

## 석유화학공단의 직업성 암(8) -

**여수·광양산단 근로자 건강영향평가**

산업안전보건연구원 직업건강연구센터 소장 / 김은아

지난 호까지는 여수·광양 석유화학 근로자의 작업환경노출수준, 생물학적모니터링과 설문조사 결과를 요약해 보았다. 이번 호에서는 이 근로자들에 대한 건강영향평가의 일환으로 진행된 암 사망 및 발생위험도에 대하여 살펴보겠다.

암 발생과 사망 위험평가의 대상은 여수·광양산단 발주처 중 벤젠이나 1,3-부타디엔 노출근로자, 제철소근로자, 여수·광양산단 플랜트 건설 근로자를 포함하였다. 이중 여수산단 발주처 근로자는 약 10,000명, 광양산단 발주처 근로자는 약 11,000명, 플랜트 건설 근로자는 약 22,000명이었다. 암 발생과 사망에 대한 조사는, 과거의 특정한 시기를 잡아 이 이후에 입사한 근로자들의 근무경력과 암 발생 및 사망 기록을 통해 추적하여 그 위험률을 계산하는, 역학적 방법론으로 후향적코호트법을 사용하였다.

**조사대상과 위험률 계산 방법**

일반적으로 직업역학에 있어서 암발생사망의 위험은 어떤 표준인구집단의 암발생사망률에 대비하여 특정한 집단의 암발생사망률을 비교하는 비율(ratio)의 형태, 즉, 표준화사망비(standardized mortality ratio, SMR)또는 표준화발생비(standardized incidence ratio, SIR)로 계산한다. 이 때 비교집단은 대부분의 경우 전체국민이 되는 바, 여수·광양 석유화학공단 근로자의 암 발생과 사망의 위험도도 우리나라 전체 인구의 암 발생과 사망에 대비한 SMR과 SIR로 계산하였다.

조사대상의 암 발생과 사망 위험도를 계산하기 위해서는 관찰 기간을 정해야 하는데, 이는 현재 우리나라에서 암 발생과 사망을 확인할 수 있는 database가 언제부터 조회가능한지에 따라 달라진다. 우리나라 사망통계는 1992년부터 조회가 가능하였으며, 암 발생 자료는 1988년부터 조회가 가능하였다. 이에 따라 암 사망과 발생 위험도 조사를 위해 각각 다른 관찰기간을 구성하였다.

우선 암 사망 위험도 조사는, 여수산단과 광양산단의 발주처근로자를 대상으로 하되 각 회사의 입·퇴사명부를 활용하여 1992~2007년 사이에 근무하고 있었거나 입사한 근로자로 하였다. 이들 중 여성근로자의 수가 적고 암 사망의 경우가 매우 적어, 위험률 계산은 남성으로 제한하였다. 플랜트 건설 근로자는 건설노조 소속 근로자의 명부를 이용하여 코호트를 구축하였는데, 조합원등록이 시작된 시기가 2002년이었으므로, 2002~2007년까지 건설노조에 가입한 근로자를 조사대상으로 하였다. 암 발생 위험도를 계산하기 위한 대상은 여수·광양 발주처의 경우 1988~2005년 사이에 근무했거나 입사한 남성근로자를 대상으로 하였다. 건설근로자들의 경우, 암 발생에 대해서도 역시 2002~2005년 사이에 노조에 가입했던 근로자를 최종 대상으로 하였다.

근로자들의 직무는 생산, 공무, 실험, 사무 등의 업무로 분류하였고, 그 중 생산, 공무, 실험 업무를 생산직으로 분류하였다. 암 사망의 관찰기간은 암 사망의 경우 1992~2007년까지로 하였다. 단, 건설근로자는 관찰기간을 2002~2007년으로 하였다. 관찰 인년(man-year)은 각각 여수산단 발주처근로자 129,756년, 광양산단 발주처근로자 163,952년, 플랜트건설근로자 100,300년이었다.

## 암 발생과 사망률

여수·광양산단 발주처근로자, 건설플랜트 근로자의 전체 암 발생률 및 사망률은 일반인구와 비교하여 통계적으로 유의하지 않거나 유의하게 낮았다. 여수산단 발주처 근로자 전체의 표준화 총 사망에 대한 SMR은 0.42, 모든 암 사망에 대한 SMR은 0.49로서 일반인구와 비교하여 유의하게 낮았다. 다른 암들에 대한 SMR 즉, 위암(0.27), 간암(0.50), 폐암(0.33) 역시 유의하게 낮았다. 광양산단의 경우에도 일반인구와 비교한 표준화총사망비(0.40)와 표준화 총암사망비(0.48)는 통계적으로 유의하게 낮았다(표 1). 위암(0.41), 간암(0.43)도 유의하게 낮았다. 표준화 전체 암발생비는 0.72로 일반인구와 비교하여 유의하게 낮았으며, 간암도 0.56으로 유의하게 낮았다.

그러나 이번 역학조사의 주요 목표 질환 중 하나였던 림프조혈기계암을 살펴보면, 발주처 근로자와 건설근로자 모두에서 표준화사망률과 표준화발생률이 통계적 유의성은 없었으나 일반인구와 비교하여

증가되는 경향을 보였다(표 1). 특히 발주처 림프조혈기계암의 발생과 관련된 지표는 근로자보다는 건설근로자에서 뚜렷하게 보였는데, 여수와 광양의 건설 근로자에서는 백혈병 SIR이 2.71~4.50, 비호지킨림프종의 SIR이 1.54~1.83으로 통계적으로 유의하지는 않았으나 일반 인구에 비하여 높았다(표 1).

<표 1> 여수·광양산단 역학조사, 주요 암에 대한 표준화사망비와 표준화발생비

		여수		광양	
		발주처	건설	발주처	건설
전체사망	SMR	0.42(0.36~0.49)	0.65(0.57~0.75)	0.40(0.35~0.46)	0.66(0.52~0.83)
전체암	SMR	0.49(0.36~0.64)	0.80(0.62~1.02)	0.47(0.35,0.63)	0.55(0.29~0.94)
	SIR	1.15(0.98~1.34)	1.03(0.78~1.30)	0.72(0.59~0.88)	0.81(0.48~1.29)
입술, 구강 인두암	SMR	1.15(0.14~4.14)	4.21(1.69~8.67)	0.60(0.02~3.34)	2.02(0.05~11.24)
	SIR	1.08(0.29~2.76)	3.18(1.03~7.42)	0.81(0.17~2.35)	1.72(0.04~9.60)
림프조혈기계암	SMR	1.46(0.67~2.77)	1.19(0.39~2.78)	0.58(0.16~1.48)	0.76(0.02~4.24)
	SIR	0.97(0.42~1.92)	1.97(0.72~4.29)	0.64(0.23~1.39)	2.50(0.52~7.31)
백혈병	SMR	1.42(0.46~3.31)	1.46(0.30~4.27)	0.95(0.26~2.42)	1.50(0.04~8.38)
	SIR	0.94(0.19~2.75)	2.71(0.56~7.91)	0.52(0.06~1.88)	4.50(0.54~16.26)
비호지킨림프종	SMR	1.87(0.51~4.80)	1.19(0.39~2.78)	0	0
	SIR	1.15(0.37~2.69)	1.83(0.38~5.34)	0.82(0.22~2.11)	1.54(0.04~8.58)

\*SMR: standardized mortality ratio, SIR: standardized incidence ratio

특이한 발견은 여수산단 플랜트 건설 근로자에게서 입술, 구강, 인두암의 SMR이 4.21(95% CI: 1.39~7.17), SIR이 3.18(95% CI: 1.03~7.42)로 일반 인구에 비해 통계적으로 유의하게 높았다는 점이었다. 입술, 구강, 인두암의 경우 현재까지 직업적 또는 비직업적 요인에 관한 연구가 적어 정확한 원인규명을 위해서는 추적관찰 및 상세한 문헌검토가 필요하다고 생각되었다. 한편 플랜트 건설 근로자에서 간암(SMR 4.01, 95% CI: 1.09~10.25), 폐암(SMR 4.70, 95% CI: 1.46~11.24), 위암(SIR 1.46, 95% CI: 1.02~2.01) 등이 발주처 근로자보다 높은 소견을 보였는데, 이는 음주나 흡연 등 생활습관의 영향이 클 수 있기 때문에 업무관련성을 추정하는 것은 어려웠다. 근로자들의 암 발생과 사망 위험률은 직무별로도 계산되었는데, 생산직 근로자에게서 백혈병의 SMR이 2.77(0.75~7.09), SIR이 2.24(0.46~6.56)로 높게 나타났으나 역시 통계적 유의성은 없었다(참고문헌 2).

이러한 암 발생과 사망에 대한 위험률 계산과 그 통계학적 유의성에 대한 해석은 여러 가지 한계를

전제로 하고 있는 것이었다. 즉, 백혈병이나 비호지킨림프종처럼 일반인구에서 발생률이 낮은 질병의 경우, 코호트의 관찰 기간을 충분히 늘여야 신뢰할 만한 통계적 의미를 얻을 수 있는 것이다. 당시 여수·광양산단 역학조사에서는 가능한 범위에서 많은 근로자를 조사대상에 포함시키려고 노력하였으나, 관찰인년이 백혈병의 발생 위험에 대한 단정적인 결론을 도출하기에는 부족하였다.

그러나 통계적 유의성의 부족, 관찰인년의 짧음으로 인한 해석의 불완전성 등의 한계에도 불구하고, 작업환경평가에서 나타난 벤젠과 1,3-부타디엔의 높은 노출수준을 감안할 때 여수·광양산단 근로자, 특히 플랜트건설 근로자에게서 나타난 림프조혈기계암의 발생과 사망에 벤젠과 1,3-부타디엔의 작업 중 노출이 영향을 주었을 가능성에 대해 우려되었다. 총 사망은 일반인구보다 낮은 것으로 보아 사망이 특히 많지 않은 집단이었으며, 전체 암의 발생도 일반 인구에 비해 낮은 위험도를 보이고 있는 이 집단에서 림프조혈기계암의 증가 경향은 작업환경의 노출과 관련지어 볼 때, 작업 중 발암물질의 노출이 원인이 되었을 가능성에 대한 추정을 가능하게 하는 것이었다.

한편, 지난 호에서 보았듯이 벤젠에 의한 무콘산의 체내 노출수준은, 이러한 발암물질의 노출이 여수·광양산단에서는 대정비작업 근로자에게서 역학조사 당시에도 높은 경우가 다수 있음을 잘 보여주고 있어 대책의 수립이 필요하였다. ☹

- 다음호에 계속 -

#### 참고문헌

1. 산업안전보건연구원. 여수광양 산단 역학조사 -대정비 작업의 노출평가를 중심으로. 2009
2. Koh DH, Kim TW, Yoon YH, Shin KS, Yoo SW. Lymphohematopoietic Cancer Mortality and Morbidity of Workers in a Refinery/Petrochemical Complex in Korea. Saf Health Work. 2011 Mar;2(1):26-33.
3. Chung EK, Shin JA, Lee BK, Kwon J, Lee N, Chung KJ, Lee JH, Lee IS, Kang SK, Jang JK. Characteristics of Occupational Exposure to Benzene during Turnaround in the Petrochemical Industries. Saf Health Work. 2010 Sep;1(1):51-60.