

유기용제 폭로작업자들의 후천성 색각이상 평가

강미정¹ · 강수희¹ · 서석권¹ · 신동훈¹ · 이종영²

계명대학교 의과대학 예방의학교실¹, 경북대학교 의과대학 예방의학교실²

= Abstract =

The Assessment of Acquired Dyschromatopsia among Organic-Solvents Exposed Workers

Mi-Jung Kang¹, Su-Hee Kang¹, Suk-Kwon Suh¹, Dong-Hoon Shin¹, Jong-Young Lee²

Department of Preventive Medicine, School of Medicine, Keimyung University¹

Department of Preventive Medicine, School of Medicine, Kyungpook national University²

We investigated the occurrence of color vision loss in 70 organic solvent mixtures exposed workers and in 47 controls. Color Vision was assessed with a color arrangement test designed to identify the defective color sense, the Han Double 15-Hue Test. The results of the test were no significant difference between exposed workers and controls in the proportion of subjects who committed one or two errors. Quantitative analysis, using color confusion index(CCI), showed no significant difference between exposed workers and controls. A significant linear correlation was present between age and CCI in both exposed workers ($CCI=0.0056age + 0.94$; $r=0.23$; $p<0.05$) and controls($CCI=0.0066age + 0.86$; $r=0.33$; $p<0.05$). Qualitative analysis of the patterns on the hue circle showed that the prevalence of acquired dyschromatopsia was 21% in both and no significant difference. Multiple regression analyses showed that age was significantly related to color vision loss. These results did not provide evidence of a relationship between organic solvents exposure and incidence of color vision loss. In field studies for monitor the people at risk of the acquired color vision loss involving low-dose organic solvents exposed workers, both quantitative and qualitative information should be considered.

Key words: color vision, organic solvents, dyschromatopsia

I. 서론

최근 후천성 색각이상(色覺異常)이 산업장에서 유기용제(有機溶劑) 폭로와 관련성이 있다는 연구보고들이 있다(Mergler와 Blain, 1987; Mergler 등, 1988; Gobba 등, 1991; Baird 등, 1994). 후천성 색각이상은 연령과 관련성이 있고 양안의 색각이상 정도가 다르며 경과가 다양하게 나타나고 선천성 색각이상과 달리 대개 제3색각이상인 청황색(靑黃色) 범위의 색각이상을 나타내지만, 일부는 청황색과 적록색(赤綠色)의 혼합형의 색각이상을 나타내는 특성이 있다(Verriest, 1963; Dubois-Poulsen, 1972; Hart, 1987).

유기용제에 의해 유발되는 색각이상은 시각경로의 신경기능의 변화(Mergler 등, 1987; 1990)와 추체(cone) 내의 지용성 분획의 변성과 관련된 시신경 섬유(視神經纖維)의 탈수초화(脫髓鞘化) 작용 등으로 나타나고(Raitta 등, 1978; 1981), 색각이상의 정도는 유기용제의 특성, 폭로농도 및 폭로기간에 의해 좌우되며, 초기에는 외부망막층(外網膜層)의 신경변성이 말단부부터 시작되어 시신경과 내부망막층으로 진행된다(Mergler와 Blain, 1987; Mergler 등, 1988). 그러나 이러한 후천성 색각이상은 임상검사상의 증상이나 눈 구조물의 이상이 나타나기 전에 조기 발견할 수 있다(Grant, 1980).

색각이상을 평가하기 위한 검사기(檢査器)로 가장 흔하게 사용되고 있는 것은 적록색범위(赤綠色範圍)의 선천성 색각이상을 평가하기 위하여 고안된 가상동색표(pseudoisochromatic plate)가 있으나 이것으로 청황색 범위의 후천성 색각이상을 평가하기에는 불충분하다(Aamisalo, 1979; Pokorny 등, 1979). 또 다른 검사 범주로는 색상 배열 검사(色相排列檢査)가 있으며 15개의 색패(色紙)로 구성된 Farnsworth D-15와 Lanthony D-15 desaturated panel 검사(檢査)가 현장조사에 적합한 것으로 알려져 있다(Lanthony, 1978; Mergler와 Blain, 1987; Gobba 등, 1991). 우리나라의 색상 배열 검사기로는 한천석(韓天錫, 1977)이 Farnsworth Panel D-15 검사(檢査)기를 개량하여 고안한 이중 15색상 배열 검사(檢査)기가 있으며, Farnsworth D-15와 기타 8개 검사(檢査)기와 비교한 결과 거의 일치하는 결과를 나타냈다고 보고하고 있다(한천석, 1977; 1980; 1985).

그러나 이러한 검사의 판정(判定)으로는 색각이상의 정도를

정량화(定量化)할 수 없으므로 Bowman(1982)이 Farnsworth panel D-15 검사(檢査)기의 정량적인 점수화(點數化) 방법을 개발하였고, 유기용제 폭로(曝露) 근로자(勞者)들의 색각이상(色覺異常)을 정량적으로 평가하는데 많은 연구들이 점수화 방법을 이용하고 있다(Mergler와 Blain, 1987; Mergler 등, 1988; Gobba 등, 1991; Baird 등, 1994).

우리나라에서의 후천적 색각이상(後天性色覺異常)에 대한 연구보고는 곽형우 등(1987)의 한식 이중 15색상 배열 검사(檢査)기를 이용한 당뇨병 환자(患者)에서의 후천성 색각이상(後天性色覺異常)에 대한 연구가 있으나 객관적인 방법으로 색각이상의 정도를 정량화(定量化)하지 못하였고, 산업장에서 현장조사(現場調査)를 통한 후천성 색각이상(後天性色覺異常)을 정량적으로 평가한 연구보고는 전무한 실정이다.

이 연구는 산업장에서 색각이상(色覺異常)과 관련이 있을 것으로 보고되고 있는 유기용제(有機溶劑)에 폭로(曝露)되는 근로자(勞者)들에서 후천성(後天性)으로 발생할 수 있는 색각이상(色覺異常)을 한식 이중 15색상 배열 검사(檢査)기를 이용하여 정성적(定性的), 정량적(定量的)으로 평가하고 후천성 색각이상(後天性色覺異常)에 영향을 미치는 요인(要因)을 조사하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

연구대상자(研究對象者)는 1995년 9월부터 12월까지 계명대학교 동산병원 건강관리과(東山醫院 健康管理科)에서 작업환경측정 및 유기용제 특수건강진단(特殊健康診斷)과 일반건강진단을 실시한 사업장(事業場) 중 4개의 사업장(事業場)을 임의로 선정하여 골프채 및 낚시대 제조공장(製造工場)의 도장부서(塗裝部), 화학제품 제조공장(化學製劑製造工場)의 페인트와 호제 공정부서(糊劑工段), 자동차 정비공장(自動車修理工場)의 도장부서(塗裝部) 및 고무제품 제조공장(橡膠製品製造工場)의 성형부서(成型部)에서 유기용제(有機溶劑)에 폭로(曝露)되고 있는 근로자(勞者) 75명을 폭로군(曝露群)으로 선택하였다. 대조군(對照群)은 폭로군과 동일한 사업장(事業場)의 사무직 근로자(勞者)들을 대상으로 유기용제(有機溶劑)에 폭로(曝露)된 적이 없고 일반건강진단상 정상(正常)으로 판정(判定)받았고 과거병력(既往病史)이 없는 건강한 사무직 근로자(勞者) 47명으로 하였다. 연구대상자(研究對象者)들의 성별(性別), 직업력(職業力), 질병과거력(疾病既往史), 교육수준(教育水準), 음주력(飲酒力) 및 흡연력(吸煙力) 및 약물복용력(藥物服用力)을 설문지(설문紙)를 통하여 조사하였다. 연구대상자(研究對象者) 중 선천성 색각이상(先天性色覺異常)자, 고혈압(高血壓), 당뇨병(糖尿病), 뇌혈관질환자(腦血管疾病者), 약물복용

자, 시력이 6/10이하인 자, 안과적 질환자(백내장, 녹내장 등)를 연구대상에서 제외시키는 기준으로 설정하여 폭로군 중 당뇨병 2명, 고혈압 2명, 두부손상을 입은 과거병력자 1명은 대상에서 제외시켜 폭로군은 70명을 분석대상으로 하였으며 대조군은 연구시작부터 제외대상 기준에 해당하는 자는 포함시키지 않았다.

작업환경측정은 각 사업장별로 폭로군 중 2명 또는 3명을 임의로 선정하여 총 10명에서 개인 공기 시료채취기에 charcoal 또는 silicagel tube를 부착하여 6시간 동안 실시하였다. 작업환경측정 시료는 이황화탄소를 탈착용매로 사용하여 탈착시키고 NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health)의 공정시험법(NIOSH, 1989)에 따라 불꽃 이온화 검출기를 장착한 가스크로마토그래피를 이용하여 분석하였다. 작업환경측정결과 아세톤, 메틸알코올, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤, 이소프로필알코올, 톨루엔, 크실렌에 복합적으로 폭로되고 있었으며 각 물질은 ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienist)의 시간가중 평균치 허용농도(ACGIH, 1992)보다 낮은 농도로 나타났으며 개개인의 혼합물 노출계수는 1을 초과하지 않았다(표1).

Table 1. Results of the environmental monitoring in organic-solvents exposed workers(8-hour time weighted average, ppm, N=10)

	Mean ± SD	Range	ACGIH TLV *
Aceton	25.45 ± 33.68	1.06 - 113.84	750
Methanol	27.84 ± 34.79	2.97 - 93.37	200
MEK **	3.69 ± 4.06	0.88 - 13.58	200
IPA **	1.61 ± 0.80	0.67 - 2.61	400
MIBK **	0.77 ± 0.50	0.21 - 1.50	50
Toluene	23.56 ± 21.54	1.65 - 48.20	50
Xylene	3.59 ± 2.97	0.67 - 8.82	100

* American Conference on Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Value

** MEK : methyl ethyl ketone, IPA: isopropyl alcohol, MIBK: methyl isobutyl Ketone.

색각이상의 검사는 한식 이종 15색상 배열 검사기를

이용하여 한천석(1977)의 방법을 이용하여 실시하였다. 검사방법은 B조 색패를 사용하여 백점으로 표시된 청색(1번)색패를 검사자가 투명한 좌측에 먼저 놓고 피검자로 하여금 나머지 14개 색패 중에서 가장 비슷한 색 순으로 한 개씩 시계바늘 회전방향으로 15개의 색패를 용기의 환상부에 배열하게 한 다음 처음부터 검토하게 하여 틀린 곳이 있으면 순서를 고치게 하였으며, 검사시간의 제약은 두지 않았다. 검사를 실시한 장소는 작업장의 현장 사무실이나 식당을 이용하였고 직사광선이나 백열전등은 피하였으며 조도는 500 Lux 이상이 되도록 하여 좌·우안 각각 실시하였다.

색각이상 검사결과 정상적인 평가는 한천석(1977)의 판정방법에 따라 색패의 배열 순서대로 기록용지의 숫자표점을 직선으로 연결하여 배열이 완전하거나 인근 색패간의 작은 착오 또는 한 개의 착오로 횡단선이 한 개 생긴 것은 정상으로 분류하고, 횡단선이 여러 개 있으며 표식선 근처에서 그와 평행하면 해당 색각이상으로 분류하여 적록, 청황, 그리고 복합형으로 구분하였다. 색각이상의 분류는 양안 중 어느 한쪽이라도 해당되는 경우를 위의 세 가지의 형태로 분류하였다.

정량적인 평가는 각 인접한 색패의 색채차이를 모두 합하여 이를 총 색채차 점수(Total Color Difference Scores, TCDS)로 하여, 박완섭(1994)이 개발한 프로그램을 이용하여 산출하였고, 15개 색패를 완전하게 배열한 경우가 가장 적은 점수가 된다. 개개인의 총 색채차 점수는 좌·우안의 총 색채차 점수를 평균한 점수로 하였다. 이렇게 산출된 개개인의 총 색채차 점수를 15개 색패를 완전하게 배열한 경우의 총 색채차 점수(53.47)로 나누어 색 혼란지수(Color Confusion Index, CCI)를 구하여 색각이상의 정도를 지수화하였다. 색 혼란지수 1의 값은 15개 색패를 완전하게 배열한 경우의 지수이며, 1이상의 값은 색각이상이 증가하는 것을 의미한다.

자료의 분석은 명목변수들간의 상호관련성은 χ^2 검증, 두 군간의 평균의 비교는 맨-윌트니 검증, 중앙값 검증, 연속변수들간의 상관정도는 상관계수를 구하여 보았으며, 색 혼란지수에 영향을 미치는 변수와 그 상

대적인 중요성을 알아보기 위하여 연령, 음주, 흡연상태 및 유기용제 폭로유무를 독립변수로 하여 다중회귀 분석을 실시하였다.

III. 성적

대상자의 연령분포는 대조군은 29세 이하가 15명(31.9%), 폭로군은 30~39세가 31명(45.6%)으로 가장 많았고 두 군간의 연령분포의 차이는 없었으며, 평균 연령은 대조군 37.04세, 폭로군 34.27세로 비슷하게 나타났다. 성별 분포는 두 군 모두 남자가 대조군 76.6%, 폭로군 82.9%로 많았으며, 두 군간의 남녀 분포의 차이는 없었다. 교육수준은 대조군 11.87년, 폭로군 11.59년

으로 비슷하였다. 두 군간 현재의 흡연 및 음주의 상태는 비슷한 분포를 나타냈으며 폭로군이 대조군 보다 현재 음주를 하고 있는 군이 약간 많았다. 폭로군의 유기용제 취급 직업력은 1년에서 37년으로 큰 범위를 보였으며 평균 7.27년이었다(표2).

15색상 배열검사를 실시한 결과 완전하게 착오없이 배열한 비율이 전체 대상자(117명)의 59%(68명)였으며, 대조군은 68.1%, 폭로군은 51.4%로 대조군이 약간 높았으며, 단일 또는 2개 이상 색상배열의 착오비율은 폭로군이 대조군보다 높게 나타났으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 각 인접한 색패간의 색채차이를 모두 합한 총 색채차 점수는 폭로군 60.17±10.25, 대조군 59.55±10.17이었고, 색 혼란지수는 폭로군 1.12±0.19, 대조군 1.11±0.19로 두 군간의 총 색채차 점수와 색 혼란지수는 차이가 없었다(표3).

Table 2. Demographic characteristics of sample population

	Controls (N=47)	Exposed (N=70)
Age(years)		
≤ 19	15(31.9%)	22(32.4%)
30 ~ 39	13(27.7%)	31(45.6%)
40 ~ 49	14(29.8%)	12(17.6%)
50 ≤	5(10.6%)	3(4.4%)
Mean ±SD	37.04 ± 9.53 (23~59)*	34.27 ± 8.08 (20~55)*
Sex		
Men	36(76.6%)	58(82.9%)
Women	11(23.4%)	12(17.1%)
Years of Education	11.87 ± 3.06 (6~16)*	11.59 ± 0.94 (9~12)*
Drinking(Current)		
Yes	28(59.6%)	36(51.4%)
No	19(40.4%)	34(48.6%)
Smoking(Current)		
Yes	28(59.6%)	48(68.6%)
No	19(40.4%)	22(31.4%)
Duration of Employment(years)	-	7.27 ± 6.30 (1~37)*

* Range

Table 3. Hahn double 15 hue test performance and error scores in controls and exposed workers

	Controls(N=47)	Exposed(N=70)
Hahn double 15 hue performance		
No errors	32(68.1%)	36(51.4%)
Single errors	3(6.4%)	13(18.6%)
≥2 errors	12(25.5%)	21(30.0%)
Hahn double 15 hue error scores		
TCDS **	59.55±10.17 (53.47~93.86)*	60.17±10.25 (53.47~125.89)*
CCI **	1.11± 0.19 (1.00~ 1.76)*	1.12± 0.19 (1.00~ 2.35)*

* Range

** TCDS : Total color difference scores

CCI : Color confusion index=(actual score/perfect score) : 1.0=perfect, >1.0=errors(with higher index value denoting greater errors)

색 혼란지수와 연령과의 선형관계는 폭로군(CCI = 0.0056×age + 0.94; r=0.23; P<0.05)과 대조군(CCI= 0.0066×age+0.86; r=0.33; P<0.05) 모두에서 연령이 증가할수록 색 혼란지수가 유의하게 증가하였다. 두

군 대상자의 색 혼란지수 중앙값을 각 연령군별(group 1:≤29 years; group 2:30 to 39 years; group 3: 40 to 49 years; group 4:≥50 years)로 층화하여 비교한 결과 각 연령군별 두 군간의 색 혼란지수의 중앙값은 대부분의 유기용제 폭로군이 대조군에 비하여 높게 나타났으나 29세 이하의 연령군에서만 통계학적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$)(표4).

폭로군과 대조군의 색 혼란지수의 중앙값을 성별, 현재의 흡연 및 음주상태별로 비교한 결과 유기용제 폭로군이 대조군보다 남녀, 현재의 흡연 및 음주상태에 관계없이 모두 높았으나 흡연을 하지 않는 군에서만 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($p<0.01$)(표5).

15색상 배열검사의 배열형태에 따라 분류한 색각이상 유병률은 유기용제 폭로군이 21.4%, 대조군이 21.3%

Table 4. Median color confusion index(CCI) observed in controls and exposed workers stratified according to age

	Controls				Exposed				P
	N	Median	P 10 *	P 90 **	N	Median	P 10 *	P 90 **	
Group 1(≤ 29)	15	1.000	1.000	1.371	22	1.069	1.000	1.350	<0.05
Group 2(30~39)	13	1.049	1.000	1.369	31	1.044	1.000	1.260	NS
Group 3(40~49)	14	1.000	1.000	1.592	12	1.148	1.007	2.105	NS
Group 4(≥ 50)	5	1.158	1.000	-	3	1.187	1.024	-	NS
Correlation Coefficient	r = 0.33 (p<0.05)				r = 0.23 (p<0.05)				

* P 10 : 10th percentile

** P 90 : 90th percentile

Table 5. Median color confusion index(CCI) observed in controls and exposed workers stratified according to sex, drinking, smoking

	Controls				Exposed				P
	N	Median	P 10 *	P 90 **	N	Median	P 10 *	P 90 **	
Sex									
Men	36	1.000	1.000	1.510	58	1.063	1.000	1.279	NS
Women	11	1.000	1.000	1.378	12	1.075	1.000	1.401	NS
Drinking									
Yes	28	1.000	1.000	1.434	36	1.066	1.000	1.282	NS
No	19	1.000	1.000	1.489	34	1.076	1.000	1.396	NS
Smoking									
Yes	28	1.049	1.000	1.566	48	1.063	1.000	1.298	NS
No	19	1.000	1.000	1.433	22	1.076	1.000	1.357	<0.01

* P 10 : 10th percentile

** P 90 : 90th percentile

로 두 군간 차이가 나지 않았으며, 색각이상을 분류한 결과 적록색과 청황색범위의 혼합형이 유기용제 폭로군은 14.3%, 대조군은 21.3%로 대부분이었으며 유기용제 폭로군에서는 청황색범위의 색각이상이 5.7%로 나타났다(표6). 색 혼란지수에 대해 연령, 현재의 흡연 및 음주상태, 유기용제 폭로유무를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 실시한 결과 연령이 유의한 변수로 나타났다($p < 0.05$)(표7).

Table 6. Prevalence of dyschromatopsia determined with Hahn double 15 hue in controls and exposed workers

	Controls(N=47)	Exposed(N=70)
Normal	37(78.7%)	55(78.6%)
Dyschromatopsia	10(21.3%)	15(21.4%)
Red-green loss	-	1(1.4%)
Blue-yellow loss	-	4(5.7%)
Complex loss	10(21.3%)	10(14.3%)

Table 7 Multiple regression data for color confusion index(CCI)

Independent variables	Coefficient	Standard error	Beta coefficient	P value
Age	0.0044	0.0021	0.2047	0.0395
Drinking	0.0716	0.0419	0.1867	0.0903
Smoking	-0.0925	0.0504	-0.2308	0.0691

* R=0.3738 R Square=0.13976
New dummy variable, smoking or drinking:
none=0, yes=1

IV. 고 찰

후천성 색각이상이 노르말핵산, 이황화탄소, 스티렌 및 복합 유기용제 등에 폭로된 근로자에서 보고되고 있고, 유기용제에 폭로된 근로자에서 고농도에 폭로된 경우가 저농도에서보다 색각이상의 정도가 높았으며, 이러한 색각이상은 눈의 구조적인 손상과 관련된 것이 아

니라 신경적 이상을 반영하는 것이라는 많은 연구보고가 있다(Raitta 등, 1978; 1981; Horan 등, 1985; Mergler와 Blain, 1987; Mergler 등, 1987; Gobba 등, 1991; Fallas 등, 1992; Baird 등, 1994). 그러므로 유기용제에 폭로되는 근로자들의 후천성 색각이상을 정성적, 정량적으로 평가하고 후천성 색각이상에 영향을 미치는 요인들을 조사하기 위하여 본 연구를 실시하였다.

본 연구에 포함된 대상자들은 유기용제에 복합적으로 폭로되고 있으므로 환경적 또는 생물학적 감시를 위한 유기용제 각각의 폭로정도를 정확히 파악하는데 어려움이 있어 대상사업장별로 일부 대상자를 임의로 선정하여 폭로되고 있는 물질들을 작업환경측정을 통하여 확인하였다. 그러므로 근로자의 폭로기간과 폭로정도를 고려한 폭로지수의 산출을 통한 유기용제 폭로 정도에 따른 색각이상의 정도를 파악하지 못하였다. 단지 작업환경측정결과 유기용제에 폭로되는 정도가 대부분이 ACGIH의 시간가중 평균치 허용농도보다 매우 낮은 농도임을 알 수 있었다.

색각이상의 검사에서 한식 이중 15색상 배열 검사기의 A검사는 Farnsworth Panel D-15 검사기와 색도가 비슷한 것이고, B검사는 Farnsworth Panel D-15 검사기에서 사용된 색패의 채도 4를 채도 2로 반감한 것으로 물체색(색소성)과 성질이 다른 색광을 사용하는 Latern test보다 타당성이 있으며 간편하고 실용적이므로 색각이상을 중등도와 약도 색약을 구분하는데 사용하고 있다(한천석, 1977; 1980; 1985). 후천성 색각이상자 중 약 3분의 2는 색약자이며(한천석, 1977), 본 연구의 대상자는 선천성 색각이상자가 아니고 색각이상을 유발할 수 있는 물질을 취급함으로써 유발될 수 있는 후천성 색각이상일 가능성이 높다. 또한 작업환경 측정결과 저농도의 유기용제에 폭로되고 있으므로 색각이상의 발생 정도가 중등도 또는 약도일 것으로 생각되어 한식 이중 15색상 배열 검사기의 B검사를 이용하여 색각이상 검사를 실시하였다.

색상배열의 착오정도를 단일 또는 2개 이상의 착오로 구분하여 유기용제 폭로군과 대조군간의 착오의 비율을 비교한 결과, 색상배열을 착오없이 완전하게 배

열한 비율이 대조군에서 폭로군보다 높았으며, 단일 또는 2개 이상의 배열 착오의 비율은 폭로군에서 높게 나타나 유기용제에 폭로된 군이 색상배열의 착오를 일으키는 비율이 높게 나타났으나 통계학적으로 유의하지 않았다. Baird 등(1994)은 인쇄소의 유기용제 폭로 근로자 82명의 색상 배열검사 결과에서 유기용제 폭로와 색상배열의 착오비율은 차이가 없었으며, 단일착오는 색각이상의 정도를 나타내는 데는 중요한 의미를 둘 수 없다고 하였으므로 유기용제 폭로군과 대조군의 색상배열의 착오정도는 차이가 없는 것으로 생각된다.

색각이상의 정도를 정량적으로 평가한 총 색채차 점수 및 색 혼란지수는 유기용제 폭로군과 대조군간에 차이가 없었고, 색 혼란지수와 연령과의 상관관계가 대조군($r=0.33$)과 폭로군($r=0.23$) 모두 통계학적으로 유의한 상관정도를 보였으며($p < 0.05$), 다른 연구보고(Farnsworth, 1943; Verriest, 1963; Ruddock, 1965; Helve와 Krause, 1972; Bowman 등, 1984; Mergler와 Blain, 1987)와 비슷한 결과를 보였다. 그러므로 연령으로 층화하여 비교한 각 연령군에 있어서 색 혼란지수는 폭로군이 대조군보다 높게 나타났으나 29세이하의 연령군에서만 통계학적으로 유의하였다. 본 연구의 대상자를 연령으로 층화시 각 연령군별 수가 적어 해석의 제한 점이 될 수 있으나, 29세 이하의 비교적 젊은 연령층은 직업 경력은 적지만 작업량이 상대적으로 많고 비교적 고연령층에 비해 고농도에 폭로된 것으로 추측되며 일부 작업환경측정결과에서도 자료를 제시하지는 않았지만 젊은 연령층이 비교적 고농도에 폭로되고 있었음을 알 수 있었다. Gobba 등(1991)이 유기용제에 고농도로 폭로된 작업자에게 색 혼란지수가 유의하게 높았다는 보고가 있어 단기간 고농도의 유기용제 폭로가 어느정도 색각 이상에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

대조군에서 관찰된 색 혼란지수와 연령과의 선형관계가 Bowman 등 (1984: $CCI=0.37 \times \text{age} + 49$)와 Gobba 등 (1991: $CCI=0.3 \times \text{age} + 55.89$)이 연구보고한 선형관계와 비슷한 결과를 보였으므로 Lanthony 15 hue desaturated panel을 이용한 연구결과와 비교시 시점이 다르고 집단이 서로 다른 점을 고려할 때 한식 이중 15색상 배열 검사기

를 이용한 색각이상정도의 정량화가 타당성이 있을 것으로 생각된다.

색 혼란지수의 중앙값을 성별, 현재의 음주 및 흡연 유무별로 대조군과 유기용제 폭로군에서 비교하였으나 유의한 차이를 보이지 않았으며 다른 연구보고(Gobba 등, 1991; Baird 등, 1994)와 일치하는 결과를 나타냈다.

Mergler 등(1988)이 인쇄공장의 유기용제 폭로근로자들에서 후천성 색각이상의 비율을 조사한 결과 폭로군이 66.6%, 대조군이 34.9%로 두 군간 유의한 차이를 보였고, 후천성 색각이상을 세분하여 분석한 결과 대조군에서는 청황색범위의 색각이상만을 보였으나 폭로군에서는 35%의 청황색과 적녹색범위의 혼합형이 나타났다는 보고를 하였다. 또한 Mergler와 Blain(1987)은 유기용제 폭로정도에 따른 색각이상의 유병률이 고농도로 폭로된 군이 80%, 중등도의 폭로군에서는 30.8%로 폭로정도에 따라 유의한 차이를 보이고 있음을 보고하였으며 그의 다른 연구보고들이(Braun 등, 1989; Gobba 등, 1991) 유기용제의 폭로와 후천성 색각이상의 관련성을 시사하였다. 이러한 유기용제와 관련된 색각이상은 시각경로를 따라 신경기능의 변화(Mergler 등, 1987; 1990)와 수용체의 지질변성, 신경절세포(ganglion cell)의 수용도장에 또는 독성 탈수초작용에 의한 황반변성의 결과로 나타날 수 있다(Raitta, 1978; 1981). 청황색범위의 색각이상은 연령이 증가함에 따라 일차적으로 수정체의 혼탁과 이차적인 황반변성(macular degeneration)의 결과로 나타나며(Pokorny 등, 1979; Bowman, 1982), 시신경 장애로 인한 시각기능이상의 초기단계일 가능성이 있고(Wildberger 등, 1984), 혼합형의 색각이상으로 진전되는 양상은 신경독성물질에 폭로 후 눈에 대한 특이독성으로 생길 수 있으며, 신경독성물질, 특히 유기용제의 폭로 농도와 기간, 그리고 눈에 대한 특이독성에 의해 좌우될 가능성이 있다(Mergler와 Blain, 1987).

그러나 본 연구에서는 15색상 배열검사의 배열형태에 따라 분류한 색각이상의 유병률은 대조군과 폭로군 모두 21%로 차이가 없었으며 색각이상을 세분한 결과 폭로군과 대조군 모두에서 적녹색과 청황색범위의 혼

합형이 대부분이었고, 청황색범위의 색각이상은 폭로군에서 5.7% 나타났을 뿐이다. 그러므로 유기용제 폭로에 따른 색각이상의 비율은 차이가 나지 않을 것으로 생각되며, 이러한 결과는 Baird 등(1994)의 보고와 일치하는 결과였다.

색각이상정도를 정량적으로 평가한 색 혼란지수에 영향을 미치는 변수와 상대적인 중요성을 알아보기 위하여 연령, 음주, 흡연 및 유기용제 폭로여부를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 실시한 결과 연령이 유의한 변수로 나타났다. Mergler와 Blain(1987)과 Gobba 등(1991)은 연령과 유기용제 폭로정도가 중요한 변수라고 하였다. 그외 Baird 등(1994)은 유기용제 폭로자에 있어 색각이상 검사시에 영향을 미칠 수 있는 요인들에는 작업장에서의 조도차이, 교대작업자들 중 주로 야간작업자들의 시각계통의 장애유무, 그리고 색각검사 장소의 조도 등이 있을 수 있으므로 추후 이들을 고려한 연구의 필요성을 제시하였다.

본 연구에서는 대상자들의 작업위치별 조도를 측정하지는 않았지만 조도가 작업자별로 일정하지는 않았으며, 야간교대 근무여부는 고려되지 않았고, 색각검사의 장소를 조도 500 Lux 이상 되는 곳으로 하였으나 조도의 변화에 따른 검사 결과의 변화에 대한 연구를 하지 못하였다. 추후 색각검사의 방법론적인 문제와 고려해야 할 요인에 대한 분석과 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 유기용제 폭로근로자들의 개개인의 폭로정도를 측정하여 폭로정도별 색각이상의 차이를 파악할 수 없었다는 점과 복합 혼합물에 대상자들이 폭로되고 있었으므로 각각의 물질의 생물학적인 대사물질을 파악하여 비교 조사할 수 없었다는 점 등이 본 조사의 연구결과를 설명하는데 많은 제한점이 될 수 있을 것으로 생각되며, 추후 색각이상의 검사를 실시하는데 필요한 검사장소의 광원 등 검사시의 표준환경의 설정, 검사시의 소요시간의 적절성, 반복검사에 따른 결과의 신뢰성, 그리고 검사결과를 정확하게 분류할 수 있는 기준 등에 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이상의 연구결과에서 유기용제 폭로와 후천성 색각

이상의 관련성의 증거는 나타나지 않았으나 저농도의 유기용제의 폭로로 인한 색각이상의 평가는 정성적이고 정량적인 방법을 통한 평가가 바람직할 것이며 일시적인 평가보다는 추적관찰을 통한 정량적인 지수의 변화를 관찰해야 할 것으로 생각된다.

V. 요약

이 연구는 산업장에서 색각이상과 관련된 유기용제 폭로근로자들에서 후천성으로 발생할 수 있는 색각이상을 정성적이고 정량적으로 평가하고 색각이상에 영향을 미치는 요인을 조사하고자 저농도의 유기용제 폭로근로자 70명과 대조군 47명을 대상으로 실시하였다.

한식 이중 15색상 배열 검사기를 이용한 색각이상을 평가한 결과 색상배열의 착오 비율과 정량적으로 산출한 색 혼란지수는 유기용제 폭로군과 대조군간 차이가 없었다. 색 혼란지수와 연령과의 선형관계는 두 군 모두에서 연령이 증가할수록 색 혼란지수가 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 각 연령군별로 총화한 색 혼란지수의 중앙값은 폭로군이 대조군보다 높게 나타났으나 29세이하 연령군에서만 통계학적으로 유의하였다. 15색상 배열검사의 배열형태에 따라 분류한 색각이상의 유병률은 두 군 모두에서 21%로 차이가 없었으며 색 혼란지수에 대해 연령, 흡연, 음주상태 및 유기용제 폭로유무를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 실시한 결과 연령이 유의한 변수로 나타났다($p < 0.05$).

이상의 결과로는 유기용제 폭로와 색각이상 발생과의 관련성을 제시할 수 없으며, 추후 색각이상 평가를 위한 색상배열 검사의 표준환경 설정, 유기용제 폭로근로자들의 개개인의 폭로정도 평가, 그리고 색각이상 검사결과를 정확하게 분류하는 기준 등에 대한 연구가 필요할 것이라고 생각되며, 또한 저농도의 유기용제에 폭로되는 근로자들의 색각이상의 평가는 정성적이고 정량적인 방법을 통한 평가가 바람직하며 일시적인 평가보다는 추적관찰을 통한 정량적인 지수의 변화를 관찰해야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 곽형우, 김경자, 이윤상, 김상민. 당뇨병 환자에서의 후천적 색각이상에 관한 임상적 연구. *대한안과학회지* 1987;28(5):155-159
- 박완섭. 한식 이중 15색상 배열 검사의 컴퓨터를 이용한 점수화 방법. 경북대학교 석사학위논문, 1994
- 한천석. 이중 15색상 배열 검사기. *대한안과학회지* 1977;18(4):107-111
- 한천석. 이중 15색상 배열 검사기에 의한 색각검사성적. *대한안과학회지* 1980;21(3):23-25.
- 한천석. 색각이상자의 학교 및 직업적성. *대한안과학회지* 1985;26(2):83-89
- Aarnisalo A. Screening of red-green defects of color vision with pseudo-isochromatic tests. *Acta Ophthalmol* 1979;59:397-408
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Threshold limit values for chemical substance and physical agents and biological exposure indices for 1993-1994*. ACGIH, Cincinnati, Ohio, 1992
- Baird B, Camp J, Daniell W, Antonelli J. Solvents and color discrimination ability. *J Occup Med* 1994;36(7):747-751
- Bowman KJ. A method for quantitative scoring method of the Farnsworth Panel D-15. *Acta Ophthalmol* 1982;60:907-916
- Bowman KJ, Collins MJ, Henry CJ. The effects of age on performance on the Panel D-15 and desaturated D-15: A quantitative evaluation. *Doc Ophthalmol Proc Series* 1984;39:227-231
- Braun C, Daugneault S, Gilbert B. Color discrimination testing reveals early print shop solvent neurotoxicity better than a neurophysiological test battery. *Arch Chem Neuropsychol* 1989;44:1-13
- Dubois-Poulsen A. Acquired dyschromatopsia. *Mod Probl Ophthalmol* 1972;11:84-93
- Fallas C, Fallas J, Maslard P, Dally S. Subclinical impairment of colour vision among workers exposed to styrene. *Br J Ind Med* 1992;49:679-682
- Farnsworth D. The Farnsworth-Munsell 100 Hue and dichotomous tests for colour vision. *J Opt Soc Am* 1943;33(10):568-578
- Gobba F, Galassi C, Imbriani M, Ghittori S, Candela S, Cavalleri A. Acquired dyschromatopsia among styrene-exposed workers. *J Occup Med* 1991;33(7):761-765
- Grant WM. The peripheral visual system as a target. In Schaumberg HH, Spencer P(Eds): "Neurotoxicology" London, Williams and Wilkins, 1980, pp 77-91
- Hart WM. Acquired dyschromatopsia. *Surv Ophthalmol* 1987;32:10-31
- Helve J, Krause U. The influence of age on the Panel D-15 color test. *Acta Ophthalmol* 1972;50:896-900
- Horan JM, Kurt TL, Landrigan PJ, Melius JM, Signal M. Neurologic dysfunction from exposure to 2-t-butylazo-2-hydroxy-5-methylhexane(BMHF): A new occupational neuropathy. *Am J Public Health* 1985;75(5):513-517
- Lanthony P. The desaturated panel d-15. *Doc Ophthalmol* 1978;46(1):185-189
- Mergler D, Blain L. Assessing color vision loss among solvent-exposed workers. *Am J Ind Med* 1987;12:195-203
- Mergler D, Blain L, Lagace JP. Solvent related colour vision loss: an indicator of neural damage? *Int Arch Occup Environ Health* 1987;59:313-321
- Mergler D, Belanger S, De Grosbois S, Vachon N. Chromal focus of acquired chromatic discrimination loss and solvent exposure among printshop workers. *Toxicology* 1988;49:341-348
- Mergler D, Bowler R, Cone J. Colour vision loss among disabled workers with neuropsychological impairment. *Neurotoxicol and Teratol* 1990;12:669-672
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). *NIOSH manual of analytical methods, 3rd ed., Ohio, DHHS(NIOSH) Publication, Cincinnati, 1989*
- Pokorny J, Smith VS, Verriest G, Pinckers A. Congenital and acquired color vision defects. Grune and Stratton, New York, 1979. pp 409
- Raitta C, Seppalainen AM, Huuskonen MS. n-Hexane maculopathy in industrial workers. *Alb v Graef Arch Klin Exp Ophthalmol* 1978;209:99-110
- Raitta C, Teir H, Tolonen M, Nurminen M, Helpio E, Malmstrom S. Impaired color discrimination among viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. *J Occup Med* 1981;23:189-192
- Ruddock KH. The effect of age upon color vision. I.

Response to the receptor system of the human eye.

Vision Res 1965;5:37-45

Verriest G. *Further studies on acquired deficiency of color discrimination. J Opt Soc Am 1963;53:185-195*

Wildberger H. *Neuropathies of the optic nerve and visual*

evoked potentials with special reference to color vision and differential light threshold measured with the computer perimeter OCTOPUS. Doc Ophthalmol 1984; 59:147-152