대한산업의학회지 제 16 권 제 2 호 (2004년 6월)
Korean J Occup Environ Med, 2004;16(2):191-199

인천지역 TDI 노출 작업자에서 직업성천식 유병율

연세대학교 의과대학 산업보건연구소, 인하대병원 알레르기내과[1],
인하대학교 의과대학 산업의학과[2], 한강성심병원 산업의학과[3]

김형렬 · 김철우[1] · 홍윤철[2] · 전형준[3] · 김치년
김현수 · 이지나[2] · 신주연[2] · 고동희 · 노재훈

— **Abstract** —

The Prevalence of Occupational Asthma in TDI-Exposed Workers

Hyoung-Ryoul Kim, Cheol-Woo Kim[1], Yun-Chul Hong[2], Hyung-Joon Chun[3], Chi-Nyon Kim, Hyun-Soo Kim, Jee-Na Lee[2], Joo-Yeon Shin[2], Dong-Hee Koh, Jaehoon Roh

Institute for Occupational Health, Yonsei University College of Medicine, Department of Internal Medicine[1], and Occupational Medicine[2], Inha University College of Medicine.
Center of Occupational and Environmental Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital[3]

Objectives: This study was carried out to estimate the prevalence of isocyanate-induced occupational asthma in toluene diisocyanate (TDI) exposed workers.

Methods: We examined 170 workers who had been directly exposed to TDI through a medical questionnaire, physical examination, and pulmonary function test. Based on screening examination, workers with suspected occupational asthma were selected for further evaluation such as methacholine and TDI challenge tests.

Results: Eleven (6.9%) among 170 workers complained of symptoms of occupational asthma, and 7 among these 11 symptomatic workers showed positive responses to the methacholine challenge test (4.1%). One spray painter was confirmed as having the TDI induced occupational asthma following a positive response to TDI challenge test.

Conclusions: The prevalence of TDI-induced asthma was at 0.58% was lower than that for former studies (2-20%). Improved workplace environment, lower level of TDI exposure compared to the past, and the healthy workers effect may have contributed to this low rate of asthma prevalence in workers with TDI exposure.

Kew Words: Occupational asthma, TDI, Prevalence

<접수일: 2004년 4월 7일, 채택일: 2004년 6월 4일>

교신저자: 노 재 훈 (Tel: 02-361-5354) E-mail: jhroh@yumc.yonsei.ac.kr

* 본 연구는 한국산업안전공단 산업안전보건연구원의 지원에 의해 수행되었습니다.

서 론

직업성천식은 대표적인 직업성 폐질환의 하나로, 미국의 경우 천식을 앓고 있는 사람이 전체 인구의 5%가량 되며, 그중 직업과 관련하여 발생하거나 악화되는 천식이 3% 정도로 추정하고 있다(Friedman 등, 2000). 국내에서는 인천의 한 대학병원에서 2년간 천식으로 치료받은 환자를 대상으로 연구한 결과 4% 가량이 직업과 관련하여 발생한 것으로 나타났다(채창호 등, 1999). 직업성천식은 질병의 특성으로 인해 특수건강검진을 통해 발견되어 보고 되는 경우가 많지 않아, 국내에서는 수시건강진단제도를 도입하게 된 배경이 되었으며, 이에 대한 감시체계 활동도 비교적 활발히 이루어지고 있는 상황이다. 국내 감시체계를 통해 파악한 질병의 규모를 보면, 인천지역 감시체계를 통해 5년간 121건(김형렬 등, 2003)이 보고 되었고, 구미지역 감시체계에서는 16개월 동안 16건(김성아 등, 2003), 부산, 울산, 경남지역에서 2년간 33건이 보고 되어(김정일 등, 2004), 세 지역을 합한 연간 평균 감시 건수는 53건으로 파악된다.

직업성천식의 원인물질은 매우 다양하며, 나라마다 다양한 특성을 보인다. 그러나 대부분의 산업화된 나라의 경우, TDI(Toluene diisocyanate)를 비롯한 아이소시아네이트가 가장 흔한 원인물질로 알려져 있다(Malo 와 Chan-Yeung, 2001). 그 외에도 곡물분진, 목재분진, 송진, 동물털, 산 무수물 등도 흔한 원인물질로 알려져 있다(박해심, 1993). 근로복지공단의 통계에 따르면, 1999년 직업성 천식으로 승인된 사례 11건 중에서 TDI가 7건, 포름알데히드 1건, 염료 1건, 나무분진 1건, 누출가스 1건으로 나타났다(안연순 등, 2001). 이러한 양상은 산업안전보건연구원 심의의뢰 통계에서도 나타나는데, 1992-1999년 동안 총 44건의 심의 건수 중에 TDI가 25건, 반응성 염료가 10건, 기타 9건으로 TDI가 전체 건수 중에 56.8%를 차지하였다(강성규 등, 2000). 5년간(1998~2002) 인천지역 감시체계에서 나타난 직업성천식의 원인 물질을 살펴보면, TDI가 차지하는 비율이 전체 건수의 43.8%를 차지하였고, 구미지역 감시체계에서는 18.8%, 부산, 울산, 경남지역 감시체계에서는 36.5%를 차지하였다. 영국의 경우 직업성천식의 원인물질로서 아이소시아네이트에 의한 경우가 점차 감소하고, 라텍스에 의한 직업성천식이 증가하는 경향을 보이는 것과는 달리(McDonald 등, 2000) 국내에서는 여전히 아이소시아네이트가 직업성천식의 가장 흔한 원인이 되고 있다.

직업성천식의 대표적인 원인물질인 아이소시아네이트는 -N=C=O 기의 반응성이 매우 커서 폴리우레탄 제조시에 중요한 중간체 역할을 하기 때문에 차량시트, 큐숀, 쇼파, 침대, 보냉자료, 접착제, 폴리우레탄 도료 등 다방면에 사용된다(Bernstein, 1982). 한국산업안전공단(1991)에서 폴리우레탄수지 및 경화제, 자동차부품공장, 단열재 공장 등을 대상으로 작업환경실태를 조사한 결과, 노출기준을 상회하는 사업장의 수가 50%를 초과하였으며 특히 폴리우레탄 경화제 포장공정과 단열재 패널 발포 공정에서는 TLV-STEL를 초과하는 경우가 많았다(최정근 과 김규상, 1999). TDI는 직업성천식을 일으키는 대표적인 원인물질로서, 보고 된 바에 의하면 TDI에 노출된 근로자 중에서 TDI에 의한 직업성천식 발생률은 1970년대 중반까지 5~6%로 보고 되다가 이후 연구들에 의하면 노출량의 감소에 따라 발생률이 0~0.7%정도로 줄었다고 보고하고 있다(Ott 등, 2003). 국내에서 진행된 TDI에 의한 직업성천식연구 결과를 보면, 지퍼공장의 폴리우레탄 도장을 사용하는 도장실에 근무하는 근로자 중 직업성천식 유병율이 13%로 조사되었고(Park 등, 1992), 김유영 등(1994년)이 TDI 노출근로자에 대해 설문지, 비특이유발검사, TDI 유발검사 등을 통해 2.14%의 유병율을 보고하였고, 김규상 등(1995)의 연구에서는 TDI 노출 근로자 중 21.6%에서 기관지과민성을 보였고, 1999년에 최정근 등에 의해 수행된 연구에서는 3.0%에서 기관지 과민성을 보고하였다(최정근과 김규상. 1999). 즉, 국내에서는 발생률을 파악한 연구는 없었지만, TDI 노출 작업자에서 직업성천식의 유병율은 2~20%정도로 보고 되고 있다.

최근 여러 보고서에서 10여년간 작업장의 TDI 노출수준은 많이 개선되었음을 보고하고 있다. 그러나 여전히 직업성질환 감시체계를 통해서는 이로 인한 직업성천식이 꾸준히 보고되고 있어, TDI에 노출된 작업자들에서 단면연구를 통해 직업성천식의

유병율과 실제 규모를 파악하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

인천지역에서 특수건강진단을 수행하는 2개 기관의 TDI 노출 근로자 400여명 중, 사업장의 규모가 50인 이상이며 사업주가 연구진행을 허락한 사업장에 근무하는 근로자 중 직접적으로 TDI에 노출되는 작업에 종사하는 170명을 대상으로 하였다. 이들은 총 11개 사업장으로부터 조사되었다. 이중 30명은 폴리우레탄 제조에 종사하는 근로자, 5명은 폴리우레탄 발포용 경화제를 사용하는 근로자였고, 135명은 폴리우레탄 도료를 사용하는 가구 및 악기 제조업에 종사하는 도장 및 연마 작업자들이었다(Table 1).

2. 직업성 천식의 진단

정기건강진단(2003년 5월~10월)을 수행할 때 대상자들에 대해 산업의학과 의사가 직접 면담을 통해 설문조사를 하였으며, 청진 및 폐기능 검사 등도 함께 수행하였다. 설문조사 결과와 검진을 담당한 산업의학의사의 작업관련성 평가를 근거로 2차 정밀검사 대상자를 선정하였고, 2차 정밀검사에서는 알레르기 피부반응 시험, 메타콜린 기관지 유발검사, TDI에 의한 기관지 유발시험 등을 시행하였다.

1) 천식증상에 대한 설문조사

설문지는 산업의학과 의사가 직접 근로자와 면담하여 해당사항을 기입하는 1:1 대면 방식으로 진행하였다. 설문지는 전 세계적으로 천식의 유병율을 알아보는 국제연구에 널리 사용되었으며 국내 연구에서도 널리 이용되어 타당성이 입증된 ISSAC 설문의 한국어 번역판으로 구성된 천식 증상과 관련된 11 문항과(Lee SI 등, 2001) 천식의 직업관련성을 확인해보는 3 문항(김유영 등, 1994)으로 구성된 설문을 이용하였다.

천식 증상에 관한 기준 설문 문항들은 ① 태어나서 지금까지 어느 때라도 숨쉴 때 가슴에서 쌕쌕거리는 소리나 휘파람 소리가 난 적이 있었습니까? ② 지난 12개월 동안 숨쉴 때 가슴에서 쌕쌕거리는 소리나 휘파람 소리가 난적이 있었습니까? ③ 지난 12개월 동안 숨쉴 때 가슴에서 쌕쌕거리는 소리나 휘파람 소리가 난 적이 몇 번이나 있었습니까? ④ 지난 12개월 동안 숨쉴 때 가슴에서 쌕쌕거리거나 휘파람 소리를 내며 잠에서 깨어난 적이 평균적으로 몇 번 있었습니까? ⑤ 지난 12개월 동안 숨쉴 때 가슴에서 쌕쌕거리며 숨이 가빠서 말을 하기도 힘든 적이 있었습니까? ⑥ 지난 12개월 동안 숨쉴 때 가슴에서 쌕쌕 소리를 내거나 휘파람 소리를 내며 숨이 차거나, 기침이 심하여 1년 중 며칠정도 결근했습니까? ⑦ 태어나서 지금까지 "천식"이라고 진단 받은 적이 있습니까? ⑧ 지난 12개월 동안 천식으로 치료를 받은 적이 있습니까? ⑨ 지난 12개월 동안 운동중이나 운동 후에 숨쉴 때 가슴에서 쌕쌕거리는 소리나 휘파람 소리가 난 적이 있습니까? ⑩ 지난 12개월 동안 감기 또는 폐렴이 아니면서, 가래가 나오지 않는 기침을 밤에 한 적이 있었습니까? ⑪ 지난 12개월 동안 숨이 차거나 호흡이 가빠지는 경우가 있었습니까? 이었다. ②,⑨,⑩,⑪ 항목 중 2개 이상의 증상을 호소하는 경우 천식 증상이 있는 것으로 하였다. 다른 항목들은 과거력과 천식의 정도를 알아보고자 한 항목이었다. 작업관련성을 평가하는 항목으로는 다음의 세 항목을 체크하였고, 의미 있는 소견이 한 가지 이상이며, 다른 원인이 배제되지 않는 경우 작업

Table 1. Types of industries of the subjects

Industries	Classification	Frequency (percent)
Polyurethane product		30 (17.6)
Polyurethane paint	Furniture	17 (10.0)
	Musical instruments	118 (69.4)
Polyurethane foam		5 (2.9)

관련성이 있는 것으로 하였다. ① 위에서 말한 숨차고 쌕쌕거리는 증상이 하루 중 언제 가장 심합니까? a) 아침에 잠에서 깨어나서 b) 직장에서 일 할 때 c) 직장에서 퇴근해 집에 돌아와서 d) 잠자리에 들어서 ② 주말이나 휴가를 맞아 근무가 없으면 증상 변화가 있습니까? a) 변화가 없이 같다 b) 증상이 더 좋아진다 c) 증상이 더 나빠진다 ③ 휴가나 출장에서 돌아와 직장 근무를 다시 시작하면 증상 변화가 있습니까? a) 변화가 없이 같다 b) 증상이 더 좋아진다 c) 증상이 더 나빠진다

2) 메타콜린 기관지유발시험

2차 정밀검사 대상자들에 대해 비특이적인 기관지 과민성을 메타콜린 기관지유발시험을 시행하여 측정하였다. Methacholine chloride를 0.075 mg/mL 부터 25 mg/mL 까지 9단계의 농도로 나누어 각각 5회씩 노력성 폐활량 (FVC)까지 깊이 들여 마시고 3분후 시행한 폐기능 검사상 1초간 강제호기량(FEV1)이 기저치보다 20% 감소하는 메타콜린의 농도(PC20)를 계산하였다.

3) TDI 기관지유발시험

2차 정밀대상자들에 대해 TDI에 대한 특이 기관지유발시험을 수행하였다. TDI 기관지유발시험은 복용했던 약물을 24시간 이상 중단한 후 시행하였다. Devilbiss 646 nebulizer로 생리식염수를 상시 호흡량으로 10회 흡입하고 폐기능 검사를 시행하여 FEV1을 측정하여 이를 기저치로 하였다. TDI 기관지유발시험은 작은 밀폐된 방에서 2,4-TDI ($C_9H_6N_2O_2$, Sigma, MO, USA)에 20분간 노출되도록 하였으며 천식 증상이 나타나면 노출을 중단하였다. 이때 유독가스 측정기인 TLD-1 (MDA Scientific, USA)으로 측정한 TDI의 농도는 20 ppb 이하로 유지되게 하였다. 흡입 후 첫 1시간동안은 10분마다 3회, 30분마다 1회 폐기능검사를 시행하였으며, 이 후 매시간 간격으로 7시간까지 폐기능검사를 시행하여 FEV1이 기저치보다 20% 이상 감소하는 경우를 양성반응으로 판정하였다.

결 과

1. 연구대상자들의 일반적 특성

조사대상자들의 연령분포는 40대가 가장 많은 52.4%를 차지하였고, 20대가 13.5%로 가장 작았다. 성별분포는 남성이 122명으로 71.8%를 차지하

Table 2. General characteristics of the subjects

Characteristics	Classification	Frequency (percent)
Age (years)	20-29	23 (13.5)
	30-39	32 (18.8)
	40-49	89 (52.4)
	≥50	26 (15.3)
Gender	male	122 (71.8)
	female	48 (28.2)
Exposure duration (years)	< 1	18 (10.6)
	1-4	42 (24.7)
	5-9	29 (17.1)
	≥ 10	81 (47.6)
Smoking	yes	78 (45.9)
	no	77 (45.3)
	experienced	15 (8.9)
Alcohol	1time≥week	95 (55.9)
	2-3times≥month	10 (5.9)
	not drinking	65 (38.2)

고, 여성은 28.2%를 차지하였다. TDI에 노출된 기간은 1년 미만이 18명(10.6%), 1~4년이 42명(24.7%), 5~9년이 29명(17.1%), 10년 이상이 81명으로 47.6%를 차지하였다. 흡연을 하는 경우가 45.9%였고, 주 1회 이상의 음주를 하는 경우가 55.9%였다(Table 2).

2. 설문조사와 산업의학과 진찰을 통한 정밀검사 대상자 선정

TDI 노출 근로자 170명중 11명 (6.5%)이 천식에 합당하면서 작업관련성을 시사 하는 증상을 호소하였다. 천식증상을 호소하는 작업자는 남자 6명, 여자 5명이었으며, TDI에 노출되는 도장작업을 시작한 시기부터 천식이 의심되는 증상이 발생할 때까지의 기간은 0.3년에서 17년으로 다양하였다(Table 3).

3. 메타콜린 및 TDI 기관지유발시험

TDI 노출작업자 중 설문조사에서 천식 증상을 호소하는 11명을 대상으로 메타콜린 기관지유발시험을 시행하였다. 그 결과 7명에서 메타콜린 유발시험 양성반응을 보였다(Table 4). 메타콜린 기관지유발시험을 시행한 11명의 유증상 TDI 노출군중에서 10명의 작업자를 대상으로 TDI 흡입 기관지유발시험을 시행하였다. 즉 메타콜린 기관지유발시험 양성인 7명뿐만 아니라 사정상 추가 검사를 못한 1명을 제외한 메타콜린 음성인 3명도 함께 TDI 유발시험을 시행하였는데, 이는 메타콜린 유발시험에는 음성이나 TDI 유발시험에는 양성인 TDI에 의한 직업성천식이 가능한 것으로 알려져 있기 때문이었다. TDI 유발시험을 시행한 10명 중 1명에서 TDI에 20분간 노출된 후 후기 천식 반응을 보여 TDI에 의한 직업성 천식으로 확인할 수 있었다 (Fig. 1). 한편 한번의 TDI 유발시험에 음성반응을 보였다 하더라도 의심되는 경우 TDI 유발시험을 반복하면 양성반응을 보일 수 있어 TDI에 의한 직업성천식이 강력히 의심되는 2명 (Table 4의 No. 3 및 4)에서는 TDI 유발시험을 1주일 간격으로 두차례 반복하여 시행하였으나 계속하여 음성반응을 보였다. 따라서 TDI에 직접적으로 노출되는 작업에 종사하는 근로자군 중 TDI에 의한 천식으로 진단할 수 있는 경우는 1명으로, 유병율은 0.58% 였다.

고 찰

본 연구에서 170명의 TDI 노출 작업자중 1명에서 직업성천식을 확인하였다. 설문지를 이용하여 평가한 결과 TDI에 노출된 작업자중 6.9%가 직업관련성을 갖는 천식 증상을 호소하였다. 이는 김유영 등이 10년 전에 국내에서 시행한 폴리우레탄제조, 발포, 도장작업자들을 대상으로 한 아이소시아네이트

Table 3. Selected subjects through the questionnaire and examination

No	Name	Industries	Sex	Age (yr)	Smoking	Work duration in factory (yr)	TDI Exposure - Sx† . onset (yr)
1	Kim IS	Polyurethane paint	F	54	-	15	1
2	Kwon HS	Polyurethane paint	M	47	+(20 PY*)	16	5
3	Yang SS	Polyurethane paint	F	49	-	0.4	0.3
4	Bang JI	Polyurethane paint	M	50	+(25 PY)	25	2
5	Bae DR	Polyurethane paint	F	40	0	7	5
6	Kim YH	Polyurethane paint	M	48	+(10 PY)	2	1
7	You BI	Polyurethane product	F	49	-	11	11
8	Yem KH	Polyurethane paint	M	43	+(25 PY)	15	13
9	Kim GN	Polyurethane product	M	41	+(10 PY)	18	17
10	Choi KJ	Polyurethane paint	F	49	-	6	5
11	Kang SM	Polyurethane paint	M	40	+(20 PY)	10	8

*; pack-year, †;symptom

에 의한 직업성천식 연구에서 노출 근로자 중 11.4%에서 설문을 통해 직업 관련성이 있는 천식증상이 있었음을 보고한 것에 비하여 낮은 수치를 보였다. 또한 본 연구에서 확인된 TDI 노출 작업자에서 조사된 TDI에 의한 직업성천식의 유병율은 0.58%로 김유영 등의(1994) 연구에서 보고한 2.14%에 비하여 낮게 조사되었다. 이러한 결과는 박해심 등(1992)의 연구에서 나타난 13%의 유병율, 김규상 등(1995)의 연구에서 나타난 21.6%의 기관지과민성 유병율 등과 비교해도 낮은 수치로 파악된다. 동일한 설문내용, 유발시험 방법 및 연구 계획으로 시행되지 않아 직접적으로 비교할 수는 없지만 TDI에 노출된 작업자에서 직업과 관련된 천식 증상 또는 직업성천식의 유병율은 낮아졌음을 간접적으로 확인할 수 있었다. 이는 작업환경의 변화, 보호 장구의 착용 등과 같은 근무 여건의 개선이 중요하게 작용하여 나타난 결과 일 수 있다.

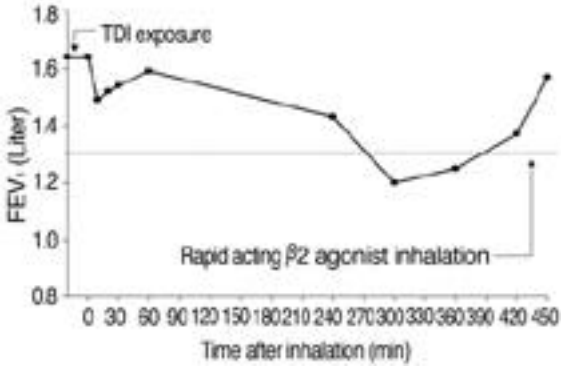

Fig. 1. Bronchial challenge test by exposure to TDI for 20 minute in one selected worker with suspected occupational asthma (54 year-old female worker with height of 147 cm and weight of 45 Kg).

1995년도에 실시한 TDI 노출 사업장에 대한 작업환경측정 결과 어느 한 지역이라도 TDI 허용기준을 초과한 사업장은 13개중 8개 사업장이었으나, 1999년에 실시한 가구제조업체의 도장부서에 근무하는 근로자에 대한 개인 및 지역시료를 측정한 결과 허용기준을 초과한 곳은 없었다. 작업환경이 많이 호전되었음을 시사하는 결과이다(최정근과 김규상, 1999). 또한 인천의 모 작업환경측정기관의 TDI 노출 사업장들의 노출 평균을 년도별로 비교한 결과 그 노출 수준이 점차 감소하는 양상을 확인할 수 있었다(Fig. 2). 본 연구의 11개 대상사업장에서

Table 4. The result of work-relatedness evaluations

No	Name	FEV_1 (%)	FVC (%)	Methacholine challenge	PC20 (mg/ml)	TDI challenge	Skin test
1	Kim IS	102.8	103.8	+	7.51	Late +	All (-)
2	Kwon HS	110.1	112.1	+	0.54	-	All (-)
3	Yang SS	81.5	97.3	+	9.01	- (2 times)	All (-)
4	Bang JI	100.9	106.2	+	8.16	- (2 times)	HDM 2+
5	Bae DR	95.5	97.8	+	1.86	-	Mugwort 2+
6	Kim YH	98.1	107.4	+	7.66	-	All (-)
7	You BI	97.3	101.1	+	21.6	-	Cockroach 3+
8	Yem KH	108.8	110.6	-	> 25	-	All (-)
9	Kim GN	110.2	104.6	-	> 25	-	All (-)
10	Choi KJ	106.5	106.6	-	> 25	-	HDM 2+
11	Kang SM	98.9	104.6	-	> 25	NT	All (-)

FVC: forced vital capacity, % of predicted value

FEV1: forced expiratory volume for 1 second, % of predicted value

PC20: provocative concentration of methacholine responsible for 20% decrement of FEV1

NT: not-tested

HDM: house dust mite

2003년에 측정한 TDI 노출수준도 모두 노출기준 절반이하였다.

유병율이 감소한 또 다른 이유로는 TDI에 노출되는 작업에 종사하다가 천식과 유사한 증상이 나타나 근무를 중단하거나 작업을 전환한 근로자가 많은 것을 들 수 있다. 이러한 근로자들이 본 연구의 대상자에서 제외되는 경우 실제 유병율이 과소평가될 가능성이 있다. 실제 본 연구를 진행하는 동안에도 연구대상 사업장에서 근무를 계속 하고 있으면서, 예전에는 도장 작업과 같이 TDI에 노출되는 작업에 종사하였으나 호흡기 증상이 나타나 다른 부서로 이동, 근무함으로써 본 연구에는 포함되지 않은 경우가 많았고, 이들 중 지속적인 증상으로 병원을 찾아 TDI에 의한 직업성천식으로 진단된 예도 있었다.

본 연구에서 7명이 메타콜린 유발시험에서 양성반응을 보였다. 그러나 메타콜린 유발시험에 양성을 보인 7명 중 TDI 유발시험에서는 1명만이 양성반응을 보여 TDI에 대한 특이적 과민성은 낮게 나타났다. 기관지천식뿐만 아니라 알레르기성 비염, 만성폐쇄성폐질환 등에서도 메타콜린 유발시험에서 양성반응을 보일 수 있으므로 나머지 6명은 천식이 아닐 수도 있다. 그러나 폐기능 검사 결과에서 볼 수 있듯이 메타콜린 유발시험 양성이 근로자에서 만성폐쇄성폐질환을 의심할 근거는 전혀 없는 상태이며, 설문 조사 및 문진에서 비염보다는 천식 증상을 호소하여 선별된 근로자들이므로 임상적 진단은 기관지천식에 합당하다고 할 수 있다. 현재까지 밝혀진 TDI 천식에 대한 연구결과로는, 메타콜린 유발시험과 TDI 유발시험에서 보이는 이러한 차이를 정확히 설명할 수 없으나 본 연구자들은 다음과 같은 경우로 추정하였다. 첫째 다른 원인에 의한 기관지천식이 있으면서 작업 환경과 관련되어 비특이적으로 증상이 악화되는 경우, 둘째 TDI 노출과 관련되어 비특이적 기관지과민성이 나타났으나 아직 완전한 천식 표현형까지는 발전하지 않은 경우, 셋째 작업장에서는 TDI에 지속적으로 노출되어 증상이 나타나는 TDI에 의한 직업성천식이나, TDI 유발시험에서는 저농도의 TDI에 단시간만 노출되어 증상이 안 나타났던 경우 등이다. 이 중 어떤 경우에 해당한다고 하더라도 본 근로자들의 증상 및 비특이적 기관지과민성에 TDI의 영향이 없다고 단정할 수는 없으며, 이에 대한 지속적인 추적조사가 필요하다고 판단된다.

또한 본 연구에서는 메타콜린 유발검사에서 음성이 나오는 경우에도 TDI 특이 유발검사를 시행하였다. 메타콜린 유발검사가 천식을 진단하는데 높은 민감도와 상당한 정도의 양성예측도(30~70%)를 갖는 검사방법임에도(Perpina 등, 1993), 이 검사의 민감도가 100%가 아니므로 특이유발검사에서 양성이 나올 가능성이 있을 수 있기 때문이다. 더군다나 노출이 상당기간 중단이 되었던 경우 특이유발검사를 통해 양성소견이 나오고, 이후 다시 메타콜린유발시험을 수행하게 되면 양성소견이 나오는 등의 기도과민성이 증가하는 양상을 보이기도 한다. 실제 김유영(1994년) 등의 연구에서 메타콜린 유발검사에서 음성이 나오고도 특이유발검사에서 양성 소견을

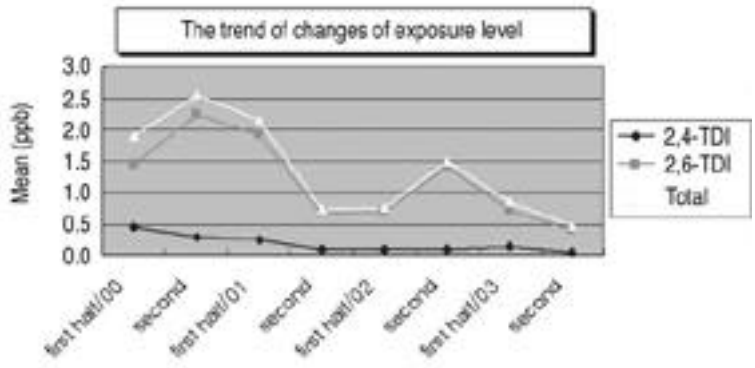

Fig. 2. The trend of changes in TDI exposure level (20factories)

보인 환례가 있었다.

본 연구에서는 먼저 설문조사를 시행하여 천식 증상이 있는 유소견자만 정밀검사를 진행하였다. 천식 진단을 위해 사용되는 역학적 도구중 설문지가 가장 널리 이용되고 있는데, 그 민감도를 50~100%, 특이도를 100~70%가량으로 보고하고 있다(백도명, 1997). 본 연구에서는 여러 나라에서 천식의 유병을 알아보는 국제연구에 널리 사용되었으며, 국내에서도 대규모 연구에 적용하여 그 타당성과 신뢰성이 입증된 ISSAC 설문(Asher 등, 1995)의 한국어 번역판을 사용하였다(Lee SI 등, 2001). 또한 설문의 과정에서 산업의학 의사가 직접면담의 방식으로 설문의 내용을 채웠고, 청진소견, 작업력평가, 폐기능검사 등을 정밀대상선별에 활용함으로써 설문조사만으로 나타날 수 있는 위음성을 줄이고자 노력 하였다.

과거 국내 연구들의 경우 TDI 특이유발시험을 시행하는 대상을 설문조사, 메타콜린기관지유발시험, 1주일간의 최대 호기유속측정 등의 결과 분석후 이를 종합하여 선정한데 반해, 본 연구에서는 비교적 다른 검사에 비해 민감도가 큰 설문지 방법을 통해 선별된 전체 대상자들에 대해 특이유발검사를 시행하였다. 장시간이 소요되는 특이 유발검사의 특성상 가능한 검사의 대상자를 줄이기 위한 작업이 필요할 수 있다. 그러나 피부반응검사, 메타콜린 비특이유발검사, 특이항체 검사 등의 방법은 이 검사에서 음성이 나왔다 하더라도 특이유발시험을 통해 양성이 나오는 경우가 있을 수 있으므로 이를 선별검사의 수단으로 삼는데는 한계가 있다.

TDI 노출 작업장 환경이 점차 개선되고 있는 것은 사실이나, 여전히 TDI 노출 작업자에서 천식의 보고가 많이 이루어지고 있다. 이들에 대해 특수건강진단을 수행하는 경우 자각증상 및 작업관련성에 대한 설문조사를 시행하고 여기서 양성이 나오는 경우, 이들에 대해 천식과 기타 호흡기질환을 감별하고, 원인을 밝히고 적절한 대책을 제시할 수 있어야 겠다. 이들에 대한 작업장 노출관리 및 조기진단과 건강관리 등 체계적인 관리계획이 마련되어야 할 것으로 보인다.

요 약

목적: TDI는 직업성천식을 일으키는 대표적인 물질로 알려져 있다. 과거 TDI에 노출된 작업자들의 천식 발생률을 5~6% 가량 보고하였고, 국내에서도 2-20%에 이르는 유병율을 보고한바 있다. 작업환경이 많이 개선되고, 노출량이 감소된 최근에도 TDI에 의한 직업성천식에 대한 보고가 많이 이루어지고 있어, 이에 대한 적극적인 조사와 진단과정을 통해 유병율을 구하고 질병발생의 변화양상을 파악해 보고자 하였다.

방법: 인천지역에서 특수건강진단을 수행하는 2개 기관의 TDI 노출 근로자 400여명 중, 사업장의 규모가 50인 이상이며 사업주가 연구진행을 허락한 사업장에서 근무하는 근로자 중 직접적으로 TDI에 노출되는 작업에 종사하는 근로자 170명을 연구대상으로 하였다. 이들에 대해 설문지와 산업의학의사의 면담을 통한 작업관련성 평가를 근거로 정밀대상자를 선정하고 이들에 대해 메타콜린 유발시험, TDI 유발시험 등을 수행하여 직업성천식을 확인하였다.

결과: 설문조사 결과 11명이 직업과 관련하여 천식증상을 보이는 것으로 나타났고(6.9%), 이중 7명에서 메타콜린 유발검사 양성소견을 보였다. TDI에 의한 특이유발시험 결과 1명에서 양성반응이 나타나, 이 집단에서 TDI에 의한 직업성천식의 유병율은 0.58%였다.

결론: 과거 국내연구에서 TDI에 의한 직업성천식의 유병율이 2~20%에 이르렀던 데 비해, 본 연구에서는 0.58%로 나타났다. 이는 국외 논문에서도 나타나는 경향으로 작업장 노출량 감소로 점차 발생률이 감소하는 양상을 보이고 있다. 그러나 이미 증상이 나타난 근로자들이 부서를 옮기거나, 직장을 그만둠으로 인해 그 유병율이 과소평가되었을 가능성도 있다고 판단된다.

참고문헌

강성규, 김규상, 김양호, 최정근, 안연순 등. 8년간(1992-1999) 산업안전보건연구원에 의뢰된 직업병 심의 사례 분석, 대한산업의학회지 2000;12(2):292-301.

김규상, 최병순, 최경숙, 이세휘. Diisocyanate 폭로근로자들의 호흡기 장해에 관한 연구. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 1995.

김성아, 김진석, 전혜리, 정상재, 김상우 등. 구미지역 직업성질환 감시체계. 대한산업의학회지 2003;15(1):95-110.

김유영, 조상헌, 윤호주, 민경업, 백도명 등. 한국에서 이소사이아네이트에 의한 직업성 천식의 현황과 조기 진단에 관한 연구. 대한내과학회지 1994;47(4):439-53.

김정일, 김병권, 김정원, 채창호, 이철호 등. 부산, 울산, 경남지역 직업병 감시체계. 대한산업의학회지 2003;16(1):1-12.

김형렬, 홍윤철, 임종한, 원종욱, 전형준 등. 인천지역 감시체계를 통해 파악한 직업성천식의 역학적 특성. 대한산업의학회지 2003;15(4):344-50.

박해심. 직업성천식. 알레르기 1993;13(3):265-78.

백도명. 직업성천식의 역학 연구 지침. 알레르기 1997;17(4); 487-95.

안연순. 강성규, 권현길, 정호근. 업무상질병 발생 근로자의 특성: 1999년 업무상질병으로 요양승인된 사례분석. 대한산업의학회지 2001;13(4):449-60.

채창호, 최승원, 최용휴, 진영우, 김은아 등. 인천지역 한 대학병원에서 진단된 기관지천식 중 작업관련성 천식. 대한산업의학회지 1999;11(2):174-80.

최정근, 김규상. 직업성 천식 연구(II). 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 1999.

Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J et al. International Study of Asthma and Allergies in Childhood(ISAAC): rationale and methods. Eur Respir J 1995; 8: 483-91.

Bernstein I. Isocyanate-induced pulmonary disease: A current perspective. J Allergy Clin Immunol 1982;70:25-31.

Friedman-Jimenez G, Beckett WS, Szeinuk J, Petsonk EL. Clinical evaluation, management, and prevention of work-related asthma. Am J Ind Med 2000;37(1):121-41.

Lee SI, Shin MH, Lee HB, Lee JS, Son BK et al. Prevalences of symptoms of asthma and other allergic diseases in koreanchildren: a nationwide questionnaire survey. J Korean Med Sci. 2001 Apr;16(2):155-64.

Malo JL, Chan-Yeung M. Occupational asthma. J Allergy Clin Immunol 2001;108(3):317-28.

McDonald JC, Keynes H, Meredith S. Reported incidence of occupational asthma in the United Kingdom, 1989-1997. Occup Enivon Med 2000: 57(12):823-9.

Ott MG, Diller WF, Jolly AT. Respiratory effects of toluene diisocyanate in the workplace: a discussion of exposure-response relationships. Crit Rev Toxicol. 2003;33(1):1-59.

Park HS, Park JN, Kim JW, Kim SK: Clinical and immunological evaluation of isocyanate-exposed workers. J Kor Med Sci 1992;7: 122-7.

Perpina, M. C. Pellicer, A. deDiego, L. Compte, and V. Macian. Diagnostic value of the bronchial provocation test with methacho-line in asthma: Bayesian analysis approach. Chest 1993;104:149-54.