

광부와 후두암 (Laryngeal cancer)





서론

광부에게 후두암이 진단되었다면 업무 관련성을 어떻게 판단해야 할까?

우리나라의 직업성 암 인정기준에는 후두암을 일으키는 것에 대해서는 다음과 같이 석면에 노출된 경우로 규정하고 있다.¹⁾

- 석면에 노출되어 발생한 후두암으로 다음의 어느 하나에 해당하며 10년 이상 노출되어 발생한 경우
 - 가슴막반(흉막반) 또는 미만성 가슴막 비후와 동반된 경우
 - 조직검사 결과 석면소체 또는 석면섬유가 충분히 발견된 경우
- 석면폐증과 동반된 후두암

광부들이 노출되는 결정형 유리규산에 의한 폐암과 라돈에 의한 폐암은 규정되어 있지만, 후두암에 관한 기준은 없다. 그렇기 때문에 석탄 광산에서 '광부들은 석면에 노출될 수 있는가'를 검토해 볼 필요가 있다.

- 라돈-222 또는 그 붕괴물질(지하 등 환기가 잘 되지 않는 장소에서 노출된 경우에 해당한다) 및 결정형 유리규산에 노출되어 발생한 폐암



김수근

의학박사
직업환경의학 전문의

이에 후두암에 걸린 광부의 업무 관련성 판단을 위해 석탄 광산에서 석면에 대한 노출가능성과 정도를 조사하고 결정형유리규산 및 라돈으로부터의 노출과 후두암의 관련성에 대하여 살펴볼 필요가 있겠다. 이러한 상황에서 후두암을 진단받은 석탄 광산의 광부에 대한 면담을 통하여 업무 관련성을 다음과 같은 과정과 방법을 통하여 살펴보았다<그림 1>.²⁾

<그림 1> 업무 관련성 평가 흐름도



후두암의 직업적 발병요인 고찰

1. 후두암과 국내 발병 현황

1) 정의

후두암은 두경부(머리와 목)에서 중요 기관 중 하나인 후두에 발생하는 악성 종양(암)이다. 후두는 경부(목)의 중앙부에 위치하는 기관이다. 다양한 모양의 연골이 후두를 구성하고 있는데, 후두를 구성하는 연골 중, 목의 중앙에 위치하는 갑상연골은 넓적한 방패 모양으로 생기고 중앙부가 튀어나와 휘어있어 외부에서도 보이는데 속칭 ‘아담의 사과(Adam’s apple)’라는 부위다.

2) 현황

후두암은 두경부의 주 호발암으로서 우리나라에서 매년 새로 발생하는 전체 암의 1.1%를 차지하고, 전체 두경부암 환자의 약 1/3에 해당한다.

후두암은 두경부의 주 호발암으로서 우리나라에서 매년 새로 발생하는 전체 암의 1.1%를 차지하고, 전체 두경부암 환자의 약 1/3에 해당한다.

2018년 중앙암등록본부 발표에 의하면 2016년에 우리나라에서는 229,180건의 암이 새로이 발생했다. 그 중 후두암(C32)은 남녀를 합쳐서 1,167건으로 전체 암 발생의 0.5%를 차지했다. 인구 10만 명 당 조(粗) 발생률(해당 관찰 기간 중 대상 인구 집단에서 새롭게 발생한 환자 수, 조사망률도 산출 기준 동일)은 2.3건이다.

남녀 성비는 16.1:1로 남자에게 더 많이 발생했다. 발생건수는 남자가 1,101건, 여자는 66건이었다. 남녀를 합쳐서 연령대별로 보면 60대가 34.3%로 가장 많았고, 70대가 30.2%, 50대가 21.0%의 순이었다.³⁾

2. 후두암의 일반적 위험요인

후두암의 대부분은 내부를 싸고 있는 상피세포에서 발생하는데, 이 부위에 가해지는 담배, 심한 음주, 여러 공해물질의 자극, 바이러스 감염, 그 밖의 외부 자극 등의 원인에 의하여 상피세포가 변성과정을 거쳐 암세포로 변하게 되는데 이들이 증식하면서 암으로 진행하게 된다.³⁾

1) 흡연

흡연은 가장 확실한 후두암의 발암 위험인자다. 후두암 환자 대부분은 흡연 경험이 있거나 흡연에 노출된 경험이 있는 환자에서 발생한다. 또한 후두암의 발생은 담배에 대한 노출 기간과 흡연 양 모두가 중요하다. 담배에 노출이 많이 될수록 후두암 발생 위험은 높아진다.⁴⁾

2) 음주

음주는 후두암의 발생 위험을 높인다. 특히 과음을 하는 경우, 비음주자에 비해 후두암 발생 위험이 몇 배 높은 것으로 알려져 있다. 그리고 음주자가 흡연을 동반하는 경우는 흡연만 하는 경우보다 암 발생에 상승효과가 있다는 것은 이미 알려져 있다.⁵⁾

3) 영양

심한 음주를 하는 경우 영양 부족과 비타민 부족 현상은 흔히 나타나며 특히 후두암을 발생시키는데 기여한다는 보고가 있다. 그중에서도, 비타민 A와 C, 미네랄의 결핍과 관련 있다. 음주 및 흡연과 연관된 영양결핍 상태는 과음자에게서 흔히 나타나며, 비타민과 미네랄 부족으로 인해서 후두암 발생을 또한 증가한다.

흡연은 가장 확실한 후두암의 발암 위험인자다.



신선한 야채와 과일 섭취는 후두암의 발생을 감소시키는 것으로 보인다. 이런 식품에는 항산화 작용을 하는 비타민 A, C 및 E가 풍부하기 때문인 것으로 추정된다. 신선한 야채와 과일에 있는 비타민과 다른 영양소들은 암을 일으킬 수 있는 후두 점막의 손상을 멈추게 한다. 반면에 기름에 튀기거나 구운 고기는 후두암 증가와 연관이 있다.⁶⁾

4) 위산 역류

위산 역류가 비흡연자에게서 암의 원인으로 지적되고 있다. 왜냐하면 역류된 위산은 후두 점막을 자극하게 되는데, 이런 상황이 반복되면 후두 점막 세포가 손상되고, 후두암 발생이 증가한다.⁷⁾

5) 바이러스

인간 유두종 바이러스(Human Papilloma Virus, HPV)와 헤르페스 바이러스가 동물실험에서 후두암의 발생 원인 인자로서의 가능성을 보이고 있다.

HPV는 100종 이상이 있는데, 후두암 환자의 24.0%에서 HPV type 16(HPV16)이 감염되어 있었다.⁸⁾ HPV는 후두점막에 유두종을 형성하고, 이것은 후두의 편평상피암과 연관되어 있다. HPV는 암 진행을 촉진하는데, 이 바이러스는 암 단백질에 의한 점막의 이형성(atypia)을 유발시켜 암 진행 속도를 증가시키는 것으로 알려져 있다.

후두암의 대부분은 내부를 싸고 있는 상피세포에서 발생한다. 이 부위에 가해지는 담배, 심한 음주, 그 밖의 외부자극 등의 원인에 의하여 상피세포가 변성과정을 거치는데 이들이 증식하면 암으로 진행된다.

6) 면역결핍

인간면역결핍바이러스(HIV) 감염자나 장기이식 후에 면역기능을 억제하는 약을 복용한 사람들에게서 후두암 발생이 증가한다. 먼저 HIV 감염자들은 그렇지 않은 사람들에 비하여 후두암의 발병 위험이 3배 정도 증가하였고, 장기이식 후 면역을 억제하는 약을 복용한 사람들의 경우에는 2배 정도 증가하였다.⁶⁾

칸디다에 감염된 후에 후두편평상피암이 발생한 62세 남자 환자 사례가 2013년에 국내에서 보고되었다.⁹⁾

후두암의 직업적 위험요인

국제암연구기구(International Agency for Research on Cancer, IARC)에 의해서 충분한 근거가 제시된 후두암의 직업적 발병요인은 석면, 니켈, 황산미스트 등이 있다.^{10, 11)} 그 외에도 결정형 유리규산, 시멘트 먼지¹²⁾, 석탄 분진¹¹⁾, 면 분진, 목재 분진¹¹⁾, 다환방향족탄화수소¹³⁾, 디젤엔진 배출물, 알루미늄 생산, 고무 산업에 종사하는 경우에도 후두암 발병 위험이 높다.

후두암의 가장 큰 위험 요소는 담배와 음주이며, 둘을 병행한다면 암 발병에 상승효과(multiplicative effect)를 야기시킨다.¹⁴⁾ 이러한 현상은 상승효과에 따라 흡연과 석면 노출에 의하여 폐암이 더 많이 발병하듯이, 후두암의 경우에도 직업적 위험요인으로 인해 상승효과가 있을 것으로 추정된다.¹⁵⁾

직업과 관련된 사회 경제적 상태는 후두암의 위험 증가와 관련이 있는 것으로 밝혀졌다.¹⁶⁾ Menvielle 등¹⁷⁾은 사회적 불평등으로 인한 인두 및 후두암 발병이 알코올 및 담배 소비로 완전히 설명할 수 없으며, 직업적 노출에 상당 부분 기여할 수 있다라는 결론을 내렸다.

최근 직업 관련 독성 물질과 후두암 사이의 관계에 초점을 둔 연구결과에서 도 앞에서 제시한 직업적인 발병요인에 노출될 수 있는 직업군에서 후두암 발생이 증가하였다.¹⁸⁾ 즉 광부, 화학 가공업자, 스피너, 직조기, 편직기, 염색기, 재단사, 양장점, 하수구, 업 홀스터, 유리 포머, 도공, 대장장이, 툴 메이커, 공장 기계 운영자, 페인터, 하녀 및 다른 봉사 종사자, 그리고 마지막으로 임업 노동자 등에 고용된 근로자들이 특히 후두암 위험이 높았다.

이러한 결과는 직업에 따라 후두암의 발생에 차이가 있는 것은 음주와 흡연



에 의한 경우라는 점은 배제할 수 있었으나, 식습관이나 운동과 같은 다른 생활양식 요소의 영향도 있다는 설명일 수 있다. 또 다른 가능성이 높은 설명으로 직업적 발병 위험요인으로 작업장에서 유해물질에 대한 노출이 모두 다르다는 것이다.¹⁹⁾ 그 중에서도 광부는 빈번하게 입자상 물질 및 다양한 분진(석면, 결정형 유리규산, 석탄 분진, 디젤엔진 배출물 및 발암성 중금속 등)에 노출된다.

때문에, 광부가 갱내에서 채탄과 굴진 작업 등을 할 때에 노출될 수 있는 후두암의 직업적 위험요인에 대해서 보다 구체적으로 살펴보았다.

1. 석면

석면분진에 노출되면 수년 후 후두암 발병이 증가한다. 국제암연구기구(IARC)에서는 석면은 인간에게 발암성이며 후두암(폐암 및 방광암)을 유발한다는 충분한 증거가 있다고 하였다.^{10, 20)} 국제암연구소(IARC)에서는 석면과 후두암 사망(또는 발병)에 관련된 29개 코호트 연구를 검토하였고, 15개의 환자대조군 연구 중 14개의 연구에서도 석면노출과 후두암은 관련성이 있었으며, 흡연과 음주를 보정한 메타분석에서도 석면노출과 후두암은 관련성이 있었다.

유럽에서는 CAREX를 통하여 석면에 노출된 근로자를 추정하였는데 CAREX (CARcinogen EXposure)는 유럽연합(EU)의 'Europe Against Cancer Program'의 지원에 의해 만들어진 발암물질에 대한 국제적 노출정보 시스템이다.

이 시스템에서 추정한 결과 석면 노출 근로자의 50%에 가까운 수가 건설업 종사자였다. 또한 석면에 가장 빈번하게 노출되는 업종으로는 건설업, 개인서

국제암연구소에서
는 석면과 후두암
사망에 관련된 29개
코호트 연구를
검토하였고 그 결과,
들은 관련성이 있었
으며 메타분석에서
도 흡연과 음주를
보정하고도 석면
노출과 후두암은
관련성이 있었다.

비스업, 광업, 농업, 무역업, 호텔 및 식당 종사자 등이었다.²¹⁾

2001년부터 2009년까지 우리나라에서 실시한 석면에 대한 특수건강진단 자료에서 연도별 석면에 대한 특수건강진단은 취업자 인구 대비 0.01~0.03%이었다. 산업별로 볼 때 석면 특수건강진단 비율이 높았던 부문은 운수업으로 0.18%였고, 다음으로는 광업이 0.15%이었다.

국내 7개 광산에서 채취한 공기시료(n=37)의 섬유상 분진농도는 검출한계 미만 또는 0.01 fibers/cc, 따라서 관찰된 섬유를 모두 석면으로 가정하더라도 광산의 석면 농도는 OSHA, ACGIH 및 NIOSH 노출기준인 '모든 형태의 석면 0.1 fibers/cc'보다 낮았다.²²⁾

이러한 결과들은 갱내에서 작업하는 석탄 광부의 석면노출 가능성만을 기반으로 제시한 것이다.

2. 석면 이외에 광부가 노출되는 발암성 물질

석면 외에도 후두암은 결정형 유리규산, 목재분진, 검댕, 디젤엔진 배출물, 다환방향족탄화수소(PAHs), 용접흄, 니켈²³⁾ 등 중금속, 금속가공유(특히 비수용성 광물유), 포름알데히드, 이소프로필알코올(IPA), 황산미스트 및 페인트 흄 등의 노출과 관계있다. 이러한 유해물질들은 후두의 표면 점막을 자극하여 손상을 일으킨다.

후두암 발생이 높은 직업은 이들 유해물질에 노출되는 광부, 건설도장공과 근로자, 공장 기능공, 기계공, 보일러공, 자동차 수리공, 전기공, 가죽업과 염색업 및 종이제조업 근로자, 금속 및 플라스틱 제작공, 고무공장 근로자, 절연공, 조선소 근로자 등이다.²⁴⁻²⁷⁾

현재까지 흡입가능한 석탄 분진과 후두암 사이의 인과관계를 규명하기 위한 역학연구에서는 실제 석탄 먼지에 노출된 후 후두암의 발병 위험이 증가한 것으로 보고되었다.^{12, 28)}

또한, 결정형 유리규산에 대한 노출과 후두암 사이의 연관성도 발견했다. 광부와 채석장 작업자(miners and quarrymen)의 후두암이 증가하였다는 결과도 보고되었다.²⁹⁻³⁰⁾

특정 직종이 후두암 또는 인두암과 관련이 있는지 확인하기 위한 병원 기반 환자대조군 연구에서는 광부 및 채석장 작업자의 교차비(OR)가 2.0(95% CI, 0.9-4.3)이었고, 석탄 채굴업의 경우 교차비가 2.1(95% CI, 1.1-4.1)로 증가하

후두암 발생이 높은 직업은 이들 유해 물질에 노출되는 광부, 건설도장공과 근로자, 공장 기능공, 기계공, 보일러공, 자동차 수리공, 전기공, 가죽업과 염색업 및 종이제조업 근로자, 조선소 근로자 등이다.



였다.²³⁾ 이와 같이 특정 직업과 산업에서 발견된 초과 위험은 직업적 요인이 후두암 발생에 관련이 있었다. 직업군별로 유해인자 노출과 후두암의 관계를 탐색하는 환자-대조군 연구의 메타 분석에서 흡연과 음주를 보정한 후에 광부의 교차비(OR)가 1.6(95% CI, 1.2-2.1)으로 증가하였다.³¹⁾

다른 연구에서도 광부와 노출되는 유해요인이 결정형 유리규산과 디젤엔지배출물 등으로 비슷하였고 건설근로자와 도자기공에서도 교차비(OR)가 5.91(95% CIs, 1.46-24.0)이었다.²⁶⁾ 유리제품 제조와 도공의 결과도 마찬가지였다.³²⁾

이들 직종은 모두 결정형 유리규산에 노출이 많이 되는 공통점이 있다. 이러한 결과를 고려할 때 결정형 유리규산은 후두암 발병의 위험 요소로 간주할 수 있다고 하였다.³⁰⁾

후두암은 흡입성 결정형 유리규산에 노출된 경우에 교차비(OR)가 1.83(95% CI, 1.00-3.36)로 증가하였다는 보고도 있다.²⁵⁾ 중국 상하이에서는 지역사회를 기반으로 석탄 분진(coal dust)에 대한 노출의 교차비(OR)를 2.6(95% CI, 1.4-4.8)으로 높은 위험성에 대해 발표했다.³³⁾

Imbernon 등의 연구에서 결정형 유리규산에 노출되는 경우의 교차비(OR)가 2.0(95% CI, 1.1-3.5)이었다.³⁴⁾

결정형 유리규산은 폐암 유발물질로 분류되지만, 일반적인 직업의 노출이 있었던 지중해 지역의 경우에는 결정형 유리규산의 노출로 인해 후두암 발병이 높았다는 것이 보고되었다.³⁵⁾

터키에서 수행된 연구에서도 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 높은 건설 근로자와 거리 청소원 등에서 후두암의 발병위험이 증가한다고 하였다.³⁶⁾ Laforest 등³⁷⁾은 후두암과 결정형 유리규산 노출 사이에 유의한 연관성을 발견하지 못했다. 직업상의 위험을 조사하지 않고 종양의 해부학적 위치와 관련하여 결정형 유리규산 노출과 후두암 사이에 가능한 관계를 제안했다.^{30, 38-39)}

이와 같이 여러 연구에서 결정형 유리규산 및 석탄 분진에 노출되는 경우에 후두암이 증가한다는 보고들이 있었다. 반면에 연관성을 확인하지 못한 연구들도 있었다.^{23, 37, 40)}

직업적으로 중금속에 만성적으로 노출되는 것은 후두암 발병을 증가시킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 두경부암 환자와 대조군에 대한 연구에서는 환자군에서 비소와 카드뮴의 혈중 농도가 각각 5.67, 3.51 µg/L로 대조군의 1.57,

이들 직종은 모두 결정형 유리규산에 노출이 많이 되는 공통점이 있다. 이러한 결과를 고려할 때 결정형 유리규산은 후두암의 가능한 위험 요소로 간주할 수 있다고 하였다.





0.74 $\mu\text{g}/\text{L}$ 보다 높았다. 흡연을 30년 이상 하였거나 직업적 노출이 20년 이상 된 경우에는 통계적으로 유의하게 두경부암의 발생이 증가하였다.⁴¹⁾

기계공들에게서는 흡연과 음주를 보정한 후에 후두암이 증가한다는 연구들이 있다. 금속가공유와 후두암 발생의 관련성을 보면, 광물유에 노출되는 작업은 금속가공, 인쇄기, 면섬유, 마섬유 방사 작업 등이 있다. 흡연과 음주를 보정하고 난 후 금속작업자(machinist), 금속연마작업에서 후두암 발병률의 뚜렷한 증가를 보였다.

이 연구들에서 비수용성 광물유 노출 시에는 발생률이 2배 높았다고 보고한다. 이러한 연구들은 광물유 속의 PAH의 발암 가능성을 언급하는데, 금속가공유에는 PAHs 이외에도 금속(니켈, 코발트, 납, 몰리브데늄)이 첨가되어 있고 일부 금속가공유는 황 성분이 포함되어 있는데, 이 황 성분은 동물실험에서 PAHs의 발암을 촉진하는 것으로 보고되고 있다.

우리나라에서는 수송기계 제조업체에서 약 20년간 열처리 작업을 하며 비수용성 광물유 등에 노출된 근로자와 열처리 부서 작업자에서 발생한 후두암을 직업성 암으로 인정한 사례가 있다.

Muscat과 Wynder⁴²⁾ 및 Goldberg 등²³⁾은 디젤엔진 배출물과 후두암 사이에서 통계적으로 유의미한 연관성을 발견했다. 다른 연구에서도 휘발유 및 디젤 제련과 후두암 발병 간에 통계적으로 유의미한 연관성이 발견되었다.⁴³⁾ 디젤엔

기계공들에게서는
흡연과 음주를
보정한 후에
후두암의 발병이
증가한다는
연구들이 있다.
금속가공유와
후두암 발생의
관련성을 보면,
광물유에 노출되는
작업은 금속가공,
인쇄기, 면섬유,
마섬유 방사 작업
등이 있다.

진 배출물은 IARC에서 그룹1 발암물질로 분류하지만 후두암과 관련하여 사람에게 대한 증거는 제한적이다.¹⁰⁾

이러한 현상은 후두암에 직업적으로 후두암의 위험요인이 있다는 것을 의미하며, 특히 광부의 경우에는 직업적으로 석면, 결정형 유리규산, 석면, 디젤엔진 배출물(diesel engine emissions) 및 중금속 등의 발암물질에 노출된다. 이들 유해물질들 흡연이나 음주로 설명되지 않는 직업적 특성에 따라서 후두암 위험을 증가시켰다. 또한, 흡연과 음주의 개인 병력은 다른 직업 관련 위험요인으로 인한 발병위험 증가를 배제하지 않는다. 후두암에서도 직업적인 위험요인은 폐암에 대한 석면과 흡연 같이 상승적이고 누적적인 발암 유발 효과를 가질 수 있다.⁴⁴⁾ 다수의 발암 물질에 노출될 경우 카테일 효과*가 발생할 수 있으며 여러 물질에 노출될 경우 누적 위험 또한 발생할 수 있다.⁴⁵⁾

석탄 광부(coal miner)를 대상으로 한 후두암의 발병 위험에 대한 연구에서 특히 S-LRD(short-lived radon daughters)의 알파 잠재 에너지 농도가 6 mSv/yr보다 높은 유효 선량을 받을 가능성에 해당하는 2.5 $\mu\text{J}/\text{m}^3$ 보다 높은 경우 후두암 발병 위험은 상당히 증가하였다. 최근까지 S-LRD과 관련된 노출은 우리나라 광석 광산에만 적용되는 것으로 생각되었지만, 비 우리나라 광산인 석탄 광산에서도 라돈 노출로 인하여 후두암 사례가 빈번하게 증가하는 것으로 확인되었다.⁴⁶⁻⁴⁷⁾

결론

역학연구를 통해서 후두암의 발병위험을 증가시키는 광부들이 노출되는 발암물질에 대한 다양한 보고가 있었다. 국제발암연구기구(IARC)에서 충분한 근거가 있는 그룹1 발암물질로는 석면, 니켈 및 황산미스트 등이 있다.

- 석탄 광부는 국내외 연구결과를 고려할 때에 석면에 노출될 수 있다. 국내연구에서 광산을 대상으로 섬유성 분진을 측정할 경우에 검출로 확인되었다.
- 무엇보다도 높은 수준의 결정형 유리규산에 노출되었다. 기존 연구에서도 결정형 유리규산에 노출되는 광부에서 암 발병이 상당히 증가하였다는

후두암에서도
직업적인 위험요인은
폐암에 대한 석면과
흡연같이 상승적이고
누적적인 발암 유발
효과를 가질 수 있다.



*카테일(파티) 효과란?

수용자가 자신에게
의미있는 정보에 주의를
기울여 받아들이는 현상

출처: 두산백과

것을 앞에서 충분히 확인할 수 있었다. 국내의 연구에서 광산에서 호흡성의 결정형 유리규산 허용기준 초과 정도는 석탄 광산에서 노동부노출기준 (0.1 mg/m^3)을 초과하는 시료가 일부 있었으며, ACGIH/NIOSH 기준(0.05 mg/m^3)에는 반 이상의 시료가 초과하였다.²²⁾

우리나라 석탄 광산에서 1954년부터 1994년까지 주로 호흡성분진과 유리규산에 대해 발표된 자료를 개괄적으로 고찰한 백남원⁴⁸⁾의 연구를 살펴보면 호흡성분진의 평균 농도는 채탄작업에서 $3.1\sim 8.5 \text{ mg/m}^3$, 굴진작업에서는 $0.6\sim 3.7 \text{ mg/m}^3$ 으로 보고하였다. 그리고 호흡성분진 중 유리규산의 함유량은 채탄작업과 굴진작업에서 각각 $0.6\sim 3.2\%$, $2.6\sim 11.2\%$ 이었다고 보고하였다.²²⁾ 이와 같은 결과에 근거하여 석탄 광산에서는 대체로 분진 및 결정형 유리규산에 대한 노출이 심각하였다.

결정형 유리규산은 광부들에게 폐암을 일으키는 충분한 근거가 있는 발암물질이다. 같은 호흡기계의 같은 유형의 세포에서 발생한 암에 대해서는 해당 발암물질에 의하여 발생하였다고 인정하는 것이 일반적인 판정 관례이다. 기존의 연구자들도 폐암을 일으키는 결정형 유리규산은 종양의 해부학적 위치와 관련하여 직업상의 위험을 조사하지 않고 결정형 유리규산 노출과 후두암 사이에 가능한 관계를 제안했다.^{30, 37-38, 49)}

- 이외에도 광부들은 광산 및 작업형태에 따라 정도의 차이는 있으나 크롬, 니켈, 비소, 베릴륨, 디젤엔진 배출물질, 라돈 등 다양한 발암물질에 노출되고 있고 보고되었다.¹⁾ 디젤엔진의 중장비는 광업에서 많이 사용되는 기계이므로 디젤연소 배출물질은 광부들의 암 발생에 중요한 발암물질이라 할 수 있다. 외국의 경우 석탄 광산 및 여러 종류의 광산에서는 PAH 및 디젤엔진 배출물질이 발견되었다고 보고된 예가 많다.⁵⁰⁻⁵²⁾

이와 같이 광부들이 노출되는 다양한 발암물질과 연관있는 및 후두암이 광부들에서 증가한다는 점을 고려할 때에 의뢰인 광부에게 발병한 후두암은 업무 관련성이 있다. ☹

1) Weeks JL, Health hazards of mining and quarrying. In: Stelman JM, ed. Encyclopaedia of occupational health and safety. Geneva: ILO, 1998; 74:51-74:55

1. 산업재해보상보험법 시행령 제34조제3항 관련 [별표 3] 업무상 질병에 대한 구체적인 인정 기준
2. 안전보건공단. 직업성 암의 업무관련성 평가 지침(H-48-2011). 2011.12.30
3. 국가암정보센터. 후두암.
https://www.cancer.go.kr/lay1/program/S1T211C223/cancer/view.do?cancer_seq=5333&menu_seq=5337
4. Agudo A, Bonet C, Travier N, Gonzabfvez CA, Vineis P, Bueno-de-Mesquita HB, Trichopoulos D, Boffetta P, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault M-C, Kaaks R, Lukanova A, Schütze M, Boeing H, Tjonneland A, Halkjaer J, Overvad K, Dahm CC, Quirós JR, Sánchez M-J, Larrañaga N, Navarro C, Ardanaz E, Khaw K-T, Wareham NJ, Key TJ, Allen NE, Trichopoulou A, Lagiou P, Palli D, Sieri S, Tumino R, Panico S, Boshuizen H, Büchhner FL, Peeters PHM, Borgquist S, Almquist M, Hallmans G, Johansson I, Gram IT, Lund E, Weiderpass E, Romieu I, Riboli E (2012) Impact of cigarette smoking on cancer risk in the European prospective investigation into cancer and nutrition study. *J Clin Oncol*. doi:10.1200/jco.2011.41.0183
5. Bagnardi V, Blangiardo M, La Vecchia C, Corrao G (2001) A meta-analysis of alcohol drinking and cancer risk. *Br J Cancer* 85(11):1700-1705. doi:10.1054/bjoc.2001.2140
6. Cancer Research UK. Risks and causes of laryngeal cancer. <http://www.cancerresearchuk.org/cancer-help/type/larynx-cancer/about/risks-and-causes-of-laryngeal-cancer>
7. Tae K, Jin BJ, Ji YB, Jeong JH, Cho SH, Lee SH. The role of laryngopharyngeal reflux as a risk factor in laryngeal cancer: a preliminary report. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2011 Jun;4(2):101-4.
8. Kreimer AR, Clifford GM, Boyle P, Franceschi S. Human papillomavirus types in head and neck squamous cell carcinomas worldwide: a systematic review. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. Feb; 2005 14(2):467-475.
9. Lee DH, Cho HH. Primary candidiasis and squamous cell carcinoma of the larynx: report of a case. *Surg Today*. 2013 Feb;43(2):203-5.
10. International Agency for Research on Cancer (IARC) (2012) A review of human carcinogens: arsenic, metals, fibres, and dusts. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 100C:1-501
11. Ramroth H, Ahrens W, Dietz A, Becher H (2011) Occupational asbestos exposure as a risk factor for laryngeal carcinoma in a population-based case-control study from Germany. *Am J Ind Med* 54(7):510-514. doi:10.1002/ajim.20963
12. Shangina O, Brennan P, Szeszenia-Dabrowska N, Mates D, Fabianova E, Fletcher T, t'Mannetje A, Boffetta P, Zaridze D (2006) Occupational exposure and laryngeal and hypopharyngeal cancer risk in central and eastern Europe. *Am J Epidemiol* 164(4):367-375. doi:10.1093/aje/kwj208
13. Becher H, Ramroth H, Ahrens W, Risch A, Schmezer P, Dietz A (2005) Occupation, exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and laryngeal cancer risk. *Int J Cancer* 116(3):451-457
14. Talamini R, Bosetti C, La Vecchia C, Dal Maso L, Levi F, Bidoli E, Negri E, Pasche C, Vaccarella S, Barzan L, Franceschi S (2002) Combined effect of tobacco and alcohol on laryngeal cancer risk: a case-control study. *Cancer Causes Control* 13(10):957-964
15. Nielsen LS, Bælum J, Rasmussen J, Dahl S, Olsen KE, Albin M, et al. Occupational asbestos exposure and lung cancer - a systematic review of the literature. *Arch Environ Occup Health* 2014;69(4):191-206.
16. Dosemeci M, Hayes R, Vetter R, Hoover R, Tucker M, Engin K, Unsal M, Blair A (1993) Occupational physical activity, socioeconomic status, and risks of 15 cancer sites in Turkey. *Cancer Causes Control* 4(4):313-321. doi:10.1007/BF00051333
17. Menvielle G, Luce D, Goldberg P, Leclerc A (2004) Smoking, alcohol drinking,

- occupational exposures and social inequalities in hypopharyngeal and laryngeal cancer. *Int J Epidemiol* 33(4):799–806. doi:10.1093/ije/dyh090
18. Paget-Bailly S, Cyr D, Luce D (2012) Occupational exposures and cancer of the larynx—systematic review and meta-analysis. *J Occup Environ Med* 54(1):71–84. doi:10.1097/JOM.0b013e31823c1343
19. Elwood JM, Pearson JCG, Skippen DH, Jackson SM (1984) Alcohol, smoking, social and occupational factors in the aetiology of cancer of the oral cavity, pharynx and larynx. *Int J Cancer* 34(5):603–612. doi:10.1002/ijc.2910340504
20. Straif K, Benbrahim-Tallaa L, Baan R, Grosse Y, Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Guha N, Freeman C, Galichet L, Coglianò V (2009) A review of human carcinogens? Part C: metals, arsenic, dusts, and fibres. *Lancet Oncol* 10(5):453–454
21. 최상준 (2006). 석면에 의한 건강장해예방연구(II). 한국산업안전보건공단, 산업안전보건연구원. 보건분야-연구자료, 연구원 2006-239-969.
22. 신용철, 최병순, 이병규, 김광용 등. 국내 광산 종류별 근로자의 유해물질 노출 평가 -발암성 물질을 중심으로- 한국산업생회지 제12권 제2호(2002년 8월) 2002;12(2): 95-105
23. Goldberg M, Goldberg P, Leclerc A, Chastang JF, Marne MJ, Dubourdieu D. A 10-year incidence survey of respiratory cancer and a case-control study within a cohort of nickel mining and refining workers in New Caledonia. *Cancer Causes Control* 1994;5:15–
24. Berrino F, Richiardi L, Boffetta P, Estève J, Belletti I, Raymond L, et al., Occupation and larynx and hypopharynx cancer: a job-exposure matrix approach in an international case-control study in France, Italy, Spain and Switzerland. *Cancer Causes Control*. 2003 Apr;14(3):213–23.
25. Boffetta P, Richiardi L, Berrino F, Estève J, Pisani P, et al., Occupation and larynx and hypopharynx cancer: an international case-control study in France, Italy, Spain, and Switzerland. *Cancer Causes Control*. 2003 Apr;14(3):203–12.
26. Sartor SG, Eluf-Neto J, Travier N, Wünsch Filho V, Arcuri AS, Kowalski LP, Boffetta P. Occupational risks for laryngeal cancer: a case-control study. *Cad Saude Publica*. 2007 Jun;23(6):1473–81.
27. Wortley P, Vaughan TL, Davis S, Morgan MS, Thomas DB. A case-control study of occupational risk factors for laryngeal cancer. *Br J Ind Med*. 1992 Dec;49(12):837–44.
28. Laforest L, Luce D, Goldberg P, Begin D, Gerin M, Demers PA, Brugere J, Leclerc A (2000) Laryngeal and hypopharyngeal cancers and occupational exposure to formaldehyde and various dusts: a case-control study in France. *Occup Environ Med* 57(11):767–773
29. Chen M, Tse LA (2012) Laryngeal cancer and silica dust exposure: a systematic review and meta-analysis. *Am J Ind Med* 55(8):669–676. doi:10.1002/ajim.22037
30. Haguenoer JM, Cordier S, Morel C, Lefebvre JL, Hemon D. Occupational risk factors for upper respiratory tract and upper digestive tract cancers. *Br J Ind Med* 1990;47:380–3.
31. Bayer O, Cámara R, Zeissig SR, Rensing M, Dietz A, Locati LD, Ramroth H, Singer S. Occupation and cancer of the larynx: a systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Jan;273(1):9–20. doi: 10.1007/s00405-014-3321-y. Epub 2014 Oct 14.
32. Guknel P, Engholm G, Lynge E. Laryngeal cancer in Denmark: a nationwide longitudinal study based on register linkage data. *Br J Ind Med* 1990;47:473–9.
33. Zheng W, Blot WJ, Shu X, Gao Y, Ji B, Ziegler RG, et al. Diet and other risk factors for laryngeal cancer in Shanghai, China. *Am J Epidemiol* 1992; 136:178–91.
34. Imbernon E, Goldberg M, Bonenfant S, Chevalier A, Guenel P, Vatrè R, et al. Occupational respiratory cancer and exposure to asbestos: a case control study in a cohort of workers in the electricity and gas industry. *Am J Ind Med* 1995; 28:339–52.
35. Gonzalez CA, Agudo A. Occupational cancer in Spain. *Environ Health Perspect* 1999;107 suppl:273.

36. Elci OC, Dosemeci M, Blair A. Occupation and the risk of laryngeal cancer in Turkey. *Scand J Work Environ Health* 2001;27:233–9.
37. Laforest L, Luce D, Goldberg P, Begin D, Gerin M, Demers PA, et al. Laryngeal and hypopharyngeal cancers and occupational exposure to formaldehyde and various dusts: a case-control study in France. *Occup Environ Med* 2000;57:767–3.
38. Bravo MP, Espinosa J, Calero JR. Occupational risk factors for cancer of the larynx in Spain. *Neoplasma* 1990;37:477–781.
39. Puntoni R, Goldsmith DF, Valerio F, Vercelli M, Bonassi S, Di Giorgio F, et al. A cohort study of workers employed in a refractory brick plant. *Tumori* 1988;74:27–3.
40. Gustavsson P, Jakobsson R, Johansson H, Lewin F, Norell S, Rutkvist L. Occupational exposures and squamous cell carcinoma of the oral cavity, pharynx, larynx, and oesophagus: a case-control study in Sweden. *Occup Environ Med* 1998; 55:393–400.
41. Khlifi R, Olmedo P, Gil F, Molka FT, Hammami B, Ahmed R, Amel HC. Risk of laryngeal and nasopharyngeal cancer associated with arsenic and cadmium in the Tunisian population. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2014 Feb;21(3):2032–42.
42. Muscat JE, Wynder EL. Tobacco, alcohol, asbestos, and occupational risk factors for laryngeal cancer. *Cancer* 1992; 69:2244–51.
43. Brown LM, Mason JT, Pickle WL, Stewart PA, Buffler PA, Burau K, et al. Occupational risk factors for laryngeal cancer on the Texas Gulf Coast. *Cancer Res* 1988; 48:1960–4.
44. Nielsen LS, Bælum J, Rasmussen J, Dahl S, Olsen KE, Albin M, et al. Occupational asbestos exposure and lung cancer – a systematic review of the literature. *Arch Environ Occup Health* 2014;69(4):191–206.
45. Deneuve S, Charbotel B, Massardier-Pilonchéry A, Fort E, Milliet-Baude C, Pérol O, Fayette J, Zrounba P, Fervers B. Systematic screening for occupations and occupational exposures in head and neck squamous cell carcinoma patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2019 Mar;276(3):857–864. doi: 10.1007/s00405-018-05275-7. Epub 2019 Jan 3.
46. Skowronek J1, Zemla B. Epidemiology of lung and larynx cancers in coal mines in Upper Silesia—preliminary results. *Health Phys*. 2003 Sep;85(3):365–70.
47. Zemla B. The risk of laryngeal cancer among coal miners in the light of radioactivity of mines and tobacco smoking. *Otolaryngol Pol*. 1996;50(4):343–9.
48. 백남원. 한국 석탄광부들의 분진노출에 관한역사적고찰: 1954–1994. 국민보건연구소 연구논총 1999;9(1):36–41
49. Puntoni R, Goldsmith DF, Valerio F, Vercelli M, Bonassi S, Di Giorgio F, et al. A cohort study of workers employed in a refractory brick plant. *Tumori* 1988;74:27–3.
50. Westway KC, Faulds AJ. Diesel PAH Levels in Underground Mines. In: *Health Issues Related to Metal and Nonmetallic Mining*. W.L. Wagner, W.N. Rom, and J.R. Merchant, Eds. Butterworth Co., Boston, MA; 1983;pp. 355–378
51. Bagley ST, Baumgard KJ, Gratz LD. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons and Biological Activity Associated with Diesel Particulate Matter Collected in Underground Coal Mines. Bureau of Mines IC 9324; 1992
52. Cantrell BK, Watts WF Jr. Diesel Exhaust Aerosol: Review of Occupational Exposure. *Appl. Occup. Environ. Hyg*. 1997;12(12):1019–1027.