

## 일개 조선업 도장작업자에서 후각 기능에 관한 연구

성균관대의대 마산삼성병원 산업의학과

민경범 · 손준석 · 채창호 · 김영욱 · 이철호 · 김찬우 · 신영후

— Abstract —

### A Study on Olfactory Function in Painters Exposed to Organic Solvent in a Shipyard

Keong-Bum Min, Jun-Seok Son, Chang-Ho Chae, Young-Wook Kim,  
Cheol-Ho Yi, Chan-Woo Kim, Young-Who Shin

*Department of Occupational & Environmental Medicine, Masan Samsung Hospital,  
College of Medicine, SungKyunKwan University*

**Objectives:** To investigate the effect of the occupational exposure to organic solvent on the olfactory function of shipyard painters; we measured the prevalence of olfactory function impairment between the exposure group and the controls by using the Korean Version of the Sniffin' Stick (KVSS) test through smell, and by analyzing factors related to olfactory alteration.

**Methods:** The olfactory function of 245 painters exposed to organic solvents was compared to that of 122 unexposed controls. A total of 367 shipyard subjects underwent questionnaire study and the olfactory function test was performed by KVSS test I from April to August 2007. Suspected subjects of abnormal findings were referred to an otorhinolaryngologist. In addition, the Biologic Exposure Index (BEI) and industrial hygiene laboratory data were collected as well as analyzed by job title in the exposure group.

**Results:** The difference in the result of KVSS test I was significantly different from the exposure group and the controls ( $P<0.05$ ). For the exposure group, reduced olfaction and exposure group were correlated with statistical significance when compared to the controls ( $P<0.01$ ). Adjusting for work duration, smoking, rhinitis or sinusitis history, exposure of the organic solvent (OR 1.76, 95% CI=1.05-2.96) had a statistically meaningful relationship with decreased olfaction. The data on BEI for the exposure group were collected; the difference in methylhippuric acid was significant between spray workers and others, but did not correlate well with decreased olfaction.

**Conclusion:** Occupational exposure to organic solvents in shipyard painters may affect the olfactory function. Therefore, shipyard painters should be monitored on a periodic bases by the quantitative test such as KVSS test. There is no other quantitative testing method or standardized procedure that can objectively diagnose the neurotoxic effect, further enhanced quality research in this field is necessary.

**Key Words:** Occupational exposure, Organic solvent, Smell, Paintings

## 서 론

과거부터 인간의 후각은 기본적인 일상생활을 영위하는데 있어 중요한 감각으로 인식되어 왔으며 최근에는 생활의 질이 개선되어감에 따라 후각에 대한 중요도가 더 커지고 있다<sup>1)</sup>. 후각 기능은 음식의 풍미를 결정할 뿐 아니라 작업장의 유해 가스를 감지하는 데 있어서도 중요한 역할을 한다<sup>2)</sup>.

후각 이상의 원인은 200가지 이상 알려져 있고 크게 전도성(conductive) 이상과 감각신경성(sensory/neural) 이상으로 구분하며, 전도성 이상은 비강 내 기류 폐쇄로 후각 물질이 후각점막에 도달하지 못하는 경우로 비부비동염, 알레르기성 비염, 비강 용종(polyp), 종양이 해당되고, 감각신경성 이상은 후각 수용체부터 후구를 거쳐 뇌의 중추에 이르는 과정에서의 장애로 상기도 감염, 두부손상, 수술 등의 외상, 독성 물질, 칼만증후군과 같은 유전성 질환, 알츠하이머병이나 파킨슨병 등의 신경계 질환, 에디슨병과 같은 대사성 질환, 뇌졸중, 노화 등이 해당된다<sup>3,4)</sup>. 후각 이상이 발생하는 기전은 여러 가지가 있으며 첫째, 비강 용종과 같이 비강 내 구조물의 퇴화나 손상에 의한 경우나 외상에 의한 후각 수용체세포의 축색에 신장이나 열상이 생기는 경우가 있고 둘째, 전신 질환 및 영양 상태와 방사선 조사, 특정 약물이 후각 상피세포 중 신경세포인 후각 수용체세포의 재생을 방해하는 경우가 있으며 셋째, 특정 약물이나 대사물이 후각점막 주위 분비물에 영향을 주어 주변부의 만성적인 변화를 야기하고 이로 인해 후각 수용체 세포의 기능이 변화하는 경우가 있다<sup>5)</sup>. 노화는 후각 수용체세포의 손실에 의하여 후각 기능을 저하시키고 후각상피가 소실된 부위가 호흡상피로 대체되면서 영구적인 후각 기능의 저하를 초래한다<sup>6)</sup>. 후각 기능에 영향을 미칠 수 있다고 알려진 약물로는 항암제(methotrexate), 항생제(aminoglycoside, macrolides, tetracyclines), 항갑상선제(methimazole), 아편제(opiates), 교감신경흥분제(sympathomimetics amines), 제산제(cimetidine), 항파킨슨약제(L-dopa) 등이 있다<sup>6)</sup>.

후각 이상과 관련한 유병률은 일반인구 중 1~20%로 미국에서 보고된 바 있다<sup>7,9)</sup>. 또한 일반인구에 기초한 한 연구에서는 전체 후각 이상 중 특발성(idiopathic) 후각 이상이 10~25%를 차지하였고 특발성 후각 이상 중 직업적 노출이 중요한 부분을 차지할 것으로 보이지만 이러한 문제가 간과되어 왔을 가능성이 있다고 하였다<sup>10)</sup>. 그리고 직업적 노출 중 화학물질과 관련한 후각 이상의 유병률은 아직까지 알려지지 않았으며, 과거 연구에서 전체 후각 이상의 0.5~5% 정도의 범위로 보고된 바 있으나 화학물질 노출과 의약품 사용을 포함한 빈도였고, 직업적

대상자군에서 잘 설계된 역학적 연구들은 거의 없었다<sup>11)</sup>.

이렇게 국내의 보고에서 직업적 후각 이상에 대해서는 잘 알려져 있지 않았으나 한 연구에서 공장 실내 생산직 작업자는 실외 생산직 작업자나 일반 사무직 작업자보다 후각 기능이 뚜렷하게 감소하는 것으로 나타났는데<sup>12)</sup>, 이는 작업장의 유해물질이 후각 기능에 영향을 미친다는 것을 시사한다. 그러나 작업장의 유해물질에 만성적으로 노출된 경우 후각 기능에 미치는 영향에 관한 이전의 연구들은 대부분 불완전하거나 몇몇의 경우는 결론을 내지 못한 경우가 많았다. 인간을 대상으로 한 연구들에서는 대부분 증례보고이거나 대상자수가 적고, 대조군 선정이 부적절하거나 후각 기능에 대한 정량적인 평가가 부족하고, 잠재적 혼란변수에 대한 통제가 부적절한 것이었다<sup>13)</sup>. 현재까지 후각 이상과 관련하여 보고된 작업장의 유해물질로는 카드뮴<sup>14)</sup>, 크롬, 망간, 아크릴레이트, 스티렌, 황화수소<sup>15)</sup>, 암모니아<sup>16)</sup>, 염소<sup>17)</sup>, 벤젠, 톨루엔과 크실렌을 포함한 복합 유기용제<sup>18)</sup> 등이 있다.

우리나라의 경우 작업장의 유해물질로 인한 후각 기능에 관한 연구는 1995년 크롬에 노출된 근로자들에서 일부 후각 기능 이상이 통계적으로 유의하게 나타났으나<sup>19,20)</sup>, 비중격 천공이 없는 크롬 노출 근로자들에서 유의하지 않았다고 보고하였고<sup>21)</sup>, 세척작업자에서 만성적인 염소 노출에 의한 후각 상실증 증례보고<sup>22)</sup> 등이 있으나, 관련 연구들이 매우 적은 수에 그치고 있는 실정이다. 특히 조선업의 경우 다양한 물질을 취급할 뿐만 아니라 작업환경도 매우 복잡다단하고 다양한 위험이 상존하는 작업장으로 이러한 환경에 노출된 조선소 근로자들의 후각 기능 평가에 어려움이 많았다. 그중 복합 유기용제에 노출되는 도장작업 근로자들에서 후각 기능 감소 증상을 호소하는 경우가 적지 않았으며, 이와 관련한 건강염려가 증가하였다. 따라서 도장작업 근로자들의 후각 기능에 대한 집중적인 조사의 필요성이 제기되었다.

이에 연구자는 일개 조선소 도장작업 근로자들을 대상으로 복합 유기용제 노출에 의한 인체 영향 중 후각 기능 이상을 조사하기 위하여 본 연구를 시도하였다.

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 주로 톨루엔과 크실렌이 포함되어 있는 복합 유기용제에 노출되는 조선소 도장작업 근로자들의 후각관련 자각증상 호소율을 조사하여 대조군과의 차이를 비교하고 둘째, 선별적인 후각 기능 검사도구로서 한국형 후각검사도구(Korean Version of the Sniffin' Sticks test, KVSS test, Burghart Company, Weldel, Germany)를 사용하여 대조군과 후각 기능 점수의 차이를 비교하며 셋째, 도장 공정 부서간의 노출 차이 및 후각 기능 점수 차이를 분석하며 마지막으로 후각 기능 이상의 관련 요인들을 파악하여 도장작업 근로자들의 건강

영향 평가와 개선을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

### 대상 및 방법

#### 1. 대상

2007년 4월부터 8월까지 5개월간, 일개 조선소에서 현재 근무하고 있는 근로자 중 복합 유기용제에 노출되는 도장작업 부서 전체 근로자 246명과 대조군으로 복합 유기용제에 노출되지 않는 신호수 부서 전체 근로자 122명을 대상으로 하였다. 노출군과 대조군을 구분하지 않고 부서별 전반적인 건강영향을 평가받는다 생각하는 근로자들이 참여하였다. 따라서 대조군으로 선정된 신호수 작업자들은 본 조사에서 대조군에 해당한다는 사실을 알지 못하였고 단지 개인의 건강을 평가하기 위한 건강검진의 의미로 생각하고 참여하였다. 성별은 노출군에서 남자 245명, 여자 1명이었고 대조군은 122명 모두 남자였다. 이 중 여성작업자는 인원수가 적어 성별에 관한 연관성의 검정이 어려우므로 제외하여 총 367명을 최종 연구 대상으로 하였다.

#### 2. 방법

##### 1) 기초자료

노출군과 대조군 모두 설문 조사를 실시하여 근로자가 직접 작성하게 하였다. 설문내용은 개인적 특성, 직업적 특성, 이상 증상 및 과거 병력 등을 조사하였고, 증상 및 병력 조사는 후각 기능에만 국한하지 않고 전반적인 증상과 일반 병력에 대해 기록하도록 구조화된 설문지를 사용하였다. 도장작업 근로자들은 수행하는 작업의 종류와 공정 부서에 따라 스프레이 부서, 붓도장 부서, 도장장비 부서, 도장검사 및 품질관리 부서, 블라스팅 및 소지 부

서로 분류하였다.

##### 2) 작업환경측정

도장 공정 부서별로 전체적인 사용물질을 파악하였고 도장작업에 사용되는 신나, 페인트, 경화제 등 원료를 채취하여 성분 분석을 하였다. 측정 및 분석 방법은 유기화합물의 경우 실리카겔(Silicagel) 및 활성탄(Coconut shell charcoal, 100/50 mg)의 포집매체를 사용하여 0.1 l/min로 시료를 포집하여 Gas chromatography/gas chromatography mass spectrometer(6890N/5975C TAD, Agilent Technologies, USA) 등으로 분석하였다. 노출변화에 대한 조사는 조선소 도장작업의 경우 다양한 원료를 사용하고 작업일별 또는 오전과 오후의 공정이 수시로 변하는 특징을 갖고 있기 때문에 이에 따라 노출되는 용제의 종류나 노출량의 변화가 클 수밖에 없고, 어느 하루의 작업환경측정 결과가 작업자의 노출 환경을 대표한다고 하기도 어려울 수 있으므로 이 점을 고려하여 각 공정별로 대상자를 표본으로 선택하였고 이들을 대상으로 1일간 계속해서 작업환경을 조사하였다.

##### 3) 생물학적 노출지표검사

생물학적 노출지표검사는 노출군에 대해서만 실시되었다. 도장작업에서 주요 생물학적 노출지표검사로 톨루엔의 노출평가에 이용하는 요중 마노산과 크실렌의 노출평가에 이용하는 요중 메틸마노산을 개인별로 측정하여 노출영향을 평가하였고 작업전과 작업종료 시점에 소변을 채취하였으며 검체는 분석할 때까지 냉동실에 보관하였다. 요중 마노산과 요중 메틸마노산의 농도를 보정하기 위해 소변의 크레아티닌 농도를 함께 분석하였다. 분석결과 측정된 생물학적 노출지표를 도장 공정 부서별로 비교하였고, 노동부에서 제시한 요중 마노산의 노출한계인

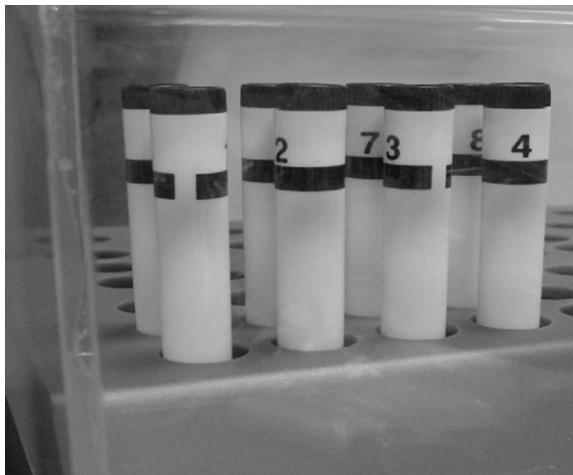


Fig. 1. The KVSS test I is an 8-odor identification test.



Fig. 2. The KVSS test II offers a more extensive test for olfactory function.

2.5 g/g creatinine과 요중 메틸마노산의 노출한계인 1.5 g/g creatinine를 초과한 대상자수를 조사하였다.

#### 4) 후각검사

후각 기능을 평가하기 위한 검사법으로 KVSS test를 이용하였다. KVSS test I(Fig. 1)과 II(Fig. 2)가 있으며 점수가 적을수록 후각 기능이 떨어진다. KVSS test I은 8개의 후각검사용 펜과 검사자가 착용하는 장갑, 피검자가 예시문항을 보고 답할 수 있는 검사용지, 4개의 미각검사용 스프레이로 이루어져 있는데, 미각검사용 스프레이는 본 연구에서 사용하지 않았다. 1번부터 8번까지의 후각검사용 펜에는 각각 다른 종류의 후각물질이 담겨있는 탐폰이 들어있으며 펜의 뚜껑을 열고 좌우로 흔들어주면 항상 일정한 농도의 냄새가 발생하게 되어 있다. 검사 방법은 먼저 검사자가 양손에 장갑을 끼고 1번 후각검사용 펜의 뚜껑을 열고 펜을 피검자의 코 가까이 약 2~3 cm 거리를 두고 3~4초 정도 좌우로 흔들어 냄새를 맡게 하였다. 그 후 검사용지 1번 항목의 4가지 보기를 보고 1개를 선택하게 하는데, 반드시 1개를 선택하도록 하였다. 이러한 방식으로 8번 후각검사 펜까지 검사를 시행하고 피검자가 선택한 냄새를 검사자가 검사용지의 해당문항에 표시한 후 정답과 비교하여 점수를 매겨서 기록하였다. 각각의 검사 간에 약 30초 정도의 시간 간격을 두고 시행하였다. 각 문항의 점수는 1점이므로 총 점수는 최소 0점에서 최대 8점까지 나올 수 있다. 점수의 평가는 기존의 연구 결과를 적용하여 0~4점을 '후각 장애', 5~6점을 '후각 저하', 7~8점을 '정상'으로 정의하였다<sup>23,24)</sup>.

KVSS test II는 후각 역치검사(olfactory threshold test)와 후각 식별검사(odor discrimination test), 후각 인지검사(odor identification test)로 구성되어 있다. 후각 역치검사는 저농도의 냄새(odor)를 얼마나 예민하게 지각할 수 있는지 알아보는 검사로 피검자가 수면마스크를 착용하고 검사자는 장갑을 끼고 부탄올의 농도가 가장 강한 1번 펜의 냄새를 먼저 맡게 한 후, 3분가량 시간 간격을 두어 순응을 방지하였다. 다음으로 농도가 가장 약한 16번부터 검사를 시작해서 3종류의 펜을 무작위 순서로 맡게 하여 부탄올 성분의 펜을 선택하도록 하였다. 만일 부탄올 성분의 펜을 맞히지 못한 경우는 2단계 높은 농도의 번호로 바꾸어 검사를 하였다. 그리고 부탄올이 포함된 펜을 2회 연속으로 맞힐 때까지 단계가 올라가며 맞히게 되면 1단계 낮은 농도로 바꾸어서 검사를 하는 방식으로 총 7개의 전환점이 생기면 검사를 종료한다. 결과 기록은 7개 전환점 중 마지막 4개의 전환점의 점수를 평균한 점수로 기록한다. 후각 식별검사는 서로 다른 냄새를 구별할 수 있는지 알아보는 검사로 피검자가 수면마스크를 착용하고 검사자는 장갑을 끼고 3쌍으로 구성되

어 있는 펜의 냄새를 맡게 하였다. 3쌍의 펜 중 1개만 다른 냄새가 나고 나머지 2개는 같은 냄새이며 피검자가 다른 냄새로 선택한 것을 표시하고 정답과 비교하여 맞힌 개수를 점수로 기록하였다. 후각 인지검사는 냄새가 무엇 인지를 알아내는 검사로 KVSS Test I과 동일한 방법으로 16종류의 검사용 펜을 사용하여 1번부터 피검자에게 냄새를 맡도록 한 후에 4가지 보기 중 1개를 선택하여 표시하고 정답을 맞힌 개수를 점수로 기록하였다. KVSS Test II의 총 점수는 후각 역치검사, 후각 식별검사, 후각 인지검사의 점수를 모두 합하여 역치식별인지총점수(Threshold-Discrimination-Identification score: T.D.I score)로 산출하고 결과를 정상(normosmia: 30.73±4.75), 후각 저하(hyposmia: 23.82±6.81), 후각 장애(Anosmia: 10.69±3.37)로 정의하였다<sup>23,24)</sup>.

본 연구에서는 전 연구대상자에게 KVSS Test I을 선별검사(screening test)로 실시하고, score 4이하인 대상자는 KVSS Test II를 포괄검사(comprehensive test)로 실시하였다. KVSS Test I, II는 모두 조용하고 환기가 잘되며 다른 냄새가 없는 곳에서 시행되었다. 검사 전 피검자는 어떠한 음식도 먹지 않았고 흡연을 하지 않았으며 조사기간 중에는 금주하도록 하였다. 검사결과 후각 장애가 의심되는 경우는 이비인후과에 의뢰하였다.

### 3. 자료분석

수집된 자료는 SPSS version 12.0을 사용하여 통계 분석하였다. 복합 유기용제 노출군인 도장작업 근로자군과 대조군의 KVSS test I 점수에 대한 평균치 비교를 위해 student t-test를 사용하였고, 후각관련 자각증상과 KVSS test I 검사결과 3단계 및 2단계로 평가한 빈도분석은 chi-square test를 사용하였다. 도장 공정 부서별로 연령, 근무기간, KVSS test I 점수와 생물학적 지표검사 결과의 정량적 차이에 대한 평가는 분산분석(ANOVA)을 이용하여 비교하였고, KVSS test I 검사결과 3단계 및 2단계로 평가한 빈도분석은 chi-square test를 사용하였다. 또한 도장 공정 부서는 수행직무, 밀폐특성 및 복합 유기용제에 노출 확률에 따른 유사노출군(similar exposure group)으로 구분하여 유기용제에 직접적으로 노출되고 생물학적 지표검사상 요중 마노산과 요중 메틸마노산이 모두 높은 부서를 고위험 노출군(Group I), 유기용제에 직간접적으로 노출되고 요중 마노산과 요중 메틸 마노산 중 한가지만 높은 부서를 중간위험 노출군(Group II), 유기용제에 간접적으로 노출되고 요중 마노산과 요중 메틸 마노산이 모두 낮은 부서를 저위험 노출군(Group III)으로 크게 3군으로 구분하여 비교하였으며 ANOVA와 chi-square test를 분석에 사

용하였다. 또한 대상자의 연령, 근무기간, 흡연습관, 후각관련 자각증상, 비염 병력, 복합 유기용제 노출과 후각 이상의 차이를 이변량 분석을 이용해 확인하였다. 이변량 분석결과 후각 이상과 유의한 관련을 보인 요인들을 보정하고 복합 유기용제 노출을 주 독립변수로 하여 후각 이상 유무에 대해 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 각 분석 결과의 유의수준은  $P<0.05$ 로 정의하였다.

## 결 과

### 1. 대상자들의 일반적 특성

연구대상자들의 연령은 20세부터 58세에 걸쳐 분포하였으며, 평균 연령은 노출군에서 35.9세, 대조군에서 34.3세로 노출군의 연령이 많았고, 연령대별로는 두 군 모두 30대가 가장 많았으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 평균 근무기간은 노출군에서 9.6년, 대조군에서 9.1년으로 노출군의 평균 근무기간이 길었고, 근무기간대별

로는 노출군에서 10년 미만이 많았고 대조군에서 10년 이상 20년 미만이 많았으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 흡연습관에 따라 비교한 결과에서는 두 군 모두 현재 흡연자 분포가 많았다. 비염 병력에 따른 비교에서는 대조군보다 노출군에서 비염 빈도가 높았으나 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

설문지를 통한 자각증상을 조사한 결과, 작업 중 콧물 등 비점막 자극 증상이 노출군에서 40.8%, 대조군에서 22.1%로 노출군에서 높았으며 통계적으로 유의하였다 ( $P<0.05$ ). 냄새 이상 증상은 노출군에서 33.5%, 대조군은 14.8%로 통계적으로 유의하였다( $P<0.05$ ). 그러나 비강내 출혈 및 염증 증상은 두 군간의 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

### 2. 작업환경측정

노출군에서 도장작업의 종류와 공정 부서별로 측정을 실시하였다. 스프레이 작업시 노출되는 유기화합물은 메

**Table 1.** General characteristics of study subjects

Variables	Frequency (%) or Mean $\pm$ SD	
	Exposure group (n=245)	Controls (n=122)
Mean age (yr)	36.0 $\pm$ 7.8	34.3 $\pm$ 8.4
Mean work duration (yr)	9.7 $\pm$ 6.9	9.2 $\pm$ 7.1
Age(yr)		
20~29	60(24.5)	43(35.2)
30~39	123(50.2)	52(42.6)
40~49	40(16.3)	19(15.6)
50~59	22( 9.0)	8( 6.6)
Work duration (yr)		
<10	102(41.6)	45(36.9)
10~19	97(39.6)	60(49.2)
$\geq$ 20	46(18.8)	17(13.9)
Cigarette smoking		
Never	49(20.0)	34(27.9)
Ex-smoker	63(25.7)	28(23.0)
Smoker	133(54.3)	60(49.2)
Rhinitis or sinusitis history		
Yes	46(18.8)	18(14.8)
No	199(81.2)	104(85.2)

**Table 2.** Frequency of abnormal nasal symptoms between the exposure group and the controls

Subjective symptoms		Frequency(%)		
		Exposure group (n=245)	Controls (n=122)	p-value*
Nasal secretion	Yes	100(40.8)	27(22.1)	<0.001
	No	145(59.2)	95(77.9)	
Difficulty in smell	Yes	82(33.5)	18(14.8)	<0.001
	No	163(66.5)	104(85.2)	
Inflammation, bleeding	Yes	50(20.4)	17(13.9)	0.130
	No	195(79.6)	105(86.1)	

\*:by chi-square test

탄올(Methanol), 에탄올(Ethanol), 이소프로필알콜(IPA), 에틸아세테이트(Ethylacetate), 크실렌(Xylene), 톨루엔(Toluene), 메틸이소부틸케톤(MIBK), 부틸아세테이트(Butylacetate) 등 이었으며 모두 노출기준 미만이었다. 그중 크실렌의 측정치가 0.5423~61.0788 ppm으로 다른 물질보다 높게 측정되었다.

붓도장 작업시 노출되는 유기화합물은 에탄올, 이소프로필알콜, 에틸아세테이트, 메틸에틸케톤(MEK), 메틸이소부틸케톤, 크실렌, 톨루엔 등 이었다. 그중 크실렌의 측정치는 1.3448~58.4628 ppm, 톨루엔의 측정치는 0.0164~13.3638 ppm, 이소프로필알콜의 측정치는 0.3648~51.8738 ppm의 범위였으며 크실렌의 경우 비교적 높은 수준이었으나 모두 노출기준 미만으로 측정되었다.

도장장비 부서, 도장검사 및 품질관리 부서, 블라스팅 및 소지 부서에서는 에탄올, 이소프로필알콜, 메틸이소부틸케톤, 에틸아세테이트, 메틸에틸케톤, 크실렌, 톨루엔 등에 소량 노출되었거나 불검출로 측정되었다.

그러므로 스프레이, 붓도장 작업시 방향족류인 크실렌과 톨루엔 성분에 많이 노출되었음을 알 수 있으며 에틸아세테이트, 부틸아세테이트, 에탄올, 이소프로필알콜, 메틸이소부틸케톤 등은 비교적 낮은 빈도로 노출되는 것을 확인하였다.

### 3. 노출군과 대조군의 후각 기능

노출군 245명과 대조군 122명의 후각 기능 검사결과 KVSS test I에서 후각 점수의 평균은 노출군 6.87점, 대조군 7.20점으로 노출군에서 점수가 낮았으며 통계적으로 유의하였다(P<0.05). 후각 기능 점수가 7점 이상을 '정상', 5점 이상 6점 이하를 '후각 저하', 4점 이하를 '후각 장애'로 정의한 3단계 분류에서 후각 저하(hypos-

mia)의 빈도는 노출군 31.4%, 대조군 20.5%였고, 후각 장애(anosmia)의 빈도는 노출군 2.4%, 대조군 0.8%로 후각 저하와 후각 장애 빈도 모두 노출군에서 많았으며 통계적으로 유의하였다(P<0.05). 후각 기능 점수가 7점 이상을 '정상' (normal olfaction), 6점 이하를 '후각 이상' (decreased olfaction)으로 정의한 2단계 분류에서 후각 이상의 빈도는 노출군 33.9%, 대조군 21.3%로 노출군에서 많았으며 통계적으로 유의하였다(P<0.05)(Table 3).

노출군에서 KVSS test I의 점수가 4점 이하인 총 6명 중 검사를 거부하거나 심한 감기로 검사를 포기한 2명을 제외한 4명에서 KVSS test II를 시행하였으며 그 결과 1명은 정상이었고 2명은 후각 저하였으며, 1명은 후각 장애였다. 1명의 후각 장애 대상자는 이비인후과 진료 결과 만성 부비동염 및 비중격만곡증으로 진단되었고 과거 부비동 수술 병력이 있었던 것으로 나타나 이로 인한 후각 이상이 발생한 것으로 추정되었다. 대조군에서 KVSS test I의 점수가 4점 이하인 1명 이었으며 KVSS II 검사를 거부하여 제외하였다.

### 4. 노출군의 생물학적 지표와 후각 기능

톨루엔의 대사물질인 요중 마노산은 붓도장 부서가 평균 0.263 g/g creatinine으로 가장 높았고 다음으로 도장장비, 스프레이, 블라스팅 및 소지 부서 순이었으며 도장검사 및 품질관리 부서가 평균 0.165 g/g creatinine으로 가장 낮은 결과를 보였으며 사후검정 결과 도장검사 및 품질관리 부서가 다른 부서들과 차이가 있었지만 통계적으로 유의하지 않았다(P=0.16). 그리고 요중 마노산의 노출기준(2.5 g/g creatinine)을 초과하는 근로자는 없었다.

크실렌의 대사물질인 요중 메틸마노산은 스프레이 부서가 평균 0.249 g/g creatinine으로 가장 높았고 다음으

**Table 3.** Comparison of the result of the KVSS test I between the exposure group and the controls

KVSS I result	Frequency (%) or Mean ± SD		p-value
	Exposure group (n=245)	Controls (n=122)	
Mean ± SD (score)	6.87 ± 1.01	7.20 ± 0.86	0.002*
3-stage criteria			0.037 <sup>†</sup>
Score 7~8(normosmia)	162(66.1)	96(78.7)	
Score 5~6(hyposmia)	77(31.4)	25(20.5)	
Score 0~4(anosmia)	6( 2.4)	1( 0.8)	
2-stage criteria			0.013 <sup>†</sup>
Score 7~8(normal olfaction)	162(66.1)	96(78.7)	
Score 0~6(decreased olfaction)	83(33.9)	26(21.3)	

KVSS: korean version of sniffin' stick test

\*:by t-test, <sup>†</sup>:by chi-square test

**Table 4.** Descriptive statistics and comparison of the KVSS test I score by job title in exposure group

Variables	Job title							p-value
	Spray (n=69)	Touch up (n=32)	Paint equipment (n=59)	CL, B/L* (n=26)	Paint test, QC† (n=59)	Total (n=245)		
	Frequency(%) or Mean±SD							
Hippuric acid (g/g creatinine)	0.228±0.194	0.263±0.247	0.242±0.250	0.207±0.182	0.165±0.137	0.219±0.205	0.164‡	
Methylhippuric acid (g/g creatinine)	0.249±0.417	0.228±0.289	0.072±0.144	0.055±0.114	0.145±0.467	0.158±0.350	0.018‡	
Age (yr)	32.55±5.84	30.88±5.96	39.31±8.26	36.15±8.63	39.22±6.77	35.95±7.80	<0.001‡	
Work duration (yr)	4.83±3.53	5.31±5.57	13.95±6.12	9.42±6.77	13.58±6.13	9.68±6.87	<0.001‡	
KVSS I (score)	6.83±1.04	6.78±1.10	6.73±1.10	6.81±0.80	7.15±0.91	6.87±1.01	0.185‡	
3-stage criteria of the KVSS I							0.188§	
Score 7-8(normnosmia)	44(63.8)	18(56.3)	35(59.3)	17(65.4)	48(81.4)	162(66.1)		
Score 5-6(hyposmia)	24(34.8)	13(40.6)	21(35.6)	9(34.6)	10(16.9)	77(31.4)		
Score 0-4(anosmia)	1( 1.4)	1( 3.1)	3( 5.1)	0( 0.0)	1( 1.7)	6( 2.4)		
2-stage criteria of the KVSS I							0.064§	
Score 7-8(normal olfaction)	44(63.8)	18(56.3)	35(59.3)	17(65.4)	48(81.4)	162(66.1)		
Score 0-6(decreased olfaction)	25(36.2)	14(43.8)	24(40.7)	9(34.6)	11(18.6)	83(33.9)		

\*:cleaning, blasting, †:quality control, ‡:by ANOVA, §:by chi-square test

로 붓도장 부서가 평균 0.228 g/g creatinine으로 높았으며, 도장검사 및 품질관리, 도장장비 순이었고 블라스팅 및 소지 부서가 평균 0.055 g/g creatinine으로 가장 낮은 결과를 보였으며 사후검정 결과 스프레이 부서와 붓도장 부서가 다른 부서들과 차이가 있었고 통계적으로 유의하였다(p=0.01). 그리고 요중 메틸마노산을 초과하는 경우는 스프레이 부서 2명, 붓도장 부서 1명으로 총 3명의 근로자가 노출기준(1.5 g/g creatinine)을 초과하였다(Table 4).

노출군 내에서 도장 공정 부서별로 후각 기능 점수의 평균을 비교한 결과 도장장비 부서의 점수가 6.73점으로 가장 낮았고, 도장검사 및 품질관리 부서가 7.15점으로 가장 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 또한 노출군 내에서 공정 부서별로 후각 점수를 3단계 정의로 분류하여 비교한 결과와 2단계 정의로 분류하여 비교한 결과 스프레이 부서와 붓도장 부서, 도장장비 부서가 후각 기능 이상 빈도가 많은 것으로 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다(Table 4). 수행직무, 밀폐특성 및 복합 유기용제에 노출 확률에 따른 유사노출군(similar exposure group)으로 구분하여 스프레이 부서와 붓도장 부서를 고위험 노출군(Group I), 블라스팅 및 소지 부서와 도장장비 부서를 중간위험 노출군(Group II), 도장검사 및 품질관리 부서를 저위험 노출군(Group III)으로 크게 3군으로 구분하여 분석을 시도하였다. 분산분석(ANOVA)을 실시한 결과 3군간 후각 기능 평균 점수의 차이가 통계적으로 유의하였으며(p=0.048), 사후검정을 실시한 결과 Group II와 Group III간 후각 기능 점수 평균이 차이가 있었다. 또한 후각 점수를 2단계 정의로 분류하여 비교한 결과 Group I과 Group II가 후각 이상 빈도가 많았으며 통계적으로 유의하였다(p=0.018)(Table 5).

### 5. 후각 이상에 영향을 미치는 요인

전체 대상자의 연령과 근무기간, 흡연습관, 비염 병력과 후각 관련 자각증상, 복합 유기용제 노출과 후각 이상의 상관성에 대한 이변량 분석을 실시한 결과 연령과 근무기간, 흡연습관과 비염 병력, 복합 유기용제 노출이 통계적으로 유의한 변수로 나타났다. 후각 관련 자각 증상인 콧물, 냄새 이상, 비출혈과 염증 증상을 호소하는 대상자에서 후각 이상의 빈도가 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다(Table 6). 따라서 이변량 분석결과 복합 유기용제 노출이 후각 이상에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 후각 이상과 유의한 관련이 있다고 나타난 연령, 근무기간, 흡연습관, 비염 병력의 영향을 보정하기 위해 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 연령의 경우 근무기간과 상관계수가 높아 변수에서 제외하였다. 분석

결과 근무기간은 20년 이상에서 비차비가 2.046(95% CI=1.083~3.865)로 후각 이상이 증가하였다. 흡연습관은 비흡연자에 비해 과거 흡연자에서 비차비가 1.523(95% CI=0.736~3.150)이지만 유의하지 않았고 현재 흡연자에서 비차비가 2.072(95% CI=1.098~3.909)로 후각 이상이 증가하였으며 통계적으로

**Table 5.** Comparison of biologic exposure indices for organic solvents exposure and the KVSS test I score by similar exposure group

Variables	Similar exposure group			p-value
	Group* I	Group II	Group III	
	Frequency(%) or Mean ± SD			
Hippuric acid(g/g creatinine)	0.240±0.212	0.231±0.230	0.166±0.137	0.070 <sup>†</sup>
Methylhippuric acid(g/g creatinine)	0.243±0.379	0.067±0.135	0.145±0.467	0.003 <sup>†</sup>
Work duration(yr)	4.98±4.25	12.56±6.62	13.58±6.13	<0.001 <sup>†</sup>
KVSS I(score)	6.81±1.05	6.75±1.01	7.15±0.90	0.048 <sup>†</sup>
2-stage criteria of the KVSS I				0.018 <sup>†</sup>
Score 7-8(normal olfaction)	62(61.4)	52(61.2)	48(81.4)	
Score 0-6(decreased olfaction)	39(38.6)	33(38.8)	11(18.6)	

\*:Group I is spray and touch up, II is paint equipment, cleaning and blasting, III is paint test and quality control.

†: by ANOVA, †: by chi-square test.

**Table 6.** The relationship between decreased olfaction and sociodemographic factors, health behavior and past medical history

Variables	Decreased olfaction		Total	p-value*
	Yes	No		
Age(yr)				0.045
20~29	26(25.2)	77(74.8)	103(100)	
30~39	46(26.3)	129(73.7)	175(100)	
40~49	24(40.7)	35(59.3)	59(100)	
50~59	13(43.3)	17(56.7)	30(100)	
Work duration(yr)				0.040
<10	41(27.9)	106(72.1)	147(100)	
10~19	41(26.1)	116(73.9)	157(100)	
≥20	27(42.9)	36(57.1)	63(100)	
Cigarette smoking				0.045
Never	16(19.3)	67(80.7)	83(100)	
Ex-smoker	27(29.7)	64(70.3)	91(100)	
Smoker	66(34.2)	127(65.8)	193(100)	
Rhinitis or sinusitis history				0.035
Yes	26(40.6)	38(59.4)	64(100)	
No	83(27.4)	220(72.6)	303(100)	
Nasal secretion				0.080
Yes	45(35.4)	82(64.6)	127(100)	
No	64(26.7)	176(73.3)	240(100)	
Difficulty in smell				0.061
Yes	37(37.0)	63(63.0)	100(100)	
No	72(27.0)	195(73.0)	267(100)	
Inflammation, bleeding				0.534
Yes	22(32.8)	45(67.2)	67(100)	
No	87(29.0)	213(71.0)	300(100)	
Organic solvent exposure				0.013
Controls	26(21.3)	96(78.7)	122(100)	
Exposure group	83(33.9)	162(66.1)	245(100)	

\*:by chi-square test

유의하였다. 비염 병력이 있는 경우 교차비는 1.806(95% CI=1.020~3.197)로 유의한 차이를 나타내었다. 이들 변수들을 보정한 후에도 복합 유기용제 노출군이 대조군에 비해서 비차비가 1.761(95% CI= 1.047~2.963)로 후각 이상이 증가하였으며 통계적으로 유의하였다 (P=0.03)(Table 7). 그리고 표로 제시하지는 않았지만 단계 선택(stepwise) 방법을 사용하여 분석한 결과 총 2 단계의 모델이 생성되었으며 1 단계 모델은 복합 유기용제 노출변수만 남았으며 후각 이상의 비차비는 1.89(95% CI=1.139~3.143)로 높았고, 2 단계 모델은 복합 유기용제 노출과 비염 병력변수가 남았고 복합 유기용제 노출의 비차비는 1.86(95% CI=1.115~3.094), 비염 병력의 비차비는 1.77(95% CI=1.004~3.103)로 복합 유기용제 노출의 비차비가 더 높았으며 통계적으로 유의하였다. 또한 주관적인 냄새 이상 자각 증상과 객관적인 후각 이상 점수와의 관계를 확인하고자 다중 로지스틱 회귀분석 모델에 포함시켜 분석을 시도하였다. 그 결과 냄새 이상 증상과 후각 이상에 대한 비차비가 1.13배 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았고 다른 변수들은 이전 분석결과와 의미있는 차이를 보이지 않았다.

고 찰

후각 기능의 이상은 그 자체로는 생명을 위협하는 문제는 아니지만, 여러 가지 심각한 결과를 가져올 수 있다. 그 예로 상한 음식물이나 가스 누출 등의 후각적인 위험 신호의 감지 기능이 결여되거나 영양상태 및 그 외 삶의 질에 관계되는 많은 부분에서 큰 영향을 줄 수 있으며, 특히 직업적 상황에서는 어떤 독성 대기 물질의 감지 기능이 떨어짐으로 인하여 손상의 위험성이 커질 수 있다는 점에서 중요한 의미가 있다<sup>25)</sup>.

본 연구는 조선소 도장작업 근로자에서 복합 유기용제 노출에 의한 후각 기능 이상을 평가하고자 하였으며 대조

군보다 후각 기능이 떨어지는 것으로 나타났다. 노출군인 245명의 도장작업자와 대조군인 122명의 신호수 작업자를 대상으로 한 설문조사 결과 후각 관련 자각증상이 노출군에서 높았으며 통계적으로 유의하였다. KVSS test I을 이용한 후각 기능 검사에서 대조군에 비해 노출군의 평균 점수가 0.33점 정도 낮았으며 후각 이상자의 빈도가 12.6% 정도 더 많았다. 또한 단변량 분석을 통해 연령 및 근무기간이 늘수록 후각 이상자의 빈도가 높았고, 현재 흡연자이거나 비염 병력이 있는 경우 후각 이상자의 빈도가 높았으며 통계적으로 유의하였다. 그러나 후각 관련 자각증상의 경우 콧물과 냄새 이상 증상자에서 후각 이상의 빈도가 높았지만 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 근무기간과 흡연습관 및 비염 병력을 보정한 후에도 노출군의 후각 이상이 대조군에 비해 비차비가 1.76배 높은 차이를 보였고 통계적으로 유의하였다(Table 7). 외국의 경우 유기용제에 노출되는 도장작업자를 대상으로 한 연구에서 54명의 도장작업자와 42명의 대조군을 비교하여 UPSIT(University of Pennsylvania smell identification test)를 이용한 후각 기능 검사를 수행한 결과 대조군에 비해 노출군에서 평균 1.4점 정도 낮은 점수차를 나타냈고 통계적으로 유의하였으나, 연령 및 흡연 습관 등으로 보정한 다중 회귀분석에서는 통계적으로 유의하지 않았다<sup>26)</sup>.

본 연구에서는 후각 기능에 대한 평가를 위해 국내에서 개발된 KVSS test를 이용하였다. 기존연구들에서 후각 기능의 정량적인 평가를 위한 검사방법으로 알려진 것은 UPSIT<sup>27)</sup>, CC-SIT(Cross-cultural smell identification test)<sup>28)</sup>, CCCRC test(Connecticut Chemo-sensory Clinical Research Center test)<sup>29)</sup>가 있으며 미국에서 개발된 것들이고, 일본의 경우에는 T&T Olfactometer<sup>30)</sup> 등이 있다. 그러나 이러한 검사방법으로 직업적인 유해물질에 대한 후각 기능의 평가를 시도하는 것은 한국인에게 익숙한 냄새가 아니기 때문에 검사결과

Table 7. Related factors affecting decreased olfaction by multiple logistic regression analysis

Factors	Decreased olfaction		
	OR	95% CI	
Work duration(yr)	<10		
	10~19	0.995	0.591~1.674
	≥20	2.046	1.083~3.865
Cigarette smoking	Never		
	Ex-smoker	1.523	0.736~3.150
	Smoker	2.072	1.098~3.909
Rhinitis or sinusitis history	No		
	Yes	1.806	1.020~3.197
Organic solvent exposure	Controls		
	Exposure group	1.761	1.047~2.963

에 그릇된 영향을 미칠 수 있었다. CC-SIT의 경우는 12개의 냄새물질로 구성되어 있고 다문화적 냄새물질을 선택하였으며 UPSIT를 기반으로 개발된 검사로 비교적 한국인에게도 적용할 수 있는 객관적이고 유용한 방법이라는 연구가 있었으나<sup>31)</sup>, 국내 실정에 맞는 검사법의 개발에 대한 필요성이 지속적으로 제기되어 왔었다. KVSS test는 독일의 Kobal이 1996년 개발한 Sniffin' Stick test를 변형시킨 것으로 한국인에게 익숙한 냄새를 사용하여 후각 기능을 정확하게 평가할 수 있게 개발된 후각 기능 평가방법이다<sup>23,24)</sup>. KVSS test를 개발한 이후 한 연구에서 CC-SIT와 KVSS test의 임상적 유용성에 대한 평가를 하였으며 KVSS의 신뢰도를 검사하는 표준으로서 CC-SIT를 선택하였다. 그 결과 후각 기능에 있어 주관적인 정상인을 정상으로 판정되는 비율이 CC-SIT는 24%, KVSS test I는 92%, KVSS test II는 48%로 나타났으며 다음날 검사를 다시 시행하여 Test-retest reliability를 시행한 결과 재현성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 KVSS test가 정확성이 높다는 것을 증명하였다<sup>32)</sup>. 다른 연구에서 174명의 건강자원자와 206명의 주관적으로 감소된 후각 이상자를 대상으로 CC-SIT와 KVSS test를 동시에 수행하고 검사간의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 CC-SIT와 KVSS test I간의 상관관계는 0.720(p<0.01), CC-SIT와 KVSS test II간의 상관관계는 0.714(p<0.01)로 KVSS test I, II 모두 CC-SIT와 의미있는 상관관계를 보였으며 KVSS test가 CC-SIT와 비교하여 타당성과 신뢰성을 증명하였다. 그리고 KVSS test I과 II간의 상관관계는 0.772(p<0.01)로 의미있는 상관관계를 보였다<sup>24)</sup>. 그러나 최근의 다른 연구에서 일부 후각 물질의 정답률이 떨어져 전체 검사의 신뢰도를 떨어뜨리므로 2가지 정도를 교체하여 수정, 보완할 필요가 있다는 보고가 있어<sup>33)</sup>, 향후 지속적으로 신뢰성을 높이는 연구가 있을 것으로 보인다. 그러므로 본 연구는 국내의 조선소 도장작업 근로자에서 한국인에게 친숙한 후각물질을 사용하여 검사의 정확도를 개선한 후각 기능의 평가라는 점에서 의의가 있을 것으로 생각된다. 그리고 본 연구는 KVSS test I를 선별검사로써 사용하였는데, 집단을 대상으로 한 역학 연구의 목적으로 전체 대상자에게 적용을 하였고 포괄검사인 KVSS test II를 일부 대상자에서만 적용하였다. KVSS test II는 평균 검사시간이 20.2분으로 CC-SIT(4.8분)와 KVSS test I(3.4분)에 비해 검사시간이 길다는 단점과 비용의 문제가 있지만<sup>24)</sup> 향후 KVSS Test II의 적용을 확대하여 비교하는 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구는 후각 기능 검사상 나타난 후각 이상과 복합 유기용제 노출량과의 관계를 파악하기 위해 도장 공정 부서별로 작업환경측정 결과와 도장작업의 주요 유해물질로

알려진 톨루엔과 크실렌의 생물학적 노출지표인 요중 마노산과 요중 메틸마노산 검사결과를 비교분석하였다. 작업환경측정 결과 모든 부서에서 유해물질이 노출기준 미만으로 측정되었으나, 스프레이 부서와 붓도장 부서에서 특히 크실렌이 높은 농도로 측정되었으며 도장 장비 부서와 블라스팅 및 소지 부서, 도장검사 및 품질관리 부서에서는 낮은 농도이거나 불검출로 측정되었다. 생물학적 노출지표검사 결과 노출기준 미만인긴 하지만 요중 메틸마노산은 스프레이 부서에서 가장 높았고, 요중 마노산은 붓도장 부서에서 가장 높았다. 그러나 도장 공정 부서별 후각 기능 점수의 평균과 3단계 정의 및 2단계 정의로 분류한 결과에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 공정 부서별 노출량은 차이가 있지만 후각 기능 점수와 연관성을 볼 수 없었다. 이는 도장 작업 자체의 특성이 영향을 준 것으로 생각되며 도장 작업자들은 작업배치와 수행이 불규칙한 경우가 많다. 예를 들면 도장 장비 부서의 경우 도장에 필요한 장비를 수리, 점검, 분해, 조립 등을 하고 일부는 신나를 사용하여 도장 장비를 세척하므로 세척이외에는 복합 유기용제에 노출될 기회는 적다. 그러나 도장작업이 있는 현장에서 작업을 하는 경우는 노출될 우려가 있다. 또한 스프레이 및 붓도장 부서는 탑재 전에 블록을 도장하는 경우 블록외부 또는 밀폐된 내부에서 작업이 이루어지고 수시로 위치가 변동되는 등 같은 직종이라도 노출의 차이가 발생한다. 그리고 스프레이와 붓도장을 병행하는 경우도 있고 작업 특성상 노출 및 작업 강도가 높아 나이가 적거나 경력이 적은 사람이 많고 경력이 쌓이게 되면 도장 장비 부서나 검사 부서로 이동하기 때문에 대상자간의 차이가 발생한 것으로 생각한다. 따라서 이러한 영향을 고려하여 수행직무, 밀폐특성 및 복합 유기용제에 노출 확률에 따른 유사노출군으로 구분하여 크게 3군으로 나누어 분석을 시도하였다. 그 결과 요중 마노산은 저위험군에서 낮았으나 통계적으로 유의하지 않았고 요중 메틸마노산은 고위험 노출군에서 높았으며 통계적으로 유의하였고 사후검정을 실시한 결과 고위험 노출군과 중간위험 노출군간에서 차이를 보였다. 그리고 3군간 후각 기능 평균 점수의 차이가 통계적으로 유의하였고 사후검정을 실시한 결과 중간위험 노출군과 저위험군 노출군간에서 차이를 보였다. 또한 후각 점수를 2단계 정의로 분류하여 비교한 결과 고위험 노출군과 중간위험 노출군이 후각 이상 빈도가 많았고 통계적으로 유의하였으며, 사후검정을 실시한 결과 중간위험 노출군과 저위험 노출군간에서 차이를 보였다. 따라서 노출기준을 초과한 대상자수가 거의 없어 노출기준을 초과한 상태의 후각 기능에 대한 관계는 알 수 없지만, 복합 유기용제에 직접 노출되는 정도에 따라서 후각 기능 이상과 관련성이 있음을 간접적으로 보여주었다.

본 연구의 제한점으로는 노출군의 분류 및 선정과정에서 부서 내 작업자들이 모두 일관되게 같은 직무를 수행하지 않고 병행 작업을 하는 등 직무상 변동이 있는 경우 정확한 부서별 평가로 적용하기 어렵다는 것과 노출군 중에서 유기용제에 직접적으로 노출되는 부서와 간접적으로 노출되는 부서의 노출 변이 폭이 커서 노출군의 유기용제 노출 영향을 일반화시키기에는 무리가 따를 수 있다는 점이다. 그리고 과거에 종사한 직무를 고려하지 못하여 개인별 노출 누적지수 산출을 통한 정확한 노출 평가를 할 수 없었다. 또한 복합 유기용제 노출로 나타난 후각 기능 이상이 일시적으로 후각 기능이 떨어진 급성 신경계 이상인지, 중추신경계의 이상에 의해 영구적으로 후각 기능이 떨어진 만성 신경계 이상인지 명확하지 않아 연구의 제한점 중 하나로 지적될 수 있다. 유기용제는 주로 호흡기나 피부를 통해 체내로 유입되고, 높은 지질 친화성으로 인해 지질이 풍부한 신경조직에 선택적으로 축적되어 급, 만성 신경계 증상을 나타낸다고 알려져 있으며<sup>34)</sup>, 후각신경상피세포가 환경적 노출에 부분적으로 감수성을 가진다고 하였다<sup>35,36)</sup>. 이전의 연구에서는 노출기간이 9년 미만은 유기용제에 의한 중추신경계의 만성적인 영향이 나타날 가능성이 적기 때문에 유기용제에 의한 만성 신경영향을 평가하려면 적어도 9년 이상 장기간 유기용제에 노출되어야 한다고 하였다<sup>35)</sup>. 본 연구에서 노출군과 대조군의 평균 근무기간은 9.6년과 9.1년으로 비슷하였지만, 노출군 내 부서별 평균 근무기간의 차이가 있었다(Table 4). 따라서 유사노출군으로 구분한 Group별 분류에서 근무기간이 적은 고위험 노출군의 후각 점수가 낮은 이유가 급성 장애의 영향인 것으로 보일 수 있지만 근무기간이 평균 4년 정도로 만성적인 영향을 나타내기에는 충분하지 않았으며, 평균 근무 기간이 12년 이상인 중간위험 노출군에서는 비슷한 근무기간을 가진 저위험 노출군과 비교하여 노출수준이 높을수록 후각 점수가 낮다는 것을 알 수 있었다(Table 5). 그러나 대부분 저농도로 장기간 반복적으로 노출되는 경우는 만성적인 후각 저하가 일반적이며 KVSS I에서 후각장애로 의심된 대상자들이 일정 시간(1~2개월) 경과 후 시행한 KVSS II에서도 일부를 제외하고 후각 이상이 있는 것으로 나타난 점을 볼 때 만성적인 영향을 의심할 수 있다고 생각한다. 본 연구 형태인 단면조사 연구로는 시간적인 영향을 판단하는 것에 한계가 있으므로 일정 시간 경과 후 검사를 반복하여 비교하거나 향후 전향적인 추적조사를 통해 후각 기능 점수의 변화를 비교하는 추가적인 연구가 필요하다. 또한 중추신경계통의 이상을 평가하기 위해 개발되어진 컴퓨터 신경 행동검사(computerized neuro-behavioral test)를 같이 실시하여 진행하는 연구도 급, 만성 신경계 이상의 구별에 도움이 될 것이다. 그 외에 후각 기능을 보다 객관

적으로 평가하는 검사방법들로 코의 후각상피에서 전기생리적 반응을 직접 측정하는 전기후각검사(EOG, Electroolfactogram)나 코에 냄새자극물질(odorant)을 자극한 후에 나타나는 뇌파상의 변화를 측정하는 후각 뇌유발검사(OEP, olfactory evoked potentials), 코에 냄새자극물질로 자극한 후에 나타나는 자장의 변화를 측정하는 뇌자도(MEG, Magnetoencephalography), 후각점막을 생검하여 투과전자현미경(transmission electron microscopy)을 사용하여 관찰하여 후각신경세포의 변화를 파악하는 검사법, 삼차신경자극에 의한 반응을 보는 검사법<sup>6,37)</sup> 등이 알려져 있으나 현실적으로 임상에 적용하여 검사하는 곳이 거의 없는 실정이라서 실시하지 못한 아쉬움이 있다.

이러한 제한점들에도 불구하고 본 연구와 같이 일개 조선소 도장작업장에서 후각 기능에 대한 정량적인 평가를 이용한 국내 연구는 거의 없었다. 또한 새로운 시도로 국내에서 개발된 KVSS test를 선별검사로써 사업장에 적용하여 평가하였으며 도장 공정 부서간 후각 기능의 차이를 조사하고 기존에 후각 기능에 영향을 주는 것으로 알려진 연령, 흡연습관, 비염 병력 등의 개인적 특성을 고려한 후 후각 기능의 차이를 비교한 연구라는 점에서 의의가 있다.

본 연구는 복합 유기용제에 급, 만성적으로 노출되는 사업장의 근로자들을 대상으로 후각 기능 이상을 정량적으로 파악하는 하나의 방법으로서 가능성을 제시하였다. 이러한 방법으로 사업장에서 추적 검사로 적극 활용할 필요성이 있다고 판단되며 개인별로 추적 검사 자료를 비교하여 현재 노출로 인한 건강 영향을 분석함으로써 현시점에서 작업 환경 영향을 판단할 수 있는 근거로 활용할 수 있을 것이다.

## 요 약

**목적:** 조선업 도장 작업자의 복합 유기용제 노출에 대한 후각 기능을 평가하기 위하여 증상설문 및 후각 검사 도구(KVSS test)를 이용하여 대조군과 비교하였다. 후각 이상자의 빈도를 작업부서별로 비교분석하였고 후각기능저하의 관련요인들을 파악하고자 하였다.

**방법:** 일개 대형 조선소에서 복합 유기용제에 노출되는 도장작업자 245명을 노출군으로 분류하고 비노출군인 신호수 작업자 122명을 대조군으로 분류하였다. 후각 이상을 평가하기 위하여 개인적 특성 및 후각 관련 증상과 비염 병력을 기록하도록 구조화된 설문지를 사용하고 KVSS test I을 전체 대상자에게 시행하였다. 후각 장애가 의심되는 대상은 KVSS test II를 시행하여 평가하였고 KVSS test II에서도 후각 장애가 의심되는 대상은

이비인후과 진료를 받았다. 한편, 노출과 관련한 작업환경 측정 및 생물학적 노출지표검사를 실시하여 도장작업 공정 부서별 차이를 조사하였다.

**결과:** KVSS test I 후각 기능검사 결과에서 노출군과 대조군간에는 유의한 차이( $P < 0.05$ )가 있었고 대조군에 비하여 노출군의 후각 기능이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 또한, 후각 관련 자각증상도 유증상자가 노출군에서 유의하게 많았다. 이변량 분석에서 연령 및 근무기간, 비염 병력, 흡연습관, 복합 유기용제 노출이 후각 이상과 통계적 유의성이 있었으며, 다중 로지스틱 회귀분석 결과 다른 변수들을 보정한 후에도 후각 이상이 1.76배 정도 유기용제 노출군이 대조군보다 많았고 통계적으로 유의하였다.

**결론:** 본 연구는 복합 유기용제에 노출되는 도장작업자에서 후각 이상이 많이 나타났다. 연령이 증가하거나 근무 기간이 길수록 후각 이상자의 빈도가 많았고, 현재 흡연자, 비염 병력이 있는 경우에도 후각 이상자의 빈도가 많았다. KVSS test I를 이용한 선별검사로 복합 유기용제의 노출과 관련하여 후각 신경의 이상을 유발하는 주요 요인임을 보여주었다. 따라서 KVSS test가 향후 도장작업자에서 후각 기능을 평가하기 위한 전향적인 추적 검사로 적극 활용할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- 1) Chung SK, Kim SG. Olfactory dysfunction in patients with sinusitis or allergic rhinitis. *Inje Medical J* 1994;15(1): 113-21. (Korean)
- 2) Emmett EA. Parosmia and hyposmia induced by solvent exposure. *Br J Ind Med* 1976;33(3):196-8.
- 3) Leopold, D.A. Olfactory Function and Disorders. Head and neck surgery-otolaryngology, J.B. Lippincott, Philadelphia. 1993. pp250-61.
- 4) Holbrook EH, Leopold DA. An updated review of clinical olfaction. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;14:23-8.
- 5) Schiffman SS. Taste and smell in disease(second of two parts). *N Engl J Med* 1983;308(22):1337-43.
- 6) Hong SC. Diagnosis and treatment of the olfactory disturbance. *J Clinical Otolaryngol* 1999;10:28-35. (Korean)
- 7) Hoffman HJ, Ishii EK, MacTurk RH. Age-related changes in the prevalence of smell/ taste problems among the united states adult population. Results of the 1994 disability supplement to the National Health Interview Survey (NHIS). *Ann N Y Acad Sci* 1998;855:716-22.
- 8) Landis BN, Konnerth CG, Hummel T. A study on the frequency of olfactory dysfunction. *Laryngoscope* 2004;114:1764-9.
- 9) Wysocki CJ, Gilbert AN. National geographic smell survey. Effects of age are heterogenous. *Ann N Y Acad Sci* 1989;561:12-28.
- 10) Bramerson A, Johansson L, EK L, Nordin S, Bende M. Prevalence of olfactory dysfunction: the skövde population-based study. *Laryngoscope* 2004;114:733-7.
- 11) Mott AE, Leopold DA. Disorders in taste and smell. *Med Clin North Am* 1991;75(6):1321-53.
- 12) Corwin J, Loury M, Gilbert AN. Workplace, age, and sex as mediators of olfactory function:data from the geographic smell survey. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1995;50(4):179-86.
- 13) Gobba F. Occupational exposure to chemicals and sensory organs: a neglected research field. *Neurotoxicology* 2003;24:675-91.
- 14) Rose CS, Heywood PG, Costanzo RM. Olfactory impairment after chronic occupational cadmium exposure. *J Occup Med* 1992;34(6):600-5.
- 15) Guidotti TL. Occupational exposure to hydrogen sulfide in the sour gas industry:some unresolved issues. *Int Arch Occup Environ Health* 1994;66(3):153-60.
- 16) Prudhomme JC, Shusterman DJ, Blane PD. Acute-onset persistent olfactory deficit resulting from multiple overexposures to ammonia vapor at work. *J Am Board Fam Practice* 1998;11(1):66-9.
- 17) Benjamin E, Pickles J. Chlorine-induced anosmia. a case presentation. *J Laryngol Otol* 1997;111(11):1075-6.
- 18) Schwartz BS, Ford DP, Bolla KI, Agnew J, Rothman N, Bleecker ML. Solvent-associated decrements in olfactory function in patient manufacturing workers. *Am J Ind Med* 1990;18:697-706.
- 19) Kim DG, Ahn H, Lee SC. Olfactory function in the subjects exposed to chromium. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 1995;38(8):1211-6. (Korean)
- 20) Yu YJ, Ohm SH, Lee JT, Yu BC, Jung KO, Cho KI, Pai KT. Olfactory dysfunction in chromium exposed workers. *Korean J Prev Med* 1995;28(3):678-89. (Korean)
- 21) Choi JW, Lee SH, Choi YK, Lee EI, Kim HJ. Olfactory function in chromium exposed workers without nasal septum perforation. *Korean J Occup Environ Med* 2000;12(2):198-208. (Korean)
- 22) Ku SM, Kim HJ. Two cases of anosmia suspected to be caused by chronic chlorine exposure in cleansing works. *Korean J Occup Environ Med* 2005;17(2):155-9. (Korean)
- 23) Hong SC, Yoo YS, Kim ES, Kim SC, Park SH, Kim JK, et al. Development of KVSS test (Korean version of Sniffin's sticks test). *Korean J Otolaryngol* 1999;42:855-60. (Korean)
- 24) Cho JH, Jeong YS, Lee YJ, Hong SC, Yoon JH, Kim JK. The Korean version of the Sniffin's stick (KVSS) test and its validity in comparison with the cross-cultural smell

- identification test (CC-SIT). *Auris Nasus Larynx* 2009;36(3):280-6. (Korean)
- 25) Gobba F. Olfactory toxicity: long-term effects of occupational exposures. *Int Arch Occup Environ Health* 2006;79(4):322-31.
- 26) Björn Sandmark, Inger Broms, Lennart Löfgren, Carl-Göran Ohlson. Olfactory function in painters exposed to organic solvents. *Scand J Work Environ Health* 1989;15(1):60-3.
- 27) Doty RL, Shaman P, Kimmelman CP, Dann MS. University of Pennsylvania Smell Identification Test: a rapid quantitative olfactory function test for the clinic. *Laryngoscope* 1984;94:176-8.
- 28) Doty RL, Marcus A, Lee WW. Development of the 12-item Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT). *Laryngoscope* 1996;106:353-6.
- 29) Cain WS. Testing olfaction in a clinical setting. *Ear Nose Throat J* 1989;68(4):322-8.
- 30) Takagi SF. A standardized olfactometer in Japan. A review over ten years. *Ann NY Acad Sci* 1987;510:113-8.
- 31) Dong HJ, Shin DB, Kim BS, Kang SM, Chung SK, Chu KC. The usefulness of CC-SIT (Cross-Cultural Smell Identification Test) in Korea. *Korean J Otolaryngol* 2000;43:737-40. (Korean)
- 32) Kim JK, Jang HJ, Lim CH, Nam TW, Shim DB. Evaluation of clinical validity of KVSS Test compare to CC-SIT in Korean; Pilot study. *The Konkuk J Medical Sciences* 2003;13(1):55-63. (Korean)
- 33) An SY, Kong G, Lee CH, Kim JW. Analysis of the correct-answer rate of the odor identification test in KVSS(Korean version of Sniffin' sticks) Test. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2007;50(12):1109-13.(Korean)
- 34) Baker EL, Fine LJ. Solvent neurotoxicity: The current evidence. *J Occup Med* 1986;28(2):126-9.
- 35) Cowart BJ, Young IM, Feldman RS, Lowry LD. Clinical disorders of smell and taste. *Occup Med* 1997;12:465-83.
- 36) Cullen MM, Leopold DA. Disorders of smell and taste. *Med Clin North Am* 1999;83:57-74.
- 37) Kobal G, Hummel T. Olfactory and intranasal trigeminal event-related potentials in anosmic patients. *Laryngoscope* 1998;108(7):1033-5.