

제 목	국 문	인천시 고잔동에서 제기된 유리섬유에 의한 건강피해 역학 조사		
	영 문	Health assessment for fiber glass landfill at Gozan-dong, Incheon		
저 자 및 소 속	국 문	조수현 <sup>1)</sup> , 권호장 <sup>2)</sup> , 하미나 <sup>2)</sup> , 한상환 <sup>3)</sup> , 주영수 <sup>1)</sup> , 성주현 <sup>1)</sup> , 강종원 <sup>1)</sup> 서울대학교 의과대학 예방의학교실 <sup>1)</sup> , 단국대학교 의과대학 예방의학교실 <sup>2)</sup> , 길병원 산업의학연구소 <sup>3)</sup>		
	영 문	Soo-Hun Cho <sup>1)</sup> , Ho-Jang Kwon <sup>2)</sup> , Mi-Na Ha <sup>2)</sup> , Sang-Hwan Han <sup>3)</sup> , Yeong-Su Ju <sup>1)</sup> , Joo-Heon Seong <sup>1)</sup> , Jong-Won Kang <sup>1)</sup> Dept. of Preventive Medicine, Seoul National Univ. College of Medicine <sup>1)</sup> , Dept. of Preventive Medicine, Dankuk Univ. College of Medicine <sup>2)</sup> , Institute for Occupational Health, Gil Medical Foundation <sup>3)</sup>		
분 야	환경	발 표 자	조 수 현	
발표 형식	구 연	발표 시간	분	
진행 상황	연구완료 ( ○ ), 연구중 ( ) → 완료 예정 시기 :    년    월			
<p>1. 연구 목적</p> <p>1994년 9월 경 인천광역시 남동구 고잔동 지역 주민들이 지역내의 (주)한국인슈로에서 매립한 유리 섬유로 인하여 건강에 중대한 피해가 있다는 진정을 낸 후, 1995년 2월 지하수에서 유리섬유를 확인하고 이를 음용한 주민들에게 피하중양 등이 유발되었을 것이라는 모 대학 연구 결과가 발표되었다. 이에 대하여, 정부는 조사의 객관성과 투명성 확보를 위해 역학조사의 용역을 제안하였고, 이에 지하수 환경조사 및 유리섬유 분석, 지역주민 및 근로자의 건강상태 평가 등 광범위한 다기관 조사팀이 구성되어 1995년 5월부터 동년 11월에 걸쳐 역학조사가 수행되었다. 역학조사의 목적은 현재 호소하고 있는 상병상태를 확인하고 원인물질로 지목되고 있는 유리섬유와의 관련성을 파악하여 이의 원인적 연관성을 규명하며, 궁극적으로는 유리섬유와 관련되어 예상되는 건강위해에 대한 예방대책을 강구하여 주민건강을 보호함에 있다.</p> <p>2. 연구 방법</p> <p>원인적 요인으로 지목되고 있는 '유리섬유로 오염된 지하수'와 '특정 상병상태 또는 일반적인 상병상태의 증감'간의 인과관계를 확인하고자, 지하수 환경조사 및 지하수 내 유리섬유 분석과 지역주민 (주)한국인슈로 근로자에 대한 건강상태평가를 실시하였다.</p> <p>지하수 환경조사는 고잔동 지역의 대수층(帶水層; 지하수 함양 지층)의 특성 파악과 지하수의 수질 및 토양 분석을 통하여 지하수 잠재 오염원의 위치와 흐름 상태를 추정하고, 대수층의 수위 변화에 따른 지하수 유동계 분석을 통하여 지하수 유동에 따른 유리섬유의 이동 가능성 및 오염 가능 범위를 추정하고자 52개 관점에서 실시하였다. 유리섬유로 오염된 지하수의 영향 범위 파악결과는 역학 조사 시 오염된 지하수에 폭로된 군집과 폭로되지 않은 군집을 분리하는데 필요한 자료로 제공되었다. 지하수의 이화학적 특성규명을 위하여 수온, pH, 용존산소량 등 기초수리인자들과 주요이온들(Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)을 분석하였다. 또한 지하수내 부유입자들의 특성규명을 위하여 여과지에 걸러진 입자에 대하여 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 정성관측을 하였으며, 에너지회절분석(EDS)을 통하여 입자의 지화학특성을 조사하여 유리섬유 기원의 입자 존재의 가능성을 조사하였다.</p> <p>지역주민 및 근로자 건강상태평가는 설문지를 이용하여 과거병력 및 거주력 등을, 그리고 임상병리검사를 비롯한 건강검진을 통하여 현 상병상태를 파악하였다. 동시에 적출된 피하중양에서 유리섬유 존재여부를 검색하였다.</p> <p>3. 연구결과</p> <p>지하수 유동계 분석 결과, 만약 유리 섬유 매립지의 유리 섬유가 지하수로 유입되어 고잔동 일대의 지하수를 오염시켰다면, 그 지하수의 오염 범위는 고잔동 1동 1반 지역 중 (주)한국인슈로에 인접해 있는 6가구에 국한될 것으로 추정된다. 고잔동 지하수에서 발견된 fiber는 형태와 화학조성, 크기 등에서 실로 다양한 특성을 보여주었으나 지역적인 분포형태는 특별한 유형으로 나누기 어려웠다. 지하수와 달리 대기 중에서는 유리섬유형 fiber와 구조유형 fiber는 전혀 관측되지 않았다.</p>				

유리섬유는 유일하게 (주)한국인슈로 구내식당(정점07-2)의 지하수에서만 관측되었는데, 농도는 1.4 개/cc이었고, 침상의 원통형으로 100 $\mu$ m가 넘는 크기였다. 이는 유리섬유의 전형적인 형태로서 그 화학성분을 정량분석한 결과, 인위적으로 유리섬유를 분쇄한 것과 오차범위내에서 정확히 일치하였다.

그러나 다른 정점에서는 전혀 관측되지 않은 것으로 보아, 유리섬유가 지하수내에 체류하고 있었던 것이라기 보다는 유리섬유를 원료로 사용하여 단열재를 만드는 공정중에서 발생하였거나 또는 매립된 유리섬유 폐기물을 파내는 과정에서 분진의 형태로 식당에서 사용중인 물탱크나 펌프 등에 유입된 것으로 추정된다.

이 지역 지하수를 열처리할 때 생성되는 침전물의 주요상은 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ )인 針狀 아라고나이트(aragonite)으로서, 이 상의 생성이 지하수 침전물의 형태를 좌우하는 가장 중요한 변수로 판단되었다. 지역적으로 유리섬유 매립지 부근의 정점들에서는 비교적 칼슘 성분이 높은 값을 보임으로써 주변 수리시스템이나 온도의 변화에 따라서는 침전이 석출될 가능성이 다른 지역에 비해 높을 가능성을 제시한다.

본 역학조사에 응했던 889명 중 폭로군은 지하수 환경조사의 결과에 따라 (주)한국인슈로 유리섬유 매립지와 같은 지하수 유동계에 있는 고잔동 1통 1반의 6가구 주민 31명으로 정하였다. 비폭로군은 폭로군을 제외한 조사된 나머지 사람들로서 폭로요인과 관련이 전혀 없기 때문에 이들을 내부대조군[대조군(I)과 대조군(II) 두개의 군으로 재분류함]으로 이용하여 분석하였다. 또한 고잔동 지역의 현재의 건강피해가 과연 타지역보다 문제가 되는 수준인지 아닌지를 파악하기 위하여 외부대조군의 자료를 이용하여 비교분석하였다.

과거 질병력에서는 피하종양과 호흡기질환 항목에서 폭로군과 대조군간에 유의한 차이가 관찰되었다. 특히 과거 피하종양 병력의 경우는 전체 대조군인 대조군(I)과의 비교에서 유병비가 6.32나 되었고 고잔동 1통 1,2반 주민 중 폭로군을 제외한 대조군(II)과의 비교에서도 유병비가 4.35로서 명확하게 폭로군에서 많은 것으로 분석되었다. 반면에 호흡기질환의 경우는 폭로군과 대조군(I) 사이에서는 차이가 보였지만 대조군(II)과의 관계에서는 차이가 관찰되지 않았다. 또한 대조군내부의 비교에서도 피부질환과 호흡기질환 항목에서는 차이를 보였다. 그러나 의사에 의하여 시행된 건강검진결과와 암사망자의 비교에서는 피부질환, 위내시경 검진, 일반질환, 암사망비 모두에서 폭로군과 대조군간에 차이가 관찰되지 않았다. 또한 적출된 피하종양 9예에서도 유리섬유는 관찰되지 않았다. 따라서 매립된 유리섬유에 의한 지하수 오염이 어떠한 건강위해를 가져 왔을 것이라는 가설을 확인할 수 없었다.

#### 4. 고찰

유리섬유와 관련된 건강피해에 대하여 연구 보고된 역학적 문헌들을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 몇몇 연구들에서 발암성의 가능성이 제기되었으나, 타당한 결론으로 통계적인 검증력을 가지고 제시되지는 못했다. 또한 IARC의 분류에서 단섬유(短纖維)유리면과 암면은 Group II B에 속하고 유리長纖維는 Group III에 속해 있다. 이는 기존의 연구들에서 발암성의 증거로 가장 중요한 역학연구 결과가 충분한 인과관계를 입증하고 있지 못함을 뜻한다고 할 수 있다. 둘째, 이들은 모두가 근로자들을 대상으로 한 연구이며 지역주민들을 대상으로 한 연구는 아직 보고된 것이 없다. 이는 폭로 정도가 가장 심할 것으로 생각되는 근로자들을 우선적으로 연구대상으로 하였으나, 이들에게서조차도 아직까지 양-반응 관계를 유추할 수 있는 단계에 이르지 못하였다는 사실을 내포하고 있다. 셋째, 주된 건강위해의 내용으로 호흡기계 악성종양을 포함한 호흡기질환에 초점이 맞추어 졌는데, 이는 유리섬유와 형태적으로 유사한 석면의 건강영향에서와 같은 양상이 유리섬유에서도 나타나는가를 검증하는 것이 중요한 관심사였기때문인 것으로 생각된다.

본 역학조사를 통하여 밝혀진 사실에서도 유리섬유와 건강위해의 인과성을 만족시키기 위한 조건 중 중요한 부분들이 결핍되어 있다. 즉 폭로요인으로서 지하수에서의 유리섬유를 확인할 수 없었으며, 가설로 제시된 유리섬유에 의한 가능한 건강피해 양상인 피부 또는 소화기 질환의 발생 증가에 대한 증거가 미약하였고, 그리고 폭로요인과 결과 간의 인과적 조건이 만족되지 않았다.

환경의 피폐로 인한 건강상의 피해는 객관적으로 그리고 학리적으로 입증되어야 하고, 그러한 바탕에서 정당한 요구와 보상이 이루어져야 한다는 것도 환경 문제를 슬기롭게 풀어 가는데 있어 중요한 요소이다. 이러한 면에서 본다면, 쟁점이 되고 있는 환경오염에 연유된 건강피해 사안에 대하여 비교적 빠른 시일에 본격적인 역학조사를 결정한 행정부와 학술적으로 다기관 공동 역학 조사가능성을 확인할 수 있었다는 것은 우리 나라 환경정책 및 환경의학 분야에 커다란 진보라고 생각된다.