

# 소방관과 암 발생

## 북유럽 5개국의 45년간의 추이 관찰

원제: Cancer incidence among firefighters: 45 years of follow-up in five Nordic countries

저자: Eero Pukkala, Jan Ivar Martinsen, Elisabete Weidepass, Kristina Kjaerheim, Elsebeth Lynge, Laufey Tryggvadottir, Par Sparen, Paul A Demers

출처: Occupational Environmental Medicine 71:398-404(2014)

### 서론

소방관은 다양한 종류의 발암 물질에 잠재적으로 노출되어 있다. 흔한 예로 벤젠, 포름알데히드, 다환방향족탄화수소, 미세입자 등이 있으며 짧은 기간 동안 고농도의 노출을 특징으로 한다. 오래된 건물 화재 시의 석면 노출, 소방차의 디젤배기가스 노출도 있으며 일주기 리듬을 교란시키는 교대근무도 소방관이 노출될 수 있는 발암물질로 여겨지고 있다.<sup>1)</sup>

최근, 소방관과 관련한 두 개의 대규모 리뷰 연구가 있었다. 첫째, Le Masters 등은 32개의 연구결과를 메타 분석한 결과, 다발성골수종, 비호지킨 림프종, 전립선암 그리고 고환암이 소방과 관련된 암일 것(probable)이라고 발표하였다.<sup>2)</sup> 둘째, 국제암연구소에서 2010년 42개 연구결과의 리뷰를 통해 고환암, 전립선암 및 비호지킨 림프종이 소방과 관련하여 증거가 충분하다고 결론 내렸으며 전체 암에 대해서는 그룹 2B로 결정하였다.

그동안 소방관 연구가 많이 있어 왔지만, 대부분의 암 정보 수집이 사망진단서를 통해 이루어져 생존률이 높은 암 등에 대해서는 연구의 한계가 있어 왔다. 또한, 많은 연구에서 연구의 샘플 수가 부족했고 미국 이외의 국가에서 나온 연구결과는 거의 없었다.

본 연구의 목적은 북유럽 직업성 암(NOCCA, Nordic occupational cancer) 프로젝트<sup>3)</sup>의 데이터를 활용하여 북유럽 소방관들의 암의 패턴을 파악하고, 이전의 주요 연구 결과들과 비교하는 것이다.

## 방법

북유럽 5개 국가에서 총 14.9백만 명의 인구 센서스(덴마크:1970년, 핀란드:1970년, 1980년, 1990년, 아이슬란드:1981년, 노르웨이:1960년, 1970년, 1980년, 스웨덴:1960년, 1970년, 1980년, 1990년 센서스)를 연구기반 인구조 하였으며 이 들 중 30~64세의 남성 소방관들 중 각각의 센서스 다음 해의 1월 1일을 기준으로 해당 센서스 국가에 살면서 지금까지 생존해 있는 자들을 코호트로 하였다.

코호트는 각각의 센서스 다음 해 1월 1일에 들어오게 되고 이민을 가거나 사망 시 혹은 2003년부터 2005년 12월 31일(나라마다 상이함)이 되면 종료되는 것으로 하였다. 소방서 근로자 중 사무직 혹은 소방관이 아닌 자들은 배제하였다.

암은 49개의 항목과 27개의 하위항목으로 구분하였으며 모든 침습적 암과 양성 뇌종양까지 포함시켰다. SIR은 나라(5개국), 나이(30~34세, 35세~39세,...,85세+), 시기(1971년~1975년,...,2001년~2005년)별로 층화하여 산출하였으며, 전체 암과 초과위험 암 및 국제암연구소와 LeMaster 등의 리뷰에 기술되어 있는 주요 암에 대한 결과를 제시하였다.

## 결과

16,422명의 남자 소방관이 최종 코호트로 등록이 되었다. 전체 암은 SIR(standardized incidence ratio, 표준화발생비) 1.06 (95% CI 1.02~1.11)이었다. 나이별 SIR를 분석한 결과, 30~49세 사이에서 전립선암(SIR 2.59, 95% CI 1.34~4.52)과 악성흑색종(SIR 1.62, 95% CI 1.14~2.23)이 통계적으로 유의하게 초과위험을 보였다. 반면 연령대가 높은 군에서는 전립선암과 악성흑색종은 초과위험을 보이지 않았다.

반면, 70세 이상의 연령층에서는 비흑색종 피부암(SIR 1.40, 95% CI 1.10~1.76), 다발성 골수종(SIR 1.69, 95% CI 1.08~2.51) 폐암 중 선암(SIR 1.90, 95% CI 1.34~2.62) 및 중피종(SIR=2.59, 95% CI 1.24~4.77)이 유의하게 초과위험을 보였다. 이전 연구들과는 달리, 고환암의 발생은 감소하는 것으로 나타났다(SIR=0.51, 95% CI 0.23~0.98). 그 밖의 연구 결과들에 대해서는 표에 제시된 바와 같다.

<표 1> 16,422명의 남성 북유럽 5개국 소방관의 암 발생 (1961~2005년 추적관찰)

암 (ICD-10)	관찰 수	SIR	95% CI
<b>전체 암</b>	2536	1.06	1.02~1.11
입술(C00)	17	0.80	0.46~1.28
혀 (C01~02)	11	1.04	0.52~1.87
침샘 (C07~08)	10	1.69	0.81~3.11
구강(C03~06)	11	0.80	0.40~1.43
인두(C09~14)	19	1.00	0.60~1.57
식도 (C15)	31	0.98	0.66~1.39
위(C16)	128	1.09	0.91~1.30
소장(C17)	13	1.15	0.61~1.97
결장 (C18)	198	1.14	0.99~1.31
직장, 직장5상결장 (C19~21)	119	0.99	0.82~1.19
원발성 간 (C22)	25	0.91	0.59~1.34
담낭 (C23~24)	18	1.45	0.86~2.29
췌장 (C25)	87	1.17	0.94~1.45
후두 (C32)	31	1.06	0.72~1.50
<b>폐암(C33~34)</b>	310	0.97	0.87~1.09
선암	80	1.29	1.02~1.60
편평상피세포암	90	0.88	0.71~1.08
소세포암	34	0.83	0.58~1.16
흑색종 (C43)	109	1.25	1.03~1.51
중피종 (C45)	17	1.55	0.90~2.48
연부조직 (C48~49)	18	1.16	0.69~1.84
음경 (C60)	12	1.53	0.79~2.67
전립선(C61)	660	0.51	1.05~1.22
고환 (C62)	9	0.51	0.23~0.98
신장 (C64~65)	84	0.94	0.75~1.17
방광 (C66~68)	194	1.11	0.96~1.28
<b>뇌 (C70~71)</b>	64	0.86	0.66~1.10
Glioma	33	0.92	0.64~1.30
갑상선 (C73)	17	1.28	0.75~2.05
비호지킨림프종(C82~85,C96)	82	1.04	0.83~1.29
다발성골수종 (C90)	41	1.13	0.81~1.53
<b>백혈병(C91~95)</b>	56	0.94	0.71~1.22
급성골수성	21	1.27	0.79~1.94
<b>위의 불포함 암</b>			
비흑색종 피부암 (C44)*	117	1.33	1.10~1.59

\* 덴마크 자료 불포함

&lt;표 2&gt; 연령별 16,422명의 남성 북유럽 5개국 소방관의 암 발생 (1961~2005년 추적관찰)

암	30~49세			50~69세			70세 이상		
	건 수	SIR	95%CI	건 수	SIR	95%CI	건 수	SIR	95%CI
전체암	208	0.95	0.83~1.09	1,257	1.03	0.97~1.09	1071	1.14	1.07~1.21
폐암	15	0.76	0.43~1.25	154	0.82	0.69~0.96	141	1.28	1.08~1.52
선암	2	0.40	0.05~1.46	41	1.09	0.78~1.48	37	1.90	1.34~2.62
흑색종	37	1.62	1.14~2.23	54	1.22	0.92~1.60	18	0.90	0.53~1.42
비흑색종 피부암	4	0.80	0.22~2.04	38	1.28	0.91~1.76	75	1.40	1.10~1.76
종피종	1	1.02	0.03~5.69	6	0.98	0.36~2.13	10	2.59	1.24~4.77
전립선	12	2.59	1.34~4.52	309	1.16	1.04~1.30	339	1.09	0.98~1.21
비호지킨림프종	11	0.82	0.41~1.46	38	0.95	0.67~1.31	33	1.30	0.89~1.83
다발성 골수종	0*	0.00	0.00~1.16	17	0.90	0.53~1.45	24	1.69	1.08~2.51

\*기대되는 케이스 수=3.2

&lt;표 3&gt; 시기별 16,422명의 남성 북유럽 5개국 소방관의 암 발생 (1961~2005년 추적관찰)

암	1961~1975년			1976~1990년			1991~2005년		
	건 수	SIR	95%CI	건 수	SIR	95%CI	건 수	SIR	95%CI
전체암	196	1.00	0.86~1.15	838	1.11	1.03~1.19	1502	1.05	1.00~1.11
폐암	27	0.92	0.60~1.33	109	0.90	0.74~1.09	174	1.04	0.89~1.21
선암	4	1.19	0.32~3.05	26	1.27	0.83~1.87	50	1.31	0.97~1.72
흑색종	12	1.94	1.00~3.39	37	1.39	0.98~1.92	60	1.11	0.84~1.42
비흑색종 피부암	2	0.55	0.07~1.98	27	1.28	0.84~1.86	88	1.39	1.11~1.71
종피종	0*	0.00	0.00~10.5	5	1.56	0.51~3.64	12	1.62	0.84~2.83
전립선	20	0.97	0.59~1.49	145	1.10	0.93~1.29	495	1.15	1.05~1.26
비호지킨림프종	1	0.23	0.01~1.29	26	1.12	0.73~1.64	55	1.08	0.81~1.40
다발성 골수종	4	1.17	0.32~2.99	11	0.87	0.44~1.57	26	1.28	0.84~1.88

\*기대되는 케이스 수= 0.35

<표 4> 이전 연구와 본 연구의 암 발생 상대위험도 비교

암 부위	본 연구	Daniel 등 <sup>9)</sup>	LeMasters 등 <sup>10)</sup>	IARC <sup>1)</sup>
	SIR(95%CI)	SIR(95%CI)	mRR(95%CI)	SIR(95%CI)
전체	1.06 (1.02~1.11)	1.09 (1.06~1.12)	1.05 (1.00~1.09)	
구강 및 인두	0.92 (0.62~1.31)*	1.32 (1.08~1.58)*	1.23 (0.96~1.55)	
위	1.10 (0.91~1.30)	1.15 (0.93~1.40)	1.22 (1.04~1.44)	
결장	1.14 (0.99~1.31)	1.21 (1.09~1.34)	1.21 (1.03~1.41)	
직장	0.99 (0.82~1.19)	1.11 (0.94~1.30)	1.29 (1.10~1.51)	
흑색종(피부)	1.25 (1.03~1.51)	0.87 (0.73~1.03)	1.32 (1.10~1.57)	
비흑색종(피부)	1.33 (1.10~1.59)		1.39 (1.10~1.73)	
종피종	1.55 (0.90~2.48)	2.29 (1.60~3.19)		
전립선	1.13 (1.05~1.22)	1.03 (0.98~1.09)	1.28 (1.15~1.43)	1.30 (1.12~1.51)
고환	0.51 (0.23~0.98)	0.74 (0.41~1.22)	2.02 (1.30~3.13)	1.47 (1.20~1.80)
뇌	0.86 (0.66~1.10)	1.02 (0.76~1.34)	1.32 (1.12~1.54)	
비호지킨세포종	1.04 (0.83~1.29)	0.99 (0.84~1.15)	1.51 (1.31~1.73)	1.21 (1.08~1.36)
다발성골수종	1.13 (0.81~1.53)	0.72 (0.50~0.99)	1.53 (1.21~1.94)	
백혈병	0.91 (0.71~1.22)	0.94 (0.77~1.15)	1.14 (0.98~1.31)	

\* 구강과 인두의 SIR 합

IARC, 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer); mRR: meta risk ratio

## 고찰

비록 전체 암의 초과위험도는 일반인구 집단과 비교 시 크지는 않았지만 나이, 기간 등에 따른 층화분석에서 높은 비교위험도를 보이는 암이 몇 가지 있었다.

### 1. 전립선 암

50세 미만의 소방관에서 전립선 암의 SIR이 2가 넘는 결과는 일주기 리듬의 교란을 야기하는 교대근무와 관련하여 관심을 특히 가질만하다. 질적으로 인정받은 4개의 야간근무와 전립선 암 간의 연구에서도 전립선 암의 위험이 거의 2배 가까움을 확인하였다.<sup>4), 5), 6), 7)</sup> 하지만, 교대근무 중 특수한 근무 형태가 전립선 암과 연관이 있는지에 대해서는 현재로는 알 수가 없다. 실제로 북유럽국가의 교대근무 형태는 다양하다. 대다수의 소방관은 소방 출동을 하지 않는 한 정상적으로 밤에 수면을 취한다. 그러나 그들의 수면의 질에 대해서는 알기 어려우나 아마도 주간 근무를 하는 일반 근로자들에 비해 수면을 덜 취하고

수면의 질도 떨어질 것이라고 추정된다. 다핵방향족탄화수소(PAH)가 디젤배기가스와 함께 전립선암과 연관성이 있을 것으로 추정된다.<sup>8)</sup>

〈표 2〉에서도 알 수 있듯이 특히나 젊은 층에서 전립선 암이 많이 발생하였고 Daniel 등이 수행한 코호트 연구에서도 30~49세에서 비슷한 결과가 나왔다. (SIR: 2.04, 95%CI 1.43~2.82).<sup>9)</sup>

## 2. 피부암(흑색종과 비흑색종 피부암)

지난 여러 연구결과들과 유사하게 피부암에서 약간의 초과위험이 확인되었다. 그을음, 콜타르피치, 휘발성 물질, 정제되지 않은 광유(미네랄 오일) 등에 의한 다핵방향족탄화수소 노출이 피부암과 연관성이 있다고 알려져 있다.<sup>10)</sup>

이번 연구의 특이한 점은 흑색종과 비흑색종 피부암의 나이 및 시기에 따른 발생이 상반된다는 것이다. 흑색종의 경우 젊은 연령대에서 비교적 이른 시기에 발병한 반면 비흑색종 피부암은 연령대가 높고 비교적 늦은 시기에 발생하였다. 햇빛노출과 관련한 소방관의 피부암에 대해서는 아직 알려진 바가 없으나 잠재적인 역할을 할 수도 있다고 여겨진다.

## 3. 중피종

소방관들은 오래된 건물 등에 여전히 존재하는 석면에 노출됨으로써 중피종 발생의 위험이 있다. Daniel 등의 미국 코호트 연구와 비교해 보면 본 연구는 50~69세 사이에서 초과위험이 없었던 반면 미국 연구에서는 SIR이 2.2(95%CI 1.14~3.87)로 상이하게 나왔다. 이처럼 결과가 상이하게 나온 이유는 아마도 미국(캘리포니아)과 북유럽국가의 석면 사용 패턴이나 석면 사용 기간의 차이 때문으로 생각된다.

## 4. 폐암

이전의 덴마크 연구에서 연령대가 높은 소방관에서 폐암의 초과 발생이 관찰된 예외적인 경우<sup>11)</sup>를 제외하면 이전의 연구들에서는 소방관의 호흡기계 암에 대해서는 거의 초과위험이 관찰되지 않았다. 본 연구에서는 폐암에서 초과위험을 보였는데, 이는 5개의 국가 중 덴마크에서만 연령대가 높은 소방관에서 선암(adenocarcinoma of the lung)의 비교위험도가 높게 나온 것으로 기인한다.

본 연구의 강점은 2014년 이전에 소방관과 관련하여 수행된 그 어떤 코호트 연구보다 대규모라는 점과 45년의 긴 추적 관찰 기간을 가진다는 점이다. 또한 자료들의 정확도와 타당도가 상당히 높은 점이 결과의 신뢰도를 올리고 있다. 마지막으로, 상대적으로 희귀한 암 질환에 대한 작은 초과위험까지도 분석을 할 수 있었다는 점이 강점이라고 볼 수 있다.

반면, 한 시점에서만 직종에 대한 설문이 수행되어 종사기간을 알 수 없었다. 또한 소방관 이외의 다른 경로로의 노출을 파악하기 어려웠다. 또한, 교란변수를 통제하기 어려웠는데 특히나 소방관의 생활습관이 일반인구집단과 상이한 점은 본 연구의 결과에 영향을 줬을 수 있다. 소방관들의

건강근로자 효과 역시 큰 교란변수로 작용하였을 것이다. 하지만, 흡연 및 음주, BMI 등을 조사한 결과 일반인구집단과 크게 다르지 않았으며<sup>12)</sup> 이를 통해 일반인구 집단과 대체적으로는 비슷한 생활습관을 가지고 있지 않나 추정해 볼 수 있고 생활습관 자체가 연구의 결과에 엄청난 영향을 주는 교란변수로는 작용하지 않았으리라 추정된다.

## 결론

소방관은 전립선 암, 흑색종, 비흑색종 피부암, 다발성골수종, 중피종 및 폐암(선암)의 위험이 일반인구집단에 비해 높을 것이다. 노출 위험물질로는 다핵방향족탄화수소, 석면, 교대근무 등이 있다. 그러나 소방관의 암 역학에서 보다 정확한 인과관계를 알기 위해서는 더 나은 노출지표에 대한 연구가 필요하며 암 발생과 관련한 개인수준의 정보가 필요하겠다. ☺

## 참고문헌

1. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 98: painting, firefighting, and shiftwork. Lyon, France: IARC, 2010.
2. LeMasters GK, Genaidy AM, Succop P, et al. Cancer risk among firefighters: a review and meta-analysis of 32 studies. J Occup Environ Med 2006;48:1189~202.
3. Pukkala E, Martinsen JI, Lynge E, et al. Occupation and cancer- follow-up of 15 million people in five Nordic Countries. Acta Oncol 2009;48:646~790.
4. Kubo T, Ozasa K, Mikami K, et al. Prospective cohort study of the risk of prostate cancer among rotating-shift workers: findings from the Japan Collaborative Cohort Study. Am J Epidemiol 2006;164:549~55.
5. Conlon M, Lightfoot N, Kreiger N. Rotating shift work and risk of prostate cancer. Epidemiol 2007;18:182~3.
6. Kubo T, Oyama I, Nakamura T, et al. Industry-based retrospective cohort study of the risk of prostate cancer among rotating-shift workers. Int J Urol. 2011;18:206~11.
7. Parent ME, El-Zein M, Rousseau MC, et al. Night work and the risk of cancer among men. Am J Epidemiol 2012;176:751~9.
8. Parent ME, Siemiatycki J. Occupation and prostate cancer. Epidemiol Rev 2001;23:138~43.
9. Daniels RD, Kubale TL, Yiin JH, et al. Mortality and cancer incidence in a pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950~2009). Occup Environ Med 2014;71:388~97.
10. Coglian VJ, Baan R, Straif K, et al. Preventable exposures associated with human cancers. J Natl Cancer Inst 2011;103:1827~39.
11. Hansen ES. A cohort study on the mortality of firefighters. Br J Ind Med 1990;47:805~9.
12. Pukkala E, Guo J, Kyyronen P, et al. National job-exposure matrix in analyses of census-based estimates of occupational cancer risk. Scand J Work Environ Health 2005;31:97~107.