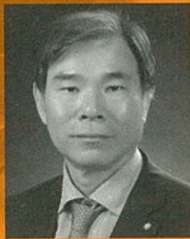


불산 화상과 불산 가스 누출 사고 경험



동국대학교 의과대학 교수
임 현 술

불소(플루오린, fluorine) 원소는 수소와 화합하여 자극적인 냄새가 나는 기체인 불화수소(hydrogen fluoride)가 되고 불화수소가 물에 녹아 불산(불화수소산, hydrofluoric acid)이 된다.

2012년 9월 27일 구미시 (주)휴브글로벌에서 불산 가스 누출 사고가 발생하여 화학사고 시 주변 지역 주민의 환경영향평가의 중요성이 부각되었다. 이제 3년이 되는 시점에서 불산 화상을 치료한 경험과 불산 가스 누출 사고가 발생한 지역을 방문하여 경험한 내용을 소개하고자 한다.

1990년 6월 경 동국대학교 포항병원 산업의학과에서 근무하던 중 불산 제조업체로부터 불산 관리를 위하여 의사의 서명이 필요하다고 서명을 해 달라고 하였다. 외국 모회사에서 불산은 특별 관리가 필요하므로 의사의 서명이 있어야 공장 가동을 할 수 있다는 것이었다. 생각할 시간을 달라고 하고 불산에 대하여 파악하였다. 강산이며, 침투력이 있는 화학물질이었다. 치료가 일반 화상과 달랐다. 해독제로 칼슘 연고 및 주사를 사용한다고 되어 있었다. 안전 관리는 하기 어렵고 외국 모회사에 연락하여 최신 치료제를 가져 오면 치료만 책임지고 서명을 해 주겠다고 하였다.

회사에서 나중에 치료제를 외국에서 구입해 왔다. 치료제는 불산연고와 글루콘산칼슘(calcium gluconate) 주사액, Lido-Hyal[®](hyaluronidase(히알루로니다아제) 25 IU와 2% lidocaine(리도카인) 혼합액) 주사액이었다. 불산연고에는 칼슘이 포함되어 있어 불산과 칼슘이 결합하여 더 이상 피부에 침투하지 못하게 하는 불산 해독제였고 히알루로니다아제 주사액은 글루콘산칼슘을 주사 시 이로 인한 조직 괴사 방지용으로, 리도카인은 마취효과로 동통을 감소시킬 목적으로 사용하는 치료제였다.

작업 중 또는 작업 후 불산화상이 발생할 경우 현장에서 즉시 흐르는 물로 10분 이상 세척한 후 2.5% 칼슘연고를 여러 차례 국소 도포하여 이상이 없으면 회사에서 치료를 끝마친다. 반면 얼굴 및 눈의 화상과 사지의 화상 중 2시간 경과 후 보건담당자가 확인하여 피부가 백색으로 변색하거나 물집이 형성된 경우에 한하여 Lido-Hyal[®] 주사액을 지참하여 대학병원으로 후송하도록 하였다. 본원을 방문하면 불산연고를 도포하고 필요 시 Lido-Hyal[®]을 병변 내 주사 후 Lido-Hyal[®] 용량의 2배에 해당하는 4% 리도카인과 20% 글루콘산칼슘 용액을 병변 내 주사하고 화상처치를 받도록 조치하였다. 본원을 방문한 대부분 환자가 위와 같은 치료를 받았으나 회복 후 기능적인 장애가 없었으며, 단지 2명에서 경미한 화상반흔이 남아 치료효과가 큰 것으로 생각되었으나 다른 치료와 비교하지 못하여 치료효율은 파악하지 못하였다.

1993년 7월 경 치료제를 공급하지 못하겠다는 연락을 회사로부터 받았다. 그 이유는 이제 의사의 서명은 필요 없는데 경비가 많이 소요된다는 것이었다. 그 동안 치료한 불산화상을 논문으로 작성하고 할 수 없이 일반 화상 치료를 수행하였다. 아래는 불산화상에 대한 논문의 요약이다.

1990년 9월 1일부터 불산을 생산하기 시작한 불산 제조업체로부터 생산초기부터 1993년 6월 30일까지 2년 10개월간 대학부속병원을 방문하여 불산화상을 치료한 환자를 대상으로 그들의 의무기록을 통해 불산화상의 특성에 관하여 조사하였다. 불산 제조업체에 근무하였거나 현재 근무하면서 불산화상을 입은 환자는 19명(22건)이었고 이들에 대하여 불산화상의 발생밀도를 살펴보면 100인년 당 17.8명(20.6건)이었고 남자 근로자에서는 19.0명(22.0건)이었으며, 여자 근로자에서는 발생이 없었다. 생산직은 100인년 당 32.9명(38.3건), 사무직도 1.9명(1.9건)의 발생밀도를 보여 생산직의 발생이 유의하게 높았다. 불산 제조업체에 근무하였거나 현재 근무하면서 불산화상을 입은 환자와 불산업체의 일을 도와주다가 불산화상을 입은 32명(36건)에 대해 살펴보면 20대와 30대가 81.2%를 차지하였고, 발생 시기는 낮 12시부터 오후 5시 사이가 15건(41.7%)으로 가장 많았으며, 발생 후 병원을 방문하기까지 시간은 2시간 이내가 16건(44.3%)으로 가장 많았다. 불산화상의 발생원인은 불산이 튀어서 생긴 경우가 8건(22.2%)으로 가장 많았고 화상부위는 손가락이 많았으며 증상은 동통이 가장 많았다. 불산화상은 대부분 불산해독제를 국소 주사하여 치료하였으며 회복상태는 매우 양호하였다.

해독제가 있는데 일반 화상 치료제를 사용하는 것이 마음에 걸려 제약회사에 근무하는 친구에게 치료제를 생산하는 것에 대하여 의논하였으나 사고로 인한 해독제는 제조하지 않는다고 일언지하로 거절하였다. 같이 근무하는 동료가 이를 자체적으로 조제하자고 하였다. 450g 친수성 염기에서 100g 정도를 제거하여 350g으로 한 후 10% 글루콘산칼슘 5.5앰플을 혼합하여 불산 해독제인 2.5% 글루콘산칼

숨 연고를 조제하여 거의 실비만 받았다. 이렇게 사용하여도 치료 효과는 좋았고 이러한 이야기가 퍼져 전국적으로 이 제조 방법을 알려고 왔고 또한 알려 주었다.

불산의 노출실태를 파악하고 만성 노출로 인한 영향을 파악하고자 불산 제조업체에 종사하는 근로자 39명 전원을 대상으로 설문조사, 요중 불소 농도 측정, 골반 전후 방사선 촬영을 하여 생산직 근로자들은 요중 불소 농도치가 높았으며, 유의한 골밀도의 변화를 보이고 있었다. 그러나 골관절 계통의 증상 호소에 있어서는 차이를 보이지 않았다. 결국 만성적으로 노출은 되고 있지만 이로 인한 증상 및 걸을 때 장애 등 징후는 관찰하지 못하였다.

경북 구미시 공장에서 2012년 9월 27일(목) 오후 3시 43분 무수불산 8톤이 가스 상태로 누출사고가 발생하였고 근로자 5명이 사망하였다는 소식을 접하고 바로 현장을 방문하여야 하는지 망설였다. 학교에서 보직을 하고 있고 바로 가서 내가 할 일이 마땅치 않고 추석과 개천절이 있어 무조건 간다는 것이 어렵다고 생각하여 가지 않았다.

10월 4일(목) 연락을 받고 오전 11시경 구미시 시청을 방문하여 환경부 환경보건정책관 등과 지역 주민의 피해 현황 파악과 대책 수립에 나서게 되었다. 사고는 옥외 탱크 컨테이너에서 100% 불화수소를 공급받아 물과 희석하여 50%로 불산을 제조하던 중 발생하였다. 근로자 일부가 1호 탱크 배관제거 작업을 하고 일부는 2호 맹판 제거 작업 중, 펌프 수리업체 직원이 방문하여 저장탱크 2호 위에 있던 작업자 중 1인이 저장탱크 옆으로 내려와 수리업체 직원과 수리에 관하여 이야기를 나누던 중 탱크 컨테이너 2호에서 '픽' 소리와 함께 앞을 볼 수 없을 정도로 운무가 발생하였다고 한다. 불산 이송밸브와 공기 공급밸브는 모두 불밸브이며, 레버를 잡으면 쉽게 열리게 되어 있었다. 작업자가 작업 중 몸의 불균형으로 미끄러지면서 레버로 된 밸브 손잡이가 잘못 잡히면서 밸브가 개방되어 불산이 공기 중으로 누출되면서 기화된 것이다. 보호구를 착용하지 않고 작업하던 5명(수리업체 직원 1명 포함)이 사망하였다.

구미시를 방문한 때는 누출 후 6일 이상이 지나 인체 내에 있는 불산 모두가 조직 파괴가 끝나고 남아 있지 않아 급성 위해는 거의 없고 후유증 발생 가능성은 있으며, 이차 발생과 만성 노출만 방지하면 의료 문제는 크게 문제가 되지 않을 것으로 생각하였다. 단지, 농업 생산물과 생태계 파괴가 문제라고 생각하여 이를 방문하기 전에 미국 독성물질질병등록국(ATSDR)에 근무하는 지인에게 질문을 하였지만 끝까지 응답을 받지 못하였다. 고사된 식물과 나뭇잎을 처리하는 방안을 고민하였지만 수거하여 땅에 묻으면 된다는 의견에 동의하였다. 지역 생산물인 곡류, 과일류, 가축류 처리 방안은 몇 가지 의논하였으나 결론은 내지 못하고 이러한 분야에 대한 전문가 의견이 필요하다고 언급하였다. 피해를 본 현장 지역을 방문하였다. 대부분 식물과 나뭇잎, 곡류가 노란색으로 변색되어 이렇게 많은 양을 수거하면 안

전사고 및 불산 접촉에 의한 이차 피해가 증가하므로 비로 인한 자연 정화에 의존하면서 토양, 지하수, 담수, 해수를 철저히 모니터링 하여야 한다고 조언하였다.

특별재난지역으로 선포되지 않으면 중앙정부에서 지원이 되지 않는다는 것을 알게 되었다. 가해자가 확실하므로 가해자가 해결하여야지 중앙정부가 재정 지원에 나설수 없다는 것이었다. 가해자가 영세 회사이므로 말도 되지 않는다고 생각하였으나 그것이 법이라고 하니 할 말이 없었다.

피해를 입은 마을에 가니 과일을 먹고 증상이 발현하였다는 주민을 만났다. 그는 사고 이후 감 껍질을 먹지 않고 속만 먹었는데 허끝에 저린 증상이 있었고, 대추를 먹은 주민에게서 구강 통증 증상이 나타났다고 한다. 과일은 껍질의 상태에 따라 불산이 껍질 안을 침투할 수도 있고 표면에만 존재할 수 있으나 이를 구별할 수 없으므로 섭취하지 않도록 하여야 한다고 조언하였다.

주민들이 모여 있어 건강에 관한 불산의 인체 피해를 설명하고 만성 피해는 없을 것이라고 너무 염려하지 말라고 안심을 시켰다. 곡류와 과일류는 당분간 먹지 말고 농작업도 되도록 하지 말고 농작업 시 불산에 노출될 가능성이 있으므로 마스크와 장갑을 착용하고 하도록 설명하였다. 설명이 끝나자 외부에서 온 시민단체 회원이 불산은 늦게 증상이 발현되는 경우가 있고 만성으로 빠가 녹고 신경 장애가 발생한다고 최악의 상황을 언급하였다. 나는 당황스러웠지만 증상이 늦게 나타나는 것은 경한 화상 시 모르고 지날 수가 있는 이치와 같아 심한 화상이 아니어서 별 문제가 안 되고 불산 제조업체에서 일한 근로자에서도 발생하지 않은 심한 만성 장애는 발생할 가능성이 거의 없다고 재차 이야기하였지만 이미 내 말을 신뢰하지 않는 것 같았다. 나중에 나를 믿을 수 없는 사람이라고 주민이 비난한다는 이야기도 들었다. 급성과 만성 불산 장애에 관한 논문을 발표한 유일한 학자인데 이렇게 취급받게 되니 기가 막히지만 웃어넘길 수밖에 없었다.

경상북도 보건정책과 과장과 오후 1시에 약속이 되어 있고 왜 아직 오지 않느냐고 연락이 와서 피해 지역을 떠나 구미시 보건소로 향하였다. 구미시 보건소에서 소방관의 발진을 보고 불산에 의한 가능성은 적고 화재 진압 과정 중 노출된 유해물질에 의하여 발생하였을 가능성이 높다고 언급하였다. 지역주민 건강영향평가에 관한 연구는 순천향대학교 구미병원에 피해 지역 주민이 많이 방문하므로 구미병원에 근무하는 교수가 책임을 지고 연구를 하고 나는 연구원으로 돕겠다고 하였다. 불산의 건강영향에 대하여 글을 작성하여 달라고 하여 경주에 복귀하여 작성 후 보건정책과에 글을 보냈고 여러 지방지와 방송으로 보도되었다.

이 날 이후 조금이라도 이상이 있는 피해 지역 주민들은 건강진단을 받기 위하여 의료기관을 방문하고 매일 통계치가 발표되면서 각종 자료가 언론에 보도되었다. 대부분의 발표가 몇 건인데 몇 명으로 발표되고 누렇게 변색된 농작물 화면과 과거부터 다리를 절던 개만 계속 나왔다. 환자 인터뷰는 거의

없었는데 특별한 징후를 가진 환자가 거의 없었기 때문이라고 생각하였다. 특별재난구역으로 정해지고 이제 보상이 되면서 점차 언론 발표가 감소하기 시작하였다.

매뉴얼에 대하여 들은 바를 언급하고자 한다. 불산 매뉴얼을 찾지 못하였는데 이는 불산, 불화수소 대신 플루오린화수소산(Hydrofluoric acid)으로 되어 있어 찾지 못하였다고 한다. 너무나 어처구니없었다. 화학물질은 이름이 다양하므로 잘 찾을 수 있는 체계를 구축하여야 할 것이다. 가축은 다른 곳으로 이동하여 사육하게 되어 있다고 한다. 옮겨갈 다른 곳도 없고 그렇게 하면 구미시 전체의 축산업이 타격 될 것이므로 폐기하여야 하였다. 이장이 자체적으로 판단하여 대피하였다고 하였다. 잘 한 일이다.

이 때 현장 통제가 잘되지 못하여 대피하려던 주민이 교통사고로 사망하여 어처구니 없는 일이라고 생각하였으나 이 사건은 별로 주목을 끌지 못하였다. 시청 관계자는 환경 농도가 기준치 이하라고 주민들을 복귀시켰다. 기준치 이하여서 복귀한 것은 타당할지 모르지만 주민의 입장에서 보면, 농작업도 못하고, 곡류, 과일류, 가축류도 먹지 못한다면 어떻게 식재료를 구할 수 있을까? 결국 또 다시 장기간 대피하게 된 것은 당연하다고 생각하였다. 식사를 가정에서 자체적으로 해결할 수 있을 때 복귀하는 것이 올바르다고 판단하였다. 매뉴얼은 사전에 준비하여야 하겠지만 발생 후 현장 상황에 부합되게 융통성 있게 운영되어야 할 것이다. 사고가 발생 시 도착하는 현장 팀에 소방관, 경찰관, 응급구조사, 의료진은 당연히 포함되어야 하겠지만 환경보건 및 역학조사 전문가도 포함되어야 할 것이다. 인터넷, 카카오톡, 밴드 등에서 최악 상황 및 각종 설이 난무하였으나 특별한 대처가 없었다. 각종 유언비어는 위기감을 조성하므로 적극적으로 대처하기 위하여 노력하여야 할 것이다.

결론적으로 고사된 식물 및 나뭇잎은 비로 의하여 자연 정화가 되도록 하면서 토양 및 수질을 철저히 모니터링하고 가축, 과일 및 농산물은 전부 폐기하여야 할 것이다.

이는 지역 생산물의 대국민 신뢰를 위하여 당연하다. 폐기시키지 않는다면 지역의 모든 생산물 판매가 급감하였을 것이다. 🍌

참고 문헌

1. 임현술, 정해관, 김지용. 불산 제조업체에서 발생한 불산화상에 관한 조사 연구. 예방의학회지 1993;26(4):587-598.
2. 김지용, 임현술, 정희경, 이현경, 강홍식. 불산 제조업체 근로자의 골밀도 변화에 관한 연구. 대한산업의학회지 1995;7(1):120-127.
3. 임현술. 우리나라의 재해 발생 현황과 대책. 한국역학회지 2003;25(2):47-61.
4. 김순신, 우극현, 윤성용, 임현술, 김근배, 유승도, 조용성, 이석용, 이현수, 양원호. 불산 노출사고에 따른 지역사회 구성원들의 노출 평가. 한국환경보건학회지 2015;41(1):1-10.