

항공기 정비종사자의 건강자각증상과
VOC 노출 위해도에 관한 연구

연세대학교 대학원

보건학과

정재식

항공기 정비종사자의 건강자각증상과
VOC 노출 위해도에 관한 연구

지도 신 동 천 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2005년 12월 일

연세대학교 대학원

보 건 학 과

정 재 식

정재식의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2005년 12월 일

감사의 글

먼저 이 논문이 완성되기까지 모든 과정에 함께 해 주신 분들께 감사드리며, 위탁교육생으로 선발되어 보건학과에 입학한 것이 엇그제 같은데 벌써 4학기란 시간이 흘러가 버리고 졸업 논문이라는 작은 결실을 맺게 되었습니다. 지난 시간을 돌이켜 보면 보건학과와 환경공해연구소에서 보내 2년여의 시간은 인생의 아름답고 좋은 추억으로 간직하겠습니다.

학문의 뜻을 펼칠 수 있도록 물심양면으로 지원해 주신 서일 주임교수님, 환경보건이라는 학문에 첫발을 내딛게 해주시고 용기와 격려를 아끼지 않으시고, 주제 선정에서 완성까지 열성적으로 지도해주신 신동천 교수님께 진심으로 감사드리며 바쁘신 와중에도 논문 지도와 교정에 애써주시고 이끌어 주신 임영욱 교수님과 양지연 선생님께 깊은 감사드립니다.

위탁교육이라는 기회를 주신 공군 의무감님과 항상 따뜻한 격려의 말씀과 애정을 주시는 선배님들께 감사드리며 또한 후배 장교들에게도 감사드립니다.

입학에서 졸업까지 함께 공부한 임선미 선생님과 대학원 생활에서 도움을 많이 주신 보건학과 선생님들께 감사드립니다. 특히 가족처럼 생활할 수 있도록 도와주신 환경공해연구소 김항룡 선생님, 김호현 선생님, 호문기 선생님, 이용진 선생님, 양지희 선생님, 부민정 선생님, 한정은 선생님, 최길용 선생님, 이청수 선생님께 감사드립니다.

마지막으로 대학원 석사과정을 무난히 마칠 수 있도록 물심양면으로 도와주고 지켜봐준 사랑하는 아내와 따뜻한 보살핌을 주지 못해 미안한 사랑하는 딸 서윤이에게 고마움과 사랑의 마음을 전합니다.

그리고 일일이 호명하진 못했지만 주위에서 사랑과 관심을 아끼지 않은 모든 소중한 분들에게 깊은 고마움과 감사의 마음을 전합니다.

2005년 12월

정재식 사립

차 례

표 차례	ii
그림 차례	iii
국문요약	iv
I. 서 론	1
1. 연구배경	1
2. 연구목적	4
II. 연구방법	5
1. 연구의 틀	5
2. 조사대상 및 자료수집 방법	6
3. 조사도구 및 조사내용	7
4. 분석방법	10
III. 연구결과	11
1. 조사 대상자의 특성	11
2. 정비 종사자의 건강자각증상	20
3. 정비 종사자의 VOC 노출에 따른 위해도 평가	33
IV. 고 찰	40
V. 결 론	44
참 고 문 헌	46
부 록	49
ABSTRACT	53

표 차례

표 1. Todai Health Index(THI) 분류 구성	7
표 2. 건강자각증상 항목 구성	8
표 3. 연구에 사용된 변수 및 내용	9
표 4. 조사 대상자의 근무환경 조건과 일반적 특성	13
표 5. 조사 대상자의 병력 및 생활습관에 관한 특성	15
표 6. 정비 종사자의 편두통에 관한 특성	16
표 7. 정비 종사자의 심장문제에 관한 특성	16
표 8. 정비 종사자의 호흡기 증상에 관한 특성	17
표 9. 건강자각증상별 평균점수	19
표 10. 정비 종사자의 근무환경 조건과 일반적 특성에 따른 건강자각증상	22
표 11. 정비 종사자의 건강 및 과거병력에 따른 건강자각증상	25
표 12. 정비 종사자의 생활습관에 따른 건강자각증상	27
표 13. 조사 대상자의 건강자각증상에 영향을 미치는 변수	32
표 14. VOC 개인 노출 농도(2001년 ~2004년)	34
표 15. VOC 개인 노출량과 건강자각증상의 상관관계	35
표 16. VOC 환경 중 노출 위험도(비발암 영향)	37
표 17. VOC 환경 중 노출 위험도(발암 영향)	38
표 18. 비발암 물질의 건강자각증상과 인체 위험도	39
표 19. 발암 물질의 건강자각증상과 인체 위험도	39

그림 차례

그림 1 연구의 틀	5
------------------	---

국문 요약

본 연구는 공군 내 항공기 정비 종사자들을 대상으로 VOC 개인별 노출농도에 따른 건강자각증상과 인체 위해도를 평가하기 위해 장병 및 군무원을 467명을 대상으로 동경대학 의학부 보건학과에서 개발된 건강조사표(THI)를 이용하여 2005년 9월 5일부터 24일까지 약 3주 동안 건강자각증상 및 근무환경과 조건, 과거병력과 건강상태, 개인별 생활습관 및 일반적 특성으로 구성된 설문지를 이용하여 설문조사를 실시하였다. 이중 불충분한 응답자 26명을 제외한 441명과 2001년부터 2004년까지 11개 부대 정비 작업자의 VOC 노출 농도를 연구에 사용하였다. 자료의 분석은 SAS Version 8.1을 이용하였으며 분석방법은 t-검정, 카이스퀘어 검정, ANOVA 검정, 다중 회귀분석, 상관분석을 사용하였다.

건강자각증상별 평균점수를 분석한 결과 사무실 종사자보다 정비 종사자가 높게 나타났으며 중추신경계증상(2.83 ± 0.52)이 가장 높았고, 일반적 특성에서는 40세 이상이 20대, 30대보다 건강 자각증상 호소율이 유의하게 높았다($p < 0.05$). 호흡기 증상에서는 근무경력 15년 이상 그룹에서 건강자각증상 호소율이 유의하게 높았다($p < 0.05$).

근무환경과 조건에 따른 건강자각증상을 분석한 결과 업무만족도에서는 불만족을 응답한 그룹과 업무부하가 크다고 응답한 그룹은 중추신경계증상, 입/구강증상, 기타증상에서 유의하게 높았다($p < 0.01$). 주당 작업빈도가 증가할수록 피부증상, 입/구강, 호흡기증상, 기타증상에서 유의하게 높았고($p < 0.05$), 일일 작업시간이 증가할수록 중추신경계증상에서만 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 건물 밖 외출빈도에서는 '안나간다'고 응답한 그룹이 중추신경계증상, 입/구강증상, 눈증상, 기타증상에서 유의하게 높았다($p < 0.01$). 또한 자연환기 횟수가 증가할수록 중추신경계증상, 피부증상, 호흡기증상, 기타증상에서 유의하게 낮았으며($p < 0.01$), 실내공기 쾌적하지 못하다고 느끼는 그룹이 모든 자각증상에서 유의하게 높았다($p < 0.0001$).

과거병력 및 건강상태에 따른 건강자각증상을 분석한 결과 건강하다고 생각하는 그룹이 모든 증상에서 유의하게 낮았으며($p < 0.0001$), 편두통과 심장문제가 있다

고 응답한 그룹에서 유의하게 높았다($p<0.01$). 알러지가 있는 그룹은 입/구강증상, 코증상, 눈증상, 피부증상, 호흡기증상에서 유의하게 높았고($p<0.01$), 호흡기질환이 있는 그룹은 모든 증상에서 유의하게 높았다($p<0.01$).

생활습관에 따른 건강자각증상을 분석한 결과 흡연기간이 긴 경우 눈증상, 호흡기증상, 기타증상에서 유의하게 높았고($p<0.01$), 주중 운동빈도가 증가할수록 호흡기증상에서 유의하게 낮았으며($p<0.01$), 수면시간이 증가할수록 호흡기증상과 기타증상에서 유의하게 낮았다($p<0.05$).

11개 부대에서 측정된 13개의 VOC 개인 노출농도는 OSHA의 허용노출한계(PEL) 내에 분포하였으며, Methylene Chloride가 2.25ppm으로 가장 높았으며, n-Hexane의 농도가 0.17ppm으로 가장 낮았다.

VOC 개인 노출농도와 건강자각증상과의 상관관계에서는 중추신경계증상, 호흡기증상, 기타증상 등 모든 증상에서 유의하게 상관성을 보였다($p<0.01$).

측정된 VOC 중 IRIS 물질목록에서 비발암 건강영향으로 분류되는 MIBK(Methyl Isobutyl Ketone), Toluene, Xylenes, MEK(Methyl Ethyl Ketone)의 평생 호흡노출 농도는 각각 $471\mu\text{g}/\text{m}^3$, $482\mu\text{g}/\text{m}^3$, $387\mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 $301\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 추정된 인체 위험값은 MIBK가 0.157, Toluene이 0.096, MEK가 0.060, Xylene이 3.870이었다.

측정된 VOC 중 IRIS 물질목록에서 발암 건강영향으로 분류되는 MC(Methylene Chloride), Benzene의 평생 호흡 노출농도는 각각 $1993\mu\text{g}/\text{m}^3$, $153\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 추정된 인체 초과 발암위해도는 MC(Methylene Chloride)가 9.4×10^{-4} 의 초과 발암위해도를 보였으며, Benzene이 $3.4\times 10^{-4} \sim 1.2\times 10^{-3}$ 의 초과 발암위해도를 보였다.

본 연구는 건강조사표(THI)를 이용하여 항공기 정비 종사자의 건강자각증상을 측정하고 VOC 노출농도를 이용한 위해도를 평가한 최초 연구로서 그 의의가 있으며 향후 군내 유해환경 작업장 종사자의 삶의 질 향상을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

I. 서 론

1. 연구배경

인류 역사의 발전과 더불어 지속적으로 그 사용량이 증가해 온 화학물질은 이제 우리 일상생활에서 없어서는 안 될 중요한 부분을 차지하고 있다. 산업과 과학 기술 발전에 없어서는 안 될 화학물질은 인류의 생활을 윤택하게 해주는 만큼 또한 인간과 지구 환경을 파괴하는 엄청난 재앙을 가져올 수 있기에 오늘날 많은 관심과 주의를 기울이고 있다.

현대인들은 많은 유해화학물질에 노출될 가능성이 높으며, 일상생활 대부분의 시간을 실내에서 보내고 있기 때문에 실내에서의 유해 화학물질 노출에 따른 인체에 미치는 영향은 실외환경보다 크다고 말할 수 있다(최성우, 1996). 실내 공기가 인간의 건강과 관련지어 대기 오염보다 더욱 중요한 이유는 인간은 하루 24시간 중에서 80% 이상을 실내(가정, 일반 사무실, 실내 작업장, 공공건물, 지하 시설물, 상가, 음식점, 자동차, 지하철 등)에서 생활하는 것으로 알려져 있다. 실내공기 오염의 연구는 궁극적으로 인체에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 각 오염물질의 개인 노출량을 측정하고 개인의 신체검사, 생화학적 검사, 건강조사 등이 필요하다.

실내공기오염에 관한 연구가 구미 각 국 및 일본 등에서는 1970년대부터 이미 활발히 진행되어 왔으며(Hicks, 1983), 1983년 WHO에서는 밀폐된 빌딩에서 근무하는 사람에게서 나타나는 눈, 코, 목의 따가운 증상, 피부건조, 특이한 긴장감, 정신적 피로, 두통, 불쾌감, 졸음 등으로 특징 되는 빌딩증후군의 개념을 확정하였다(WHO, 1983). 최근에는 우리나라에서도 고층건물과 지하 생활공간 활용이 증가하면서 다양한 실내공간에서의 실내공기질의 중요성이 재인식되고 있다. 1980년대 후반부터 몇몇 연구자들에 의해 실내 공기질에 대한 연구가 수행되기 시작했으며(신동천 외, 1990), 지하공간이나 공공장소 또는 고층빌딩 등과 같은 특수한 실내 환경에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(문덕환, 1991)

악화된 실내공기로 인한 건강영향은 여러 가지로 분류할 수 있다. 일반적인 건강 영향을 보면 호흡기계 영향, 눈의 영향, 피부 영향, 생리적 영향이 있고, 실내 공기질의 악화로 인한 암발생은 아주 드물게 보고되거나 논란이 되고 있다(Meininhaus et al, 2003). 여러 가지 실내공기 오염물질 중 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, 이하 VOC)은 발생가능성이 많다는 점과 발암성 물질들이 있다는 점이 학문적·사회적으로 중요하다(Gomzi, 1999).

사무실 내 공기 중 이산화탄소, 휘발성 유기화합물(VOC), 포름알데히드, 호흡성 분진, 세균 등의 오염물질 농도 조사와 병행하여 실시한 사무실 근무자의 자각증상 발현 여부 조사 결과 두통, 피로감, 권태, 졸림, 나른함, 기침 등이 높은 빈도를 나타냈다(김정만, 2004).

유기용제는 산업장에서 가장 많이 쓰이는 물질이며 탄소를 함유하고 있는 유기화합물로서 용질의 성질을 변화시키지 않고 용해시킬 수 있는 물질이다(Hori et al, 1989). 일반적으로 유기용제는 휘발성이 커서 공기중에 증기상태로 존재한다. 호흡기 또는 피부를 통해 체내로 흡수된 후 여러 가지 대사경로를 거치는 과정에서 간, 신장, 중추신경계, 말초신경계 등에 장애를 일으킬 수 있다(조규상, 1991).

벤젠(Benzene)은 벤젠고리만으로 이루어져 있는 기본적인 방향족 탄화수소화합물이며 화합반응의 기본적인 물질로서 화학공업에서 널리 이용되고 있다. 벤젠은 대표적인 유기용제로서 다양하게 사용되었으나 그 독성이 알려지면서 그 사용이 줄어들고 있다(ACGIH, 2001).

벤젠은 증기상태로 흡입하거나 피부접촉으로 흡수되는데 급성 노출 시 중추신경을 억제하고 만성적으로 노출되면 조혈장기를 억제하며 백혈병과 다발성 골수종 등의 혈액학적 질환을 유발하는 것이 밝혀져 있다. 이러한 독성 때문에 미국산업위생학회(American Conference of Governmental Industrial Hygienist, ACGIH)에서는 확인된 발암성 물질(A1)로 정하고 8시간 시간가중 평균 노출기준(TLV-TWA)을 0.5ppm, 단시간 노출기준을 2.5ppm으로 권고하고 있다. 우리나라의 경우 8시간 시간 가중 노출기준을 10ppm으로 오랜 기간 적용하였다가 2002년부터 1ppm으로 노출기준을 강화하였다(노동부, 2002).

톨루엔(Toluene)은 무색 휘발성 액체이며, 벤젠에 비해 독성이 적어 대체 물질로 사용되어 왔으나 사용량이 증가됨에 따라 많은 작업장에서 이를 취급하고 있는 근로자들의 직업적 노출기회가 매우 많다(황천연 등, 2000).

자이렌(Xylenes)의 노출은 코팅제와 항공 연료 생산이나 과정, 유기용제 등 석유 제품내 사용과정에서 노출되며 유기 합성물에서 중간체로서 발생하고 있다.(IPCS, 1999). 휘발성 유기화합물은 차량용 배출가스와 가솔린 증기에 대한 노출과 관련되어 있으며 독성으로 인하여 우려 오염물질로 고려되고 있다(IARC, 1987; US EPA, 1990).

작업장에서의 유기용제는 주로 호흡기를 통하여 근로자들에게 흡입되는데 휘발성이 강하여 작업장내의 공기 중 농도를 쉽게 높일 수 있어 급·만성 중독을 일으킬 수가 있다. 특히 저농도에 만성적으로 폭로되면 피로, 권태, 두통, 현기증 등 중추신경계장애와 자율신경계의 불안전 상태를 야기하고 부신피질 기능에 장애를 가져오는 것으로 알려져 있다(Grobski DA, 1996).

유기용제가 피부염을 증가시키는 사실은 과거부터 잘 알려져 왔으며 그 외에 적혈구의 부피를 증가시키며 개수를 줄이는 조혈기능에 대한 영향도 보고되었다(Beving H, 1991). 또한 폐순환계통의 영향으로는 기관지천식을 악화시키고(Lerman S, 1988), 반응성 기도 폐색을 유발하는 복합유기용제가 보고되고 있으며 관상동맥질환과 심장의 부정맥을 유발시킨다고 알려져 있다(Claydon SM, 1989).

공군 내 항공기 정비는 군용 항공기 보유 증가와 더불어 정비 작업량이 급격히 증가하였으며 많은 수의 정비사들이 정비작업에 투입되고 있는 실정이며 유기용제를 사용하는 모든 작업이 실내의 좁은 공간에서 환풍기와 유리창에 의존한 환기 시스템 등의 작업환경이 열악하므로 정비사들의 건강 문제에 관심을 갖지 않을 수 없게 되었다. 모든 군내 작업장은 인체에 유해한 도료나 유기용제를 취급하고 있으나 근로자들의 건강진단과 작업환경 측정 및 유해 작업에 대한 위생관리가 잘 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서 항공기 정비 활동들은 대부분 유기용제를 이용하는 등 많은 화학물질을 사용을 포함하고 있으며 이러한 유기용제에 초과 노출은 피부, 점막, 눈 자극을

일으키며, 또한 중독의 원인이 되기도 하고 암 위험도를 증가시키는 것으로 알려져 있다(ATSDR, 2000). 군내 정비작업장에서 유기용제 폭로로 인한 중독발생의 위험이 더욱 증대될 것으로 보이며, 이런 물질들이 인체에 미치는 영향에 관한 연구도 활발히 진행되어야 할 것이다.

그러므로 본 연구는 정비 작업자들의 건강자각증상을 평가하고 유기용제 사용으로 인한 저농도 VOC 노출 위험도를 평가하여 앞으로 유기용제 취급 사업장의 작업환경관리 개선대책 수립의 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구목적

따라서 본 연구는 공군에서 항공기의 정비를 담당하는 작업자의 개인별 VOC(Volatile Organic Compounds) 노출농도와 일반적 건강상태를 측정하는 표준 척도의 한 방법으로 건강조사표(Todai Health Index, THI)를 이용하여 항공기 정비 종사자들의 건강자각증상과 일반 사무실 근무자와의 건강자각증상을 비교하고 VOC 노출 위험도를 평가하고자 한다.

본 연구의 세부목적은 다음과 같다.

- 첫째, 항공기 정비 작업장 내에 종사하는 대상자와 일반 사무 종사자의 건강자각증상을 조사하고,
- 둘째, 연구대상자의 개인별 일반적 특성 및 근무환경과 건강자각증상과의 관련성을 분석하고,
- 셋째, VOC(Volatile Organic Compounds) 노출농도와 건강자각증상과의 관련성 및 위험도를 분석하고 작업장 환경관리 개선방안을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구의 틀

본 연구는 설문조사를 실시하여 오염물질 노출농도와 건강 영향의 상관성을 알아보는 단면연구(Cross-sectional Study)로서 공군 부대에서 항공기 정비 작업을 하고 있는 장병을 대상으로 휘발성 유기화합물(VOCs) 공기 중 개인별 노출농도와 건강자각증상을 확인하고, 일반 사무실 종사자들과의 건강자각 정도를 비교하고, VOC (Volatile Organic Compounds) 노출 농도, 근무환경 및 건강상태와의 상관성을 살펴보고자 한다.

전체적인 연구의 틀은 다음과 같다.

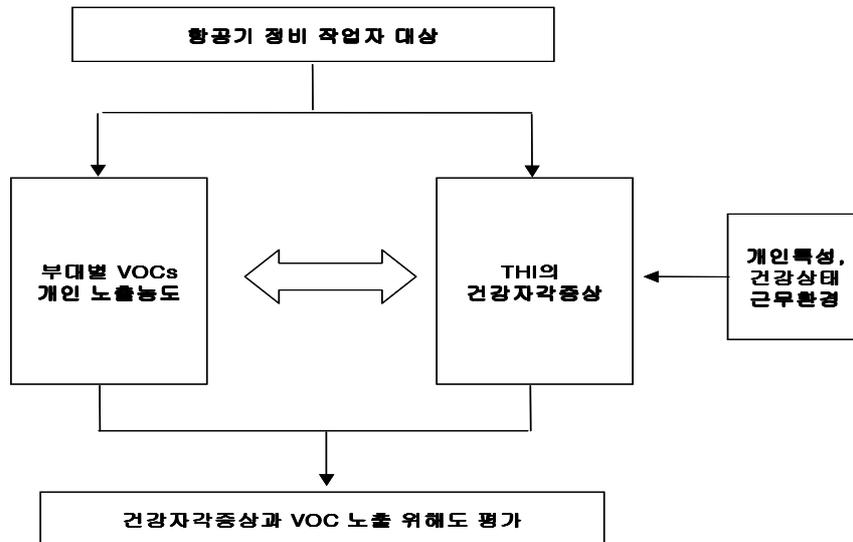


그림 1 연구의 틀

2. 조사대상 및 자료수집 방법

본 연구는 2005년 8월 24일 공군 OO부대에서 항공기 정비 작업을 하는 장병과 일반 사무직에 종사하는 장병 55명을 대상으로 예비조사를 실시하였다. 예비조사는 조사의 취지와 목적을 설명하고 자기 기입식 설문조사 방식으로 실시하였다.

본 조사는 2005년 9월 5일부터 9월 24일까지의 약 3주 동안 공군 예하 11개 부대에 걸쳐 실시하였다. 설문대상은 항공기 부품을 정비하는 작업장(방부관리, 타이어반, 유압반, 비파괴검사반, 항공장구반 등)에 근무하는 장병과 일반 사무실에서 근무하는 군 장병 및 군무원 중 설문에 응한 사람들을 대상으로 하였다.

11개의 부대에 근무하는 장병 대상으로 총 470부를 배포하여 467부를 회수(회수율 99.4%)하였고 이 중 제대로 작성되지 않은 설문지를 포함하여 불충분한 응답자 26건을 제외한 441건을 연구의 분석 자료로 사용하였다.

설문지는 자기 기입식 설문조사 방식으로 실시하였으며 회수방법은 본 연구자가 직접 설문을 배포하여 회수 한 것을 비롯하여 일부는 우편으로 배부하고 설문 완료 후 회수하였다.

또한 항공기 정비 작업자의 VOC(Volatile Organic Compounds)노출 농도는 2001년부터 2004년까지 청주 공군 OO부대 위생과에서 11개 부대를 대상으로 NIOSH의 공정시험법인 Method No. 1005를 이용하여 채취한 시료를 CS₂로 탈착시킨 후 불꽃 이온화 검출기가 부착된 Gaschromatograph를 사용하여 분석한 농도 자료를 사용하였다.

3. 조사도구 및 조사내용

가. 조사도구

설문지의 내용은 동경대학 의학부 보건학과에서 개발된 건강조사표(Todai Health Index; 이하 THI)를 이용하여 연구대상자의 주관적인 건강자각도를 측정하였다. THI 건강조사표는 의학 분야의 건강조사에 이용되어 온 CMI(Cornell Medical Index)와 비교해 볼 때 동양인이 공통으로 갖고 있는 신체적 호소를 중심으로 생활행동, 심리적인 것이 다소 포함되어 있다. 또한 질문수가 비교적 적고 응답이 용이하도록 CMI의 취약점들을 개선하여 만든 질문항목이 합리적으로 척도화된 설문지이다.

본 연구에서는 12개 항목의 총 130개의 문항 가운데, 본 연구와 관련 있는 7개 항목의 38문항만을 선별하여 각 문항에 대하여 응답에 따라 1점에서 5점까지의 5점 척도로 측정하였다(부록 I).

표 1. Todai Health Index(THI) 분류 구성

Category	Abbreviation	Number of question
Multiple subjective symptoms	SUSY(I)	20
Respiratory	RESP(A)	10
Eye and Skin	EYSK(B)	10
Mouth and anus	MOUT(D)	10
Digestive	DIGE(C)	9
Impulsiveness	IMPU(H)	10
Lie Scale	LISC(L)	10
Mental Irritability	MENT(J)	14
Depression	DEPR(K)	10
Aggressiveness	AGGR(F)	8
Nervousness	NERV(E)	8
Irregular LIFE	LIFE(G)	11
Total		130

나. 조사내용

본 연구의 설문내용은 건강을 측정하는 표준척도의 한 방법으로 THI 건강조사표를 사용하여 대상자의 전반적인 건강상태에 대한 평가를 실시하기 위해 12개 차원의 130개 문항을 기초로 재구성하였다.

설문 구성의 첫 번째 부분은 경험하는 건강자각증상을 THI의 총 130문항 중에서 관련된 (중추신경계증상, 입·구강증상, 코 증상, 눈 증상, 피부증상, 호흡기 증상 등) 38문항을 발췌하여 조사하였으며, 두 번째 부분은 근무환경과 조건에 관한 특성에 대해 알아보았으며, 세 번째 부분은 과거병력 및 건강상태에 대하여 알아보았다. 네 번째 부분은 개인의 일반적 특성(연령, 계급, 군경력 등)을 조사하였다. 건강자각증상은 각 문항당 증상의 정도를 1점은 '전혀 그렇지 않다', 2점은 '그렇지 않은 편이다', 3점은 '보통이다', 4점은 '그런 편이다', 5점은 '항상 그렇다' 순으로 5점 척도로 질문하여 응답하도록 하였다.

측정변수에 대한 문항 사이의 신뢰도를 검정한 결과 건강자각증상의 Cronbach's α 값이 0.965이었다. 이는 38개 문항 사이의 연관성이 매우 높아서 내적일치도를 갖는 측정도구임을 의미한 각 증상 차원에 대한 Cronbach's α 값은 0.809 ~ 0.926의 신뢰도를 보였다(표 2).

표 2. 건강자각증상 항목 구성

항 목	Cronbach's α 값
중추신경계 증상	0.861
입/구강 증상	0.852
코 증상	0.875
눈 증상	0.866
피부 증상	0.874
호흡기 증상	0.809
기타	0.926
전체	0.965

표 3. 연구에 사용된 변수 및 내용

변 수		내 용
종속변수	건강자각증상	중추신경계 증상(두통, 현기증, 피로 등) 입/구강 증상 코 증상(코 막힘, 콧물) 눈 증상(충혈, 따가움 등) 피부 증상(건조, 부스럼, 두드러기 등) 호흡기 증상(기침, 숨가쁨 등) 기타 증상(신경 예민성, 기억력 소화 장애 등)
		근무형태 근무만족도 근무환경 및 조건 업무시간, 업무 부하, 건물 밖 외출횟수 자연화기, 실내공기 상태
독립변수	과거병력 및 생활습관	과거 병력, 흡연, 음주 일일 운동, 수면 시간
	일반적 특성	성별, 연령, 학력, 계급, 군 복무기간, 작업장 근무경력, 결혼 상태 등

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SAS(Statistical Analysis System) Version 8.1을 이용하여 분석하였으며 분석기법은 내용은 다음과 같다.

첫째, 조사대상자들의 일반적 특성에 대하여 기술통계량을 계산하여 빈도와 백분율로 나타내었다.

둘째, 각 증상별 건강자각증상의 평균과 표준편차를 계산하였다.

셋째, 각 증상별 일반적 특성, 근무환경 조건, 병력 및 건강상태에 따른 건강자각증상의 차이를 알아보기 위해 t-검정, χ^2 -검정, ANOVA(Analysis of variance) 검정과 다중회귀분석(Multiple Regression)을 실시하였다.

III. 연구결과

1. 조사 대상자의 특성

가. 조사 대상자의 근무환경 조건과 일반적 특성

설문에 응한 조사 대상자의 일반적인 특성은 성별, 연령, 결혼상태, 계급, 학력, 군 복무기간, 근무경력에 대해 표 4에 나타내었다.

조사대상자의 연령 분포는 정비 종사자와 사무실 종사자의 경우 20대가 각각 122명(45%), 89명(52%)으로 가장 많았으며, 30대가 84명(31%)과 47명(28%), 40세 이상은 65명(24%), 34명(20%)이었다. 계급 분포는 사병이 56명(21%)과 48명(28%), 부사관이 136명(50%)과 77명(45%), 준사관이 17명(6%)과 4명(2%), 군무원이 62명(23%)과 30명(18%)으로 부사관 가장 많았다. 학력은 고졸이 109명(40%)과 51명(30%)으로 가장 많았으며 복무기간은 5년 미만이 91명(34%)과 75명(44%)로 가장 많았고, 5년 ~ 9년이 57명(21%)과 42명(25%), 10년 ~ 14년이 48명(18%)과 18명(10%), 20년 이상이 56명(20%)과 30명(18%)이었다. 정비 종사자의 근무경력은 1년 ~ 4년 100명(27%), 5년 ~ 9년 56명(21%), 15년 이상 50명(18%), 1년 미만 37명(14%), 10년 ~ 14년 28명(10%) 순으로 많았다.

근무환경 조건에 관한 특성으로 작업장 및 사무실 종사자의 업무만족도는 불만족이 48명(18%)과 18명(11%), 만족은 223명(82%)과 152명(89%)으로 나타났으며 업무부하는 사무실 종사자의 경우 '크지않다'로 응답한 사람이 103명(61%)으로 많았으며 정비 종사자는 '크다'라고 응답한 사람이 164명(61%)으로 많았다(표 4).

주당 작업빈도에서는 '매일 작업한다'라고 응답한 사람이 194명(71%)과 113명(66%)으로 많았으며 일일 작업시간은 6시간 ~ 7시간 111명(41%)과 86명(51%), 3시간 ~ 5시간 112명(41%)과 61명(36%)이었다. 작업과 근무 중 외출 빈도는 1회 ~ 2회 106명(39%)과 70명(41%), 3회 ~ 4회 96명(36%)과 57명(34%), 5회 이상 58명(21%)과 34명(20%) 순으로 많았으며, 유리창을 사용한다고 응답한 사람은 250명

(92%)과 158명(93%)이었고, 정비 종사자의 223명(82%)이 작업장에서 환풍기를 사용한다고 응답하였다.

작업장 및 사무실 자연환기 빈도에서는 하루 종일 한다고 응답한 사람이 145명(53%)과 82명(48%)로 가장 많았으며 4회 이내가 46명(17%)과 44명(26%), 2회 이내가 44명(16%)과 25명(15%)순으로 많았고 실내 공기 상태가 불쾌하다고 응답한 사람은 정비 종사자의 경우 162명(60%)으로 사무실 종사자 47명(28%)보다 많았다.

표 4. 조사 대상자의 근무환경 조건과 일반적 특성

특 성	구 분	정비 종사자 명(%)	사무실 종사자 명(%)
연 령	20 ~ 29세	122(45)	89(52)
	30 ~ 39세	84(31)	47(28)
	40세 이상	65(24)	34(20)
계 급	사병	56(21)	48(28)
	부사관	136(50)	77(45)
	준사관	17(6)	4(2)
	장교	·	11(7)
	군무원	62(23)	30(18)
복무기간	5년 미만	91(34)	75(44)
	5년 ~ 9년	57(21)	42(25)
	10년 ~ 14년	48(18)	18(10)
	15년 ~ 19년	19(7)	5(3)
	20년 이상	56(20)	30(18)
근무경력	1년미만	37(14)	40(24)
	1년 ~ 4년	100(27)	82(48)
	5년 ~ 9년	56(21)	21(12)
	10년 ~ 14년	28(10)	11(7)
	15년 이상	50(18)	16(9)
업무만족	불만족	48(18)	18(11)
	만족	223(82)	152(89)
업무부하	크지않다	107(39)	103(61)
	크다	164(61)	67(39)
주당 작업빈도	1회 ~ 2회	15(16)	17(10)
	3회 ~ 4회	62(23)	40(24)
	매일 작업	194(71)	113(66)
건물밖 외출빈도	안나감	11(4)	9(5)
	1회 ~ 2회	106(39)	70(41)
	3회 ~ 4회	96(36)	57(34)
	5회 이상	58(21)	34(20)
자연환기 빈도	전혀안함	7(3)	3(2)
	2회 이내	44(16)	25(15)
	4회 이내	46(17)	44(26)
	10회 이내	29(11)	16(9)
	하루종일	145(53)	82(48)
실내공기상태	불쾌	162(60)	47(28)
	쾌적	109(40)	123(72)

나. 조사 대상자의 병력 및 생활습관에 관한 특성

조사 대상자의 병력을 살펴보면 편두통에 대하여 '항상 그렇다'와 '그런 편이다'라고 응답한 사람이 82명(30%)과 24명(15%)으로 네 가지 병력 중에서 가장 많이 응답하였으며 그 다음으로는 정비 종사자의 호흡기 질환(천식 등)으로 '항상 그렇다'와 '그런 편이다'라고 응답한 사람이 60명(22%)이었으며 사무실 종사자는 알려지로서 22명(13%)이었다.

반면 심장 문제에 대하여 '항상 그렇다'와 '그런 편이다'로 응답한 사람은 8%와 2%로 증상경험이 편두통, 호흡기 증상, 알려지에 비해 낮음을 알 수 있었다.

조사 대상자의 생활습관에 관한 특성으로 흡연, 음주, 운동 빈도, 수면시간 등에 대하여 조사하였다(표 5).

흡연여부에 대한 응답은 흡연자 185명(68%)과 109명(54%), 비흡연자 86명(32%)과 61명(36%)이었으며 흡연자 중에서 흡연기간 5년 ~ 9년이 55명(30%)과 37명(34%)로 가장 많았고 흡연량은 한갑 미만이 107명(59%)과 68명(62%)이었다.

음주여부에 대한 응답은 음주자 195명(72%)과 105명(62%), 비음주자 76명(28%)과 65명(38%)이었으며 음주자 중에서 주중 음주빈도는 1회 ~ 2회가 160명(82%)과 94명(90%)로 가장 많았고 1회 음주량은 소주 6잔 ~ 9잔이 95명(48%)과 48명(46%)이었다.

운동 빈도는 1회 ~ 2회가 126명(47%)과 97명(57%)으로 가장 많았으며 일일 수면시간은 6시간 ~ 7시간 잔다고 응답한 사람이 175명(64%)과 114명(67%)으로 조사되었으며 설문내용의 건강자각증상으로 인하여 의료시설(군병원, 민간병원 등)이용 경험 물음에 '있다'라고 응답한 정비 종사자 37%가 사무실 종사자 17% 보다 2배의 비율을 나타냈다.

표 5. 조사 대상자의 병력 및 생활습관에 관한 특성

특 성	구 분	정비 종사자 명(%)	사무실 종사자 명(%)
편두통	없다	109(70)	145(85)
	있다	82(30)	25(15)
심장문제	없다	250(92)	166(98)
	있다	21(8)	4(2)
알러지	없다	217(80)	148(87)
	있다	54(20)	22(13)
호흡기질환	없다	211(78)	156(92)
	있다	60(22)	14(8)
흡연여부	비흡연	86(33)	61(36)
	과거흡연	53(29)	30(18)
	흡연	132(48)	79(46)
음주여부	음주	195(72)	105(62)
	비음주	76(28)	65(38)
주중 운동빈도	전혀안함	38(14)	15(9)
	1회 ~ 2회	126(47)	97(57)
	3회 ~ 4회	73(27)	46(27)
	5회 ~ 6회	17(6)	3(2)
	매일한다	17(6)	9(5)
수면시간	4시간 미만	3(1)	4(2)
	4시간 ~ 5시간	91(34)	45(27)
	6시간 ~ 7시간	175(64)	114(67)
	8시간 이상	2(1)	7(4)

다. 정비 종사자의 건강상태에 관한 특성

정비 종사자의 건강상태에서 30%정도가 편두통 호소율을 보였다. 업무만족도에 서 업무에 만족하면서 편두통이 있다고 응답한 사람이 58명(21%), 업무에 불만족 하면서 편두통이 있다고 응답한 사람 24명(9%)보다 유의하게 많았으며, 실내공기 상태가 불쾌하다고 응답한 사람이 쾌적하다고 응답한 사람보다 편두통이 두 배 이상 많았다(표 6.)

정비 종사자 중 심장에 문제 있는 것으로 응답한 있는 것으로 응답한 사람은 21명(8%)이었다. 계급구조에서는 군무원이 9명으로 많았으며, 주당 작업횟수에서 매일 작업하는 사람중 17명이 심장 문제가 있다고 응답하였다(표7). 알러지에서는 실내공기 상태가 불쾌하다고 응답한 사람 39명, 쾌적하다고 응답한 사람 15명으로 유의하게 두 배이상 많은 것으로 나타났으나 표는 제시하지 않았다.

표 6. 정비 종사자의 편두통에 관한 특성

		단위 :명(%)					
병 력		업무만족		실내공기 상태		건강상태	
		불만족	만족	불 쾌	쾌 적	건강하지 않음	건강함
편두통	유	24(8.9)	58(21.3)	59(21.7)	23(8.6)	48(17.4)	34(12.8)
	무	24(8.9)	165(60.9)	103(38.0)	86(31.7)	79(29.2)	110(40.6)
p value		0.001		0.007		0.019	

표 7 . 정비 종사자의 심장문제에 관한 특성

		단위 :명(%)						
병 력		계 급				주당 작업횟수		
		사병	부사관	준사관	군무원	1-2회	3-4회	매일
심장 문제	유	7(2.6)	4(1.5)	1(0.4)	9(3.3)	3(1.1)	1(0.4)	17(6.3)
	무	49(18.1)	132(48.7)	16(5.9)	53(19.5)	12(4.4)	61(22.5)	177(65.3)
p-value		0.017				0.035		

정비 종사자의 호흡기 증상이 있다고 응답한 사람들 60명중에서는 연령이 40세 이상이 23명으로 많았으며, 계급 구조에서는 군무원 22명, 부사관 20명, 사병 15명, 준사관 3명 순이었다. 작업시간은 6-8시간 작업하는 사람 24명, 3-6시간 작업하는 사람 21명이 호흡기 증상이 있다고 응답하였으며, 실내공기상태가 불쾌하다고 느끼는 사람 43명 쾌적하다고 느끼는 사람 17명이었고, 흡연기간에 따라서는 15년 이상 흡연한 사람이 19명으로 가장 많았다(표 8).

표 8. 정비 종사자의 호흡기 증상에 관한 특성

		호흡기 증상		p-value
특	성	유	무	
연령	20-29세	24(8.9)	98(36.2)	0.01
	30-39세	13(4.8)	71(26.2)	
	40세 이상	23(8.4)	42(15.5)	
계급	사병	15(5.5)	41(15.1)	0.008
	부사관	20(7.4)	116(42.8)	
	준사관	3(1.1)	14(5.2)	
	군무원	22(8.1)	40(14.8)	
작업시간	3시간 미만	8(2.9)	8(2.9)	0.046
	3-6시간	21(7.8)	91(33.6)	
	6-8시간	24(8.9)	87(32.1)	
	8시간 이상	7(2.6)	25(9.2)	
실내공기상태	불쾌	43(15.9)	119(43.9)	0.033
	쾌적	17(9.2)	92(34.0)	
흡연기간	안피움	16(6.0)	70(25.8)	0.015
	5년 미만	10(3.7)	23(8.5)	
	5년-9년	6(2.2)	49(18.0)	
	10년-14년	9(3.3)	36(13.3)	
	15년 이상	19(7.0)	33(12.2)	

단위 :명(%)

라. 조사 대상자의 건강자각증상별 평균점수

동경대학 의학부 보건학과에서 개발된 건강조사표(Todai Health Index; THI)를 이용하여 연구대상자의 주관적인 건강자각증상을 측정하기 위해 크게 일곱개 증상(중추신경계증상, 입/구강증상, 코증상, 눈증상, 피부증상, 호흡기증상 등)으로 구분하여 총 38문항에 대한 건강자각증상 호소율을 조사하였다(표 6).

건강자각증상별 평균점수는 사무실 종사자보다 정비 종사자의 평균점수가 전체적으로 높게 나타났으며 중추신경계증상 중에서는 '졸음이 온다', '몸이 나른해진다'의 평균점수가 3.05로서 가장 높았으며, '잠이 부족하다(2.86)', '머리가 무겁다(2.76)'의 평균점수도 높은 편이었다.

입/구강증상은 일곱개 증상 중 전반적으로 가장 낮은 평균점수를 나타내었으며 '목에 가래가 있거나 들어 있는것 같다(2.83)'가 가장 높았으며 '혓바닥이 거칠고 아프다'의 평균점수가 2.00으로 전체 38문항 중 가장 낮았다. 코증상에서는 '코가 막힌다'의 평균점수가 2.77로서 높았으며 눈증상 중에서는 '눈이 잘 피로해진다'의 평균점수가 3.23으로 전체 38문항 중 가장 높은 평균값을 나타내었다.

피부증상 중에서는 '피부가 건조해진다'의 평균점수가 2.71로 가장 높았으며, 호흡기증상 중에서 '기침이 난다'의 평균점수가 2.57이었으며 기타증상들 중에서 '신경이 예민해진다'의 평균점수가 3.10으로 가장 높았다.

일곱개 증상의 평균점수를 비교해보면 중추신경계증상 2.83, 기타증상 2.72, 코증상 2.70, 눈증상 2.66, 입/구강증상 2.43, 피부증상 2.42, 호흡기증상 2.41 순으로 높았으며 일곱개 증상을 합한 총증상의 평균점수와 표준편차는 정비 종사자가 2.62 ± 0.54 , 사무실 종사자에서 1.84 ± 0.57 로 조사되었다.

표 9. 건강자각증상별 평균점수

문 항*		정비 종사자 평균±표준편차	사무실 종사자 평균±표준편차
중추신경계증상	두통이 난다	2.70±0.90	1.90±0.91
	현기증이 난다	2.66±0.97	1.82±0.90
	머리가 무겁다	2.76±0.94	1.93±0.97
	졸음이 온다	3.05±0.92	2.26±0.94
	몸이 나른해진다	3.05±0.85	2.29±0.96
	잠이 부족하다	2.86±0.97	2.20±0.97
	아침에 일어나는 것이 괴롭다	2.69±0.93	2.08±0.85
합 계		2.83±0.52 ***	2.07±0.67 ***
입/구강증상	입안이 거칠고 자주 헐다	2.32±0.97	1.69±0.81
	잇몸이 붓는다	2.20±0.93	1.64±0.82
	혓바닥이 거칠고 아프다	2.00±0.87	1.48±0.68
	목이 아프거나 따갑다	2.61±0.96	1.78±0.83
	목이 건조하다	2.65±0.93	1.91±0.94
	목에 가래가 있거나 들어 있는 거 같다	2.83±1.05	2.00±0.99
합 계		2.43±0.73 ***	1.75±0.73 ***
코증상	재채기가 나온다	2.74±0.96	1.88±0.84
	콧물이 나온다	2.60±1.03	1.86±0.86
	코가 막힌다	2.77±1.05	1.96±0.90
합 계		2.70±0.89 ***	1.90±0.76 ***
눈증상	눈이 충혈되어 빨개진다	2.71±1.02	1.91±0.90
	눈이 잘 피로해진다	3.23±1.02	2.27±1.02
	눈이 쓰리고 아프다	2.44±0.91	1.73±0.84
	눈곱이 많이 낀다	2.40±0.90	1.74±0.77
	눈이 희미해져서 잘 안 보인다	2.52±1.09	1.72±0.91
합 계		2.66±0.76 ***	1.87±0.70 ***
피부증상	부스럼이 잘 생긴다	2.24±0.94	1.58±0.74
	피부가 가렵거나 따갑다	2.61±0.99	1.69±0.79
	피부가 건조해진다	2.71±1.02	1.89±0.95
	두드러기가 날 때가 있다	2.46±1.04	1.62±0.81
	발진이 잘 난다	2.08±0.87	1.50±0.69
합 계		2.42±0.74 ***	1.66±0.67 ***
호흡기증상	기침이 난다	2.57±0.98	1.81±0.84
	숨을 내쉴 때 들리는 '쌔'하는 소리가 난다	2.15±0.92	1.54±0.74
	바빠 걸을 때 숨이 가쁘다	2.51±1.05	1.78±0.86
합 계		2.41±0.81 ***	1.71±0.69 ***
기타	신경이 예민해진다	3.10±1.02	2.10±0.96
	머리 속이 멍해질 때가 있다	2.93±0.94	2.04±0.95
	기억력이 떨어진다	2.93±0.99	2.09±0.96
	손발에 힘이 빠진다	2.59±0.92	1.71±0.81
	식은땀을 흘린다	2.50±0.97	1.67±0.86
	정신 집중이 안된다	2.77±0.95	1.94±0.95
	메스꺼움이 생긴다	2.43±0.93	1.65±0.78
	소화장애를 느낀다	2.55±0.96	1.81±0.88
	가슴이 답답하거나 아플 때가 있다	2.70±0.97	1.69±0.76
	합 계	2.72±0.70 ***	1.86±0.68 ***
총 증 상		2.62±0.54 ***	1.84±0.57 ***

* 5점 척도 : 전혀 그렇지 않다(1점) ~ 항상 그렇다(5점), *** p < 0.0001

2. 정비 종사자의 건강자각증상

가. 정비 종사자의 일반적 특성에 따른 건강자각증상

일반적 특성에 따른 정비 종사자의 건강자각증상의 평균의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다(표 7).

정비 종사자의 건강자각증상은 여덟 가지 세부그룹(중추신경계증상, 입/구강증상, 코증상, 피부증상, 호흡기증상, 기타증상, 총증상)으로 나누어서 분석하였다.

연령에 있어서는 총증상 및 중추신경계증상, 입/구강증상, 코증상, 눈증상, 호흡기증상, 기타증상이 40세 이상에서 유의하게 높았다($p < 0.05$).

군무원은 눈증상, 호흡기증상, 기타증상 및 총증상에서 사병, 부사관, 준사관에 비해 점수가 높았지만 통계적으로 유의하지 않았다.

복무기간에서는 20년 이상 복무한 그룹이 모든 증상에서 점수가 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 작업장 근무경력에서는 5년 ~ 9년 근무경력 그룹보다 15년 이상 근무경력 그룹이 호흡기 증상에서 유의하게 높았으며($p < 0.05$), 통계적 유의성과 상관없이 호흡기 증상을 제외한 모든 증상에서 15년 이상 근무경력 그룹에서 점수가 높았는데 이는 연령에서 40세 이상의 점수가 높았던 점과 연관이 있는 것으로 보인다.

업무만족에 있어서는 모든 증상에서 '불만족 하다'라고 응답한 그룹의 점수가 유의하게 높았다($p < 0.0001$).

업무부하에서는 총증상 및 중추신경계증상, 입/구강증상, 기타증상에서 '크다'라고 응답한 그룹의 점수가 통계적으로 유의하게 높았으며($p < 0.0001$), 통계적 유의성과 상관없이 코증상, 눈증상, 피부증상, 호흡기증상에서도 점수가 높았다.

주당 작업빈도에서는 피부증상, 호흡기증상, 기타증상 및 총증상에서 주당 작업빈도가 증가할수록 점수가 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 통계적 유의성과 상관없이 중추신경계증상을 제외한 입/구강증상, 코증상, 눈증상에서도 주당 작업빈도가 증가할수록 점수가 높았다.

근무중 건물 밖 외출빈도에서는 총증상 및 중추신경계증상, 입/구강증상, 눈증

상, 기타증상에서 외출 빈도가 많을수록 안나간다고 응답한 그룹의 점수보다 유의하게 낮았다($p<0.01$). 통계적 유의성과 상관없이 코증상, 피부증상, 호흡기증상에서도 안나간다고 응답한 그룹의 점수가 높았다.

작업 중 유리창 사용여부에서는 사용하는 그룹에서 눈증상과 총증상에서 유의하게 점수가 낮았다($p<0.05$). 다른 증상에서도 유리창을 사용하는 그룹이 점수 낮았지만 통계적으로 유의하지 않았다. 환풍기 사용여부에서는 피부증상에서 환풍기 사용 그룹의 점수가 유의하게 낮았으며($p<0.05$), 피부증상을 제외한 다른 증상에서도 환풍기 사용하는 그룹의 점수가 낮았지만 통계적으로 유의하지 않았다.

자연환기에서는 피부증상, 호흡기증상, 기타증상 및 총증상에서 작업 중 자연환기를 하지 않는다고 응답한 그룹에서 유의하게 높았으며($p<0.01$), 다른 증상에서도 자연환기를 하는 그룹이 안하는 그룹보다 점수가 낮았지만 통계적으로 유의하지 않았다.

실내공기 상태에서는 모든 증상에서 불쾌하다고 응답한 그룹이 쾌적하다고 응답한 그룹보다 점수가 유의하게 높았다($p<0.0001$).

표 10. 정비 종사자의 일반적 특성과 근무환경 특성에 따른 건강자각증상

특 성	건강자각증상							
	중추신경계 평균±표준편차	입/구강 평균±표준편차	코 평균±표준편차	눈 평균±표준편차	피부 평균±표준편차	호흡기 평균±표준편차	기타 평균±표준편차	총증상 평균±표준편차
연 령								
20 ~ 29세	2.91±0.58*	2.34±0.63*	2.69±0.89	2.57±0.76*	2.46±0.80	2.33±0.77**	2.67±0.70	2.60±0.54
30 ~ 39세	2.69±0.63*	2.43±0.61	2.56±0.85*	2.62±0.76	2.32±0.66	2.31±0.77**	2.64±0.64*	2.54±0.52*
40세 이상	2.84±0.67	2.59±0.77*	2.91±0.92*	2.89±0.70*	2.46±0.72	2.70±0.86**	2.91±0.75*	2.77±0.55*
계 급								
사 병	2.94±0.60	2.37±0.71	2.69±0.97	2.64±0.79	2.46±0.88	2.35±0.78	2.68±0.78	2.62±0.61
부사관	2.77±0.60	2.38±0.59	2.63±0.83	2.58±0.72	2.39±0.70	2.33±0.76	2.65±0.66	2.56±0.50
준사관	2.98±0.68	2.51±0.75	3.02±1.04	2.66±0.69	2.41±0.77	2.55±0.86	2.86±0.90	2.73±0.62
군무원	2.81±0.68	2.58±0.74	2.77±0.89	2.86±0.78	2.45±0.70	2.61±0.89	2.88±0.62	2.73±0.54
복무기간								
5년 미만	2.95±0.58	2.35±0.68	2.71±0.93	2.59±0.82	2.41±0.81	2.35±0.81	2.67±0.74	2.60±0.59
5년 ~ 9년	2.75±0.64	2.46±0.58	2.68±0.77	2.58±0.72	2.50±0.73	2.40±0.71	2.67±0.62	2.60±0.49
10년 ~ 15년	2.78±0.58	2.42±0.64	2.59±0.85	2.69±0.65	2.31±0.68	2.21±0.74	2.61±0.66	2.55±0.49
15년 ~ 19년	2.56±0.76	2.30±0.63	2.47±0.99	2.51±0.80	2.45±0.77	2.40±0.88	2.74±0.64	2.52±0.59
20년 이상	2.83±0.64	2.60±0.74	2.88±0.93	2.89±0.71	2.44±0.70	2.71±0.88	2.95±0.73	2.77±0.54
근무경력								
1년미만	2.86±0.49	2.17±0.55	2.46±0.96	2.39±0.61	2.12±0.71	2.18±0.73	2.45±0.64	2.41±0.44
1년 ~ 4년	2.85±0.63	2.43±0.64	2.73±0.89	2.60±0.79	2.41±0.76	2.35±0.77	2.66±0.58	2.60±0.56
5년 ~ 9년	2.68±0.65	2.41±0.64	2.62±0.80	2.61±0.76	2.51±0.74	2.34±0.77*	2.74±0.65	2.59±0.53
10년 ~ 14년	2.91±0.63	2.58±0.66	2.94±0.86	2.89±0.58	2.50±0.60	2.55±0.81	2.90±0.57	2.77±0.44
15년 이상	2.86±0.67	2.59±0.58	2.79±0.95	2.92±0.78	2.51±0.77	2.71±0.91*	2.94±0.76	2.78±0.59

* p < 0.05, ** p < 0.01

표 10. 정비 종사자의 일반적 특성 및 근무환경에 따른 건강자각증상(계속)

특성	건강자각증상							
	중추신경계 평균±표준편차	입/구강 평균±표준편차	코 평균±표준편차	눈 평균±표준편차	피부 평균±표준편차	호흡기 평균±표준편차	기타 평균±표준편차	총증상 평균±표준편차
업무만족								
불만족	3.28±0.55 ^{***}	2.80±0.66 ^{***}	3.17±0.97 ^{**}	3.12±0.65 ^{***}	2.90±0.77 ^{***}	2.76±0.83 ^{**}	3.17±0.60 ^{***}	3.06±0.48 ^{***}
만족	2.72±0.59 ^{***}	2.36±0.64 ^{***}	2.60±0.84 ^{**}	2.56±0.74 ^{***}	2.32±0.70 ^{***}	2.34±0.78 ^{**}	2.62±0.68 ^{***}	2.53±0.51 ^{***}
업무부하								
크지않다	2.64±0.56 ^{***}	2.40±0.61 ^{**}	2.68±0.87	2.55±0.73	2.33±0.70	2.33±0.72	2.56±0.65 ^{**}	2.49±0.49 ^{***}
크다	2.95±0.64 ^{***}	2.53±0.68 ^{**}	2.72±0.91	2.74±0.76	2.48±0.77	2.47±0.86	2.82±0.71 ^{**}	2.71±0.53 ^{***}
주당 작업빈도								
1회 ~ 2회	2.85±0.51	2.36±0.76	2.31±1.06	2.28±0.69	1.79±0.67 ^{**}	2.09±0.83 [*]	2.33±0.76 ^{**}	2.33±0.53 [*]
3회 ~ 4회	2.76±0.59	2.24±0.65 [*]	2.67±0.85	2.63±0.73	2.45±0.75 ^{**}	2.22±0.73 [*]	2.57±0.65 ^{**}	2.52±0.51 [*]
매일 작업	2.84±0.64	2.50±0.65 [*]	2.74±0.88	2.71±0.76	2.46±0.72 ^{**}	2.50±0.81 [*]	2.80±0.69 ^{**}	2.68±0.54 [*]
건물밖 외출빈도								
안나감	3.34±0.70 ^{**}	3.08±0.70 ^{**}	3.12±1.31	3.36±0.94 ^{**}	2.60±1.19	2.94±1.18	3.38±0.77 ^{**}	3.17±0.77 ^{**}
1회 ~ 2회	2.87±0.58	2.47±0.67 ^{**}	2.80±0.82	2.71±0.71 ^{**}	2.54±0.75	2.46±0.80	2.84±0.63 ^{**}	2.70±0.51 ^{**}
3회 ~ 4회	2.69±0.65 ^{**}	2.36±0.64 ^{**}	2.60±0.92	2.50±0.74	2.31±0.70	2.39±0.84	2.64±0.69 ^{**}	2.52±0.52 ^{**}
5회 이상	2.84±0.58	2.36±0.62 [*]	2.62±0.86	2.69±0.75	2.34±0.70	2.26±0.63	2.52±0.72 ^{**}	2.54±0.50 ^{**}
자연환기								
전혀안함	3.31±0.88 [*]	3.09±0.90	3.48±0.90	3.23±0.90	3.40±1.01 ^{**}	3.48±0.94 ^{***}	3.33±0.86 ^{**}	3.32±0.82 ^{**}
2회 이내	2.87±0.59	2.56±0.70	2.76±0.85	2.85±0.73	2.55±0.68 ^{**}	2.57±0.70 ^{***}	2.94±0.50 ^{**}	2.76±0.49 ^{**}
4회 이내	2.89±0.59	2.51±0.70	2.58±0.98	2.62±0.78	2.44±0.73 ^{**}	2.50±0.81 ^{***}	2.80±0.74 ^{**}	2.66±0.54 ^{**}
10회 이내	2.85±0.59	2.39±0.52	2.70±0.77	2.67±0.66	2.47±0.58	2.66±0.79	2.76±0.62 ^{**}	2.65±0.47 ^{**}
하루종일	2.76±0.63 [*]	2.35±0.64	2.69±0.89	2.59±0.75	2.32±0.74 ^{**}	2.24±0.78 ^{***}	2.59±0.72 ^{**}	2.53±0.53 ^{**}
실내공기 상태								
불쾌	2.94±0.62 ^{***}	2.60±0.68 ^{***}	2.86±0.86 ^{**}	2.83±0.73 ^{***}	2.54±0.73 ^{**}	2.58±0.83 ^{***}	2.87±0.66 ^{***}	2.77±0.54 ^{***}
쾌적	2.65±0.58 ^{***}	2.19±0.56 ^{***}	2.47±0.90 ^{**}	2.41±0.72 ^{***}	2.24±0.72 ^{**}	2.17±0.70 ^{***}	2.50±0.68 ^{***}	2.40±0.51 ^{***}

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.0001

나. 정비 종사자의 건강 및 과거병력에 따른 건강자각증상

건강 및 과거병력에 따른 정비 종사자의 건강자각증상의 평균의 차이를 알아보기 위하여 t-test와 분산분석(ANOVA)을 실시하였다(표 8).

정비 종사자 개인의 건강상태 물음에서는 '건강하다', '매우 건강하다'고 응답한 그룹의 점수가 '질병있다', '건강하지 않다'라고 응답한 그룹의 점수보다 모든 건강자각증상에서 유의하게 낮았다($p < 0.0001$).

정비 종사자의 과거병력에 있어 평상시 '편두통이 있다'고 응답한 그룹이 호흡기증상을 제외한 다른 증상에서 '편두통이 없다'고 응답한 그룹에 비해 점수가 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 통계적 유의성과 상관없이 호흡기 증상의 점수도 높게 나타났다.

심장문제에 있어서는 '문제가 있다'라고 응답한 그룹이 총증상 및 중추신경계증상, 코증상, 눈증상, 호흡기증상, 기타증상에서 '문제가 없다'고 응답한 그룹에 비해 점수가 유의하게 높았으며($p < 0.05$), 입/구강증상과 피부증상 점수도 높았으나 유의하지는 않았다.

알러지에서는 '알러지가 없다'고 응답한 그룹이 중추신경계증상과 기타증상을 제외한 다른 증상들에서 '알러지가 있다'고 응답한 그룹에 비해 점수가 유의하게 낮았다($p < 0.01$).

호흡기 질환에서는 '질환이 없다'라고 응답한 그룹이 모든 증상에서 '질환이 있다'고 응답한 그룹에 비해 점수가 유의하게 높았다($p < 0.01$).

설문 조사문항의 증상들로 인하여 의료시설(군병원, 민간병원 등)을 이용한 경험 물음에 '의료시설을 이용한 적이 있다'고 응답한 그룹이 '이용한적 없다'고 응답한 그룹에 비해 중추신경계 증상을 제외한 다른 모든 증상에서 점수가 유의하게 높았다($p < 0.01$).

표 11. 정비 종사자의 건강 및 과거병력에 따른 건강자각증상

특 성	건강자각증상							
	중추신경계 평균±표준편차	입/구강 평균±표준편차	코 평균±표준편차	눈 평균±표준편차	피부 평균±표준편차	호흡기 평균±표준편차	기타 평균±표준편차	총증상 평균±표준편차
건강상태								
질병있다	2.83±0.66	2.49±0.61 ^{***}	2.70±1.04	2.77±0.80 ^{***}	2.37±0.82	2.48±0.92 ^{***}	2.96±0.64 ^{***}	2.70±0.56 ^{***}
건강하지 않다	2.96±0.68 ^{**}	2.61±0.69 ^{***}	2.82±0.83 ^{**}	2.85±0.73 ^{***}	2.55±0.73 ^{**}	2.65±0.83 ^{***}	3.00±0.68 ^{***}	2.81±0.53 ^{***}
건강하다	2.75±0.53 ^{**}	2.34±0.61 ^{***}	2.67±0.90 ^{**}	2.57±0.70 ^{***}	2.38±0.73 ^{**}	2.28±0.71 ^{***}	2.53±0.71 ^{***}	2.52±0.48 ^{***}
매우 건강하다	2.33±0.67 ^{**}	1.79±0.56 ^{***}	1.89±0.66 ^{**}	1.78±0.75 ^{***}	1.80±0.48 ^{**}	1.67±0.68 ^{***}	1.98±0.55 ^{***}	1.93±0.49 ^{***}
편두통								
없다	2.75±0.61 ^{**}	2.34±0.63 ^{**}	2.63±0.88 [*]	2.54±0.73 ^{***}	2.34±0.73 ^{**}	2.35±0.79	2.62±0.69 ^{**}	2.53±0.53 ^{***}
있다	3.00±0.62 ^{**}	2.64±0.70 ^{**}	2.87±0.89 [*]	2.94±0.75 ^{***}	2.61±0.73 ^{**}	2.56±0.83	2.95±0.68 ^{**}	2.83±0.53 ^{***}
심장문제								
없다	2.81±0.63 [*]	2.41±0.66	2.67±0.86 [*]	2.63±0.75 [*]	2.41±0.76	2.36±0.79 ^{**}	2.68±0.69 ^{**}	2.59±0.54 ^{**}
있다	3.07±0.44 [*]	2.68±0.64	3.14±0.98 [*]	3.02±0.77 [*]	2.56±0.52	3.00±0.73 ^{**}	3.19±0.61 ^{**}	2.96±0.45 ^{**}
알러지								
없다	2.81±0.62	2.38±0.64 [*]	2.57±0.85 ^{***}	2.62±0.77 [*]	2.31±0.71 ^{***}	2.34±0.79 ^{**}	2.68±0.69	2.56±0.54 ^{**}
있다	2.89±0.66	2.65±0.71 [*]	3.23±0.85 ^{***}	2.84±0.69 [*]	2.88±0.68 ^{***}	2.72±0.81 ^{**}	2.87±0.73	2.85±0.51 ^{**}
호흡기 질환								
없다	2.78±0.63 [*]	2.34±0.64 ^{**}	2.59±0.87 ^{**}	2.58±0.72 ^{**}	2.35±0.74 ^{**}	2.29±0.75 ^{***}	2.64±0.70 ^{***}	2.54±0.53 ^{***}
있다	2.99±0.57 [*]	2.71±0.69 ^{**}	3.09±0.88 ^{**}	2.95±0.80 ^{**}	2.65±0.71 ^{**}	2.84±0.86 ^{***}	3.01±0.61 ^{***}	2.90±0.52 ^{***}

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.0001

다. 정비 종사자의 생활습관에 따른 건강자각증상

생활습관에 따른 정비 종사자의 건강자각증상의 평균의 차이를 알아보기 위하여 t-test와 분산분석(ANOVA)을 실시하였다(표 9).

흡연여부에서는 흡연하는 그룹이 입/구강증상, 호흡기증상, 기타증상, 총증상에서 비흡연과 과거흡연하는 그룹에 비해 점수가 높았지만 유의한 차이는 아니었다.

흡연기간은 눈증상, 호흡기증상, 기타증상, 총증상에서 흡연기간이 증가할수록 점수가 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 기타증상이 흡연기간 15년 이상 그룹의 점수가 2.99로 유의하게 높았다($p < 0.01$). 흡연량에 있어서는 한 갑 이상 흡연하는 그룹의 총증상 점수가 높았지만 유의한 차이는 아니었다.

음주여부에서는 '음주를 한다'고 응답한 그룹에서 기타증상의 점수가 높아지만 유의하지 않았으며 주중 음주빈도 또한 유의한 차이가 없었다.

운동 빈도에서는 호흡기증상의 점수가 운동 빈도가 증가할수록 유의하게 낮아지는 것으로 나타났으며($p < 0.05$), 다른 증상에서도 점수가 낮아지지만 유의한 차이는 아니었다.

수면시간에서는 4시간 미만인 그룹이 다른 그룹에 비해 호흡기증상, 기타증상에서 점수가 유의하게 높았으며($p < 0.05$), 수면시간이 늘어날수록 다른 증상에서도 점수가 낮아졌지만 통계적으로 유의하지는 않았다.

표 12. 정비 종사자의 생활습관에 따른 건강자각증상

특 성	건강자각증상							
	중추신경계	입/구강	코	눈	피부	호흡기	기타	총증상
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
흡연기간								
5년 미만	3.00±0.50	2.50±0.55	2.96±0.82	2.80±0.73	2.70±0.70	2.61±0.71	2.86±0.65	2.79±0.46
5년 ~ 9년	2.81±0.68	2.41±0.69	2.61±0.90	2.50±0.70*	2.33±0.80	2.18±0.79**	2.56±0.79**	2.52±0.54*
10년 ~ 14년	2.75±0.61	2.49±0.64	2.64±0.93	2.57±0.80*	2.36±0.67	2.24±0.80**	2.67±0.63**	2.56±0.52*
15년 이상	2.79±0.70	2.52±0.75	2.74±0.85	2.93±0.70*	2.48±0.75	2.81±0.85**	2.99±0.66**	2.77±0.59*
주중 운동빈도								
전혀안함	2.92±0.60	2.66±0.64	2.79±0.82	2.88±0.72	2.47±0.75	2.51±0.77	2.83±0.63	2.75±0.50
1회 ~ 2회	2.81±0.62	2.39±0.64	2.72±0.85	2.64±0.68	2.40±0.75	2.51±0.75**	2.72±0.68	2.61±0.50
3회 ~ 4회	2.84±0.66	2.43±0.70	2.75±1.01	2.67±0.86	2.54±0.76	2.42±0.92**	2.77±0.75	2.66±0.64
5회 ~ 6회	2.76±0.68	2.34±0.68	2.45±0.82	2.56±0.83	2.20±0.54	2.12±0.77**	2.61±0.73	2.48±0.51
매일한다	2.67±0.48	2.34±0.69	2.37±0.82	2.41±0.79	2.20±0.70	1.76±0.45**	2.41±0.70	2.37±0.44
수면시간								
4시간 미만	2.81±0.70	2.72±0.10	3.00±0.33	3.07±0.42	2.47±0.99	2.56±0.69*	3.00±0.59*	2.82±0.47
4시간 ~ 5시간	2.93±0.65	2.50±0.65	2.78±0.91	2.84±0.76	2.56±0.73	2.52±0.86*	2.85±0.65*	2.74±0.54
6시간 ~ 7시간	2.77±0.61	2.40±0.68	2.65±0.89	2.56±0.74	2.35±0.74	2.36±0.78*	2.85±0.65*	2.55±0.54
8시간 이상	2.78±0.71	2.17±0.24	2.17±0.24	2.50±0.42	2.20±0.57	1.67±0.94*	2.72±0.08*	2.50±0.41

* p < 0.05, ** p < 0.01

라. 정비 종사자의 건강자각증상에 영향을 미치는 요인들

일반적 특성, 근무환경 조건, 병력 및 생활습관 특성과 관련된 정비 종사자의 건강자각증상에 영향을 미치는 요인들을 알아보기 위하여 특성별 회귀분석시 통계적으로 유의한 변수들을 종합하여 종속변수인 건강자각증상과 가장 상관이 높은 변수를 선택하는 단계적 방법(stepwise)의 다중회귀분석을 실시한 결과를 표 10에 나타내었으며, 통계적으로 유의한 모형이었다($p < .0001$).

연령은 다른 변수들을 통제한 상태에서 연령이 1증가 할 때마다 건강자각증상도가 0.0002 증가함을 알 수 있었고, 업무부하는 다른 변수들을 통제한 상태에서 크다고 응답한 그룹이 0.008 높았으며, 자연환기 빈도는 다른 변수 통제 상태에서 하루종일 환기 시키는 그룹보다 10회 이내가 0.012, 4회 이내가 0.013, 전혀안하는 그룹이 0.035 높았다.

건강상태에서는 다른 변수들을 통제한 상태에서 매우 건강하다고 응답한 그룹보다 질병있다고 응답한 그룹이 0.036 높았으며, 흡연여부에서는 비흡연 그룹보다 흡연그룹이 0.011 높았다.

주중 운동빈도에서는 다른 변수들을 통제한 상태에서 전혀안하는 그룹보다 5회 ~ 6회하는 그룹이 -0.011, 매일하는 그룹이 -0.020 낮았으며, 수면시간에서는 4시간 미만 수면하는 그룹보다 8시간 이상 수면하는 그룹이 건강자각증상도가 -0.032 낮음을 알 수 있었다.

일반적 특성, 근무환경 조건, 병력 및 생활습관 특성과 관련된 이 회귀모형의 정비 종사자 건강자각증상도에 대하여 26.29%의 설명력을 보여주고 있다.

표 13. 조사 대상자의 건강자각증상에 영향을 미치는 변수

특 성	구 분	회귀계수	p값
연 령		0.0002	0.607
업무만족	만족		
	불만족	0.021	<0.001
업무부하	크지않다		
	크다	0.008	0.120
자연환기 빈도	전혀안함	0.035	0.025
	2회 이내	0.011	0.114
	4회 이내	0.013	0.052
	10회 이내	0.012	0.141
	하루종일		
건강상태	질병있다	0.036	0.010
	건강하지 않다	0.041	0.0006
	건강하다	0.034	0.004
	매우 건강하다		
흡연여부	비흡연		
	과거흡연	-0.003	0.722
	흡연	0.011	0.194
흡연기간	5년 미만		
	5년 ~ 9년	-0.015	0.070
	10년 ~ 14년	-0.004	0.640
	15년 이상	-0.003	0.743
주중 운동빈도	전혀안함		
	1회 ~ 2회	-0.011	0.103
	3회 ~ 4회	0.003	0.689
	5회 ~ 6회	-0.011	0.308
	매일한다	-0.020	0.064
수면시간	4시간 미만		
	4시간 ~ 5시간	0.019	0.384
	6시간 ~ 7시간	0.015	0.479
	8시간 이상	-0.032	0.367
$R^2 = 0.2629$		모델 P값 = <.0001	

3. 정비 종사자의 VOC 노출에 따른 위해도 평가

가. VOC 개인 노출량

VOC 개인 노출농도는 2001년부터 2005년까지 공군 내 11개 부대의 정비사를 대상으로 측정된 노출자료를 사용하였다(표 11).

11개 부대에서 공통적으로 측정된 VOC는 Benzene, Toluene, Xylenes, Methylene Chloride 등 13가지 물질이었으며, 측정된 농도(median)는 미국 노동청의 산업안전보건기구(Occupational Safety and Health Administration; OSHA)의 허용노출한계(Permissible Exposure Limit; PEL)를 초과하지 않았다.

VOC 중 발암 물질로 알려진 Benzene의 허용노출한계(PEL)는 1ppm으로 농도는 최소값 0.010ppm, 최대값 1.59ppm, 중간값은 0.19ppm이며, Methylene Chloride의 중앙값 농도(median)는 2.25ppm으로 허용노출한계 내에 있었지만 일부에서는 한계치 이상의 수치 106.07ppm을 보이고 있었다.

VOC 중 비발암 물질로는 1,1,1-Trichloroethane의 중간값 농도(median)가 1.49ppm, Toluene이 0.50ppm, Ethyl Acetate가 0.57ppm으로 다른 물질보다 높은 중앙값 농도(median)를 보였다.

표 14. VOC 개인 노출 농도(2001년 ~ 2004년)

VOC	부대수(명)	OSHA PEL (ppm)	TWA 농도(ppm)			
			중앙값	표준오차	최소값	최대값
EA ^a	11(58)	400	0.57	1.00	0.001	55.17
MIBK ^b	11(82)	100	0.45	0.36	0.003	19.11
Toluene	11(97)	200	0.50	0.99	0.001	53.40
BA ^c	11(47)	150	0.32	0.44	0.000	12.56
Xylene	11(70)	100	0.35	0.81	0.003	54.47
MEK ^d	11(55)	200	0.40	0.63	0.000	33.34
MC ^e	11(100)	25	2.25	1.62	0.010	106.7
Benzene	11(57)	1	0.19	0.04	0.010	1.59
n-Hexane	11(26)	500	0.17	0.31	0.000	6.35
1,1,1-TCE ^f	11(32)	350	1.49	1.57	0.020	33.21
IPA ^g	11(43)	400	0.55	0.78	0.003	24.83
TCE ^h	11(43)	100	0.97	0.63	0.000	25.51
1-Butanol	11(44)	100	0.27	0.33	0.010	11.58

- a: Ethyl Acetate,
- b: Methyl Isobutyl Ketone
- c: Buthyl Acetate
- d: Methyl Ethyl Ketone
- e: Methylene Chloride
- f: 1,1,1-Trichloroethane
- g: Isopropyl Alcohol
- h: Trichloroethylene

나. VOC 개인 노출량과 건강자각증상의 상관관계

VOC 개인 노출농도와 건강자각증상과의 상관관계에서는 Ethyl Acetate, Methyl Isobutyl Ketone, Toluene, Buthyl Acetate, Xylene, Methylene Chloride, Trichloroethylene은 중추신경계증상, 호흡기증상, 기타증상 등 모든 증상에서 유의하게 상관성을 보였다($p < 0.01$).

Methyl Ethyl Ketone, n-Hexane은 모든 증상과의 상관성을 나타내지 않았으며 Benzene은 중추신경계증상, 입/구강증상, 피부증상, 호흡기증상과 기타증상에서만 상관성을 보이고 있었으며($p < 0.05$), 1-Butanol은 코증상에서만 유의한 상관관계를 보였다($p < 0.05$).

표 15. VOC 개인 노출량과 건강자각증상의 상관관계

VOC	중추신경계 증상	입/구강 증상	코 증상	눈 증상	피부 증상	호흡기 증상	기타 증상
EA ^a	0.28 ^{***}	0.23 ^{**}	0.13 [*]	0.24 ^{***}	0.21 ^{**}	0.31 ^{***}	0.31 ^{***}
MIBK ^b	0.24 ^{***}	0.16 ^{**}	0.14 [*]	0.19 ^{**}	0.21 ^{**}	0.27 ^{***}	0.27 ^{***}
Toluene	0.23 ^{**}	0.21 ^{**}	0.10	0.20 ^{**}	0.18 ^{**}	0.27 ^{***}	0.27 ^{***}
BA ^c	0.21 ^{**}	0.14 [*]	0.17 ^{**}	0.21 ^{**}	0.15 [*]	0.25 ^{***}	0.22 ^{**}
Xylene	0.16 ^{**}	0.14 [*]	0.17 ^{**}	0.24 ^{***}	0.09	0.23 ^{***}	0.19 ^{**}
MEK ^d	0.09	0.02	0.08	0.07	0.10	0.12 [*]	0.15 [*]
MC ^e	0.28 ^{***}	0.22 ^{**}	0.14 [*]	0.21 ^{**}	0.22 ^{**}	0.28 ^{***}	0.30 ^{***}
Benzene	0.15 [*]	0.12 [*]	0.08	0.11	0.15 [*]	0.18 ^{**}	0.21 ^{**}
n-Hexane	-0.07	0.00	-0.07	-0.09	-0.03	-0.07	0.02
1,1,1-TCE ^f	0.09	0.09	0.10	0.19 ^{**}	0.03	0.19 ^{**}	0.14 ^{**}
IPA ^g	0.18 ^{**}	0.13 [*]	-0.06	0.06	0.15 [*]	0.12 [*]	0.24 ^{***}
TCE ^h	0.26 ^{***}	0.22 ^{**}	0.10	0.17 ^{**}	0.23 ^{**}	0.24 ^{***}	0.29 ^{***}
1-Butanol	0.04	0.08	0.12 [*]	0.11	0.00	0.11	0.10

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.0001$

a: Ethyl Acetate, b: Methyl Isobutyl Ketone, c: Buthyl Acetate, d: Methyl Ethyl Ketone,

e: Methylene Chloride, f: 1,1,1-Trichloroethane, g: Isopropyl Alcohol, h: Trichloroethylene

다. VOC 건강영향 위해도 평가

VOC 개인 노출량과 건강영향 위해도 평가는 미국 환경보건청(US EPA)의 위해성평가(Risk Assessment)와 위해성 관리(Risk Management)의 기초적 원리와 실행을 위한 IRIS(Integrated Risk Information System)의 물질 목록표에 수록된 물질만을 평가하였으며, IRIS는 환경 중 다양한 화학물질 노출에 의한 인체 건강영향에 관한 정보를 수록한 전자정보 데이터베이스이다.

인체 위해성 평가란 '어떤 독성 물질이나 위험 상황에 노출되어 나타날 수 있는 개인 혹은 집단의 건강 피해 확률을 추정하는 과학적인 과정'이라고 정의될 수 있다. 즉, 유해물질에 대한 역학적, 임상적, 독성학적 및 환경학적 연구 결과로부터 모델을 이용한 외삽(extrapolation)을 통해, 주어진 노출 조건하에서 인간에 미칠 수 있는 건강 위해범위를 예측하고 평가하는 것이다. 이러한 평가는 위험성 확인(hazard identification), 노출평가(exposure assessment), 용량-반응 평가(dose-response assessment) 및 위해도 평가(risk assessment)의 주요 4단계를 통해 수행된다(US EPA, 1993)

1) 비발암 VOC 건강영향 위해도

비발암 VOC의 인체 위해도를 평가하기 위하여 11개 공군부대에서 측정된 자료를 사용하였으며 측정된 자료는 작업 중 노출농도이므로 US EPA에서 제공하는 IRIS의 일반 환경중 농도 변환 절차를 사용하였다.

$$\begin{aligned} & \text{Continuous Exposure Concentration}(\mu\text{g}/\text{m}^3) \\ & = \frac{(8\text{-hour occupational TWA} \times \text{분자량} \times 1000)}{24.45} \times \frac{10\text{m}^3}{20\text{m}^3} \times \frac{5\text{days}}{7\text{days}} \times \frac{25\text{years}}{70\text{years}} \end{aligned}$$

· 10m³: the default human occupational volume of air inhaled(an 8-hour workshift)
· 20m³: the default human ambient volume of air inhaled (a 24-hour day)

측정된 VOC 중 IRIS 물질목록에서 비발암 건강영향으로 분류되는 MIBK(Methyl Isobutyl Ketone), Toluene, Xylenes, MEK(Methyl Ethyl Ketone)의

평생 호흡 노출농도는 각각 $471\mu\text{g}/\text{m}^3$, $482\mu\text{g}/\text{m}^3$, $387\mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 $301\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다(표 14).

MIBK, Toluene, Xylenes, MEK의 비발암 건강 위해도를 평가하기 위하여, US EPA에서 제공하는 IRIS의 흡입 참조농도(Inhalation Reference Concentration, Inhalation RfC)를 사용하였다.

추정된 인체 위험값을 보면 MIBK가 0.157, Toluene이 0.096, MEK가 0.060, Xylene 3.870 이었다.

표 16. VOC 환경 중 노출 위해도(비발암 영향)

VOC	평생 호흡 노출 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RfC(mg/m^3)	위해도	critical effect
MIBK ^a	474	3	0.158	몸무게 감소, 골격편차
Toluene	482	5	0.096	신경계장애
Xylene	387	0.1	3.870	협조운동 손상
MEK ^b	301	5	0.060	발육독성, 골격편차

a: Methyl Isobuthyl Ketone, b: Methyl Ethyl Ketone

2) 발암 VOC의 건강영향 위해도

발암 VOC의 인체 위해도를 평가하기 위하여 11개 공군부대에서 측정된 자료를 사용하였으며 측정된 자료는 작업 중 노출농도이므로 US EPA에서 제공하는 IRIS의 일반 환경 중 농도 변환 절차를 사용하였다.

$$\text{Continuous Exposure Concentration}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

$$= \frac{(8\text{-hour occupational TWA} \times \text{분자량} \times 1000)}{24.45} \times \frac{10\text{m}^3}{20\text{m}^3} \times \frac{5\text{days}}{7\text{days}} \times \frac{25\text{years}}{70\text{years}}$$

· 10m³: the default human occupational volume of air inhaled(an 8-hour workshift)
 · 20m³: the default human ambient volume of air inhaled (a 24-hour day)

측정된 VOC 중 IRIS 물질목록에서 발암 건강영향으로 분류되는 MC(Methylene Chloride), Benzene의 농도는 각각 $1993\mu\text{g}/\text{m}^3$, $153\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다(표 15).

MC(Methylene Chloride), Benzene의 발암 건강 위해도를 평가하기 위하여, US EPA에서 제공하는 IRIS의 흡입 단위 위해도(Air Unit Risk)를 사용하였다.

추정된 인체 초과 발암위해도를 보면 MC(Methylene Chloride)가 9.4×10^{-4} 의 초과 발암위해도를 보였으며, Benzene의 인체 초과 발암위해도는 $3.4 \times 10^{-4} \sim 1.2 \times 10^{-3}$ 의 초과 발암위해도를 보였다(표 15).

표 17. VOC 환경 중 노출 위해도(발암 영향)

VOC	평생 호흡 노출 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	단위 위해도($(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$)	초과 발암위해도	Tumor Type
MC ^a	1993	4.7×10^{-7}	9.4×10^{-4}	combined adenomas and carcinomas
Benzene	153	$2.2 \times 10^{-6} \sim 7.8 \times 10^{-6}$	$3.4 \times 10^{-4} \sim 1.2 \times 10^{-3}$	Leukemia

a: Methylene Chloride

라. 건강자각증상과 인체 위해도

비발암 물질의 추정된 인체 위험값을 보면 MIBK가 0.157, Toluene이 0.096, MEK가 0.060으로 1을 초과하지 않으므로 유해영향(독성)이 발생할 가능성이 없는 것으로 나타났지만, 항공기 정비 종사자의 건강자각증상에서 MIBK, Toluene은 중추신경계증상, 호흡기증상과 유의한 관련성($p < .0001$)을 보였다. Xylene의 위험값은 3.870로서 협조운동 손상(impaired motor coordination)의 critical effect를 보이는 것으로 IRIS에서는 제시하고 있으며, 앞의 결과인 건강자각증상에서 중추신경계증상 및 기타증상(기억력 감소, 정신집중 장애 등)의 유해영향(독성) 발생 가능성이 있을 것으로 추정되었다.

표 18. 비발암 물질의 건강자각증상과 인체 위해도

VOC	중추신경계 증상	입/구강 증상	코 증상	눈 증상	피부 증상	호흡기 증상	기타 증상	위해도	critical effect
MIBK ^a	0.24 ^{***}	0.16 ^{**}	0.14 [*]	0.19 ^{**}	0.21 ^{**}	0.27 ^{***}	0.27 ^{***}	0.158	몸무게 감소, 골격편차
Toluene	0.23 ^{**}	0.21 ^{**}	0.10	0.20 ^{**}	0.18 ^{**}	0.27 ^{***}	0.27 ^{***}	0.096	신경계장애
Xylene	0.16 ^{**}	0.14 [*]	0.17 ^{**}	0.24 ^{***}	0.09	0.23 ^{***}	0.19 ^{**}	3.870	협조운동 손상
MEK ^b	0.09	0.02	0.08	0.07	0.10	0.12 [*]	0.15 [*]	0.060	발육독성, 골격편차

a: Methyl Isobuthyl Ketone, b: Methyl Ethyl Ketone

발암 물질은 IRIS에서 Benzene은 흡입 단위 위해도 추정에 의한 흡입 노출로 인한 발암 영향은 백혈병(Tumor Type-- Leukemia) 유발로 알려져 있으며(Rinsky et al., 1981, 1987) 건강자각증상에서는 코증상과 눈증상을 제외한 모든 증상에서 유의한 상관관계를 나타내었다.

MC(Methylene Chloride)는 동물 실험(mouse)에 의한 흡입 노출로 인한 발암 가능 형태는 샘종양(Tumor Type -- combined adenomas and carcinomas)을 유발하는 것으로 알려져 있다(NTP, 1986).

건강자각증상에서 MC는 모든 증상과 상관관계를 보였으며, 특히 중추신경계 증상, 호흡기 증상, 기타 증상에서 유의한 관련성(p<.0001)을 나타냄으로써 인체 영향과의 관련성이 추정되었다.

표 19. 발암 물질의 건강자각증상과 인체 위해도

VOC	중추신경계 증상	입/구강 증상	코 증상	눈 증상	피부 증상	호흡기 증상	기타 증상	위해도	Tumor Type
MC ^a	0.28 ^{***}	0.22 ^{**}	0.14 [*]	0.21 ^{**}	0.22 ^{**}	0.28 ^{***}	0.30 ^{***}	9.4×10 ⁻⁴	combined adenomas and carcinomas
Benzene	0.15 [*]	0.12 [*]	0.08	0.11	0.15 [*]	0.18 ^{**}	0.21 ^{**}	3.4×10 ⁻⁴ ~ 1.2×10 ⁻³	Leukemia

a: Methylene Chloride

IV. 고찰

본 연구에서는 공군 내 항공기 정비 종사자들을 대상으로 유해환경에 따른 건강자각증상을 조사하고자 공군부대 11개 부대 정비사 271명과 일반 사무실 종사자 170명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 2001년부터 2004년까지 측정된 VOC 개인별 노출 농도를 사용하여 인체 위해도 평가를 실시하였다.

건강자각증상을 조사하기 위한 지표로 사용된 일반건강상태 측정도구는 동경대학 의학부 보건학과에서 개발된 건강조사표(THI)를 사용하였으며, 본 연구에서는 총 130문항 중 주관적 건강자각증상과 관련된 38문항을 발췌하여 사용하였다.

일반사무실 종사자와 정비 작업자의 주관적 건강자각증상을 분석한 결과 5점 척도를 기준으로 두통, 현기증, 졸음, 수면부족 등을 나타내는 중추신경계증상(2.83 ± 0.52)이 가장 높았고 기억력 장애, 메스꺼움, 소화 장애 등을 나타내는 기타 증상(2.72 ± 0.70)이 높았다. 이 결과는 자동차 정비공의 자각증상에 관한 이광성(1996)의 연구와 건식세탁업자의 유기용제 폭로와 자각증상에 관한 김수영(1997)의 연구에서 근로자들이 작업 시 느끼는 자각증상 중 “머리가 무겁게 느껴진다”와 피로에 대한 증상 호소율이 대조군에 비해 폭로군에서 가장 높은 결과를 나타냈다. 이는 자동차 정비공과 항공기 정비 작업자의 유사 작업형태와 유기용제 사용에 의한 것으로 생각된다.

조사 대상자의 일반적인 특성에서 연령에 대한 증상 점수의 분포를 보면 나이가 20대에서 평균점수가 높았다가 30대에서 낮아졌다가 40세 이상에서 다시 평균점수가 증가하였으며, 근무경력에서도 5년 미만 근무한 그룹에서 증상 호소율 평균점수가 높게 나타났다가 5년에서 10년 미만으로 근무한 그룹에서 갑자기 낮아졌으며, 10년 이상 근무한 그룹에서 다시 증상 평균점수가 높게 나타났다. 이러한 결과는 이병국(1990)의 연구에서 직력에 따른 자각증상 호소율과 김주자(1989) 등의 연구에서도 연령 증가에 따른 증상 호소율과 동일한 양상을 나타내었다.

이로 미루어 보아 근무경력이 5년 미만으로 짧은 정비작업자의 증상 호소율이 높은 것은 유기용제 폭로의 초기 영향이 더 크기 때문이라고 해석할 수 있으나

연령이 30대 그룹은 근무경력이 5년 이상 10년 미만으로 장기간 유기용제 폭로에 적응하여 증상 자각 인지력이 감소한 것으로 추정된다. 반면에 연령이 40세 이상으로 근무경력이 10년 이상인 근로자들이 자신의 건강에 대한 관심도가 높아서 주관적 자각증상 조사에서 상대적으로 자신의 증상을 적극적으로 표현한 결과로도 추정되나 이에 대한 연구가 더욱 요구된다.

계급구조와 건강자각증상에서 사병의 증상 점수가 높고, 부사관에서 다시 낮았다가 준사관에서 다시 높아지는 경향은 사병 그룹이 20대 초반이 대부분이었고 부사관은 대다수가 30대, 준사관은 40세 이상으로 구성되기 때문에 연령이 나타내는 형태와 동일한 결과를 나타내는 것으로 추정된다.

건강자각증상과 정비 종사자의 근무환경 조건 중 업무만족도와는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p < 0.0001$), “업무부하가 크다”라고 응답한 그룹이 점수가 모두 높았다. 주당 작업빈도는 총증상에서 유의하게 평균점수가 높았으며, 일일 작업시간에서는 중추신경계증상이 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 작업시간이 증가할수록 피로감을 느끼게 되어 두통, 졸음 등의 증상에 대하여 적극적으로 표현한 결과로 추정된다.

건물밖 외출 빈도는 나가지 않는 그룹보다 나가는 그룹들이 자각증상 호소율 점수가 낮았으며, 창문을 사용하고, 환풍기를 사용하는 그룹들이 모든 증상에서 평균 점수들이 낮았으며, 자연환기에 관한 응답을 살펴보면 호흡기증상 점수와 환기횟수와 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 외부공기 순환과 실내 휘발성 유기화합물의 농도를 낮추어 주는 것으로 생각된다.

정비 종사자의 건강 및 과거병력에 관한 응답에서 건강하지 않은 그룹이 건강한 그룹보다 평균점수가 유의하게 높았으며($p < 0.0001$), 편두통, 심장문제, 호흡기 질환이 있다고 응답한 그룹이 건강자각증상의 평균점수가 통계적으로 유의하게 높았다. 이는 응답자의 대부분이 40세 이상으로 고혈압, 장기 흡연등의 원인과 건강에 대한 관심도가 높아서 주관적 자각증상 조사에서 상대적으로 자신의 증상을 적극적으로 표현한 결과로도 추정된다.

정비 종사자의 생활습관에서 흡연과 음주를 살펴보면 모든 증상에 평균점수가

비흡연 및 음주를 하지 않는 그룹과 큰 차이를 나타내지 못했다. 이는 김수영(1997)의 연구에서 흡연은 반대로 모든 증상점수를 감소시키는 것으로 나타내고, 천용희(1982)의 Lacquer-thinner 사용근로자의 자각증상 호소에 관여하는 변수에 관한 연구에서 대조군과는 상반되지만 폭로군에서 동일한 결과와 다르게 나타났으며 지금까지 흡연과 음주력이 유기용제에 의한 자각증상과 관련이 없다는 연구와 동일한 결과를 보였으며 추후 보다 깊은 연구가 필요한 부분이라 생각된다.

VOC 개인 노출량은 2001년부터 2005년까지 공군 내 11개 부대의 정비사를 대상으로 측정된 노출자료를 사용하였다.

측정된 VOC의 중앙값 농도는 OSHA에서 제시한 PEL 값보다 낮은 값이었으며, 이광성(1996)의 연구에서 작업장 유기용제 중 Toluene 4.43ppm, Xylene 3.04ppm, Butyl Acetate 3.88ppm 농도에 비하여 낮은 농도를 보였다.

VOC 개인 노출량과 자각증상과의 상관관계에서 중추신경계증상, 호흡기증상, 기타증상 등 모든 증상에서 유의하게 상관성을 보였다($p < 0.01$). 이는 이광성(1996)의 연구에서 대조군에 비해 폭로군에서 “현기증이 난다”, “식욕이 없다”, “가슴이 답답하다”, “목과 눈이 아프다”의 항목에서 통계적으로 유의하게 더 높은 호소율을 나타내는 결과와 동일하였으며, 측정된 13개 VOC는 OSHA Chemical Sampling Information에서 눈, 목, 호흡기, 피부등의 Health Effect를 제시하고 있으며, 특히 Toluene, Xylene, MEK, Methylene Chloride, Benzene 등은 중추신경계통(CNS)에 영향을 주는 것으로 규정하고 있다.

VOC 개인 노출량과 건강영향 위해도 평가는 미국 환경보건청(US EPA)의 위해성평가(Risk Assessment)와 위해성 관리(Risk Management)의 기초적 원리와 실행을 위하여 IRIS(Integrated Risk Information System)의 물질 목록표에 수록된 물질만을 평가하였으며, 측정된 자료는 작업 중 노출농도이므로 US EPA에서 제공하는 IRIS의 일반 환경중 농도 변환 절차를 사용하였다.

IRIS 물질목록에서 비발암 건강영향으로 분류되는 MIBK(Methyl Isobutyl Ketone), Toluene, Xylenes, MEK(Methyl Ethyl Ketone)의 평생 호흡 노출농도는 각각 $471\mu\text{g}/\text{m}^3$, $482\mu\text{g}/\text{m}^3$, $387\mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 $301\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 추정된 인체 위험값은

MIBK가 0.157, Toluene이 0.096, MEK가 0.060으로 1을 넘지 않으므로 유해영향(독성) 발생 가능성이 없는 것으로 나타났으며, Xylene의 위험값은 3.870 이었다

IRIS 물질목록에서 발암 건강영향으로 분류되는 MC(Methylene Chloride), Benzene의 평생 호흡 노출농도는 각각 $1993\mu\text{g}/\text{m}^3$, $153\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 인체 발암위해도를 살펴보면 MC(Methylene Chloride)가 9.4×10^{-4} 의 초과 발암위해도를 보였으며, Benzene의 인체 발암위해도는 $3.4\times 10^{-4} \sim 1.2\times 10^{-3}$ 의 초과 발암위해도를 보였다.

위해도 평가는 연구자는 실제 노출과 어떻게 독성 공기 오염물질이 인체 세포에 유해한지에 관한 충분한 정보를 가지지 못한다는 문제점 등으로 완전하게 정확할 수 없으며, 노출평가는 고용량에서 동물실험의 결과를 저용량에서 인체 노출로 변환에 대하여 세포상 오염물질의 영향에 관한 가정에 의존한다.

본 연구에서의 제한점으로는 첫째, VOC 개인별 노출 농도를 2001년부터 2004년까지 과거 노출 자료를 사용하여 평균(중앙값) 농도로 적용함으로써 설문대상자의 VOC노출 농도의 적용에 한계가 있어 추후 연구에서는 조사 대상자와 노출 농도 측정을 일치시킬 필요성이 제시되며, 둘째, VOC 개인별 노출과 건강자각증상과의 관계를 분석한 결과가 단면적 조사이므로 인과관계의 명확성을 알아볼 수 없다는 제한점으로 개별적인 증상으로 유기용제에 의한 건강영향을 평가하기에는 한계가 있었다. 따라서 향후 정비 종사자의 VOC 노출에 대한 연구는 자각증상에 대한 연구뿐만 아니라 다양한 신경행동학적 검사와 생물학적 모니터링을 통한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 공군 내 항공기 정비 종사자들을 대상으로 VOC 개인별 노출농도에 따른 건강자각증상과 인체 위해도를 평가하기 위해 장병 및 군무원을 467명을 대상으로 건강자각증상 및 근무환경과 조건, 과거병력과 건강상태, 개인별 생활습관 및 일반적 특성으로 구성된 설문지를 이용하여 직접 설문조사를 실시하였으며 결과는 다음과 같다.

첫째, 건강자각증상별 평균점수를 분석한 결과 사무실 종사자보다 정비 종사자가 높게 나타났으며 중추신경계증상(2.83 ± 0.52)이 가장 높았으며, 40세 이상이 20대, 30대보다 자각증상 호소율이 유의하게 높았다($p < 0.05$). 호흡기증상에서는 근무경력 15년이상 그룹에서 자각증상호소율이 유의하게 높았다($p < 0.05$).

둘째, 근무환경과 조건에 따른 건강자각증상을 분석한 결과 업무만족도에서는 불만족을 응답한 그룹과 업무부하가 크다고 응답한 그룹이 모든 증상에서 유의하게 높았다($p < 0.01$). 주당 작업빈도가 증가할수록 피부증상, 입/구강, 호흡기증상, 기타증상에서 유의하게 높았고($p < 0.05$), 일일 작업시간이 증가할수록 중추신경계증상에서만 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 건물밖 외출 빈도에서는 '안나간다'고 응답한 그룹이 중추신경계증상, 입/구강증상, 눈증상, 기타증상에서 유의하게 높았다($p < 0.01$). 또한 자연환기 횟수가 증가할수록 중추신경계증상, 피부증상, 호흡기증상, 기타증상에서 유의하게 낮았으며($p < 0.01$), 실내공기 쾌적하지 못하다고 느끼는 그룹이 모든 자각증상에서 유의하게 높았다($p < 0.0001$).

셋째, 과거병력 및 건강상태에 따른 건강자각증상을 분석한 결과 건강하다고 생각하는 그룹이 모든 증상에서 유의하게 낮았으며($p < 0.0001$), 편두통과 심장문제가 있다고 응답한 그룹에서 유의하게 높았다($p < 0.01$). 알러지가 있는 그룹은 입/구강증상, 코증상, 눈증상, 피부증상, 호흡기증상에서 유의하게 높았고($p < 0.01$), 호흡기 질환이 있는 그룹은 모든 증상에서 유의하게 높았다($p < 0.01$).

넷째, 생활습관에 따른 건강자각증상을 분석한 결과 흡연기간이 긴 경우 눈증

상, 호흡기증상, 기타증상에서 유의하게 높았고($p < 0.01$), 주중 운동 빈도가 증가할수록 호흡기증상에서 유의하게 낮았으며($p < 0.01$), 수면시간이 증가할수록 호흡기증상과 기타증상에서 유의하게 낮았다($p < 0.05$).

다섯째, VOC 개인 노출농도와 건강자각증상과의 상관관계에서는 중추신경계증상, 호흡기증상, 기타증상 등 모든 증상에서 유의하게 상관성을 보였다($p < 0.01$). Benzene은 중추신경계증상, 입/구강증상, 피부증상, 호흡기증상과 기타증상에서만 상관성을 보였다($p < 0.05$).

여섯째, 측정된 VOC 중 IRIS 물질목록에서 비발암 건강영향으로 분류되는 MIBK(Methyl Isobutyl Ketone), Toluene, Xylenes, MEK(Methyl Ethyl Ketone)의 농도는 각각 $471 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $482 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $387 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 $301 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 추정된 인체 위해도는 MIBK가 0.157, Toluene이 0.096, MEK가 0.060, Xylene이 3.870이었다.

일곱째, 측정된 VOC 중 IRIS 물질목록에서 발암 건강영향으로 MC(Methylene Chloride)가 9.4×10^{-4} 의 초과 발암 위해도를 보였으며, Benzene의 인체 발암 위해도는 $3.4 \times 10^{-4} \sim 1.2 \times 10^{-3}$ 의 초과 발암 위해도를 보였다.

이상의 연구에서 항공기 정비 활동으로 인하여 여러 가지 휘발성 유기화합물이 유발할 수 있는 실내환경 조건을 가지고 있는 것으로 조사되었으며, 이를 관리하기 위해 지속적으로 환경 친화적인 유기용제를 사용하여 모든 휘발성 유기화합물의 농도를 OSHA의 허용 노출 한계 이하로 지속적으로 유지하고, 주당 작업시간과 빈도를 가능한한 줄이는 작업 시간관리 체계를 수립하고 작업장의 천장에 여러 개의 팬과 배출기를 장착하여 시간당 많은 공기를 배출하는 등의 환기 체계를 개선시키고, 주기적인 건강검진 수행, 생물학적 모니터링과 유기용제 사용시 노출저감을 위한 프로그램 개발과 교육을 통한 최적의 환경 조성이 되도록 노력해야 할 것이다. 본 연구는 건강조사표(THI)를 이용하여 항공기 정비 종사자의 건강자각증상을 측정하고 VOC 노출농도를 이용한 위해도를 평가한 최초 연구로서 그 의의가 있으며 향후 군내 유해환경 작업장 종사자의 삶의 질 향상을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 김수영. 건식세탁업자의 유기용제폭로와 자각증상. 충남대학교 석사학위논문; 1997
- 김승원, 이채용, 민태형. 항공기 페인트 제거 작업자의 염화메틸렌 노출에 관한 연구. 항공우주의학 2001;11(1):20-23
- 김주자, 함정오, 안규동, 이병국, 남택승, 백남원. 톨루엔 폭로 근로자의 요중 마노산과 자각증상에 관한 연구. 대한산업의학회지 1989;1:206-217
- 김윤신. 실내공기질 연구의 현황과 전망. 한국대기환경학회지 1999;15(4)
- 문덕환, 김정하, 김필자, 박명희, 황용식, 이채관, 이창희. 제조업 산업장의 유기용제 노출에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2001;11(3):219-22
- 신동천. 빌딩증후군. 대한산업보건협회 산업보건지 1991;36:4-7
- 신용철, 김양호, 이광용. 발포 및 세척 공정 근로자의 공기중 Methylene Chloride 노출 농도와 혈중 Carboxyhemoglobin 수준간의 상관관계에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1999;9(1):87-98
- 양철용, 이채연, 문덕환, 김대환, 이채관. 유기용제 폭로가 여성 근로자들의 월경에 미치는 영향. 한국산업위생학회지 2003;13(3):273-28
- 오현철, 김치년, 원종욱, 김현수, 김형렬, 노재훈. 저농도 벤젠노출 평가를 위한 요중 trans, trans-muconic acid의 유용성. 한국산업위생학회지 2004;14(2):155-166
- 이광성. 자동차 정비공의 혈액 및 뇨검사 소견과 자각증상에 대한 조사. 충남대학교 석사학위논문; 1996
- 이병국, 안규동, 김주자, 한구웅, 남택승. 공기중 톨루엔 폭로에 따른 요중 마노산 배설량과 자각증상에 관한 연구. 한국의 산업의학 1990;29(2):56-65
- 천용희. Lacquer-thinner 사용근로자의 자각증상 호소에 관여하는 변수에 관한 연구. 예방의학회지 1982;15(1):213-217
- 황정호, 김주자, 이경재, 노재훈, 원종욱, 김치년, 이혜진. 톨루엔 노출 근로자의 생물학적 노출지표로서의 요중 마노산, 톨루엔 및 오르토-크레졸 비교. 한국산업위생학회지 2002;12(2):79-87

- 최태성, 김상섭, 이석호, 오충식. 항공기 페인트 제거 작업자의 공기 중 염화메틸렌 노출농도와 혈중 Carboxyhemoglobin 농도 수준에 대한 연구. *항공의학* 2005;52(1);
- Beving H, Tornling G, Olsson P. Increased erythrocyte volume in car repair painters and car mechanics. *Br J Ind Med*, 1991;48:499-501
- Cherry N, Hutchins H, Pace T, Waldron HA. Neurobehavioral effects of repeated occupational exposure to toluene and paint solvents. *Brit J Ind Med*, 1985;42:291
- Claydon SM. Myocardial degeneration in chronic solvent abuse. *Med Sci Law*, 1989;28:217-218
- E. Ortiz, E. Alemon, D. Romero, J.L. Arriaga, P. Olata, C. Rios. Personal exposure to benzene, toluene and xylene in different microenvironments at the Mexico City metropolitan zone. *the Science of the Total Environment* 2002;287:241-248
- Eylem Cetin, Mustafa Odabasi, Remzi Seyfioglu. Ambient volatile organic(VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. *the Science of the Total Environment* 2003;312:103-112
- Grobski DA. Toluene sniffing producing cerebellar degeneration. *Am J Psychiatry*, 1961;118:461-465
- Harving H, Dahl R, Molhave L. Lung function and bronchial reactivity in asthmatics during exposure to volatile organic compound. *Am Rev Respir Dis*, 1991;143:751-752
- Knox JW and Nelson JR. Permanent encephalopathy from toluene inhalation. *N Engl J Med*, 1996;279:1494-96
- Lerman S, Kipen H. Reactive airways dysfunction syndrome. *Am Fam Physician*, 1988;38:135-138
- Nomiyama K and Nomiyama H. Three fatal cases of thinner-sniffing and

- experimental exposure to toluene in human and animals. *Int Arch Occup Environ Health*, 1978;41:55-64
- Shi-Nian Uang, Tung-Sheng Shin, Chun-Huei Chang et al. Exposure assessment of organic solvents for aircraft paint stripping and spraying workers; *Science of the Total Environment*;2005:In press
- Tomoko Takigawa, Tokushi Horike, Yasuhiro Ohashi, Hiroyuki Kataoka, Da-Hong Wang, Shohei Kira. Were Volatile Organic Compounds the Inducing Factors for Subjective Symptoms of Employees Working in Newly Constructed Hospitals?. *Environmental Toxicology* 2004;19:280-290
- U.S.Departmentof Labor. OSHA(Occupational Safety and Health Administration). Chemical Sampling Information. OSHA Instruction CPL 2-2.43A, July 1, 1991.
- U.S. EPA. IRIS(International Risk Information System), Dichloromethane(CRSRN 75-09-2);1995
- U.S. EPA. Risk Assessment for Toxic Air Pollutions:A Citizen's Guide- 뎡 450/3-90-024 March 1991
- WHO. IARC(International Agency for Research on Cancer), Dichloromethane(Group 2B) 1999;71:251
- Yakes B, Kelsey KT, Seitz T, Hashimoto D, Feldman HA, Christiani DC. Occupational skin disease in newspaper pressroom workers. *J Occup Med*, 1991;33:711-717

부 록

설 문 조 사

안녕하십니까?
 저는 연세대학교 대학원 예방의학교실에서 석사과정 중인 정 재 식 대위입니다.
 본 연구 설문지는 부대에서 근무하는 군 장병의 건강자각 증상을 알아보기 위하여 만들어졌습니다.
 본 조사항목에는 맞거나 틀린 답이 있는 것이 아니므로 평소에 생각하시고 느끼는 의견을 솔직히
 응답하여 주시면 됩니다. 응답하여 주신 모든 자료는 연구목적으로만 사용되어질 것이며 어떠한 경
 우에도 비밀이 보장되며 다른 목적으로 사용되지 않습니다.
 성실하게 응답해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

2005년 9월 일

연 구 자 : 연세대학교 예방의학교실 환경공해연구소
 석사과정 공군 대위 정 재 식

*설문에 대한 답변이나 문의사항은 아래로 연락주시기 바랍니다.
 전화) 02-2228-1899, 핸드폰)017-673-9621 E-Mail) gyrolab@hanmail.net

I. 귀하께서는 작업장(사무실)에서 최근 12개월간 아래와 같은 증상을 경험하는지 해당되는 곳에 √ 표하여 주시기 바랍니다.

증 상		전혀 그렇지 않다	그렇지 않은 편이다	보통이다	그런 편이다	항상 그렇다
중추 신경계 증상	두통이 난다	①	②	③	④	⑤
	현기증이 난다	①	②	③	④	⑤
	머리가 무겁다	①	②	③	④	⑤
	졸음이 온다	①	②	③	④	⑤
	몸이 나른해진다	①	②	③	④	⑤
	잠이 부족하다	①	②	③	④	⑤
입/구강 증상	아침에 일어나는 것이 괴롭다	①	②	③	④	⑤
	입안이 거칠고 자주 헐다	①	②	③	④	⑤
	잇몸이 붓는다	①	②	③	④	⑤
	혀바닥이 거칠고 아프다	①	②	③	④	⑤
	목이 아프거나 따갑다	①	②	③	④	⑤
코 증상	목이 건조하다	①	②	③	④	⑤
	목에 가래가 있거나 들어 있는 거 같다	①	②	③	④	⑤
	개채기가 나온다	①	②	③	④	⑤
눈 증상	코가 막힌다	①	②	③	④	⑤
	눈이 충혈되어 빨개진다	①	②	③	④	⑤
	눈이 잘 피로해진다	①	②	③	④	⑤
	눈이 쓰리고 아프다	①	②	③	④	⑤
	눈썹이 많이 낀다	①	②	③	④	⑤
눈이 희미해져서 잘 안 보인다	①	②	③	④	⑤	

4. 주당 작업횟수는 어느정도 되십니까?
 ① 1-2회 ② 3-4회 ③ 매일 작업한다
5. 일일 업무(작업)시간은 어느정도 되십니까?
 ① 3시간미만 ② 3시간-6시간 ③ 6시간-8시간 ④ 8시간이상
6. 업무시간 중 작업장(사무실)건물 밖으로 어느 정도 나가십니까?
 ① 전혀 나가지 않는다 ② 1-3회 나간다 ③ 4-6회 나간다 ④ 7회이상 나간다
7. 귀하의 작업장(사무실)에는 유리창을 여는 것이 가능하십니까?
 ① 예 ② 아니오
8. 귀하의 작업장(사무실)에서는 환풍기를 사용하고 있습니까?
 ① 예 ② 아니오
9. 귀하의 작업장(사무실)에서 하루 업무 중 자연환기를 어느 정도 하십니까?
 ① 전혀 안함 ② 1일 2회이내 ③ 1일 4회이내 ④ 1일 10회이내 ⑤ 하루종일
10. 귀하의 작업장(사무실)의 실내 공기는 어떻다고 생각하십니까?
 ① 매우 불쾌하다 ② 불쾌하다 ③ 쾌적하다 ④ 매우 쾌적하다

Ⅲ. 다음은 과거병력 및 건강 상태에 대한 질문입니다. 해당하는 곳에 √ 표 하여 주시기 바랍니다.

1. 현재 자신의 건강에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 질병이 있는 것으로 생각한다.
 ② 건강한 편은 아니라고 생각한다.
 ③ 건강한 편이다.
 ④ 매우 건강하다고 생각한다.
2. 귀하는 작업중 숨이 가빠질때가 있습니까?
 ① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않다 ③ 그런 편이다 ④ 항상 그렇다
3. 귀하께서는 예전부터 다음과 같은 증상이 있었습니까? 해당하는 곳에 √ 표 하여주시기 바랍니다.

증 상	전혀 그렇지 않다	그렇지 않은 편이다	그런 편이다	항상 그렇다
편두통				
심장 문제				
알러지				
호흡기 질환(천식, 기관지염 등)				

4. 귀하는 담배를 어느 정도 피우십니까?
 ① 전혀 피우지 않는다
 ② 과거에는 피웠으나 지금은 끊었다(4-1,2문항에 답하여 주시기 바랍니다.)
 ③ 현재에도 피운다 (4-1,2문항에 답하여 주시기 바랍니다.)

※ 다음은 4번 문항에서 과거 흡연하셨거나 현재 흡연하시는 분만 답하여 주시기 바랍니다.

- 4-1. 담배를 과거에 피웠거나 현재 피우고 계시면 흡연 경력은 얼마동안입니까?
 ① 5년 미만 ② 5-9년 ③ 10-14년 ④ 15년 이상

4-2. 과거에 피웠거나 하루에 피우는 양은 어느 정도 입니까?

- ① 반갑 미만 ② 반갑이상 - 한갑미만 ③ 한갑이상

5. 귀하는 일주일에 음주를 어느 정도 하십니까?

- ① 전혀 마시지 않는다
② 1-2회 (4-1문항에 답하여 주시기 바랍니다.)
③ 3-4회 (4-1문항에 답하여 주시기 바랍니다.)
④ 매일 마신다 (4-1문항에 답하여 주시기 바랍니다.)

※ 다음은 4번 문항에서 음주를 하시는 분만 답하여 주시기 바랍니다.

5-1. 음주시 마시는 양은 어느 정도 입니까?

- ① 소주 2잔 미만 ② 소주 2잔 이상 - 5잔 미만
③ 소주 5잔 이상 - 10잔 미만 ④ 소주 10잔 이상

6. 귀하는 땀이 몸에 배일 정도의 운동을 일주일에 몇 회 정도 하고 계십니까?

- ① 안한다 ② 1-2회 ③ 3-4회 ④ 5-6회 ⑤ 거의 매일

7. 하루 운동시간은 어느 정도입니까?

- ① 1시간 미만 ② 1시간 - 2시간 미만 ③ 2시간-3시간 미만 ④ 3시간 이상

8. 일일 수면시간은 어느 정도 되십니까?

- ① 4시간미만 ② 4 - 6시간 미만 ③ 6 - 8시간 미만 ④ 8시간이상

IV. 다음은 일반적인 특성에 대한 질문입니다. 해당하는 곳에 √표 하여 주시기 바랍니다.

1. 성별 : ① 남 ② 여

2. 연령 : 세 (주민등록상의 생년 : 년)

3. 신장과 체중은? (신장: cm , 체중: kg)

4. 결혼 유무 : ① 미혼 ② 기혼 (결혼기간 년)

5. 귀하의 계급은?

- ① 사병 ② 부사관 ③ 준사관 ④ 장교 ⑤ 군무원

6. 현재까지의 군 복무기간은? (년 개월)

7. 귀하의 학력은?

- ① 고졸 ② 전문대학 졸업 ③ 대학졸업 ④ 대학원 이상 ⑤ 기타(대학 재학, 휴학 등)

8. 귀하의 현재 작업장(사무실)에서의 근무경력은? (년 개월)

***** 바쁘신 중에 끝까지 성심껏 응답에 주셔서 감사합니다. *****

ABSTRACT

A Study on Health Subjective Symptoms of Aircraft Maintenance Workers and Risk Assessment of VOCs Personal Exposure

Jae Sik, Chung
Dept. of Public health
The Graduate School
Yonsei University

(Directed by Professor Dong Chun Shin, M.D., Ph.D)

This study was conducted to take a measurement of subjective symptoms and assess risks of human health on VOC exposure to aircraft maintenance workers in air force. Targets of survey were 467 samples working at maintenance place and total 441 of them were analyzed in this study. Structured questionnaire using THI includes subjective symptoms, working environmental, disease history, health condition, personal lifestyle and general characteristics. Data were analyzed with SAS Version 8.1 and treated through t-test, χ^2 -test, multiple regression, ANOVA.

In results of each subjective symptoms mean scores, mean scores of aircraft maintenance workers were higher than official workers. CNS score(2.83±0.52) was the highest any other symptoms. In results of general characteristics, mean score of more 40 years was significantly higher than twenties and thirties in CNS, Respiratory symptoms was high in career group having more 15 years significantly.

Subjective symptoms according to working environment were analyzed that in satisfaction score of negative group and loaded group was significantly higher in CNS, mouth/throat symptoms and other symptoms(p<0.01). Dermal , mouth/throat, respiratory, other symptoms were associated with weekly working frequency(p<0.05). Increasing daily working hours was significantly high in only CNS(P<0.01) and increasing auto-ventilation frequency was

significantly low in CNS, dermal, respiratory and other symptoms ($p < 0.01$). Subjects feeling unpleasant indoor air were significantly high in all symptoms ($p < 0.0001$).

According to disease history and health condition, in results of subjective symptoms healthy subjects was significantly low in all symptoms ($p < 0.0001$) and group having migraine and heart disease was significantly high ($p < 0.01$). Allergic subjects was significantly high in mouth/throat, nose, eyes, dermal, and respiratory symptoms ($p < 0.01$). Subjects experienced respiratory symptoms was significantly high in all symptoms ($p < 0.01$).

In results of symptoms score on lifestyle, increasing smoking-duration was significantly high in eyes, respiratory and other symptoms ($p < 0.01$). Weekly exercise frequency was significantly low in only respiratory symptoms ($p < 0.01$) and sleeping time was significantly high in respiratory and other symptoms ($p < 0.05$).

VOCs personal exposure concentration measured in 11 air-bases were not excess OSHA PEL, Methylene chloride was the highest (2.25 ppm) and n-Hexane was the lowest (0.17 ppm).

Correlation between VOC personal exposure concentration and subjective symptoms was significant in all symptoms ($p < 0.01$).

In IRIS substance lists MIBK, Toluene, Xylenes and MEK were classified under non-carcinogenic health-effect substances and each concentration was $471 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $482 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $387 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $301 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Each inferred health risks of MIBK, MEK, Toluene and Xylenes were 0.157, 0.096, 0.060 and 3.870. Benzene and Methylene Chloride were classified under carcinogenic health-effect substances and each concentration was $1993 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $153 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Each inferred excess carcinogenic risks of Benzene and Methylene Chloride was $3.4 \times 10^{-4} \sim 1.2 \times 10^{-3}$ and 9.4×10^{-4} .

This study has a significance that measured subjective symptoms of aircraft maintenance workers with THI and first assessed risks to VOCs personal exposure in air-force. I hope that this study will be basic data to promote quality of life to aircraft maintenance workers working in hazard environmental workplace.

Keyword : Health Subjective Symptoms, Risk Assessment, VOCs