예방의학회지 : 제30권 제1호
Korean J. of Preventive Medicine
Vol. 30, No. 1, March. 1997

비디오테이프 제조업체 근로자에서의 유기용제 폭로가 청력에 미치는 영향

신혜련 · 이종영* · 우극현 · 김진석

순천향대학교 의과대학 예방의학교실, 경북대학교 의과대학 예방의학교실*

= Abstract =

Effects of Organic Solvents on Hearing in Video Tape Manufacturing Workers

Hea-Ryeon Shin, Jong-Young Lee*, Kuk-Hyeun Woo, Jin-Seok Kim

Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Soonchunhyang University,

Department of Preventive Medicine, College of Medicine,

*Kyungpook National University**

This study was performed to evaluate the effects on hearing of video tape manufacturing workers exposed to organic solvents. The experimental groups included solvents exposed group 51 and unexposed group 57 workers. All workers was examined air and bone conduction sensitivity by pure tone audiometer. The mean age of solvents exposed group was 34.1 and nonexposed group was 35.8. The mean duration of solvents exposed group was 7.3years. High frequency hearing loss prevalence of both groups was 23.5% in the group exposed to organic solvents and 17.5% in nonexposed group. There is no statistical significants in the prevalence of high frequency hearing loss. According to comparison of mean auditory threshold value by frequencies, on the air conduction test, right was statistically significant in the 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz, except 8000Hz. Left 250, 500, 1000Hz was statistically significant. On the bone conduction test, left 250, both 500, 1000, 2000, 4000Hz, except right 250Hz, was statistically significant difference. Generally, auditory sensitivity threshold of the exposed group was higher than the nonexposed group.

Key words : Video tape manufactoring industry, Organic solvents, Pure tone audiometry

서 론

유기용제는 휘발성이 크고, 지용성이며, 분자량이 비교적 작고, 극성이 적다는 공통된 특성을 갖고 있다. 유기용제의 지용성, 적은 분자량, 저극성이라는 특성으로 인하여 체내에서 지질이 풍부한 신경조직에 결합되어 신경계의 장해를 일으킬 수 있다. 대부분의 유기용제의 공통적인 특징은 중추신경계에 대한 마취작용과 신경행동학적 장애로 지각장애, 정서장애, 인지장애, 운동장애 등을 일으킬 수 있다고 하며 그외 시각, 후각, 균형감각에 미치는 영향에 대한 보고들이 있다(Mergler 등, 1990 ; Ahlström 등, 1986 ; Sasa 등 1978). 30여년전 직업적 유기용제의 폭로로 인한 이독성(ototoxicity)의 가능성이 제기된 이래, 1983년 처음으로 쥐를 이용한 동물실험에서 톨루엔의 이독성의 가능성이 보고되었다(Pryor 등, 1983a)

유기용제의 장기간 폭로가 청력에 미치는 영향에 대하여 연구들이 이루져 왔으며 특히 이황화탄소, 톨루엔, 트리클로로에틸렌, 스티렌과 크실렌 등, 신경독성물질들의 이독성에 대한 연구가 주로 동물실험(Pryor 등, 1983b ; 1984a ; 1984b ; Pryor와 Howd, 1986 ; 1987)이나 물질 남용자(substance abuser)들의 증례보고(Ehyai 등, 1983 ; Fornazzari 등, 1983)를 통하여 이루어져 왔다. 동물실험상에서 병리조직학적 연구와 청각뇌간반응(auditory brainstem response)은 톨루엔은 와우각(Johnson 등, 1988 ; 1990)에, n-헥산은 중추 청신경 경로(Rebert 등, 1982)에 주로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 톨루엔에 폭로된 쥐에서 영구적인 고음청력손실과 와우각 기저부(cochlear basal portion)의 유모세포(hair cell)의 손상을 보였고, 특히 어린 쥐에서 어른 쥐보다 더 심한 영향을 받은 것으로 나타났다(Pryor 등, 1983b ; 1984a). 즉 유기용제가 감각세포와 와우신경말단(peripheral endings of cochlear)에 손상을 줄 수 있다는데 대한 논의가 있었고, 유기용제와 관련된 효과가 뇌에서도 발견되었기에 청력에 있어서 후미로성 영향(retrocochlear influence)의 가능성 또한 주목되고 있다.

톨루엔을 만성적으로 남용 흡입한 경우 진행성의 비가역적인 소뇌, 뇌간, 추체로의 기능장애를 일으켰으나(Sasa 등, 1978 ; Metrick과 Brenner, 1982), 직업적으로 톨루엔에 폭로된 근로자에게서는 그러한 변화를 발견하지 못했다(ödkvist 등, 1987). 톨루엔을 고의로 흡입한 경우 중추청각경로의 손상으로 인한 갑작스런 청력손실의 보고가 있고(Fornazzari 등, 1983), 인쇄공장에서 50-150ppm의 톨루엔에 3-32년간 폭로된 근로자들에서 단지 뇌기능에 급성, 가역적인 변화를 일으켰다는 보고가 있다(Elofsson 등, 1980 ; Struwe와 Wennberg, 1983). 청력손실에 대한 20년간의 추적연구에서 유기용제 폭로근로자군의 청력손실자가 23%로 비폭로군의 15-8%보다 높게 나타났다(Bergström과 nyström, 1986). 그러나 9-40년간 혼합유기용제에 폭로된 근로자들을 대상으로 한 연구에서 측정 가능한 와우각 손상(measurable cochlear damage)을 일으키는 것 같지 않고 어음명료도검사(speech discrimination test)와 피질반응상 청각계는 피질에서 취약한 것으로 나타났다(ödkvist 등, 1987).

쥐를 이용한 연구에서 톨루엔이나 소음 단독 폭로시의 고음청력손실보다 톨루엔과 소음 동시 폭로시 훨씬 더 큰 정도의 청력손실을 보였다는 보고가 있고(Johnson 등, 1988), 5-15년간 인쇄와 페인트 제조회사에서 근무하는 허용농도 이상의 톨루엔에 폭로된 근로자들을 대상으로 한 연구에서 톨루엔에 폭로되지 않은 근로자들에 비해 폭로된 근로자들에서 고음청력손실의 보정비교위험도가 더 높게 나타났고, 톨루엔과 소음 동시 폭로군은 톨루엔이나 소음 단독 폭로군에 비해 위험도가 더 높게 나타났다(Morata 등, 1993).

이제까지 주로 동물실험이나 증례보고를 통하여 유기용제의 이독성에 대한 연구가 이루어져 왔고, 직업적으로 폭로된 근로자들에 대한 역학적 연구가 부족하기에 본 연구에서는 비디오 테이프 제조공장에서 혼합유기용제의 폭로가 청력에 미치는 영향을 보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 10월 한달 동안 구미시에 있는 모 비디오테이프 제조공장의 근로자 51명과 비폭로군 57명 총 108명을 대상으로 실시하였다. 유기용제 폭로군은 자기재 생산부서로 mill실과 coater실에서 비디오 테이프 제조과정중 톨루엔, 메틸에틸케톤, 시클로헥사논을 사용하여 비디오 테이프를 코팅하는 물질을 혼합, 희석하여 녹인 후 코팅하는 작업을 하는 부서이며 폭로기간이 3년이상인 근로자로 소음 부서에 근무한 경력이 없는 근로자로 하였다. 대조군은 유기용제를 취급하지 않았거나, 과거 1년 이상의 소음폭로력이 없는 근로자로 하였다. 대상작업부서의 근로자들이 모두 남자 근로자이기에 대조군도 남자로 하였다.

설문항목은 Morata 등(1993)과 Jacobsen 등(1993)의 연구에서 사용한 설문내용을 인용하여 소음 폭로 및 유기용제 폭로의 과거력, 중이염, 이독성 약물치료의 과거력, 군복무력 및 취미생활력상 소음폭로력, 귀외상의 과거력, 난청의 가족력, 당뇨병, 고혈압 유무에 대하여 개인면담을 통하여 조사하였다. 폭로군과 대조군 모두에서 당뇨병, 고혈압, 이독성약물치료 과거력, 중이염 및 난청의 가족력, 귀외상의 과거력이 있는 사람은 제외되었다. 비폭로군의 연령분포는 25세에서 48세로 평균연령 35.8±4.0세였고, 유기용제 폭로군의 연령분포는 30세에서 44세로 평균 34.1±2.9세였다. 폭로군의 유기용제 폭로기간은 평균 87.9±22.4개월(약 7.3년)로 최소 36개월 최고 120개월의 분포를 보였다.

청력검사는 과거 연구에서 기도청력검사만을 실시하였기에 본 연구에서는 순음청력기(RION audiometer AA-96S)를 사용하여 대상자 전원에 대하여 주파수 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz에서 기도 및 골도 청력을 검사하였고, 8000Hz에서는 기도청력만을 검사하였다. 청력검사는 소음 30dB이하의 조용한 방에서 실시하였다. 이경검사를 실시하여 고막의 상태를 확인하였고, 기도 및 골도 청력검사와 이경검사를 통해 전음성 난청을 선별하였다.

표1은 자기재생산부서인 Mill실과 Coater실의 1991년부터 1995년까지의 작업환경측정결과이다. 작업환경측정은 대략적인 폭로정도를 보고자 폭로근로자중 일부 근로자에게 활성탄관을 부착한 개인시료채취기를 호흡기 위치에 부착하여 흡인된 유기용제 시료를 가스크로마토그라프를(Shimadzu GC 14B, Japan) 이용하여 톨루엔, 메틸에틸케톤, 시클로헥사논의 농도를 측정하여 평균값으로 나타내었다. 1992년부터 작업환경개선이 이루어져 1992년 이후 폭로량은 점차 감소되는 양상을 나타내었다. 작업부서의 소음은 70dB이하였다.

Table 1. Time weighted average of solvents in the mill and coater room (unit : ppm)

Solvents\Years	1991	1992	1993	1994	1995
Toluene	102.4	64.9	29.6	8.0	5.9
Methyl ethyl ketone	242.6	177.0	66.8	22.7	9.3
Cyclohexanone	110.3	11.1	3.0	1.8	1.9
Summed concentration	6.6	2.0	0.7	0.3	0.2

Table 2. Audiometric classification criteria

Level of high frequency hearing loss	Average of threshold at 500, 1000, and 2000 Hz(dB)	Pure-tone threshold of the better ear, at 4 and 8 kHz(dB)
0(normal)	0-25	0-25
I	0-25	30-40
II	0-25	45-55
III	0-25	〉60
IV	〉25	-
V	conductive or unilateral hearing loss	

표2는 오디오그람상의 고음청력손실 분류기준을 보여준다. 표 2의 고음청력손실의 분류기준은 Morata (1989)의 연구에서 사용한 방법으로 정상군을 0으로 하고 고음청력손실의 중증도에 따라 I에서 IV등급으로 나누었다. 500, 1000, 2000Hz에서의 청력역치의 대표값은 오른쪽과 왼쪽을 합한 이 세 값의 평균값으로 하였다. 고음영역에서는 4000, 8000Hz중에서 좀 더 영향을 받은 주파수에서 오른쪽과 왼쪽 중 좀 더 청력이 좋은쪽의 청력역치값을 대표값으로 취하였다. IV등급은 감각신경성난청이면서 고음영역외에 회화영역에서도 청력이 떨어진 경우이다. 그 외 V는 전음

성 난청과 일측성 난청으로 분류하였다.

자료의 분석은 SAS(statistical analysis system, version6. 10)통계 package program을 이용하였고, 연령 보정을 위하여 공분산분석법을 이용하여 차이를 검정하였다.

결 과

표3은 청력분류기준에 따른 폭로군과 비폭로군의 빈도를 나타낸다. 폭로군 51명 비폭로군57명에서 고음청력손실 분류 기준에 따라 Grade 0을 정상군으로, Grade I, II, III, IV를 고음청력손실이 있는 군으로 보았을 때 폭로군에 있어서의 고음청력손실자율은 23.5%(폭로군 51명중 12명), 비폭로군에 있어서의 고음청력손실자율은 17.5%(비폭로군 57명중 10명), Grade V(전음성 난청 및 일측성 난청군)는 폭로군이 15.7%, 비폭로군이 10.5%로 양군에 있어서의 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 정상군은 폭로군과 비폭로군에서 각각 60.8%와 71.9%를 나타냈다.

표4와 표5는 일측성 난청과 전음성 난청자를 제외한 폭로군 43명과 비폭로군 51명을 대상으로 한 주파수별 골도 및 기도청력을 비교한 것으로 기도청력에서 오른쪽은 8000Hz를 제외하고는 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz에서 통계적으로 유의한 차이가 있었고, 왼쪽은 250, 500, 1000Hz에서만 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 골도청력검사상 오른쪽 250Hz을 제외하고 왼쪽 250, 양쪽 500, 1000, 4000Hz에서 통계적으로 유의하게 나왔다. 전체적으로 볼 때 폭로군에서 비폭로군에 비해서 평균청력역치가 높게 나타났다. 연령 보정을 위해 ANCOVA를 실시하였으나 검정결과에 차이가 없었다.

Table 3. Frequency distribution of subjects by audiometric classification criteria

Level of high frequency hearing loss	Exposure (n = 51)	Nonexposure (n = 57)
0 (normal)	31 (60.8%)	41 (71.9%)
abnormal (I - IV)	12 (23.5%)	10 (17.6%)
I	3 (5.9%)	5 (7.0%)
II	4 (7.8%)	4 (5.3%)
III	4 (7.8%)	1 (5.5%)
IV	1 (2.0%)	0 (0.0%)
V (conductive or unilateral hearing loss)	8 (15.7%)	6 (10.5%)

Table 4. Air conduction threshold level of pure tone audiometer (unit : dB)

Frequency (Hz)	Right ear		Left ear	
	Exposure	Nonexposure	Exposure	Nonexposure
250	19.5±7.3*	15.0±7.3	18.0±8.4*	12.7±6.7
500	15.3±6.7*	10.3±6.4	15.2±8.2*	9.4±5.5
1000	14.1±7.0*	9.0±6.7	13.1±6.8*	7.7±4.8
2000	14.5±7.9*	9.9±6.4	12.9±7.3	10.7±7.0
4000	24.9±22.0*	15.9±14.8	22.2±23.3	15.7±14.4
8000	27.8±24.4	20.8±14.6	27.6±25.6	20.5±17.0

* P<0.05

Table 5. Bone conduction threshold level of pure tone Audiometer (unit : dB)

Frequency (Hz)	Right ear		Left ear	
	Exposure	Nonexposure	Exposure	Nonexposure
250	18.7±9.9	14.8±10.5	18.7±9.9*	14.7±9.0
500	13.8±10.3*	8.3±9.6	13.6±11.0*	8.5±8.6
1000	11.6±12.3*	7.0±9.5	14.9±12.0*	7.2±8.2
2000	14.1±12.2*	7.9±9.2	14.7±10.6*	9.2±10.0
4000	22.6±18.2*	13.0±12.8	22.6±17.7*	14.4±14.5

* P<0.05

고 찰

비디오 테이프 제조업체 근로자에서 혼합유기용제의 폭로가 청력에 미치는 영향을 보기 위해 순음청력계를 이용하여 골도 및 기도 청력검사를 실시하였다. 유기용제 폭로에 따른 고음청력손실자율의 비교에서 폭로, 비폭로군에 있어서 각각 23.5%와 17.6%로 폭로군이 조금 더 높게 나타났으나, Morata 등(1989)이 사용한 고음청력손실 분류기준에 따른 고음청력손실유무와 폭로유무에 있어서 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 주파수별 골도 및 기도청력 비교에

서 기도청력에서는 오른쪽은 8000Hz를 제외하고는 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz에서 통계적으로 유의한 차이가 있었고, 왼쪽은 250, 500, 1000Hz에서만 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 골도청력검사상 오른쪽 250Hz을 제외하고 왼쪽 250과 양쪽 500, 1000, 2000, 4000Hz에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 전체적으로 볼 때 고음청력손실분류기준에 따른 분류에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 기도 및 골도청력 모두에서 비폭로군에 비해 폭로군에서 평균청력역치가 더 높게 나타났다. 그 원인으로, 첫째 폭로량이 1992년부터 시작된 작업환경개선이후 급격히 감소하였고, 둘째 유기용제 폭로로 인해 건강에 장애를 느낀 사람들의 중간 이탈로 인해 과소평가 되었을 가능성도 고려되어져야겠다. 세째 평균 7.3년의 폭로기간이 고음청력손실을 충분히 일으키기에는 짧은 기간일 가능성도 고려해 보아야 할 것이다. 역학적 연구에서 유기용제로 인한 청력손실을 볼 수 있었던 폭로기간은 이황화탄소와 소음에 동시 노출된 경우는 2-3년 폭로된 근로자에서 고음청력손실을 관찰할 수 있었다는 역학보고가 있고(Morata, 1989), 또 다른 연구에서는 5년 혹은 그 이상의 폭로기간이 걸린다는 연구도 있다(Jacobsen 등, 1993). 넷째 순음청력검사가 손상의 정도를 평가하기에 적절한 검사가 아니라는 견해도 있다(Morata 등, 1993).

연구의 제한점으로는 단면조사연구로서 개개인의 폭로량을 측정할 수 없었기에 폭로정도에 따른 청력역치의 차이를 알 수 없었고, 소음 폭로력이나 약물사용력등과 같은 청력에 영향을 미칠 수 있는 인자들을 과거의 기억에 의존하여 조사하였기에 이로 인한 편견을 배제하지 못하였다는 점이다.

본 연구에서 작업장에서 사용된 유기용제는 톨루엔, 메틸에틸케톤, 시클로헥사논인데 메틸에틸케톤은 비교적 이독성이 적은 것으로 보고되고 있고, 시클로헥사논의 이독성에 대해서는 연구된 바가 없었다. Rats를 이용한 실험에서 크실렌은 톨루엔보다는 좀더 이독성이 강한 것으로 보고되고 있고(Pryor 등, 1987), 메틸에틸케톤과 메틸이소부틸케톤은 톨루엔이나 크실렌 보다는 독성이 적은 것으로 알려져 있으나 아직까지 톨루엔과의 병용효과(combined effect)에 대한 실험은 없었다.

동물실험에서 쥐의 청력손실정도는 유기용제의 농도, 폭로시간, 폭로기간 등에 의하여 영향을 받는데 특히 폭로기간보다 폭로농도가 더 중요한 요인으로 작용한다. 실제로 동물실험에서 12,000ppm-16,000ppm hours/day에 3일간 폭로된 쥐에서는 청력손실을 일으켰으나(Pryor 등, 1984), 6,000ppm hours/day에 18개월간 폭로된 쥐에서는 청력손실을 유발하지 않았다(Nylén 등, 1987).

본 연구에서 고음청력손실분류기준에 따른 청력비교에서 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었던 것과는 상반되게 페인트 제조회사에서 평균 6년간 근무한 혼합유기용제(톨루엔, 크실렌, 벤젠, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤, 에탄올)에 폭로된 근로자들을 대상으로 한 연구에서 고음청력손실자율이 유기용제 폭로 근로자들이 18%, 유기용제 비폭로 근로자들이 8%로 통계적으로 유의한 차이를 나타었고 유기용제 폭로군에 있어서 고음청력손실이 있는 근로자들의 대부분은 앞에서 사용한 고음청력분류기준의 grade I (경미한 청력손실)에 속하였다(Morata 등, 1993). 본 연구의 주파수별 기도 및 골도청력비교에서 고음영역 이외에 저음영에서도 청력역치에 통계적인 차이가 있는 것으로 나타났는데 이는 Bergström B 등(1986)의 20년 추적연구에서 유기용제부서에서 2000Hz에서의 청력손실이 소음부서나 기타 비폭로 부서에서의 2000Hz에서의 청력손실정도보다 더 뚜렷하게 나타났다는 결과와 일치되나 현재 유기용제의 청력에 미치는 영향은 고음영역에서 먼저 시작된다고 보고 있기에(Morta 등, 1995 ; Johnson 등, 1994) 추후 이에 대한 연구가 더 필요하다고 보여진다.

현재 유기용제 폭로자의 신경학적 검사방법으로써 여러 가지 도구들이 개발되고 있는데 역학적 연구에서는 만성적인 신경학적인 기능장애의 조기 징후들로 고음청력손실, 비정상적 정신활동(abnormal mentation), 수전증(hand tremor), 운동실조(ataxia)와 불명

료언어(slurred speech) 등의 역학적 연구에 초점을 두고 있는데, 대부분의 신경학적 검사방법들이 많은 시간과 비용을 필요로 하는 것들이기에 실행에 어려움이 있고, 순음청력검사의 경우 소음으로 인한 청력손실과의 구별이 어려운 단점이 있으나 비교적 검사방법이 간단하여 접근도가 높다고 생각되기에, 앞으로 유기용제를 취급하는 근로자군들에 있어서 청력검사를 실시하므로써 전체 집단에서의 신경학적 손상의 발견에 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 다양한 유기용제와 다양한 폭로량에서의 여러 역학적 연구가 더 이루어져야겠고, 다른 신경학적인 검사 방법들과 청력검사를 병용하여 실시하여 검사 방법들간의 상호 관련성의 확인을 위한 연구가 필요하겠다.

요 약

비디오테이프 제조공장에서 혼합유기용제의 폭로가 청력에 미치는 영향을 보기 위해 톨루엔, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤에 폭로된 근로자 51명과 대조군 57명 총 108명을 대상으로 순음청력기계를 이용하여 기도 및 골도청력검사를 실시하였다. 양군의 평균연령은 폭로군 34.1세 비폭로군 35.8세 였으며 폭로군의 평균 폭로기간은 7.3년이었다. 두 군의 고음청력손실자율은 폭로군 23.5%, 비폭로군 17.5%로 고음청력분류기준에 따른 청력손실유무와 폭로유무에 대한 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 주파수별 청력의 비교에서 기도청력검사상 오른쪽은 8000Hz를 제외하고 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz에서 통계적으로 유의하게 나왔고, 왼쪽은 250, 500, 1000Hz에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 골도청력검사상 오른쪽 250Hz을 제외하고 왼쪽 250, 양쪽 500, 1000, 2000, 4000Hz에서 통계적으로 유의하게 나왔다. 전체적으로 볼 때 기도 및 골도청력 모두에서 비폭로군에 비해 폭로군에서 평균청력역치가 더 높게 나타났다.

참고문헌

Ahlström R, Bergland B, Berglund U, et al. Impaired ordor perception in tank cleaners. Scand J Work Environ Health 1986 ; 12 : 574-581

Bergström B, Nystr m B. Development of hearing loss long-term exposure to occupational noise. Scand Audiol 1986 ; 15 : 227-234.

Ehyai A, Freeman FR. Progressive optic neuropathy and sensorineural hearing loss due to chronic glue sniffing. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1983 ; 46 : 349-51.

Elofsson SA, Gamberale F, Hindmarsh T, Iregren A, Isaksson A, Johnsson I, Knave B, Lydahl E, Mindus P, Persson HE, Philipson B. Steby M, Struwe G, S derman E, Wennberg A, Wid n L. Exposure to organic solvents A cross-sectional epidemiologic investigation on occupationally exposed car and industrial spray painters with special reference to the nervous system. Scand J Work Environ Health 1980 ; 6 : 239-273.

Fornazzari L, Wilkinson DA, Kapur BM, Carlen PL. Cerebellar, cortical and functional impairment in toluene abusers. Acta Neurol Scand 1983 ; 67 : 319-29.

Jacobsen P, Hein HO, Suadicani P, Parving A, Gyntelberg F. Mixed solvent exposure and hearing impairment : an epidemiological study of 3284 men. The Copenhagen male study. Occup Med. 1993 ; 43 : No. 4.

Johnson AC, Juntunen L, Nyl n P, Borg E, H glund G. Effect of interaction between noise and toluene on auditory function in the rat. Acta Otolaryngol 1988 ; 105 : 56-63.

Johnson AC, Nyl n P, Borg E, H glund G. Sequence of exposure to noise and toluene can determine loss of auditory sensitivity in the rat . Acta Otol-

aryngol 1990 ; 109 : 34-40.

Johnson AC. Ototoxic effects of toluene and the influence of noise, acetylsalicylic acid or genotype. A study in rats and mice. Scand Audiol Suppl 1993 ; 39 ; 1-40.

Mergler D, Blain L. Assessing color vision loss among solvent-exposed workers. Am J Int Med 1990 ; 12 : 195-203.

Metrick SA, Brenner RP. Abnormal brainstem auditory evoked potentials in chronic paint sniffers. Ann Neurol 1982 ; 12 : 553-556.

Morata TC. Study of the effects of simultaneous exposure to noise and carbon disulfide on workers' hearing. Scand Audiol 1989 ; 18 : 53-58.

Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LK, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. Scand J Work Environ Health 1993 ; 19 : 245-54.

Morata TC, Dunn DE. Occupational exposure to noise and ototoxic organic solvents. Arch of Environmental Health 1994 ; 49(5) : 359-365.

Morta TC, Lemasters GK. Epidemiological concideratations of in the evaluation of occupational hearing loss. Occupational Medicine : state of the art reviews 1995 ; 10(3) : 641-656.

Möller C, Ödkvist LM, Larsby B, Tham R, Ledin T, Bergholtz LM. Otoneurological findings in works exposed to styrene. Scand J Work Environ Health 1990 ; 16 : 189-94.

Ödkvist LM, Arliger SD, Edling C, Larsby B, Bergholtz LM. Audiological and vestibulo-oculo-motor to findings in workers exposed to solvents and jet-fuel. Scand Audiol 1987 ; 16(2) : 75-84.

Pryor GT, Dickinson J, Howd RA, Rebert CS. Neurobehavioral effects of subchronic exposure of weanling rats to toluene or hexane. Neurobehav Toxicol Teratol 1983a ; 5 : 47-52

Pryor GT, Dickinson J, Howd RA, Rebert CS. Transient cognitive deficits and high-frequency hearing loss in weanling rats exposed to toluene. Neurobehav Toxicol Teratol 1983b ; 5 : 53-57.

Pryor GT, Dickinson J, Feeney E, Rebert CS. Hearing loss in rats first exposed to as weanlings or as young adults. Neurobehav Toxicol Teratol 1984a ; 6 : 111-119.

Pryor GT. Rebert CS, Dickinson J, Feeney EM. Factors affecting toluene induced ototoxicity in rats. Neurobehav Toxicol Teratol 1984b ; 6 : 223-238.

Pryor GT, Howd RA. Toluene-induced ototoxicity by subcutaneous administration. Neurobehav Toxicol Teratol 1986 ; 8 : 103-104.

Pryor GT, Rebert CS, Howd RA. Hearing loss rats caused by inhalation of mixed xylene and syrene. J Appl Toxicol 1987 ; 7(1) : 55-61.

Rebert CS, Houghton PW, Howd RA, Pryor GT. Effects of hexane on the brainstem auditory response and caudal nerve action potential. Neurobehav Toxicol Teratol 1982 ; 4 : 79-85.

Rebert CS, Sorenson SS, Howd RA, Pryor GT. Toluene-induced hearing loss in rats evidenced by the brainstem auditory-evoked response. Neurobehav Toxicol Teratol 1983 ; 5 : 59-62.

Sasa M, Igarashi S, Miyazaki T, Miyazaki K, Nakano S, Matsudka I. Equilibrium disorders and diffuse brain atrophy in long-term toluene sniffing. Arch Otorhinolaryngol 1978 ; 221 : 163-169.

Struwe G, Wennberg A. Psychiatric and neurological symptoms in works occupationally exposed to organic solvents - Results of a differential epidemiological study. Acta Psychiat Scand Suppl 1983 ; 303 : 68-80.