(4.2)
	교환없음	47(66.2)

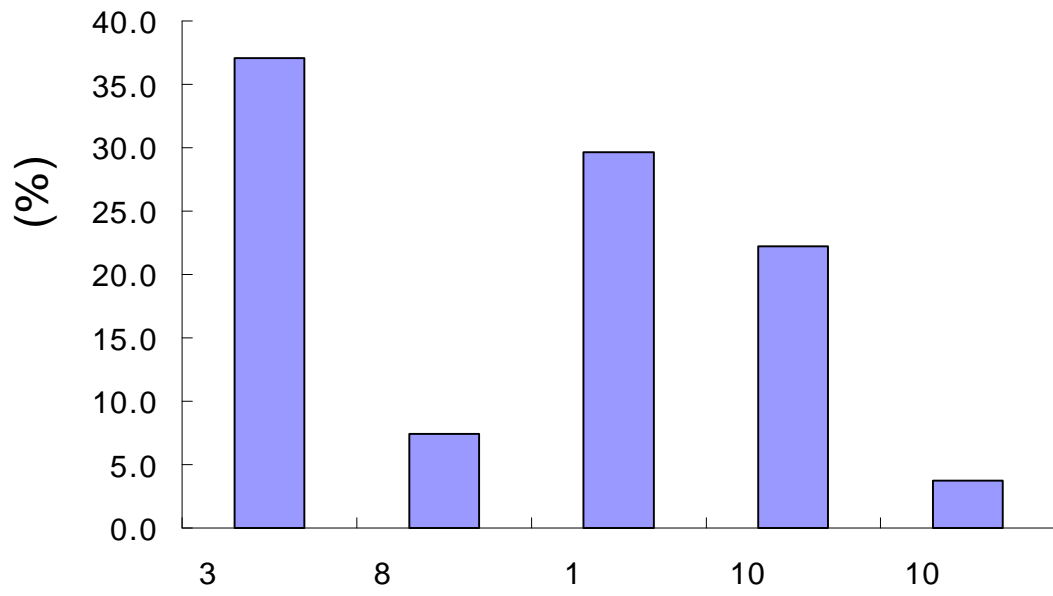


그림 3. 유기용제 노출 수준에 따른 정화통 걱정 교환주기

V. 고찰

본 연구는 2000년 4월부터 5월까지 경인지역 사업장내 유기용제 취급 근로자 101명을 대상으로 하여 방독마스크의 착용실태, 방독마스크의 착용이 적절한지를 조사하기 위해 실시하였다. 현재 우리 나라에서는 직업병의 예방대책으로서 공학적인 대책보다는 손쉽게 접근할 수 있는 개인보호구에 의존하는 경우가 많다(이성관 등, 1992). 하지만 이러한 개인 보호구도 근로자가 지속적으로 사용하지 않으면 대책으로서의 성과를 달성할 수 없다.

작업관련 특성에 따른 방독마스크의 착용여부를 분석한 결과, 환기시설이 있는 공정의 근로자가 그렇지 않은 근로자보다 더 방독마스크를 착용하고 있었다. 이는 산업안전보건교육의 향상으로 자신의 작업환경에 대해 관심이 높아졌기 때문이라고 할 수 있다(문영한 등, 1992). 연구대상 근로자중 적절한 방독마스크를 착용하고 있는 근로자는 전체의 12%에 불과하였으며 불량보호구인 면마스크, 청면마스크 등을 착용하고 있는 근로자는 전체의 36%으로 일본의 21%(Aiba 등, 1993), 뉴질랜드의 30%(Laird, 1993)등 외국과 비교해서도 높은 편이었다. 사업주가 지급한 호흡보호구는 방독마스크가 57%로 가장 많았으나 실제로 근로자가 착용하고 작업하는 경우는 12%로 나머지 45%는 사업주가 창고에 보관만 하고 지급하지 않았다

또한 근로자는 방독마스크보다 불량마스크(면마스크, 청색면마스크, 방진마스크)를 선호하는 것은 우선 느끼기에 가볍고 호흡이 순조로우며, 구입이 쉽고 가격이 저렴하기 때문으로 보인다. 이처럼 실제 유기용제 취급 작업장에서 착용하고 있는 보호구는 불량마스크가 36%이고 아무런 보호구 없이 작업하는 경우가 52%로 전체의 88%가 유기용제에 적절한 보호구인 방독마스크를 착용하지 않고 작업하는 것으로 나타났다. 이것은 불량마스크가 유기용제나 흠에 대하여 전혀 보호능력이 없어 근로자 보호용 마스크가 아님에도 불구하고 사업주와 근로자가 이들 불량마스크를 착용시 냄새가 나지 않는다는 이유로 유기용제를 제거할 수 있다고 믿고있기 때문이라고 생각된다

이는 김현욱 등(1998)의 연구처럼 여전히 사업주들이 면체식 보호구를 선호하고

있다는 것을 알 수 있었다. 이처럼 많이 사용되는 일회용 마스크도 고강도의 작업에서는 착용자에게 혈압증가등의 생체부하를 주며(Jones, 1991), 가장 큰 문제점으로 는 상대적으로 반면형이나 전면형등 다른 보호구보다 보호계수가 낮기 때문에 (Assigned Protection Factor=5, NIOSH, 1987), 독성이 강하고 작업장내에 고농도로 존재하는 물질을 취급하는 경우에는 부적절할 것으로 판단된다. 이러한 경우는 보호계수가 높은 보호구를 선정하도록 하여야 할 것이다.

착용하고 있거나 비치중인 방독마스크의 수명은 모두 8시간 미만이었으나 정화통 교환은 하지 않는 것으로 나타났다. 또한 유기용제 노출 수준에 따라 직결식 소형 방독마스크 정화통의 파과 시간을 계산할 결과, 1일 이하가 74.1%이었으나 정화통 교환주기가 1일인 경우는 없었다. 이는 방독마스크를 착용하나 유기용제의 노출을 막지 못한다는 것을 의미하게 된다. 따라서 언제든지 필요한 경우에 교체 사용할 수 있도록 방독마스크 정화통을 항시 갖추는 것이 필요하다고 생각된다.

근로자들이 방독마스크의 착용을 기피하는 주원인은 호흡곤란으로 나타나 김현욱 등(1998)의 연구와 일치하였다. 또한 전체 근로자의 21.8%가 땀 때문이라고 응답하였는데 높은 작업강도로 인해 전신적으로 발생하거나, 고온 작업시, 숨을 내 쉴때 높은 온도로 보호구 내가 뜨거워져서 안면에 생기는 땀, 호기 중에 있는 습기가 보호구로 인해 밖으로 배출되지 못하고 안면과 접촉하여 생기는 물기 등으로 볼 수 있다.

본 연구에서 근로자의 개개인의 특성을 고려하지 못한 점과 101개의 사업장, 101명의 작은 근로자수를 분석하여 작업관련 특성에 따른 방독마스크의 착용여부의 차이를 밝히지 못하였다. 또한 유기용제만을 사용하는 근로자를 대상으로 하여 조사한 결과이므로, 다른 유해가스를 사용하는 사업장에 적용하는데는 어려움이 있다고 생각된다.

결과를 요약하면, 본 연구에서 사업주들이 방독마스크를 지급하고 있었으나 대부분 근로자들이 착용을 하지 않고 있었고 유기용제 노출 예방에 아무런 효과가 없는 불량마스크를 착용하고 있었다. 그리고 사업주가 지급한 방독마스크를 착용해도 파과 시간이 경과한 정화통을 사용하고 있었다. 그러므로 이를 해결하기 위해서는 근

로자와 사업주를 대상으로 방독마스크에 대한 정확한 교육과 홍보가 필요하며 파과 시간에 맞게 정화통을 교체해주어야 한다. 그리고 값싸고 사용이 편한 송기마스크의 지급에 대한 검토가 필요하다

VI. 결론

결론적으로 사업주들이 방독마스크를 구입하는 경우는 56%이었으나 사업주가 방독마스크를 구입하여 근로자에게 사용토록 지급한 경우는 12%로 대부분 근로자들이 방독마스크 착용을 하지 않고 있었고 유기용제 노출 예방에 아무런 효과가 없는 불량마스크를 착용하고 있었다. 또한 사업주가 지급한 방독마스크도 정화통이 대부분 파과 시간이 경과하여 근로자 유기용제를 정화할 수 없는 방독마스크를 착용하고 작업하고 있었다. 그러므로 이를 해결하기 위해서는 근로자와 사업주를 대상으로 방독마스크에 대한 정확한 교육과 홍보가 필요하며 파과 시간에 맞게 정화통을 교체해주어야 한다. 그리고 정화통의 교환주기, 착용감 및 사용에 편리한 송기마스크의 지급에 대한 검토가 절실하게 필요하다.

참고 문헌

- 김현욱, 김형아, 노영만, 장성실. 우리나라 소규모 사업장 근로자들의 호흡보호구 사용실태 및 착용기피 원인 분석. 한국산업위생학회지 1998;8(1):133-142
- 노동부. 1998년근로자건강진단실시결과. 행정간행물등록번호 41000-68340-26-36,1986
- 노동부. 산업재해분석. 노동부, 1992-1994
- 문영한, 박종연, 이경중, 조명화. 근로자들의 건강상태가 작업환경인식에 미치는 영향. 대한산업의학회지 1992;4(1):81-90
- 박두용. 직결식 소형 방독마스크의 유기용제용 정화통에 대한 우리나라 성능 검정 기준 시험농도의 문제점과 개선방안, 한성대학교 논문집 1998;22(3):347-363
- 이성관, 이미영, 윤능기, 이승훈. 유해부서 근로자의 산업보건에 관한 지식과 태도에 관한 연구 . 대한산업의학회지 1992;4(2):162-180
- 이경용, 이관형. 경인지역 도금사업장 근로자의 산업보건 관리제도에 대한 인식. 대한산업의학회지 1992;4(1):32-44
- 정해동. 백남원 : 복합유기용제에 노출된 호흡보호구용 정화통의 파과에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1996;6(1):55-66
- 한국산업안전공단. 작업장에서 사용되는 방독마스크의 유해가스 흡착능력에 관한 시험연구. 한국산업안전공단, 1994
- 한국산업안전공단. 해외연수(방독마스크) 결과 보고서. 한국산업안전공단, 1993
- 황소민, 한정현, 현원일. 사업장 보건관리 대행에 대한 실태 및 인식도 조사. 산업보건 1992; 47: 7-16
- Aiba, Y, Abe M, Utsunomiya T. Questionnaire survey of the use of respirators, 6th conference of ISRP, Tokyo, 1993
- Ferber BI, Hartstein AM. Service lives of respirator cartridges versus several classes of organic vapors. Am Ind Hyg Assoc J Monograph Series(Respiratory Protection), 1987:293-298

- James RC. The toxic effects of organic solvents. Industrial toxicology. ed Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1985, .
- Jones JG. The physiological cost of wearing a disposable respirator. Am Ind Hyg Assoc J 1991; 52(6):219-225
- Laird IS, Pack RJ, Carr DH. A survey on the use and non-use of respiratory protective equipment in workplaces in a provincial New Zealand City. Ann Occp Hyg 1993;37(4):367-375
- NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health). Guide to industrial respiratory protection(DHHS/NIOSH Pub. No. 87-116), Washington DC, 1987
- Parmeggiani L. Solvents industrial encyclopaedia of occupational health and safety, 1983; 20-85

1. 사업장 개요

사업장명		대표자		
소재지			전화	
근로자수		주생산품		

2. 유기용제 폭로근로자수

- ① TLV 0.25배 미만(명) ② TLV 0.25 - 0.5배 미만(명)
- ③ TLV 0.5 - 0.75배 미만(명) ④ TLV 0.75 - 1배 미만(명)

3. 취급유기용제 종류(많이 사용하는 유기용제 순으로 5가지 기재)

예 ; ① 톨루엔 ② TCE ③ 크실렌 ④ 알콜류 ⑤ 아세톤

4. 1일 작업시간동안 유기용제 취급근로자가 유기용제에 노출되는 시간

- ① 30분이하 ② 1시간이하 ③ 3시간이하 ④ 8시간이하 ⑤ 8시간초과

5. 현장 유기용제 취급근로자에게 지급한 보호구 종류

- ① 면마스크 ② 청색마스크 ③ 방진마스크 ④ 방독마스크 ⑤ 송기마스크

6. 유기용제 취급 근로자가 적합한 방독마스크를 착용하고 작업하는지 여부

- ① 적합한 방독면을 착용하고 있다
- ② 불량보호구를 유기용제 방독마스크로 착용하고 있다
- ③ 적합한 보호구를 착용하지 않고 비치만 하고 있다
- ④ 아무 방독마스크도 비치하지 않고 있다

7. 유기용제 취급근로자가사용하는 방독마스크 카트리지의 성능

- ① 3시간이하 ② 8시간이하 ③ 1일이하 ④ 10일이하 ⑤ 10일 초과

-ABSTRACT-

**Current Status and Fitness of Wearing Respiratory Protective
Devises in Solvent Exposed Workers**

Jong In Lee

Department of Occupational Health

Graduate School of Health Science and Management

Yonsei University

(Directed by Professor Jaehoon Roh, M.D., Ph.D.)

Some studies have been prosecuted in Korea of the life of respirator cartridge and the realities of wearing respiratory protective devices, but no investigations have been conducted of the breakthrough of respirator cartridge. This study randomly sampled out 101 solvent exposed workers from 101 solvent exposed companies located in Inchon and Buchon. And then a questionnaire survey was carried out of their degree of exposure to solvent, the presence or absence of local exhaust ventilation system, the number of workers exposed to solvent, the number of hours exposed to solvent a day, the kinds of respiratory protective devices supplied by the employers, the capacity of the respiratory protective devices they utilize, the exchange cycle of respirator cartridges, the reasons why they do not use respiratory protective devices.

The results were as follows:

First, the number of workers who wear an adequate respiratory protective device among the subjects indicated 12.0%, the remaining workers wear a gauze mask by 36.0%, or proper protective devices were kept by the employer but not supplied to his workers or no respiratory protective devices were prepared by 52.0%. The respiratory protective devices they wore had recourse for the most

part to small-type ones.

Second, the differences between the presence and absence of wearing of a respiratory protective device revealed that workers on the process with ventilation systems wore more protective devices than those without.

Third, as a result of having investigated the capacity of the respiratory protective device cartridge supplied to workers exposed to solvent, the life of the cartridges worn or kept showed less than 8 hours, no cartridge exchange was carried out by 66.2%. The result of having conducted the breakthrough time of direct-connected small-type respirator cartridges, pointed out less than one day by 74.1%, but no cartridge was shown with one day of a cartridge exchange cycle.

In conclusion, only 56% of employers buy protective devices and 12% of employers supply respiratory protective devices to workers. This indicates that most of the workers do not wear respiratory protective devices or wear improper ones that are of no use for purifying solvent. Also, the respiratory protective devices supplied by the employers for the most part elapsed the validity of the breakthrough time, which indicates that they after all wore those protective devices that are not able to purify solvent. Consequently, in order to resolve this problem, we need to provide proper education of respiratory protective devices to workers and their employers as well as on respirator cartridge exchange fitted to the breakthrough time. Concurrently with this, a review is required to be performed of the exchange period, the feeling of wearing, and the supply of respiratory protective devices convenient in use.

Key Words : gas/vapor respirator, cartridge breakthrough time, fitness of respiratory protective device