



첨단 과학기술의 발전과 산업보건 연구의 접목

과학기기의 발전과
최첨단 분야 연구 결과를
산업보건 분야 연구에
접목시켜 기존의
한계를 뛰어 넘고
도래하는 4차 산업에 있어서
노동자의 건강보호에 기여

1976년에 방영되었던 『600만 달러의 사나이』와 『소머즈』는 생체공학을 이용한 바이오닉 인간(bionic mans)의 활약을 그린 공상과학영화로, 그 인기가 대단했던 것으로 기억된다. 시청자 대부분은 현실과 동떨어진 공상의 세계로 생각하고 흥미와 재미로 시청했다.

그러나 대부분의 사람이 모르는 가운데, 바이오닉 인간 탄생의 원천인 DNA의 이중나선 구조가 미국의 Watson과 영국의 Crick에 의하여 밝혀진(1953) 후, 영국의 Ian Wilmut와 Keith Campbell이 복제양 ‘돌리’를 탄생시키고(1996), 『휴먼지놈 프로젝트』에 의하여 사람의 유전자지도가



안전보건공단 산업안전보건연구원
산업화학연구실장
김기용

완성되어(2003) 질병 예측 및 치료에 사용되고 있다. 또한, 3D 프린팅의 발전은 각종 물건 및 자동차뿐만 아니라 건물을 세우고, 더 나아가 3D 바이오프린팅은 인간의 장기를 만들어서 이식수술을 가능하게 하고 있다. 더욱이 컴퓨터 개발과 인공지능의 발전은 인공지능 의사뿐만 아니라 로봇을 탄생시켜 다양한 분야에서 사람을 대신해 경제활동에 활용할 가능성이 충분하다.

이러한 변화로 우리의 생활환경뿐만 아니라 노동자의 업무와 작업환경은 급변화할 것으로 예상된다. 즉, 생산 공정의 자동화와 로봇의 투입에 의한 생산 인력의 변화, 전문직과 단순직, 정신노동과 육체노동, 상시 근로와 시간제 근로, 사업장 근무와 재택근무, 취급물질의 다양화 등에 따라 미래 노동자에게 발생하는 문제점은 다양하면서 복합적인 해결방안이 요구되어 기존과는 다른 새로운 해결방안이 제시되어야 할 것으로 생각된다.

따라서 노동자의 안전과 건강보호를 위해서는 앞으로 다가오는 첨단 산업의 기반이 되는 기술적·학문적인 배경과 과학기술을 이해하고 접목시켜 해결방안을 찾는 연구가 진행되어야 한다. 그러나 산업보건 분야의 연구자들은 산업구조 변화에 따라 노동자의 건강보호를 위한 많은 연구를 진행하였으나 최첨단 학문 분야(생명과학, 정보기술, 첨단공학 등)와 공동 대처 또는 접목하여 진행한 연구는 매우 미흡하였다고 생각된다.

먼저, 과거의 산업보건 연구에 대하여 언급하고자 한다.

1990년대 이전의 직업병은 진폐, 소음성 난청, 금속 및 중금속, 유기용제 노출 등에 의한 재래형 직업병이 대부분이었다. 이 시기에 노동자에서 발생된 직업병은 일반 국민들의 관심과는 다소 거리가 있었으나, 수은과 이황화탄소 중독이 발생되면서 노동자의 직업병이

사회적인 문제로 대두되어 산업보건의 중요성과 전문성이 요구되었다. 이에 따라 정부에서는 노동자의 건강보호를 위하여 작업환경측정과 특수건강검진의 정확도 및 신뢰성 확보를 목적으로 작업환경측정 정도관리, 특수건강진단기관 분석정도관리, 청력정도관리, 진폐정도관리 등을 실시하였고, 학계 및 산업보건 관련 기관과 종사자들 중심으로 대한산업의학회(현재 대한직업환경의학회), 한국산업위생학회(현재 한국산업보건학회) 및 산업간호학회(현재 한국직업건강간호학회) 등을 창립하여 본격적인 활동을 시작한 시기도 이때였다. 이들 학회에 게재되고 발표된 연구 결과를 살펴보면, 작업공정에서 노출되는 유해물질의 측정과 분석방법, 생물학적 모니터링, 특수건강검진 결과 및 설문지를 통한 자각 증상 등에 관한 연구가 대부분이었다.

2000년도에는 기존의 재래형 직업병에 더해 작업 관련성 질환(근골격계질환, 뇌·심혈관계질환 등)이 발생됨에 따라 제도적 장치가 마련되고 노동자의 건강보호를 위한 연구가 진행되었다. 재래형 직업병과 관련해서는 과거와 비슷한 연구를 지속적으로 진행하는 한편, 근골격계질환은 개발된 도구를 이용하여 인간공학적 연구를 진행하였다.

뇌·심혈관계질환과 관련해서는 직무 스트레스 연구가 진행되었다. 제조업 사업장에서 다량 사용되는 화학물질에 대한 취급 근로자의 알 권리 확보 및 정보제공을 목적으로 물질안전보건자료(MSDS, Material Safety Data Sheet) 제도의 도입이 시행됨에 따라 MSDS 관련 연구들이 진행되어 관련 학회지에 게재되고 학술대회에서 발표가 이루어졌다.

위에서 언급한 바와 같이, 그동안의 산업보건 연구는 유해물질 노출에 의하여 발생하는 질병에 대한 기전을 이해하고, 새로운 생물학적 모니터링 방법을 개발하고, 기존의 연구



결과와 자료를 이용하여 독성을 예측하는 연구 등과 같은 선제적 대응 연구는 매우 미흡하였으며, 특히 최첨단 학문 분야와 접목하여 진행된 연구는 더더욱 그렇다고 본다.

따라서 미래의 산업보건 연구에서는 과거부터 문제가 되었으나 해결되지 못한, 과거에는 문제가 되지 않았으나 현재에 와서 문제가 되는(학문과 기술적인 한계와 부분적인 작업공정의 변화로 인한 등), 산업구조 변화에 따라 가능성이 높은 문제점을 예측하고 해결할 수 있는 연구가 진행되어야 한다. 그러기 위해서는 그동안 구축된 많은 자료를 최첨단의 학문 분야와 접목하여 활용할 수 있는 연구가 진행되어야 한다.

이제, 미래의 산업보건 연구에 대하여 언급해 보고자 한다.

첫째, 생명과학 분야의 발전에 따른 유해물질 노출 근로자의 생물학적 지표(biological marker) 개발에 관한 연구이다.

생물학적 지표는 크게 노출 지표(biological markers of exposure), 건강영향 지표(biological markers of health effect), 민감도 지표(biological markers of susceptibility)로 구분할 수 있다. 산업보건 연구에서는 주로 노출 지표에 관한 연구가 진행되었다. 즉, 화학물질의 대사기전을 근거로 하여 대사된 후, 체외로 배설되는 최종산물의 농도를 측정하여 노출 수준을 평가하는 연구이다.

그러나 이러한 연구는 유해물질에 노출되는 노동자의 건강영향과 민감도를 평가할 수 있는 지표로는 활용될 수가 없다. 따라서 개인에 따른 민감도와 건강영향을 평가하기 위해서는 유전자와 체내 내인성물질(endogenous substances)에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다. 산업보건 분야에 있어서 이러한 연구를 진행하기 위해서는 최첨단 학문 분야의 생명과학 분야에서 연구되었거나 진행되고 있는 유전체(genomics) 또는 유전체 다음 세대 연구로 알려져 있는 단백질체(proteomics) 연구와 병행해서 이루어져야 할 것으로 보인다.

노동자들이 동일한 농도의 유해물질에 노출될 경우에도 개인에 따른 증상과 질병 발생 기간이 차이를 보일 수 있다. 따라서 최첨단 학문 분야에서 연구된 특정한 유전자를 대상으로 공동연구를 진행함으로써 유해물질 노출 노동자 개인의 민감도 차이를 이해하고 평가할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 단백질체 연구는 혈청과 소변으로 배설되는 단백질을 측정하여 유해물질의 노출로 인하여 유도된 새로운 단백질이나 노출에 의하여 양적으로 변화되는 기존 단백질 농도를 측정하여 인과관계를 규명하고, 결과를 건강영향 지표로 활용할 수 있다. 이러한 연구가 가능한 것은 민감하고 정확성이 높은 분석기기가 개발되었기 때문이다.

둘째, 빅데이터를 이용한 예측 연구이다.

산업보건에서 연구에 활용되는 자료는 작업환경측정 자료, 특수건강검진 자료, 질병과 암 등록 자료 및 근로환경 자료 등이 있다. 이러한 자료를 이용하여 유해물질 노출에 의한 직업병과 작업 관련성 질환의 인과관계 규명, 질병의 발생률과 가능성을 예측하고 있다. 이러한 과거와 현재의 자료를 지속적으로 구축하고 정제된 많은 양의 데이터는 미래를 예측할 수 있는 제도적 장치 마련 또는 노동자의 건강보호에 기여할 것으로 보여 빅데이터를 이용한 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다. 또한, 노동자 관련 자료, 동물실험 자료 및 유해물질 고유의 물리·화학적 특성 자료 등을 이용, 구조-활성(특성) 상관관계(QSA(P)Rs, quantitative structure-activity(properties) relationship) 분석 연구를 통하여 오랜 기간과 많은 예산이 필요한 실험적 연구를 대신하여 유해물질의 독성을 예측할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

셋째, 센서 개발과 활용 연구이다.

센서의 개발은 이미 오래전부터 시작되었으며, 현재와 미래는 특정한 목적에 부합되는 센서 개발에 있다. 과거에는 주로 감시를 위한 센서였으나, 현재와 미래는 실시간 모니터링과 노동자의 건강보호를 목적으로 한 센서 개발이 급속히 발전될 것으로 보인다. 즉, 과거와 현재에는 노동자의 신체에 부착하여 유해물질의 노출 수준을 평가하였다면, 미래에는 사업장 전체에 센서를 설치하여 실시간으로 노출 수준을 측정하여 작업장 관리에 활용할 수 있게 될 것이다. 또한, 노동자에 착용가능 센서(wearable sensor)가 달린 의류를 입히거나 부착하여 노출되는 유해물질에 의한 영향뿐만 아니라 개인의 질병상태 등의 확인을 가능하게 함으로써 건강보호에 활용될 센서 개발이 가속화될 것으로 보인다. 따라서 앞으로 산업보건 연구는 최첨단 학문 분야와 협력하여 새로운 방식의 작업환경 관리와 노동자의 건강보호 방안을 제시해야 할 것이다.

그러나 노동자의 건강보호를 위한 좋은 방법이 마련된다 할지라도 개인의 정보보호와 윤리적인 문제를 해결할 수 있는 제도적 장치가 마련되지 않으면 활용이 어렵다. 이 외에도 환경변화에 따른 화학물질의 관리와 물리적 인자(자외선, 적외선, 비전리방사선 등) 노출에 대한 노동자의 건강보호 대책과 같은 작업공간에서 일하는 노동자와 로봇의 역할, 정신보건, 1인 창업자에 대한 건강보호 측면의 다양하고 복합적인 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

이상에서 제언한 내용은 필자의 생각으로서 독자에 따라 생각이 차이가 있을 수 있다. 🍷