

구강암 - 후두암과 편도암 등

한국산업안전공단 산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 규 상

후두암과 편도암은 구강암으로서 흡연과 음주가 가장 큰 위험요인이며 또 상호작용 효과도 아주 크다. 일부 화학물질과의 관련성을 시사하는 역학적 연구보고도 있다. 최근 산업안전보건연구원에 심의 의뢰된 구강암의 사례를 소개한다.

1. 암반 천공 드릴작업자에서 발생한 후두암

1.1. 개요

근로자 C(남, 52세)는 1993년 3월 J개발에 입사하여 암반 천공 드릴기사로 근무하면서, 분진 등에 노출되어 오던 중 2006년 4월 후두암 진단과 2006년 6월에 진폐증으로 진단되었다.

1.2. 작업환경

근로자 C는 1993년에 J개발(1992년 9월 개업한 골재쇄석업)에 입사하여 암반천공드릴기사로 근무해 왔다. J개발은 평균 10명(크랏샤 3명, 포크레인 3명, 천공드릴 1명, 화약주입 1명, 사무실 2명) 가량이 근무하며 암반천공드릴 작업은 근로자 C 혼자 담당하였다. 레미콘 및 도로포장용 자갈을 생산하는 J개발은 천공 → 장약 → 발파 → 상차 → 크랏샤 → 자갈 → 상차 → 출하의 공정을 거쳐 제품을 출하한다.

C가 근무한 부서는 천공작업으로 암반에 구멍을 뚫어 화약을 장착할 수 있도록 하는 과정이다. C가 근무할 당시에는 공압식 천공기를 사용하였으며(12년 근무), 작업자가 외부로 노출되어 천공기를 조작하는 형태이다. 현재 사용하는 유압식 천공기는 작업자가 콘솔박스 내에서 외부와 격리되어 천공기를 조작하고 있다(C는 유압식 천공기에서 1년 근무

무).

작업환경조사는 C가 작업했던 암반 천공 드릴작업을 대상으로 발암성을 지닌 유해인자의 유무 및 전반적인 작업환경 실태를 조사하였다.

암반시료는 C가 당시 근무했던 곳에서 채취하여 암반에 석면, 니켈 등의 포함 여부를 측정하였으며, 공압식 천공기는 과거 작업장에 방치되어 있어, 이를 다시 작동시켜서 다핵방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)에 대한 측정을 하였다.

K대학교 산업의학연구소의 J개발의 생산부(크랏샤, 페이로다, 굴삭기)에 대한 '03년~'05년 상·하반기 작업환경측정 결과보고서를 토대로 한 광물성 분진의 노출수준을 보면, 분진 중 SiO₂ 함유량은 0.11-0.79%, 노출수준은 2003년 0.08-3.83, 2004년 0.67-2.28, 2005년 0.04-2.63으로 노출기준(10mg/m³) 이하이었다.

C가 근무한 공압 및 유압 천공 공정에서 발암물질로 추정되는 노출인자는 니켈금속, 크롬금속, PAHs 등이었다. 작업환경 조사과정에서 채석이 종결된 장소에서 채취한 자갈원석 벌크(bulk)시료에서는 니켈 5.97~46.88mg/L, 크롬 7.7~49.4mg/L의 함량을 알 수 있었다. 석면은 미검출되었다. 공압용 천공기에서 다핵방향족탄화수소(PAHs)를 분석한 결과 Naphthalene을 제외한 나머지 물질들은 검출한계 이하였다. Naphthalene

은 0.00061mg/m³(노출기준 50, NIOSH NMAM #5515에 의한 분석) 검출되었다.

1.3. 의학적 경과

근로자 C는 2003년경부터 쉰 목소리가 발생하고, 2006년 4월부터 목에 통증이 있어 인근 지역의 이비인후과 방문 후 전원을 권유받고, B대학병원 이비인후과에서 진단 결과 후두암으로 판정받았다(조직학적 소견상 성문 부위의 편평상피세포암, T₂N₂M_x). 이후 항암치료와 방사선치료를 받고 추적관찰 중 2006년 6월 후두암 진료 과정에서 진폐증(13급)을 발견하였다.

C의 후두암은 50세에 발생한 편평상피세포암으로 일반인구에서 발생하는 후두암의 일반적인 양상과 유사하다. 후두암 발생부위는 성문부위이고, 30년간 담배 2갑(평균 1.5갑) 정도의 흡연력이 있으며, 간헐적으로 음주를 하였다.

1.4. 구강암(후두암과 편도암 등)의 의학적 고찰

현재까지 알려진 일반적인 구강암의 원인인자로는 흡연, 씹는 담배, 후추, 음주 등이 있으며, 기타 원인들로는 불량한 구강위생, 의치나 치아로 인한 기계적 자극, 인체유두종 바이러스(human papilloma virus, HPV), 매독, 편평태선과 구강의 점막하 선유화증 등이 있다. 그리고 직업적인 요인(코크스제조(coke ovens; PAH, 다핵방향족화

합물), 가죽공업 등)과 비타민 결핍 등이 보고되고 있으나 가장 큰 요인은 흡연(비흡연자에 비해 5-25배)과 음주(구강암의 90% 이상이 두 요인과 관련됨)이며, 또 상호작용 효과가 아주 크다(비흡연, 저음주자에 비해 최소 3배에서 최대 80배의 비차비를 보임).

두정부 영역에서 가장 발생빈도가 높은 후두암은 전체 악성 종양의 약 2-5%를 차지한다. 40대에서 60대에 호발하며 흡연이 결정적인 원인이 되기 때문에 주로 담배를 피우는 남자가 많고 여자에서는 드물게 발생하는 것으로 알려져 있다. 발병 원인으로 추정되는 요인들로 일반인구에서 후두암의 원인은 흡연과 음주가 90% 가량이 된다고 보고하고 있으며 그밖에, 바이러스 감염, 환경적 요인, 실내 공기의 오염 등의 원인이 있다.

음주와 흡연의 영향을 보면, 흡연은 후두암 발생의 위험률을 매우 증가시키는 위험요인으로 인정되고 있다. 금연의 후두암 발생 보호 효과는 금연 후 5년이 지나야 나타나며, 금연 후 10년의 경우 위험도는 현재 흡연자보다 절반으로 감소되며, 금연 후 15년이 지나야 비흡연자와 같아진다. 일부 연구에서는 성문암의 발생 교차비가 비흡연자에 비해 흡연자 19.8, 금연자 7.0으로 보고하고 있으며, 하루에 35개비 이상 흡연할 경우 교차비 42.9, 40년 이상 흡연할 경우 교차비 37.2로 보고하였다. 음주의 경우 여러 문헌에서 독립적인 후두암 발생의 위험인자로 보고하고 있으며, 흡연과의 상승효과에 대해서도 보고

하고 있다. 흡연과 음주에 의한 후두암의 발생 부위를 보면, 현재 흡연자는 성문 상부의 후두암이 더 높았고, 과음자에서 발생된 후두암은 식도와 기도의 성문 가까운 부위보다는 주로 연결부위 또는 성문 상부에서 발생되었다.

후두암 발생과 관련된 것으로 보고하고 있는 직업성 요인들은 유리규산, 석면, 디젤흄, 용접흄, 금속가공유(특히 비수용성 광물유), 니켈, PAHs 등이 있다. 후두암 발생이 높았던 직업은, 건설업의 도장공, 기계공, 건설업 근로자(3.4, 95%CI 1.4-8.1), 금속 제작, 플라스틱 제작, 기계 운전(2.6, 95%CI 1.3-4.9), 고무공장, 목분진, 건설업, 자동기계 등이었다. 그밖에 건설자재 제작, 섬유제조, 금속제작, 니켈광산, 제련 등이 있다. 이들 중 지속적으로 관련성이 높게 보고되는 요인은 디젤흄, 금속가공유 등이며, 높은 발생률이 자주 보고되는 직종은 금속가공유의 사용이 높았던 기계공, 자동차공업 근로자 등이었다.

금속가공유와 후두암 발생의 관련성을 보면, 광물유에 노출되는 작업은 금속가공, 인 쇄기, 면섬유, 마섬유 방사작업 등이다. 인구통계자료를 통한 연구를 보면, 흡연과 음주를 보정하고 난 후 후두암과 금속작업자(machinist), 금속연마에서 뚜렷한 증가를 보였다. 이 연구들에서 비수용성 광물유 노출시에는 발생률이 2배 높았다고 보고한다. 이러한 연구들은 광물유 속의 PAH의 발암

가능성을 언급하고 있는데, 금속가공유에는 PAH 이외에도 금속성분(니켈, 코발트, 납, 몰리브데움)이 첨가되어 있고 일부 금속가공유는 황 성분이 포함되어 있다. 이 황 성분은 동물실험에서 PAH의 발암을 촉진시키는 것으로 보고되고 있다.

실리카와 먼분진의 후두암 발생에 관한 연구에서 교차비는 각각 1.8(95%CI 1.3-2.3), 1.6(95%CI 1.1-2.5)로 보고하고 있으며, 석면 폭로가 후두암 발생률을 증가시키는 비율비를 1.9(95%CI 1.2-3.1), 시멘트 분진에서 인두암의 비율비를 1.9(95%CI 1.2-3.1)로 보고하였다. 특히 석면과 금속 분진, 석탄 분진의 경우 하인두에서의 유의한 발암 위험도를 가진다고 보고하고 있다. PAHs의 경우에 후두암의 발생위험도를 1.9(95%CI 1.1-3.2)로 보고하고 있으며, 1.3(95%CI 1.1-1.6), 5.2(95%CI 1.6-17.1)로 보고한 연구도 있다. 디젤 배기가스의 경우 교차비를 1.5(95%CI 1.3-1.9)로 보고하고 있다.

1.5. 근로자 C의 후두암의 업무관련성

근로자 C는 암반천공드릴작업을 하는 동안 발생하는 다량의 분진을 13년간 흡입하였고(진폐증 진단을 받고 13급 판정 받음), 천공드릴작업에 사용된 공압식 암반천공드릴 기계의 배기가스에 노출되었던 점 등이 있으나, 여러 문헌에서 일관되게 후두암 발암성 물질로 보고하고 있는 석면, 절삭유, acid mist, 니켈 등에 관한 조사 결과, 암반에서

석면이나 발암물질 형태의 니켈, 그리고 배기가스의 PAHs 등이 거의 검출되지 않았다. 따라서 C는 석면과 PAHs에는 노출되지 않은 것으로 볼 수 있고, 니켈 등의 물질 또한 함량이 적고, 발암성을 가진 형태로 존재하지 않았다. 그리고 후두암의 가장 흔한 원인인 60갑년의 흡연 및 주 1-2회 소주 1-2병의 음주력이 있었다. 따라서 C의 후두암은 작업 중 노출된 규산, 니켈, 디젤배기가스에 의한 영향보다는 30년간 1.5-2갑의 흡연력의 영향이 더 클 것으로 판단하였다.

2. 열처리 부서 작업자에서 발생한 후두암

2.1. 개요

근로자 Y(남, 51세)는 1981년 2월 T중공업 전신인 D기계에 입사하여 계속 열처리 부서에서 근무하면서, 금속가공유, 침탄 방지제 및 분진 등에 노출되어 오던 중 1997년 11월 후두암으로 진단받아 1998년 12월에 사망하였다.

2.2. 작업환경

1984년 T산업과 D기계가 합병된 T중공업은 수송용 기계기구를 제조하는 회사로 근로자수는 1,340명(협력업체 근로자수 20명 별도)이다. Y는 1981년에 D기계에 입사하여 1984년부터 T중공업 근로자로 근무해왔으

며 Y가 근무한 열처리부서 근로자는 34명이다. 본 작업환경조사는 Y가 작업했던 열처리부서의 연속로 및 편심교정작업을 대상으로 발암성을 지닌 유해인자의 유무 및 전반적인 작업환경실태를 조사하였다.

자동차 부품을 생산하는 T중공업은 다음 <표 1>과 같은 공정을 거쳐 제품을 출하한다.

Y가 근무한 열처리부서는 열처리 방법에 따라 연속로, 올케이스로, 고주파로 등의 열처리로를 사용하며, 표면처리를 위한 공정으로 착색, 도금, 염욕조 공정이 있다. 이 공정들은 연속적인 공정이 아니라 제품의 종류에 따라 각각 다른 공정을 거치게 된다. 열처리 연속로는 LPG의 탄소를 이용하여 자동차부품의 강도를 높이는 공정으로 열원은 전기를 이용한다. 이 연속로는 자동화공정으로 연속로 내부에서 다시 세부공정이 나뉜다. 연속로 내부의 온도는 세부공정별로 다소 차이가 있으며 압력은 일반 대기압과 같다. Y가 근무한 연속로의 내부는 내화벽돌로 되어있으며 1년에 1~2회 정도 연속로 내의 내화벽돌 교체작업이 있으며 부정기적으로 연속로 입구 및 연속로 문의 내화벽돌 교체작업이 있다고 한다.

Y가 1996년 이전에 주로 담당했던 편심교정작업은 변속기, 차축 등 자동차 부품이 열처리를 거친 후 휘어진 부분을 바로 잡는 작업으로 교정프레스를 이용하여 교정하는 작업이다. 열처리부서가 생긴 이래로 약 20년 동안 시설, 공정 및 작업환경변화는 거의 없

었으며 부분적으로 작업환경을 개선해왔다.

Y가 근무한 열처리부서의 연속로 및 편심교정공정에서 발암물질로 추정되는 노출인자는 금속가공유와 실리카 등이었다. 작업환경 예비조사과정에서 연속로 내부로 들어가기 위해 적재대에 놓인 자동차부품이 앞공정(선삭가공)에서 가공 중 금속가공유가 그대로 묻어있는 상태로 연속로 내부로 들어가는 것을 발견하였다. 탄화수소계열 성분의 비수용성 금속가공유의 성분 중 다핵방향족탄화수소(PAHs)가 함유될 가능성이 있다. 또한 연속로 내부 내화벽돌 교체작업 시 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃로 구성된 내화벽돌을 이용하므로 이 작업 시 실리카(발암성 물질: IARC Group 1)에 노출될 가능성이 있다(SiO₂ 함량, 41.17~58.93%).

5개 금속가공유 중 다핵방향족탄화수소(PAHs)를 분석한 결과, Pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(g,h,i)perylene을 제외한 나머지 물질들은 검출한계 이하였다. Pyrene은 'EN-150' 시료를 제외한 모든 시료에서 검출되었으며 검출된 평균농도는 41.47 μ g/g이다. Benzo(b)fluoranthene은 '10-E' 시료에서 검출되었다. Benzo(g,h,i)perylene은 '10-E', 'ES-20L', '절삭유(A)'에서 검출되었으며 검출된 시료의 평균농도는 5.54 μ g/g이다. 'EN-150'은 전처리 시약인 헵탄과 잘 섞이지 않아 다른 시료와 다른 용해성을 보여주었으며 수용성이라고

연속로내부	
입고→전처리→적재→탈지→침탄→담금질→세척→뜨임→탈사→편심교정→이동	
전처리	자동차 부품의 나사부 등에 침탄·경화·변형 방지를 위해 침탄방지제 도포하며 하루 1시간 정도 작업함
적재	제품의 형상, 크기, 변형 등을 고려하여 적당한 크기의 적재대에 제품 적재
탈지	제품표면에 묻은 절삭유 및 먼지를 제거하기 위해 태워 기화시킴(450℃)
침탄	내마모성 부여 및 피로강도 향상을 위해 LPG 중의 탄소를 제품표면에 주입(930℃)
담금질	제품의 경도를 증진시킬 목적으로 QUENCHING-OIL에 담가 급랭시키며 침탄 열처리 후 얇은 소재의 변형된 기어류의 힘을 바로잡기 위해 압착기(Quenching Press, QP)를 이용하여 담금질과 병행(120℃)
세척	알칼리 세척제를 이용하여 담금질 중에 묻은 광유를 제거(70~80℃)
뜨임	담금질한 소재의 내부균열을 제거하고 인성을 부여하기 위해 저온(180℃)에서 열처리
탈사	쇼트볼을 금속표면에 투사하여 그 충돌되는 힘에 의해 표면에 있는 산화철 이물질 제거
편심교정	앞 공정에서 제품의 휨 등을 바로잡기 위해 압착기를 이용하여 제품을 교정

표 1. 연속로 세부공정

판단된다. (ACGIH noticed change, 1999)

열처리부서의 공기 중 PAHs와 Oil mist 노출수준을 평가하기 위해 PAHs가 발생될 것으로 생각되는 적재대와 연속로의 입·출구에서 지역시료를 채취하였으며, Quenching press 작업자 1명에 대해 개인시료를 측정하였다. 적재대와 연속로 출입구에서 NPT 환경오염지표인 16가지 PAHs 중 발암 가능성이 있는 것으로 평가되는 Benzo(a)anthracene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(a)pyrene 등이 발생되고 있었다.

미국 산업위생전문가협회(ACGIH)에서는 광물성 금속가공유에서 발생하는 PAHs들의 8시간 시간가중 평균 총합이 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 넘지 않도록 제정할 것을 예고하고 있다. 이 기준에 비교해 볼 때, 본 사업장에서는 연속로 출입구에서도 각각 $74.25\mu\text{g}/\text{m}^3$, $127.10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 발생되고 있었고, 적재대 상단 10cm

높이에서 $580.93\mu\text{g}/\text{m}^3$, 상단 50 cm 높이에서 $44.67\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 발생되고 있어 적재 작업자에게 다핵방향족탄화수소 노출이 초과될 가능성이 있다. 또한 Quenching press 작업자의 개인시료 측정에서도 $134.28\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 발생된 것으로 보아 열처리부서의 작업은 적재대와 열처리로 및 Quenching press 작업 등으로 인해 수십~수백 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 다핵방향족탄화수소가 발생되고 있다. 공기중 Oil mist의 노출수준은 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 로 평가되어 본 사업장에서 mist 형태로 노출되는 양은 적은 것으로 판단되었다.

2.3. 의학적 경과

Y는 군 복무로 월남전 참전하여 약 1~2년간 통신병으로 복무하였으며, 고엽제 관련 질환으로 현재 국가보훈수혜를 받고 있다. 과거에 건설업 일용직 5개월과 구멍가게를

2년 운영하였으며, 1979-1981년 기간 동안 D중기 열처리부서에서 근무하였다.

흡연은 군 입대후 하루 1갑을 20년 이상 피우다가 1990년에 금연하였으며, 음주는 간헐적으로 하였다.

가족력상 암질환은 없었으며, 과거 질병으로 1994년, 후두개 낭종으로 수술하였다(의무기록에 의하면 후두개 낭종의 발생부위와 후두암 발생부위는 관련이 없었음).

후두암의 발병 경과를 보면, 1985년(38세)부터 내화벽돌 교체작업 후에는 침 삼키기 힘든 증상 및 목의 통증을 간헐적으로 호소했으며, 1994년 2월(47세) 후두개 낭종으로 수술하고, 간헐적으로 목의 통증으로 통원치료 해 오던 중 1997년 12월(50세) 후두암 판정 후 98년 2월 수술(조직학적 소견 상 성문부위의 편평상피세포암)하고, 1998년 12월 사망하였다.

2.4. 근로자 Y의 후두암의 업무관련성

Y는 열처리 부서에서 근무하는 동안, 금속가공유가 다량 칠해져 있는 금속제품을 고열의 열처리로에서 가열하는 과정에서 발생하는 PAH 등에 노출되었으며, 이 금속가공유는 비수용성 및 수용성 광물성 유(油)이며, 염소화파라핀과 소량의 황을 포함하는 경우도 있었다. 열처리를 위해 연속로를 거치게 되는 제품의 앞공정(선삭가공)에서 사용한 5개의 금속가공유에서 다핵방향족 탄화수소(PAHs)의 함유 여부를 분석한 결과 발암성

을 지닌 Benzo(b)fluoranthene(ACGIH A2, IARC Group 2A), Benzo(g,h,i)perylene (IARC Group 3), Pyrene(IARC Group 3)이 발견되었다. 열처리부서의 작업환경측정 결과 연속로 출입구와 적재대 및 Quenching press 작업에서 다핵방향족 수소화합물이 다량 검출되었다. 연속로 내부에 사용되는 내화벽돌의 주요 구성성분은 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃였으며 SiO₂ 함량이 41.17-58.93%인 것을 볼 때 연속로 내화벽돌 교체작업 시(내화벽돌에 사포질도 함) 실리카에 노출될 가능성이 있다.

Y의 음주력은 후두암에 영향을 줄 정도는 아닌 양으로 판단되며, 흡연력은 일반인구에서 후두암 발생률을 2-6배정도 증가시켰다고 보고되고 있다. 그러나 금연하는 경우는 후두암 발생 위험률이 현재 흡연자보다는 낮고, 일반적으로 1.5배-2배 정도로 보고되고 있다.

후두암은 금속가공유, 특히 비수용성 절삭유의 노출과 관련된다는 연구가 일관되게 보고되고 있으며, 일부 연구에서는 유리규산, 황산과 후두암 발생 관련이 큰 것으로 보고하기도 하고, 절삭유에 황이 포함되어 있는 경우 동물실험에서는 암 발생률이 높았다는 보고도 있다. 또 후두암 발생 부위별로 볼 때, 특히 성문부위의 암에서 업무관련성이 크다는 보고되고 있다.

Y는 20년간 1갑의 흡연을 하였지만 1990년부터 금연하였고, 발생부위가 직업성 후두

암이 더 많이 보고되는 성문부위인 점, 열처리부서에서 노출된 금속가공유가 비수용성 광물유가 많았고 분석 결과 발암성 PAH가 검출되고 일부 광물유에 황 성분이 소량 들어있었던 점, 그리고 12년간 1년에 수회 수행해 왔던 연속로 보수작업 중 내화벽들에 의한 유리규산에 노출되었을 것으로 추정되는 점 등으로 보아 망자의 후두암은 작업 중 노출된 PAH 및 유리규산의 영향을 더 많이 받아 발생하였을 것으로 판단된다.

그러나 베트남 파병 관련 군 복무력과 후두암 발병과 관련하여서는, 현재까지 보고된 역학적 자료에 의하면 베트남 파병에 의한 고엽제 등의 노출과 후두암의 발병은 동물실험에서는 관련이 있는 것으로 일부 보고되나, 사람에서 증명된 바 없으며 역학적 보고에서 고엽제 노출과 후두암 발생이 뚜렷한 연관관계를 보였다는 자료가 없다. 따라서 현재, 「고엽제 후유증 환자 지원 등에 관한 법률」에서는 후두암을 고엽제 후유증의 범위에 포함하고 있지만, 산업의학적 검토에 의하면 고엽제 노출 등에 의해 후두암이 발생된다는 결론을 내리기는 어렵다.

3. 스테인레스 탈청제 세척 작업자에서 발생한 편도암

3.1. 개요

근로자 J(남, 51세)는 2003년 M엔지니어

링에 입사하여 스테인레스 소재 탱크를 제작한 후 스테인레스 탈청제를 도포한 후 이를 세척하는 작업을 수행하여 오던 중 2006년 6월 편도암(상피세포암)으로 진단받았다.

3.2. 근로자 J의 편도암의 업무관련성

근로자 J는 진료기록부에 의하면 매일 소주 1병 정도를 음주하며, 현재는 1달째 금연을 하고 있으나 그전에 매일 한갑반씩 흡연하여 구강암 발생의 고위험군이라 볼 수 있다.

작업 중 스테인리스 탈청제 LD-111의 도포 후 이를 세척하는 업무 수행 중에 유해화학물질에 노출될 수 있으나(성분은 확인할 수 없었음), 대부분의 직업성 암의 발생에는 발암물질에 노출된 지 10년 이상의 기간이 필요한데, 이 근로자의 근무기간은 약 3년(채용일자, 2003년 5월 1일; 회사의 설립연도, 2001년 7월)으로 편도암이 발생되기에는 노출력이 충분하지 않았다.

따라서 J의 편도암은 M엔지니어링 이외 과거의 직업에 의해 발생하였는지 여부는 현재 판단하기 어렵지만, 현재 M엔지니어링에서 작업 중 노출된 유해물질에 의해 발생하였을 가능성은 낮으며 오히려 구강암 발생의 위험요인과 관련하여 개인적 요인(흡연과 음주 등)에 의한 가능성이 높다고 판단하였다. ☹