

## 비특이적 건물관련질환

인제대학교 의과대학 직업환경의학교실 & 환경·산업의학연구소,  
이화여자대학교 의과대학 예방의학교실 및 의과학 연구소<sup>1)</sup>,  
서울대학교 의과대학 예방의학교실 및 환경의학연구소<sup>2)</sup>, 단국대학교 의과대학 직업환경의학교실<sup>3)</sup>,  
박희봉외과 프리미어검진센터 직업환경의학과<sup>4)</sup>, 고신대학교 의과대학 직업환경의학교실<sup>5)</sup>

서춘희·하은희<sup>1)</sup>·홍윤철<sup>2)</sup>·채유미<sup>3)</sup>·장규진<sup>4)</sup>·김정원<sup>5)</sup>

— Abstract —

### Nonspecific Building Related Illnesses

Chunhui Suh, Eun-Hee Ha<sup>1)</sup>, Yun-Chul Hong<sup>2)</sup>, Chae Yoo Mi<sup>3)</sup>, CHANG Kyu-jin<sup>4)</sup>, Jungwon Kim<sup>5)</sup>

*Department of Occupational and Environmental Medicine & Institute of Environmental and Occupational Medicine, Pusan Paik Hospital, Inje University, Department of Preventive Medicine, School of Medicine, Ewha Medical Research Center, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea<sup>1)</sup>, Department of Preventive Medicine, College of Medicine and Institute of Environmental Medicine, Medical Research Center, Seoul National University<sup>2)</sup>, Department of Occupational and Environmental Medicine, Dankook University College of Medicine<sup>3)</sup>, Department of Occupational and Environmental Medicine, Park's Premier Medical Center<sup>4)</sup>, Department of Occupational and Environmental Medicine, Kosin University College of Medicine<sup>5)</sup>*

Nonspecific building related illnesses (NBRI) are an array of diverse symptoms related to working in particular buildings. There are numerous contributing factors, including basic factors (temperature, humidity and ventilation) as well as chemicals, dust, microorganisms, and psychosocial factors.

At the individual level, taking a careful history is the essential first step. After ruling out other diseases, clinicians can start the symptomatic treatment for NBRI. If a relationship to the building is suspected, a walk through evaluation is very helpful. At the group level, standardized questionnaires and investigations of the building environment can be applied simultaneously. If the prevalence of symptoms are greater than that of general population, appropriate interventions have to be provided for prevention and group health care. In both approaches, it is essential to periodically follow up with symptomatic patients and work environments after an intervention. For the management of NBRI, taking care of the patient's symptoms and maintaining a good indoor environment are important. To achieve this goal, cooperation among workers, building managers, employers and occupational health staff is crucial.

**Key words:** Nonspecific building related illness, Indoor air quality

### 서 론

실내 공기 오염에 대한 인간의 반응은 여러 가지로 나

타난다. 주관적인 불편감 호소에서부터 과민성폐장염, 천식, 레지오넬라병 등 특이적 건물관련질환(specific building related illnesses, SBRI)이 발생하는 경우도

〈접수일: 2012년 12월 3일, 1차 수정일: 2012년 12월 27일, 채택일: 2012년 12월 27일〉

교신저자: 김 정 원 (Tel: 051-990-6368) E-mail: hedoc68@gmail.com

\* 이 연구는 대한직업환경의학회 연구회지원 및 한국과학기술단체총연합회 소규모연구회 지원을 받아 이루어졌습니다.

있다. 전자보다는 증상이 심하지만 SBRI처럼 특정 질병으로 진단되지는 않으면서, 실내 공기질과 관련하여 다양한 비특이적인 신체 증상을 호소하기도 한다<sup>1)</sup>. 이러한 증상에는 눈, 코, 목에 대한 자극 증상, 기침을 포함한 호흡기 증상, 가렵거나 건조한 피부 증상, 두통이나 피로와 같은 일반 증상 등이 있다. 실내 공기질과 관련하여 생긴 비특이적 증상들을 일컫는 용어로 빌딩증후군(sick building syndrome, SBS), 비특이적 건물관련질환(nonspecific building related illnesses, NBRI), 건물관련증상(building related symptoms), 아픈집증후군(sick house syndrome, SHS), 새집증후군, 헌집증후군 등이 혼재되어 사용되고 있다.

건물에 대한 접근을 우선으로 했던 산업위생, 엔지니어, 건축가들이 건강한 건물 또는 병든 건물이라는 개념을 내세웠다. 하지만 실제로 증상을 경험하는 것은 건물이 아닌 사람이며, 건강하다고 평가되는 건물에서도 증상을 보이는 사람과 그렇지 않은 사람이 있다. 객관적인 실내 공기질 규정을 모두 만족한다고 하더라도 일부의 사람은 비특이적 증상이 나타난다. 그러므로 건물을 ‘건강하다’ 혹은 ‘병들었다’라고 규정하는 것은 오해를 일으킬 수 있다<sup>2)</sup>. 또한 빌딩증후군, 아픈집증후군 등의 용어는 객관적인 건강 영향이 없다는 의미를 암시하여 관련 증상들을 덜 중요하게 여기게 할 수 있다. 객관적인 건강 영향이 없다는 것은 실제로 없는 것이기 보다는 확인되지 않았을 수도 있는 것이다<sup>3)</sup>. 따라서 본 종설에서는 용어의 정의를 명확히 하기 위해 빌딩증후군 등의 용어보다는 NBRI라는 용어를 중심으로 기술을 하려고 한다.

최근 20년 동안 북유럽과 일본을 비롯하여 세계 각국에서 NBRI와 관련하여 많은 연구가 진행되었다. 스웨덴에서는 1990년대부터 NBRI 관련 연구 결과물들이 꾸준히 발표되고 있다. 근로자의 경우에는 증상 유병율이 눈 13~36%, 코 21~33%, 목을 포함한 호흡기 15~38%, 피부 8~15%, 일반 증상 36~49%<sup>4)</sup>으로 나타났다. 일반 인구 집단에서는 증상 유병율이 눈 6~15%, 코 8~19%, 호흡기 6~17%, 피부 6~11%, 일반 증상 17~29%<sup>5)</sup>으로 나타나서 근로자 집단에 비해 다소 낮았다. 일본에서는 2000년대 초반부터 활발하게 연구가 되었으며, 설문지는 주로 신뢰도 평가를 완료한 Miljömedicin Questionnaire 일본어판이었다. 증상 유병율은 눈 3~6%, 코 8~13%, 목 7~13%, 피부 4~6%, 일반 증상 2~6%<sup>6-8)</sup>으로 스웨덴과 비교해서 다소 낮았다.

우리나라의 경우, 서울을 중심으로 일부 건물의 근로자들을 대상으로 NBRI 증상 유병율을 조사한 연구들이 있다. 실내 업무 환경과 관련하여 한 달에 한 번 이상 증상을 경험한 경우를 증상자로 정의했을 때, 증상 유병율은 각각 눈·코·목 자극 21~79%, 피부 18~70%, 호흡기

31~71%, 일반 증상 39~94%으로 나타났다<sup>9,10)</sup>. 설문에서 질문하는 증상의 종류 또는 발생 빈도에 따라 증상 유병율이 매우 다양하게 나타났지만, 다른 나라와 비교하여 우리나라의 NBRI 관련 증상 유병율은 상당히 높은 편이라고 여겨진다. 또한 일부 연구에서는 조사 대상의 23.1%가 NBRI 증상으로 병원을 방문하거나 약물 치료를 경험하였다<sup>9)</sup>. 이것은 우리나라에서 NBRI 증상 유병율이 상당하며, 이에 대한 체계적 관리가 필요함을 시사한다. 본 종설에서는 유병률은 높지만 질병의 중증도가 낮아 흔히 간과하기 쉬운 NBRI의 원인·발생기전, 진단적 접근, 치료·관리에 대한 최근 연구 동향을 정리하였다. 이를 통해 실내 업무 환경과 관련된 비특이적 증상을 호소하는 근로자 진료 및 예방적 측면의 집단 건강관리 방안을 제안하고자 한다.

## 본 론

### 1. 원인 및 발생기전

#### 1) 물리적 요인

실내 온도가 높고 습도가 낮을 때 점막 자극 증상이 증가한다. 반면 습도가 높을 때는 미생물의 번식이 증가하여 세균이나 곰팡이에 의한 건강 영향이 나타날 수 있다. 환기량이 부족해지면 실내 이산화탄소가 증가하고, NBRI 관련 증상이 증가한다<sup>11)</sup>.

#### 2) 화학적 요인

다양한 실내오염물질이 NBRI 발생에 영향을 줄 수 있다<sup>12)</sup>. 불완전 연소로 인하여 일산화탄소, 이산화황, 이산화질소 등이 발생한다. 과거에 지은 건물에서는 페인트에 함유된 납, 수은 등에 노출될 가능성이 있다. 최근 짓거나 개조한 건물의 경우, 휘발성 유기 화합물이 건물 내에서 공기 중으로 방출되어 점막을 자극한다. 특히 포름알데하이드는 건축용 합판으로부터 높은 농도로 방출되며, 첫 6개월 동안 가장 높은 농도를 보인다. 많은 건물에서 카펫이 사용되며 아세톤, 톨루엔, 크실렌, 포름알데히드, 벤젠 등의 다양한 물질이 방출된다<sup>2)</sup>.

#### 3) 생물학적 요인

바이러스와 박테리아는 건물에 흔히 존재하며, 습도가 너무 낮거나 높으면 미생물의 번식과 체내의 방어 기전 변화에 의해 감염이 증가할 수 있다<sup>13)</sup>. 꽃가루는 적절한 환기나 필터링이 유지되지 않을 때 알러지를 유발할 수 있다. 곤충도 일부 사람에게 항원으로 작용할 수 있으며, 그 중에서 바퀴벌레 항원은 흔히 NBRI를 유발할 수 있다. 집먼지 진드기 노출이 높을 때 코 증상의 발생이 많

았으며, Rhodotorula, Aspergillus 등의 곰팡이 노출이 높을 때 눈 증상을 비롯한 기타 증상이 유의하게 증가하였다<sup>14)</sup>. 독성 검은 곰팡이(toxic black mold)는 NBRI의 유발 물질로 알려져 있는데, 따뜻하고 습한 환경에서 급격하게 자라며 실내의 물이 새는 곳에서 번식할 수 있다<sup>15)</sup>.

4) 난방, 환기, 공기정화 시스템(heating, ventilation, air conditioning system, HVAC system)

HVAC 시스템이 제대로 관리되지 않을 경우, 세균이나 곰팡이의 번식원이 되거나 화학 물질을 실내 공기 중으로 확산시키는 역할을 할 수 있다<sup>16)</sup>. HVAC 시스템이 있는 건물과 자연 환기를 하는 건물에서 증상 호소율이 다양하게 나타나므로 어느 한 쪽이 우월하다고 말하기는 힘들다<sup>17,18)</sup>. 한 연구에서는 자연 환기 건물 근로자보다 HVAC 시스템 건물 근로자가 작업 관련 상기도 증상과 피곤함을 더 많이 호소했으나 역설적이게도 자연 환기 건물에서 실내 총 분진, 총 휘발성 유기용제, 벤젠을 포함한 방향족의 농도는 더 높았다<sup>19)</sup>.

5) 사회심리적 요인

앞서 언급한 온도, 습도, 환기, 실내오염물질, HVAC 시스템 등의 환경적 위험 요인이 동일함에도 불구하고, 일부 사람들만 증상을 경험한다. 따라서 NBRI 발생에 개인적 인자가 작용함을 알 수 있다. 일반적으로 여성에서 NBRI의 유병율이 더 높고, 스트레스 수준이 높거나 자신의 상황에 대한 통제력이 낮은 집단에서 유병율이 더 높다<sup>20)</sup>. 또한 개인이 외부 자극을 받아들이고 해석하는 것은 개인의 성향에 따라서 다르게 작용하는데, 부정적 감정 및 자아인식의 경험을 반영하는 부정적 정동성

(Negative affectivity)이 높을 때 신체적, 정신적 증상 호소가 증가했다<sup>21)</sup>. 위험 요인이 직접적으로 건강에 특정 영향을 미치기도 하지만, 간접적으로 불안과 스트레스를 유발하여 비특이적인 증상을 나타내기도 한다<sup>22,23)</sup>. 이러한 직간접 효과는 상호 작용을 통해 NBRI 발생에 영향을 미칠 것이다.

6) 자가면역 관련 가설

Shoenfeld등은 임상적, 병리적으로 비슷한 증상을 보이는 siliconosis, macrophagic myofasciitis, the Gulf War syndrome, post vaccination phenomena 의 네 가지 질환을 묶어 “매질에 의해 유발되는 자가면역 증후군(autoimmune syndrome induced by adjuvants, ASIA)”으로 정의하였다<sup>24)</sup>. NBRI 또한 이 증후군의 일종이라는 의견이 있다<sup>25)</sup>. 이것은 ASIA의 진단 기준으로 제시되는 항목의 많은 부분이 NBRI와 일치하기 때문이다. 즉, 노출 후 증상이 발생하며, 이를 제거했을 때 증상이 개선된다는 점이 동일하다. 원인으로 의심되는 휘발성 유기 용제, 탄화수소, 유기 항원, 진균독소, 프탈레이트 등을 환경적 매질로 간주할 수 있다<sup>15,26,27)</sup>. 또한 ASIA에서 나타나는 구강건조, 만성피로, 수면장애, 신경학적 증상 등이 NBRI의 증상과 유사한 점이 있다. 의심되는 매질에 대한 직접적인 항체 또는 자가 항체가 발견되거나<sup>28,29)</sup>, 자가 면역질환으로 진행<sup>30)</sup>한다는 진단 기준을 만족하는 연구 결과들이 발표되고 있다. 항원-매질 동반 노출 기전<sup>31)</sup>에 의하면 진균독소, 곰팡이의 이차 대사물질, 비곰팡이성 단백질이 매질로 작용하여 알러지 감작을 유발하고, 자가면역 질환 발생을 촉진할 수 있다<sup>15,32)</sup>. 이렇게 몇몇 가설이 제시되고 있으나 아직까지 명확한 기전이 밝혀지지는 않고 있다(Table 1).

**Table 1.** Risk factors associated with nonspecific building related illnesses<sup>2,3,11,20)</sup>

Physical factors
Temperature, humidity, ventilation rate
Chemical factors
Gases : carbon monoxide, ozone, sulfur dioxide, nitrogen dioxide etc.
Volatile organic compounds : toluene, xylene, benzene, acetone, formaldehyde etc.
Biological factors
Virus, bacteria, fungus, toxin etc.
Psychosocial factors
Female
Work related stress, negative affectivity
Others
Medical history of atopic illness, asthma
Poor building service maintenance
Cleaning, dampness
Heating, ventilation, air conditioning system
Office dust, passive tobacco smoke, more use of computers etc.

2. 진단적 접근

NBRI의 진단은 집단적 접근과 개인적 접근으로 나눌 수 있다. 각각 설문지로 집단 설문조사를 하거나 설문지 내용을 기반으로 하여 개인 면담을 시행하므로, 설문지가 진단에 있어서 기본이 된다. 개인적 접근 시에는 외래를 방문한 환자에 대해 구체적인 증상 조사, 진찰, 검사, 감별 진단을 하고, 필요시 환경 조사를 함으로써 진단을 한다. 집단적 접근 시에는 집단 전체를 대상으로 표준화된 설문 조사와 환경 조사를 병행하여 관련성을 평가하고, 집단에 대한 진단을 한다. 물론 이 때 발견된 위험군 개인에 대한 관리도 함께 진행되어야 한다<sup>33)</sup>.

NBRI의 진단에서 핵심적으로 고려해야 할 점은 첫째, '임상 양상 발현 전 외부 물질 자극에 노출이 있었는가', 둘째, 'NBRI의 전형적인 임상 증상이 있었는가', 셋째, '영향을 주는 물질을 제거하거나 환경에서 회피 시 증상이 개선되었는가'이다. 세 가지 조건을 만족할 때 진단적 접근을 시작할 수 있으며, 이것은 최종적인 진단을 위한 결정적인 기준이 된다. 즉 병력 청취를 통해 질병을 의심하는 것이 가장 중요하다<sup>34)</sup>. 경험한 증상의 종류와 발생 시점, 진행 양상, 환경 요인 노출과 발병간의 시간적 선후관계를 파악하고, 비슷한 증상을 호소하는 동료 근로자의 유무를 확인한다<sup>33)</sup>. 이 때 유사 증상을 가지는 타 질환을 감별 진단하기 위해 보조적으로 진단적 검사를 시행한다. 의사, 위생기사, 환경기사가 작업 환경을 방문하는 것은 진단에 큰 도움이 되며, 이를 표준화하기 위해 환경 평가 설문을 이용할 수도 있다<sup>2)</sup>(Fig. 1).

1) 설문 조사

증상 설문지는 NBRI의 진단에 기초가 된다. 설문지의 형태는 1992년 캐나다 연구자들이 개방형 설문지와 구조화된 설문지를 비교 연구한 이후에는 대부분 구조화된 설문지를 사용하고 있다<sup>35)</sup>. 설문지마다 개발 배경이나 대상 인구 집단에 따라 구성의 차이가 있지만, 일반적으로 NBRI 관련 증상, 실내 환경 요인, 건물 특성, 사회심리적 요인, 인구학적 요인 등의 항목으로 구성된다. 이들 설문지는 대부분 자체적인 진단 기준을 제시하지는 않는다. 하지만 조사하는 건물 거주자의 증상 유병률 또는 실내 환경 요인이 일반 인구 집단과 비교하여 실제로 문제가 존재하는지, 문제의 크기가 어느 정도인지를 확인할 수 있다. 만약 실내 환경에 대한 개선이 있었다면, 전후 증상 유병률을 비교하는 데에도 유용하다.

시기별, 나라별로 Chemical Sensitivity Scale<sup>36)</sup>, Chemical Odor Sensitivity Scale<sup>37)</sup>, Chemical Odor Intolerance Index<sup>38)</sup>, Quick Environmental Exposure Sensitivity Inventory<sup>39)</sup>, Idiopathic Environmental Intolerance Symptom Inventory<sup>40)</sup>, the Stockholm Indoor Environment Questionnaire<sup>41)</sup>와 같은 다양한 설문지가 활용되었다. 최근 NBRI 유병률 조사 또는 진단과 관련하여 스웨덴에서 개발된 Miljömedicin Questionnaire<sup>42)</sup>가 다국어로 번역되어 널리 이용되고 있다. Miljömedicin Questionnaire는 환자의 증상과 작업 환경에 대한 정보를 구조화시킨 표준화된 설문지이다. 이전 연구들에서 핵심적으로 사용되었던 질문들을 단순하고 이해하기 쉬운 형태로 나열하여, 타당성 및 재현성이 확보된 설문을 구성하였다. 물리적 환경 요인과 관련해서

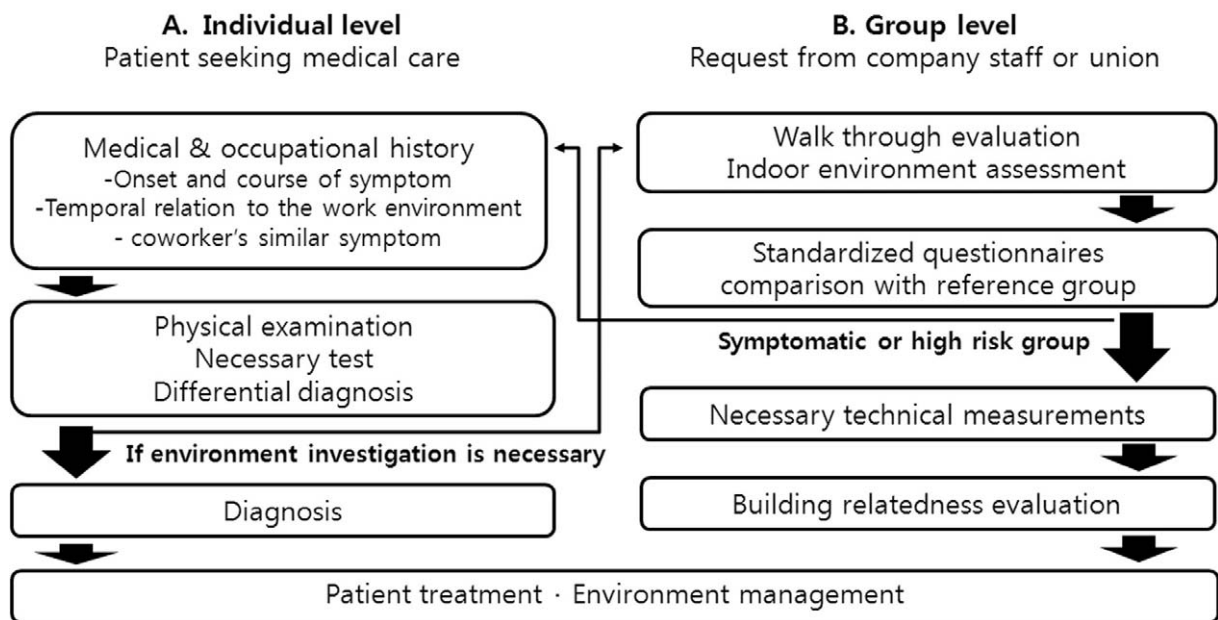


Fig. 1. A strategic approach to the situation in individual and group level. (modified from reference 33)

는 지난 3개월 동안 실내 온도, 습도, 환기, 냄새, 정전기, 간접흡연, 소음, 조명, 먼지 등으로 불편함이 있었는지 확인한다. 사회 심리학적 요인과 관련해서는 업무에 대한 흥미, 업무량, 업무재량권, 동료지지 등을 평가한다. 질병력과 관련해서는 천식, 건조열, 습진에 대한 병력을 확인하고, 알러지 질환의 가족력을 확인한다. 현증상은 실내 공기질 관련 증상들을 묶음별로 통합하였으며, 업무 환경과 관련이 있는지 질문한다. 종합적으로 일반 인구 집단의 NBRI 증상 유병률 참고치와 비교하여 평가하되, 환자의 증상 패턴과 증상을 일으키는 환경 요인 패턴의 비교가 필수적이다<sup>33)</sup>.

## 2) 임상적 검사

설문을 통한 증상 조사가 가장 기본적인 진단 도구이지만, 각종 생의학적 검사를 통한 진단 노력도 계속되고 있다. 주 증상에 따라 혈액 검사, 폐기능 검사, 최대 유량 모니터링, 흉부 엑스선 검사, 알레르기 검사, 비경 검사, 신경행동학적 검사 등을 고려할 수 있다<sup>2)</sup>. 하지만 이러한 검사들은 NBRI를 진단하기 위한 목적보다는, 주로 비특이적이고 유사한 증상을 나타내는 다 질환을 감별하기 위한 목적으로 사용된다. 또는 NBRI의 증상과 검사와의 관련성을 참조하기 위한 자료로 활용한다. 예를 들어 환자가 기침이나 호흡 곤란과 같은 증상을 호소할 때, 단순상기도 자극 증상과 기관지 천식을 감별하기 위해 기도과민성을 확인하는 폐기능 검사를 시행하거나<sup>43)</sup> 여성에서 높은 유리 테스토스테론 농도가 NBRI와 유의한 관계가 있음을 밝힌 것 등이다<sup>44)</sup>. 지난 수 년 동안 환경적 자극이 코 점막이나 눈 점막에 미치는 영향을 객관적으로 평가하기 위하여 비압 측정, 음향 비강 측정, 눈물막 파괴 시간 측정, 눈의 염증 세포 측정 등을 하였다. 감각 과민 반응을 평가하기 위하여 비강 히스타민 유발검사, 캡사이신 흡입 검사 등도 개발되어 역학 연구나 집단적 접근에서 활용하고 있지만, 진료실에서 개인에 대한 접근 시 진단 목적으로 사용할 만큼 특이적이지는 않다<sup>2)</sup>.

## 3) 환경 노출 평가

환경에 대한 평가는 직접적으로 진단 기준에 반영되지는 않지만 진단을 위한 참고 자료로 활용되며, 증상의 재발과 다른 증상의 발현을 막기 위해서 중요하다. 환경 노출 평가를 통해 환자가 경험하는 증상이 실내 환경과 연관성이 있는지, 원인이 무엇인지, 해결책은 무엇인지를 확인해야 한다. 현장 평가에서는 거주자, HVAC 시스템, 원인 물질의 발생원과 발생경로를 고려하여 자료를 모으고, 가설을 수립한 후, 검증하는 과정을 반복하면서 문제를 해결하도록 한다<sup>45)</sup>.

조사 준비 단계에서는 건물과 환자의 정보를 수집하고,

HVAC 시스템과 증상이 발생하는 위치를 확인한다. 기본적인 문제를 찾고, 문제의 크기를 파악하기 위하여 현장 방문이 필요하다. 현장 방문에서는 눈으로 둘러보면서 온도, 습도, 냄새, 환기, 청소 상태 등을 확인한다. 동행하는 건물 관리자에게 언제, 어디서 실내 공기질 관련 문제가 더 많이 발생하는지 확인한다. 만약 정보가 부족하거나 문제가 더 복잡하다고 판단된다면, 생물학적·화학적 유해인자에 대하여 선별적으로 실내 공기질 측정을 시행할 수 있다<sup>33)</sup>. 이것은 문제 발견과 해결에 도움이 되는 하지만, 실제로 개인이 호소하는 증상과 관련이 없는 경우도 있다<sup>19)</sup>. 그러므로 정보 수집과 가설 수립이 완료된 후 실시하도록 하고, 해석 시 주의를 기울여야 한다.

증상을 경험하는 개인들에 대한 자세한 문진을 통해 환경 요인에 대한 중요한 정보를 얻을 수도 있다. 그러므로 증상조사와 환경요인조사를 별개로 진행하는 것이 아니라 가설을 수립하는 과정부터 함께 활용하여, 최종적으로 개선 방안을 도입하고 해결하는 과정에까지 종합적으로 적용해야 한다.

## 3. 치료 및 관리

NBRI는 다양한 환경적 요인이 복합적으로 작용하여 나타나는 질환이므로 증상의 원인을 정확하게 파악하는 것이 치료와 관리에 가장 중요하다. 실내 공기 측정 결과에 따라 원인을 파악하고 개선하는 것이 효과적이다. 예를 들어 불충분한 환기와 연관되어 증상이 발생했다면, 환기 상태에 대한 평가와 조치가 필수적이다. 하지만 경우에 따라 원인이 제거 된 후에도 증상이 지속되기도 한다. 또한 단순히 실내 온도를 적절히 낮추는 것이나 건물 내 위생 상태를 개선하는 조치만으로도 증상이 없어지기도 하고, 새로 지은 건물의 경우 시간이 지나면서 저절로 증상이 좋아지는 경우도 있다. 그리고 개인적 감수성이나 직무스트레스가 복합적으로 영향을 미칠 수 있으므로, 이에 대한 평가와 대책도 병행되어야 할 것이다. 아직까지 확립된 장기적인 합병증은 없으므로, 치료 과정에서 환자들을 안심시키는 것이 중요하다.

### 1) 실내 환경 개선

실내 온도 19~23℃, 습도 40~70% 정도로 유지하고, 가습기를 사용한다면 하루 1회 이상 물을 갈고 청소를 한다. 4개 병원 건물의 104명의 병원 직원을 대상으로 실시한 연구에서 실내공기의 습도를 높이는 것이 NBRI 증상을 감소시킬 수 있었다. 스팀 가습을 통해 4개월 동안 상대습도를 40~50%로 올렸을 때, 25~35%인 건물에서 보다 건조감, 기도 증상이 50%정도까지 감소하는 것을

관찰하였다<sup>46)</sup>.

환기를 통해 미세 먼지와 부유 미생물들을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 하루 4회, 회당 30분 정도의 환기를 시행한다. 화장실, 인쇄 기구가 있는 공간에서는 바깥쪽으로 직접 공기가 환기(8.4 air exchange/24hr, at least) 되어야 한다. 적절한 환기시스템을 가진 건물에서 공기의 질이 좋았고, NBRI 증상 유병율도 낮았다<sup>47)</sup>. 환기시스템 개선 후, 새로 지은 건물에서 NBRI 관련 증상 호소율이 40~50%로 감소하였다. Mirer와 Mendell이 추정된 적합곡선에 의하면, 개인당 환기 속도를 10 l/s에서 5 l/s로 낮추면 NBRI 증상이 23% 증가하고, 10 l/s에서 25 l/s로 올리면 증상이 29% 감소한다<sup>48)</sup>. 이러한 결과는 환기시스템의 개선을 통해 NBRI의 관리와 예방이 가능하다는 것을 보여준다<sup>49)</sup>.

환기를 통하여 실내 이산화탄소 농도가 감소하면 NBRI 증상이 줄어들었다. 이산화탄소 농도가 증가하면 점막 증상과 하기도 증상이 더 많이 발생하였는데, 100 ppm 증가하면 목과 코, 하기도 증상의 교차비가 1.2에서 1.5배로 증가하였다. 즉 실내 이산화탄소 농도가 실외(350 ppm)보다 높을 경우, 충분한 환기를 통하여 증상 호소율을 70~85%까지 줄일 수 있을 것이라고 추정하였다<sup>50)</sup>. 하지만 1,546명의 근로자를 대상으로 시행한 연구에서 환기량을 증가시켜 실내 공기의 이산화탄소, 휘발성 유기용제, 포름알데히드의 농도를 감소시킨 후에도 NBRI 증상 빈도에 영향을 미치지 않았던 연구도 있는 것을 고려할 때, NBRI 증상의 인식에는 심리적 요소 또한 크게 작용하는 것으로 보인다<sup>51)</sup>.

오존 농도를 낮추고 환기시스템에 사용되는 공기 필터를 적절히 선택하면 NBRI 증상 개선에 도움이 된다. 특히 폴리에스테르/합성 필터를 고농도 오존 발생 환경에서

사용하면, 기도 증상과 두통에 대해 상가 작용 이상의 영향이 나타났다. 위의 두 가지 위험 요인을 모두 제거하면 NBRI 증상을 약 26~62% 감소시킬 수 있다고 추정하였다<sup>52)</sup>.

실내 공기 오염물질을 줄이기 위하여 페인트, 살충제, 접착제 등의 유기 용제는 환기가 잘 되는 안전한 장소에 보관하도록 한다. 건축 자재나 새로운 가구, 비품 등을 선택할 때는 포름알데하이드를 포함한 휘발성 유기용제 방출량이 낮은 것을 우선으로 한다. 다수의 독성 물질을 방출하는 담배 연기에 대한 규제를 강화하고, 주기적인 청소와 세탁을 통해 미세먼지, 세균, 곰팡이 등의 노출을 줄이도록 한다. 국내에서는 환경부의 '다중이용시설 등의 실내공기질관리법'을 포함하여 5개의 법률에서 실내 공기 질 관리기준을 제시하고 있다(Table 2).

겨울철 오래된 건물에서 실내 온도와 습도가 높으면 내부 벽에서 결로가 발생하여 곰팡이가 생길 수 있다. 결로가 생긴 곳은 환기를 더욱 자주 하고, 필요한 경우 단열재로 보강공사를 시행한다. 오래된 벽지나 배수관은 교체하고 습기가 많은 주방이나 욕실에 환풍기를 설치하도록 한다. 곰팡이 및 세균의 노출을 통제하여 증상을 예방할 수 있다. 초등학교에서 4년간 수행한 전향적 연구에서 카페트를 치우고, 환기를 충분히 하고, 과잉 활동을 줄였을 때, 공기 중 미생물 먼지가 감소하였다<sup>53)</sup>. 실내의 습기를 개선하고 곰팡이 성장을 저하시켜 NBRI 증상을 감소시킬 수 있었다<sup>54,55)</sup>. 중국 학생들을 대상으로 12년 간 수행한 전향적 연구에서 곰팡이 노출과 NBRI 발생 사이에 양의 상관관계가 관찰되었으나, 세균 노출과는 NBRI 점막 증상을 포함한 일반적 증상에 대해 음의 상관관계, 즉 보호 효과가 있는 것으로 나타났다<sup>56)</sup>.

**Table 2.** Mandatory monitoring of indoor air quality by Korean laws

	IAQC Act*	PHC Act <sup>†</sup>	PL Act <sup>‡</sup>	SH Act <sup>§</sup>	OS&H Act <sup>  </sup>
Carbon monoxide	○	○	○	○	○
Carbon dioxide	○	○	×	○	○
Nitrogen dioxide	○	×	×	○	○
Ozone	○	×	×	○	○
Volatile organic compounds	○	×	×	○	○
Formaldehyde	○	○	×	○	○
Radon	○	×	×	○	×
Particulate matter 10	○	○	×	○	○
Asbestos	○	×	×	○	○
Dust mite	×	×	×	○	×
Total airborne bacteria	○	×	×	○	○

\*IAQC Act: Indoor air quality control in public use facilities, etc. act by Ministry of Environment.

<sup>†</sup>PHC Act: Public health control act by Ministry for Health, Welfare and Family Affairs.

<sup>‡</sup>PL Act: Parking lot act by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.

<sup>§</sup>SH Act: School health act by Ministry of Education, Science, and Technology.

<sup>||</sup>OS&H Act: Occupational safety and health act by Ministry of Employment and Labor.

2) 개인 치료

천식의 양상으로 진행되는 경우에는 원인 물질에 대한 노출 회피뿐만 아니라 항염증제와 기관지 확장제와 같은 약물 치료를 고려해야 한다. 일부 환자들에게는 면역 치료가 효과적일 수도 있다. 하지만 NBRI의 경우에는 원인이 되는 환경 개선 이외의 개인 치료는 대증치료가 중요하다. NBRI가 알레르기성 비염이나 결막염의 형태로 나타나면 증상에 따라 항히스타민제, 국소스테로이드제, 국소 크로몰린, 비충혈제거제 등을 사용하여 증상을 완화시킬 수 있으며, 두드러기나, 습진, 피부염으로 나타나면 스테로이드를 국소적 혹은 전신적으로 사용할 수 있다<sup>57)</sup>. 개인적인 관리를 위해 금연을 하도록 하는 것도 도움이 된다. 그리고 사업장 보건관리자에게 NBRI의 사회 심리적 요인의 중요성을 충분히 설명하여야 한다. NBRI가 환경과 증상이 일치하지 않는 경우도 많고, 직무스트레스 등 사회 심리적 요인이 증상의 주된 원인이 되는 경우도 있기 때문이다.

결 론

NBRI는 질병의 중증도가 낮고 사람마다 다양한 증상을 나타내므로 흔히 간과되기 쉽다. 하지만 많은 사람들이 증상을 경험하고, 그에 따른 대증적 치료만을 받는다는 점에서 체계적인 관리가 필요하다. 실내공기오염을 포함하여 다양한 환경 인자가 NBRI 유병률에 영향을 미치고 있으므로 개인에 대한 대증적 치료와 함께 적절한 환경요인의 개선이 필수적이다. 환경요인에 대한 설문조사와 현장 방문을 통한 문제점을 개선하면서 환자의 증상을 추적 관찰해야 한다. 만약 집단 발병이 의심된다면 환경요인조사와 증상조사를 함께 실시하고, 일반 인구집단과 비교하여 실제 문제의 크기를 파악해야 할 것이다. 이 때 우리나라의 기저 NBRI 유병률이 있어야 비교가 가능하지만, 일부 건물에 대한 연구를 제외하고는 우리나라 전체의 유병률 조사는 이루어진 적이 없다. 앞서 외국의 사례에서 살펴보았듯, 비교적 NBRI에 대한 연구가 활발하였던 스웨덴과 일본의 경우에도 연구 대상자와 설문지에 따라 매우 다양한 증상 유병률을 나타내었다. 따라서 실제 질환의 관리를 위해서는 신뢰성이 확보된 조사지 개발이 절실하며, 전국적인 NBRI 유병률 조사가 필요하다. 특히 직업환경의학회 명칭 개편 후, 직업의학 뿐 아니라 환경의학까지 포괄한다는 의미에서 유병률 조사는 영역 확장의 의미도 가진다.

여러 국내법에서 실내 공기질 관련 기준을 제시하고 있으며, 주기적으로 공기질 측정을 권고하고 있으나, NBRI 증상 호소자에 대한 관리는 미흡한 편이다. 즉, NBRI 관련 환경 노출 평가는 이루어지고 있으나 그에

상응하는 개인 증상 관리가 체계적으로 이루어지지 않고 있다. 그러므로 실내 공기질 관련 법규에 따른 환경 노출 평가와 더불어 설문지 등을 통한 평가를 개인 및 집단 차원에서 병행하는 것을 제안한다.

요 약

NBRI는 건물 내 상주하는 것과 관련하여 나타나는 점막 자극, 피부 증상, 호흡기 증상, 두통 등의 비특이적 증상을 통칭한다. 원인으로 온도, 습도, 환기, 먼지, 미생물, 화학물질 등의 환경적 요인과 함께 사회심리적 요인이 논의되고 있다.

개인이 거주하는 건물과 관련하여 비특이적인 증상을 호소한다면, 피부, 눈, 코, 호흡기의 질병을 감별한 후 대증적인 치료를 시작한다. 이와 함께 환경 요인 조사로 설문지와 현장 방문을 병행할 수 있다. 여기서 발견된 문제들을 개선해 가면서 환자의 증상을 추적 관찰한다. 건물 거주자들이 집단으로 증상을 호소한다면, 본문에서 제시한 설문지로 환경 요인 조사와 증상 조사를 함께 실시할 수 있다. 일반 인구집단의 환경 요인, 증상 유병과 비교하여 실제로 높은 유병률이 관찰될 경우, 현장 방문 조사와 고위험군에 대한 치료를 실시한다. 개인과 환경에 대한 관리가 이루어진 후에는 거주자들의 증상에 대한 추적 관찰을 시행하면서 추이를 지켜보도록 한다. 실내 환경에 대해서는 기본적으로 습도, 온도, 환기 상태를 파악하고, 상황에 따라 미생물, 화학물질, 먼지 등에 대한 관리를 하도록 한다. NBRI의 관리는 환자의 질병 관리와 건물의 환경 관리가 함께 이루어져야 하며, 이를 위해서는 근로자와 직업환경의학 전문의, 건물 관리자, 사업주 사이의 긴밀한 협조가 매우 중요하며, 이를 뒷받침할 국가 정책의 마련 또한 필요하다.

참 고 문 헌

- 1) Norbäck D. Sick building syndrome and building-related illness. In: The workplace. vol. 1. Fundamentals of health, safety and welfare. Scandinavian Science Publisher. 1997. pp 501-32.
- 2) Daniel AG. Building-related illness. Clin Pulm Med 2010;17:276-81.
- 3) Menzies D, Kreiss K. Building-related illnesses. In: Asthma in the Workplace. 3rd ed. Taylor & Francis. New York. 2006. pp 737-83.
- 4) Norbäck D, Michel I, Widström J. Indoor air quality and personal factors related to the sick building syndrome. Scand J Work Environ Health 1990;16:121-8.
- 5) Sahlberg B, Mi YH, Norbäck D. Indoor environment in dwellings, asthma, allergies, and sick building syndrome in the Swedish population: a longitudinal cohort

- study from 1989 to 1997. *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:1211-8.
- 6) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Relation of dampness to sick building syndrome in Japanese public apartment houses. *Environ Health Prev Med* 2009;14:26-35.
  - 7) Saijo Y, Kanazawa A, Araki A, Morimoto K, Nakayama K, Takigawa T, Tanaka M, Shibata E, Yoshimura T, Chikara H, Kishi R. Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor Air* 2011;21:253-63.
  - 8) Takeda M, Saijo Y, Yuasa M, Kanazawa A, Araki A, Kishi R. Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:583-93.
  - 9) Baik JJ, Cho SH, Park BJ, Kang DH. Sick building syndrome and the related factors in office workers. *J Prev Med Public Health* 1999;30:157-70.
  - 10) Lee KH, Jo YJ, Ha MK. Affect of indoor environment on worker's health in office buildings. *Journal of the architectural institute of Korea* 2006;22:37-44.
  - 11) Norbäck D. An update on sick building syndrome 2009;9:55-9.
  - 12) Norbäck D, Michel I, Widström J. Indoor air quality and personal factors related to the sick building syndrome. *Scand J Work Environ Health* 1990;16:121-8.
  - 13) Chang CC, Ruhl RA, Halpern GM, Gershwin ME. Building components contributors of the sick building syndrome. *J Asthma* 1994;31:127-37.
  - 14) Saijo Y, Kanazawa A, Araki A, et al. Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor Air* 2011;21:253-63.
  - 15) Straus DC. Molds, mycotoxins, and sick building syndrome. *Toxicol Ind Health* 2009;25:617-35.
  - 16) Mendell MJ, Cozen M, Lei-Gomez Q, Brightman HS, Erdmann CA, Girman JR, Womble SE. Indicators of moisture and ventilation system contamination in U.S. office buildings as risk factors for respiratory and mucous membrane symptoms: analyses of the EPA BASE data. *J Occup Environ Hyg* 2006 May;3(5):225-33.
  - 17) Niven RM, Fletcher AM, Pickering CAC, Faragher EB, Potter IN, Booth WB, Jones TJ, Potter PDR. Building sickness syndrome in healthy and unhealthy buildings: an epidemiological and environmental assessment with cluster analysis. *Occup Environ Med* 2000;57:627-34.
  - 18) Finnegan MJ, Pickering CA, Burge PS. The sick building syndrome: prevalence studies. *Br Med J* 1984; 289:1573-5.
  - 19) Rios JL, Boechat JL, Gioda A, dos Santos CY, de Aquino Neto FR, Lapa e Silva JR. Symptoms prevalence among office workers of a sealed versus a non-sealed building: associations to indoor air quality. *Environ Int* 2009;35:1136-41.
  - 20) Burge PS. Sick building syndrome. *Occup Environ Med* 2004;61:185-90.
  - 21) Watson D, Pennebaker JW. Health complaints, stress, and distress: exploring the central role of negative affectivity. *Psychol Rev* 1989;96:234-54.
  - 22) Cox T. Stress research and stress management : putting theory to work. London. HSE Books. 1993.
  - 23) van der Gulden JW, Vogelzang PF. Modifiers of non-specific symptoms in occupational and environmental syndromes. *Occup Environ Med* 1997;54:285-6.
  - 24) Shoenfeld Y, Agmon-Levin N. 'ASIA' - autoimmune/inflammatory syndrome induced by adjuvants. *J Autoimmun* 2011;36:4-8.
  - 25) Israeli E, Pardo A. The sick building syndrome as a part of the autoimmune syndrome induced by adjuvants. *Mod Rheumatol* 2011;21:235-9.
  - 26) Garabrant DH, Dumas C. Epidemiology of organic solvents and connective tissue disease. *Arthritis Res* 2000; 2:5-15.
  - 27) Molina V, Shoenfeld Y. Infection, vaccines and other environmental triggers of autoimmunity. *Autoimmunity* 2005;38:235-45.
  - 28) Campbell AW, Thrasher JD, Madison RA, Vojdani A, Gray MR, Johnson A. Neural autoantibodies and neurophysiologic abnormalities in patients exposed to molds in water-damaged buildings. *Arch Environ Health* 2003;58:464-74.
  - 29) Lander F, Meyer HW, Norn S. Serum IgE specific to indoor moulds, measured by basophil histamine release, is associated with building-related symptoms in damp buildings. *Inflamm Res* 2001;50:227-31.
  - 30) Gray MR, Thrasher JD, Crago R, et al. Mixed mold mycotoxicosis: immunological changes in humans following exposure in water-damaged buildings. *Arch Environ Health* 2003;58:410-20.
  - 31) Israeli E, Agmon-Levin N, Blank M, Shoenfeld Y. Adjuvants and autoimmunity. *Lupus* 2009;18:1217-25.
  - 32) Schütze N, Lehmann I, Bönisch U, Simon JC, Polte T. Exposure to mycotoxins increases the allergic immune response in a murine asthma model. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;181:1188-99.
  - 33) Andersson K. Examining building-related symptoms in clinical practice. *Scand J Work Environ Health suppl* 2008;4:50-3.
  - 34) Hasegawa T, Kigawa M. Sick house syndrome: governmental actions and challenges. *Nihon Eiseigaku Zasshi* 2009;64:699-703.
  - 35) Tamblyn RM, Menzies RI, Tamblyn RT, Farant JP, Hanley J. The feasibility of using a double blind experimental crossover design to study interventions for sick building syndrome. *J Clin Epidemiol* 1992;45:603-12.
  - 36) Nordin S, Millqvist E, Löwhagen O, Bende M. The chemical sensitivity scale: psychometric properties and comparison with the noise sensitivity scale. *J Environ Psycho* 2003;23(4):359-67.
  - 37) Bailer J, Witthöft M, Rist F. The chemical odor sensitivity scale: reliability and validity of a screening instrument



- for idiopathic environmental intolerance. *J Psychosom Res* 2006;61(1):71-9.
- 38) Michael J. Szarek, Iris R. Bella, Gary E. Schwartz. Validation of a brief screening measure of environmental chemical sensitivity: the chemical odor intolerance index. *J Environ Psycho* 1997;17(4):345-51.
- 39) Miller CS, Prihoda TJ. The environmental exposure and sensitivity inventory (EESI): a standardized approach for measuring chemical intolerances for research and clinical applications. 1999 *Toxicol Ind Health* 15:370-85.
- 40) Andersson MJ, Andersson L, Bende M, Millqvist E, Nordin S. The idiopathic environmental intolerance symptom inventory: development, evaluation, and application. *J Occup Environ Med* 2009;51(7):838-47.
- 41) Engvall K, Norrby C, Sandstedt E. The stockholm indoor environment questionnaire: a sociologically based tool for the assessment of indoor environment and health in dwellings. *Indoor Air* 2004;14:24-33.
- 42) The MM Questionnaires, Indoor climate work environment-office, english version. Available: <http://www.mmquestionnaire.se/> [cited 30 November 2012].
- 43) Hyen IK. Sick building syndrome (translated by Suh CH). *J Korean Med Assoc* 1999;42:732-38. (Korean)
- 44) Hansen AM, Meyer HW, Gyntelberg F. Building-related symptoms and stress indicators. *Indoor Air* 2008;18:440-6.
- 45) Indoor air facts No.4 sick building syndrome. Available: <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html#Building> [cited 30 November 2012].
- 46) Nordström K, Norback D, Akselsson R. Effect of air humidification on the sick building syndrome and perceived indoor air quality in hospitals: a four month longitudinal study. *Occup Environ Med* 1994;51:683-8.
- 47) Niven RM, Fletcher AM, Pickering CAC, Faragher EB, Potter IN, Booth WB, Jones TJ, Potter PDR. Building sickness syndrome in healthy and unhealthy buildings: an epidemiological and environmental assessment with cluster analysis. *Occup Environ Med* 2000;57:627-34.
- 48) Fisk WJ, Mirer AG, Mendell MJ. Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms with ventilation rates. *Indoor air* 2009;19(2):159-65.
- 49) Bourbeau J, Brisson C, Allaire S. Prevalence of the sick building syndrome symptoms in office workers before and after being exposed to a building with an improved ventilation system. *Occup Environ Med* 1996;53:204-10.
- 50) Apte MG, Fisk WJ, Daisey JM. Associations between indoor CO2 concentrations and sick building syndrome symptoms in U.S. Office Buildings: An Analysis of the 1994-1996 BASE Study Data. *Indoor air* 2000;10:246-57.
- 51) Menzies R, Tamblyn R, Farant JP, Hanley J, Nunes F, Tamblyn R. The effect of varying levels of outdoor-air supply on the symptoms of sick building syndrome. *N Engl J Med* 1993;328:821-7.
- 52) Buchanan IS, Mendell MJ, Mirer AG, Apte MG. Air filter materials, outdoor ozone and building-related symptoms in the BASE study. *Indoor Air* 2008 Apr;18:144-55.
- 53) Norback D, Torgén M, Edling C. Volatile organic compounds, respirable dust, and personal factors related to prevalence and incidence of sick building syndrome in primary schools. *Br J Ind Med* 1990;47:733-41.
- 54) Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Relation of dampness to sick building syndrome in Japanese public apartment houses. *Environ Health Prev Med* 2009;14:26-35.
- 55) Assoulin-Daya Y, Leong A, Shoenfeld Y, Gershwin ME. Studies of sick building syndrome. IV. Mycotoxicosis. *J Asthma* 2002;39:191-201.
- 56) Zhang X, Zhao Z, Nordquist T, Larsson L, Sebastian A, Norback D. A longitudinal study of sick building syndrome among pupils in relation to microbial components in dust in schools in China. *Sci Total Environ* 2011;409:5253-9.
- 57) Shoemaker RC, House DE. Sick building syndrome and exposure to water damaged buildings: time series study, clinical trial and mechanisms. *Neurotoxicol Teratol* 2006;28:573-88.