

## 환경보건감시체계 개요 : 심포지움 서론

이화여자대학교 하은희

환경보건감시체계는 환경성 위해 모니터링, 인간 노출 추적, 건강 영향 감시로부터 얻어지는 자료를 지속적으로 수집, 통합, 분석하며, 배포하는 것이다(McGeehin et al, 2004). 이는 환경성 질환에 대한 시기 적절하고 정확한 자료를 제공함으로써 보건 관리자가 질병 영향과 추세, 질병의 대규모 유행과 질병군집(disease cluster) 발생 여부, 영향 지역을 확인할 수 있도록 하며, 보건 사업의 효율성을 평가하는데 기여할 수 있다(Teutsch SM, 2000).

한국의 환경보건감시체계는 아직 몇몇 연구자들의 연구 시작 단계에 불과하여 완성단계가 아니라 하더라도 지금 시점에서 본 심포지움을 통하여 그동안 연구된 역량들을 점검해 보고 가능성을 타진해 보고자 하는 것은 아주 중요한 일이라 할 수 있다. 따라서 환경보건감시체계의 개요를 살펴보기 위해 외국의 감시체계와 우리나라의 현황을 소개하고자 한다.

현재 미국, 스코틀랜드, 일본 등의 나라에서 각 나라의 환경문제와 행정부처 특성에 맞게 환경보건감시체계를 구축하고 운영 중이다. 각 나라의 환경보건감시체계 현황은 다음과 같다.

### 1. 미국

미국의 환경보건 감시체계는 Pew Environmental Health Commission에 의해 National Health Tracking Network for diseases and exposures라는 이름으로 처음 제안되었다. 그 후 CDC/ATSDR이 Proposed Plan for Environmental Public Health Tracking Network을 제안하고, 이를 위한 tracking network workgroup이 2001~2002년 소집되었다. 이 결과 2002년 Environmental Public Health Tracking Program(EPHTP)이 시작되어 2004년 29개 주와 뉴욕시, 그리고 3개의 대학을 중심으로 한 excellence center가 이 프로그램에 참여하고 있다.

미국의 EPHTP는 크게 3개의 요소로 구성되어 있는데, 환경적 위해(environmental hazards), 위해에 대한 노출(exposures), 환경성 위해와 관련이 있다고 생각되는 건강영향(health effects)이 바로 그것이다. 따라서 미국의 환경보건감시체계는 이들 3요소에 대한 자료를 지속적으로 수집, 통합, 분석하며, 배포하는 작업을 하며, 이를 위한 제반 사항을 구축하는 것에 목적을 두고 있다. 또한 이 자료를 이용하여 어떤 식으로 지역주민의 건강과 환경 보건 정책에 적용될 수 있을지는 각 주의 환경성과 보건부를 중심으로 시범사업을 진행하고 있다.

표 1은 미국의 환경보건감시체계의 각 요소들과 이를 감시하기 위해 사용되는 자료원을 보여주고 있다.

|                        | 환경적 지표   | 자료원   |
|------------------------|--|---|
| Hazard Tracking        | 기준 대기오염물질<br>실내 간접흡연<br>수질오염물질<br>농약사용<br>어류 오염물질<br>화학적 유출<br>범람원에 거주   | 주의 대기, 수질 모니터링 프로그램<br>Toxic Release Inventory<br>국가 기상 서비스<br>해산물 안전 프로그램<br>Hazardous Substances<br>Emergency Event Surveillance System |
| Exposure Tracking      | 환경적 지표<br>아동 혈중 납 농도<br>중금속<br>지속적인 화학물질<br>농약   | 아동 납중독 예방 프로그램<br>NHANES-화학적 노출 보고<br>독성노출 감시체계   |
| Health Effect Tracking | 환경적 지표<br>Heat/Cold mortality<br>Melanoma<br>일산화탄소중독<br>천식<br>농약중독<br>중금속중독<br>만성질환 지표<br>주요 구조적 선천성기형<br>발달장애<br>암<br>천식/만성폐쇄성폐질환<br>신경질환<br>자가면역질환 | 생장통계<br>병원 자료<br>암등록체계<br>선천성기형 네트워크<br>국가적 조사<br>의무기록<br>학교보건  |

미국 캘리포니아 주에서는 2001년부터 환경보건감시체계에 대한 법을 통과시키고 감시체계구축을 시작하였다. 캘리포니아 주의 감시체계에서는 감시대상 환경성 질환으로 호흡기질환, 출산, 암, 피부염, 발달장애, 당뇨, 심혈관 질환, 자가 면역 질환, 신장질환, 신경계질환 등의 대상을 후보로 검토하고 있고 환경유해요인으로는 대기오염, 수질오염, 폐기물매립장, 농약 등의 요인을 검토하고 있다

California Environmental Health Tracking Program에서는 Alameda County Pilot Project와 Central Valley/South Coast(CVSC) Pilot Project를 수행하고 있다. Alameda County Pilot Project에서는 교통과 관련된 오염물질로 벤젠, CO, PM, NO2, ozone, DEPs을 고려하고 천식 환자에게 의한 보건의료이용(병원이용, 천식 약 구매)을 살펴보아 천식 위험이 있는 인구 집단의 위치를 탐색하고 이들의 자동차 배기가스에 대한 노출을 평가하였다. 또한 자동차나 트럭과 같은 교통수단으로 인해 발생하는 오염물질과 천식, 저 체중아, 조산아의 관련성을 평가하였다. CVSC project는 현존하는 감시체계와 모니터링 시스템을 이용하여 자료를 연결한 후 농약, 공기 중 유독 물질, 기준 대기오염 물질과 같이 공기로 운반되는 위험물질의 분포, 영아와 어머니에서의 혈중 납 농도를 알아보고 저체중과 조산(출생결과), 영아 돌연사 증후군, 자폐증, 정신신체(신경 발달적 결과)와 같은 건강영향을 살펴보는 프로그램이다.

또한 미국에서는 생체지표와 조사를 이용한 노출 평가 프로그램도 진행되었다. National Human Exposure Assessment Survey(NHEXAS)의 목적은 지역사회와 지역 수준에서 복합적인 화학물질에 대한 광범위한 인간의 노출을 평가하는 것이다. NHEXAS는 사람들의 일상 생활의 환경오염 물질에 대한 노출에 초점을 두고 있기 때문에 미국의 여러 지역에서 무작위로 선택된 대상자들로부터 연구자들은 이

들이 호흡하는 공기, 식품, 음용수, 집 주위의 토양과 먼지에서의 화학물질 수준을 측정하였으며 그 중 일부에 대해서는 혈액과 소변을 포함한 생체지표를 이용하여 화학물질 농도를 평가하였다. 또한 참가자들은 화학물질 노출에 대한 가능한 노출원을 확인하기 위하여 설문지를 작성하였다.

현재의 NHEXAS 연구는 다음의 세 단계의 과정으로 개발되어 있다. 첫 단계는 설계, 필드 평가로 실현 가능성과 적용 범위를 탐색하는 단계이며, 두 번째 단계는 인간 노출 필드 연구, 세 번째 단계는 고노출 인구집단에 대한 추적조사 및 세부적인 노출과 건강 결과, 장기노출 등의 세부적인 관계를 평가는 단계로 디자인 되었다.

NHEXAS의 1단계의 자료 수집과 분석은 1998년에 완성되었고, 그 결과들이 여러 차례 연구, 발표되었고, 현재는 노출, 환경 농도, 생체지표와 설문자료와의 비교를 위한 추가적인 자료 통계분석이 수행되고 있다. NHEXAS 1 단계 연구의 주된 결과로 인구집단에 기초한, 다매체, 다경로 노출연구가 기술적으로 실현 가능하다는 것이 제시되었으며, 자료분석이 계속되고 있어 특정 인구집단이 환경오염물질에 얼마나 노출되었는지를 결정하는 노출과 위해성 평가에서 중요한 자료로 사용되고 있다.

## 2. 유럽

### 1) 체코

체코에서 시행된 환경보건감시체계로 Teplice program을 들 수 있다. Teplice program은 대기오염이 인간의 건강에 미치는 영향을 살펴보기 위해 기획된 프로그램으로 석탄 전력 공장과 탄광 산업이 발달한 Teplice 지역을 관심지역으로 하고 농업지역인 Prachatice를 대조지역으로 선정하였다. 이 지역을 대상으로 대기오염물질 (SO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5, PAHs)을 측정하고, 이와 호흡기질환의 유병률 또는 유 증상을, 신경행동학적 검사결과, 요 중 PAH 대사산물, 혈중 미량 중금속농도, DNA adducts level, 자궁내 발육지연(IUGR) 간의 관련성을 평가하였다. 연구 결과 미세분진과 PAH에 대한 개인 노출은 요 중 PAH 대사산물, 혈중 미량 금속, 백혈구의 DNA adducts와 관련이 있는 것으로 나타났다. 학동기 아동들을 대상으로 한 연구에서 Prachatice 보다 Teplice 지역에서 호흡기 증상의 유병률이 높았고, 폐기능이 감소되는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 임신결과에 대한 연구에서 Teplice 지역에서 저체중아와 조산아 유병률이 높았으며 이러한 부정적인 영향은 겨울에 수정되었거나 산모가 흡연을 하는 경우에 더 잘 나타났다.

### 2) 스코틀랜드

스코틀랜드에서는 Environmental Health Surveillance System for Scotland (EHS3)란 명칭으로 환경보건감시체계를 운영중이다. 이도 2개의 단계로 디자인 되었는데, 1 단계는 감시체계를 구축하기 위한 실현 가능성을 평가하는 목적으로 31개 사이트로부터 측정된 이산화질소농도와 병원 입원 자료를 이용하였고, 그 결과 감시체계의 실현가능성, 협력 의도, 데이터에 대한 접근성, 중요성의 인식을 증명할 수 있었다. 2 단계는 1단계의 내용을 건강결과와 환경 요인, 지리적인 범위를 확장하여 적용하였다. 환경 요인으로 대기질, 수질, 방사능, 소음, 모바일 폰 마스트, 냉각 탑, part A와 B 산업공정, 쓰레기 매립지를 포함하였고, 건강결과로 호흡기 상태, 뇌혈관 질환, 순환기계 질환, 악성 신생물에 대한 SMR1 data와 CMR data, death record fields를 이용하였다. 또한 GIS를 이용하여 공간적인 태그를 갖는 자료들을 지도화 하였다.

### 3. 일본

일본은 National Action Plan for Agenda 21를 통해 대도시에서 질소 산화물과 같은 대기오염 문제가 과거만큼 심각하며 인간의 건강을 보호하기 위해 이러한 문제들이 해결되어야 한다는 것을 인식하였다. 대기오염 문제의 초기 단계에 건강 영향을 발견하고, 이로 인한 피해를 예방할 수 있도록 "Environmental Health Surveillance System Regarding Air pollution"을 구축함으로써 대기오염이 건강에 미치는 영향을 장기적이고 지속적으로 모니터링 할 것을 제안하였다. 일본의 환경보건 감시체계는 환경 모니터링과 건강 모니터링을 통해 각각 건강조사 자료와 대기환경 측정자료를 확보하여 이러한 자료를 수집, 누적, 해석, 평가하고 여기에 기초하는 적절한 대책을 수립하고 시행하는 과정으로 구성되어 있다. 아동들을 대상으로 실시된 예비조사에서는 건강자료로는 기본항목(성별, 생년월일, 주소), 생육 환경항목(보육자, 생후 3개월까지의 영양방법, 기왕력, 가옥구조, 난방방법, 가족의 흡연 여부), 건강정보(본인의 기왕력, 가족력), 호흡기 증상(감기 횟수, 천명, 천식발작)을 조사하고 환경자료로 NOX, SOX, SPM 등 대기오염물질 농도 자료를 수집하였다.

이들 각 국가의 환경보건감시체계를 정리하면 표 2와 같다.

| 감시체계 [국가/도시]  | 감시형태                         | 감시내용  | 효과   |
|---|------------------------------|---|--|
| Environmental Public Health Tracking [미국/29개주, 뉴욕시, 3개대학]                   | 위험인자 감시체계, 노출감시체계, 건강영향 감시체계 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 위험인자                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 대기오염물질, 실내간접흡연, 수질오염물질, 농약사용, 어류오염물질, 화학물질, 범람원거주</li> </ul> </li> <li>▶ 노출                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 혈중 납, 중금속, 화학물질, 농약</li> </ul> </li> <li>▶ 건강영향                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구조적 선천성기형, 발달장애, 암, 천식/만성폐쇄성 폐질환, 신경질환, 자가 면역 질환, 일산화탄소중독, 농약중독, 중금속중독</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 건강영향, 노출, 위험인자, 중재의 감시</li> <li>▶ 중재와 정책의 효과를 모니터</li> <li>▶ 환경보건문제에 대한 의식고취</li> <li>▶ 연구 시작을 가이드</li> </ul> |
| National Human Exposure Assessment Survey (NHEXAS) [미국/Arizona, 5개 EPA지역 등] | 유해요인 감시체계                    | 중금속 및 농약, 휘발성 유기화합물, 다환족 방향성 탄화수소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 다양한 화학물질에 대한 노출을 지역사회 단위로 광범위하게 평가</li> <li>▶ 다른 기관들이 다양한 화학물질 노출로 인한 건강위험을 이해, 필요한 단계를 결정</li> </ul>         |
| Teplce Program [체크/ Teplce vs. Prachatice]                                  | 노출 감시체계 건강영향 감시체계            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 노출                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기오염물질 (SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PAHs), 혈중 미량중금속농도, 요중 PAH 대사산물, DNA adducts</li> </ul> </li> <li>▶ 건강영향                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호흡기질환의 유병율/유증상율, 신경행동학적 검사 결과, 염색체 이상, IUGR, 출생시 체중/키/머리둘레</li> </ul> </li> </ul>  | 대기오염이 지역인구의 건강에 미치는 영향을 연구, 평가   |
| Environmental Health Surveillance System [영국/Scotland]                      | 노출 감시체계 질병 감시체계              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 노출                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기질, 수질, 방사능, 소음, 모바일 폰 마스트, 냉각탑, part A와 B 산업공정, 쓰레기 매립지</li> </ul> </li> <li>▶ 건강영향                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호흡기 상태, 뇌혈관 질환, 순환기계 질환, 악성 신생물</li> </ul> </li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 행동에 대한 증거적인 기초</li> <li>▶ 환경보건실행자들에게 자료제공</li> <li>▶ 국가보건서비스에 대한 예측 도구</li> </ul>                             |
| 환경보건 감시체계 [일본]  | 환경모니터링 건강모니터링                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 노출                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기오염물질 농도(NOX, SOX, SPM)</li> </ul> </li> <li>▶ 건강자료                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호흡기 증상 유증상율</li> <li>- 교란인자: 감수성- 알레르기 소인 등, 실내 환경-흡연, 애완동물, 난방방식</li> <li>- 기타정보</li> </ul> </li> </ul>   | 지역의 호흡기 증상의 유 증상율과 대기오염물질 노출량의 관계를 교란인자를 조정하여 연도별 변화를 관찰, 해석, 평가   |

#### 4. 우리나라의 현황

국내에서는 대기오염에 대한 모니터링이 체계적으로 이루어지고 있고 질병과의 연관성에 관한 역학 연구등이 이루어지고 있으나 이를 감시체계의 측면에서 자료를 지속적으로 수집, 통합, 분석하며, 배포하는 체계를 갖추지는 못하였다. 뿐만 아니라 생체지표나 GIS를 이용한 감시체계가 이루어지지 않아 대기오염에 의한 환경성 질환과의 관련성에 대한 평가를 하는데는 큰 기여를 하지 못하고 있다고 할 수 있다.

따라서 오늘 심포지움에서는 2004년부터 준비되고 있는 아직 초기 단계인 대기오염 관련 환경보건 감시체계를 소개하고자 하며 이하의 주제별로 각 연제발표에서 자세히 발표될 예정이다.

- ① 환경보건감시체계 개요/대기환경 노출로 인한 저체중아 환경보건감시체계 구축: 하은희(이화의대)
- ② GIS에 기반한 환경보건감시체계: 임종한(인하의대)
- ③ 생체지표를 이용한 환경보건감시체계: 홍윤철(서울의대)
- ④ 대기오염과 호흡기계 질환 감시체계: 권호장(단국의대)
- ⑤ 기상변화에 따른 뇌졸중 및 천식 발생 예측모형 개발: 김재용(건강심사평가원)