

소방 공무원의 시간활동 양상과 직무에 따른 소음 노출 특성

이임규 · 강태선 · 함승현 · 김정인* · 양영숙* · 윤총식[†]

서울대학교 보건대학원 환경보건학과, *서울특별시 소방학교 소방과학연구소

Noise Exposure according to the Time Activity Pattern and Duties of Firefighters

Lim-kyu Lee, Tae Sun Kang, Seung Hon Ham, Jung In Kim*, Young Suk Yang*, and Chung Sik Yoon[†]

Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Korea

*Fire Science Research Center, Seoul Metropolitan Fire Service Academy, Seoul, Korea

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study is to evaluate the noise exposures of firefighters according to their time-dependent activity patterns. **Methods:** Personal exposure levels were measured for six days and nights using noise dosimeters; three days and nights for on-duty tasks, the other days and nights for off-duty activities. **Results:** The total amount of time spent in the workplace was 13,677 min (67%), outside areas 4,833 min (23%), in transit 1,002 min (5%), and other indoor area 807 min (4%) during a working period. However, during off-days they spent 10,858 min (76%) at home, 1,382 min (10%) outdoors, 1,225 min (9%) other indoors, and 493 min (3%) in transit. As a result of individual exposure levels, TWA did not exceed 90 dBA of the occupational exposure limit for the majority of the firefighters, whereas the levels of Lmax were 119 dBA, which were higher than the noise levels of firefighters in USA. Sometimes during dispatching the levels of Lpeak exceeded the ACGIH exposure standard (140 dBC). The Leq levels in transit were higher than the levels in home and other indoors even though the activity time is short. **Conclusions:** This paper characterized the noise exposure patterns of firefighters in Korea. We suggest that special noise sources, including sirens and speaker phones, should be readjusted to reduce noise exposure.

Key words: Fire fighters, Noise, Time activity pattern, Daily exposure, Microenvironment

I. 서 론

소방공무원은 화재를 진압하고 화재, 재난, 재해 그 밖의 위급한 상황에서의 구조, 구급활동을 하는 국가소방공무원과 지방소방공무원을 말한다. 국가소방공무원은 소방공무원 정원의 0.7% 정도로 주로 본부인 소방방재청에서 소방 및 방재정책을 담당하고 현장에서 화재진압, 구조, 구급활동에 종사하는 소방관은 지방자치단체 소속의 지방소방공무원이다. 2009년 12월 현재 소방공무원은 총 33,992명이며 최근 5년간 순직자는 31명(사망만인율 9.1), 공상자는 1,560

명으로 매년 평균 6명 이상이 사망하였고 300명 이상 다치거나 질병을 얻었다. 같은 기간 우리나라 전체 근로자의 사망만인율 평균이 1.93이라는 점을 고려하면 소방공무원이 얼마나 위험한 환경에서 일하고 있는지 알 수 있다.^{1,2)}

소방공무원이 활동하는 화재, 구조, 구급 현장은 기본적으로 붕괴, 폭발, 추락 등의 위험뿐만 아니라 건강을 위협할 수 있는 다양한 물리화학적 유해인자가 발생한다. 또한 이들이 목격하는 재해현장과 보편적으로 시행되고 있는 24시간 2교대 교대근무는 정신 및 육체적 스트레스를 가중시킬 수 있다. 최근

[†]Corresponding author: Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea, Tel: +82-2-880-2734, Fax: +82-2-762-2888, E-mail: csyoon@snu.ac.kr

Received: 8 February 2011, Revised: 31 March 2011, Accepted: 18 April 2011

에 진행된 Lemaster 등에 의한 소방공무원의 암 발생 위험에 관한 메타분석 연구³⁾에 따르면 소방공무원은 다발성 골수종, 비호지킨성 림프종, 전립선암, 고환암 등이 유의하게 높게 발생하는 것으로 나타났다.

우리나라에서 소방공무원의 산업보건 실태에 대한 관심은 2003년 대구지하철화재사건 이후 화재와 열악한 소방시스템에 대한 사회적 반응이 시작되면서 부각되었다. 2003년 당시 주무부처인 행정자치부를 비롯하여 관계당국인 노동부, 산업안전보건연구원 등 관계 당국이 모여 소방공무원 건강관리 방안에 관하여 협의했고 이듬해인 2004년도부터 산업안전보건법에 근거한 특수건강진단이 실시되었다. 이후 소방공무원의 작업환경과 건강영향에 관한 해외 연구결과를 소개한 문헌이 많이 출간되었는데 특히 화학적 유해인자에 대한 관심이 높았다. 하지만 노출평가의 어려움으로 실제로 우리나라 소방현장에 대한 측정이 이루어지지 못하였고 2007년 그 자신이 소방공무원인 김(2007)⁴⁾이 국내 최초로 소방공무원에 대한 개인노출평가 연구를 수행했다. 김 등은 긴급한 위험현장에서 활동해야 하는 업무특성을 감안 소방공무원에게 개인시료채취펌프를 채우는 대신 9개의 화재현장에 연구자가 직접 시료채취펌프를 착용하고 소방공무원과 잔화정리와 화재조사 과정에 동행하면서 개인노출평가를 실시하였다. 건축물 화재로 약 20분 이상의 진화시간을 요하는 9건의 화재에 대하여 잔화정리와 화재조사를 하는 과정에 대하여 발암성 화학물질 등을 측정된 결과 벤젠이 최고 19.5 ppm, 염화비닐, 포름알데히드, 아크로레인 등이 각각 최고 농도 0.3 ppm, 1.4 ppm, 1.1 ppm으로 나타났다.

산업안전보건연구원은 2008년 소방공무원 27,895명을 코호트로 구축하여 그 중 4,462명을 표본추출하여 작업환경 및 자각증상에 대한 설문조사를 실시하였다. 조사결과 소방공무원들이 가장 많이 노출되고 있다고 답한 유해요인은 중량물 취급(64.1%)과 부적절한 작업자세(54.9%)에 이어 소음(55.8%)이었다. 소음 노출로 발생할 수 있는 난청과 이명 증상 호소율도 각각 22.7%, 13.4%로 나타났다.⁵⁾ 이처럼 소방공무원은 소음에 노출되고 있고 노출과 관련된 청력 관련 자각증상을 호소함에 비해 우리나라에서는 아직 관련 연구가 없다.

외국의 관련 선행연구를 보면 Reischl 등(1979)은 소방관이 가장 높은 소음에 노출되는 출동(Code-3

response)간 소방차에 탑승한 소방관의 개인소음노출을 평가하였는데 사이렌, 에어-혼(air-horn), 엔진소리 등의 소음에 노출되는 출동기간 동안 소방관들은 104.2-114.5 dBA의 소음에 노출되는 것으로 나타났다.⁶⁾ 소방서 대기시간과 귀대시간 등 비교적 소음노출이 낮은 시간대는 지시소음계를 이용하여 측정하였고 이를 평균 활동 경과시간을 곱하여 간접적으로 한 차례 근무시간인 24시간의 시간가중평균치를 계산하였는데, 트럭 조타수만 84.6 dBA로 노출기준인 90 dBA 미만이었고 나머지 소방관들은 모두 90 dBA를 초과하는 것으로 나타났다.

Reischl(1981)는 로스엔젤레스의 750명의 소방관의 청력을 측정하였는데 일반 인구집단에 비해 청력손실 정도가 높았고 연령이 높아질수록 그 정도가 심해진다고 보고하였다.⁷⁾ Tubbs 등(1991)은 당시 8시간 동안만 데이터 로깅이 가능한 소음측정기의 한계를 딛고 측정기를 8시간마다 바꿔가면서 연속하여 24시간 소방관의 소음노출을 평가했다.⁸⁾ 이 연구에서 소방관의 소음노출 평균값은 62-82 dBA로 나타났고 출동상황을 따로 평가한 결과에서는 Fire Engine 탑승자의 경우 88 dBA, Fire truck 탑승자는 84.7 dBA, 구급차 탑승자는 77.5 dBA로 나타났다. 소음노출수준이 노출기준인 90 dBA를 초과하지는 않았지만 출동과정에서 1분간 평균소음수준이 106 dBA에 달하여 소음성 난청의 위험은 있는 것으로 나타났고 이들 소방관에 대한 청력측정 결과에서도 영구적 청력손실이 진행되고 있었으며 근속년수가 오래된 소방관이 청력손실이 큰 것으로 나타났다.

이처럼 소방공무원은 장시간 교대근무를 하며 높은 소음에 노출되고 소음성 난청의 위험을 가지고 있지만 관련 연구가 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 우리나라 소방공무원의 교대근무 특성을 반영하여 24시간 연속적으로 6일 동안 소음을 측정하여 시간활동일지와 비교 분석을 통해 시간활동양상과 직무에 따른 소음노출수준을 평가하고자 한다.

II. 연구방법

1. 조사 대상

서울특별시 소방학교의 협조를 얻어 서울시에 있는 K 소방서에서 근무하는 소방공무원을 대상으로 조사하였다. 조사대상은 현장에 출동하는 화재진압

대원, 현장조사요원, 지휘차운전원, 구조대원, 구급대원 등 각 1명을 선정하였다. 대상 소방공무원들은 모두 24시간 동안 근무와 휴식을 반복하는 2교대제 근무형태였으며 평균 연령은 37.6세였으며 평균 근무기간은 12.4년이었고 성별은 모두 남자였다.

2. 소음 평가

2010년 9월 14일부터 9월 20일까지 5명의 소방공무원을 대상으로 누적소음노출량 측정기(Spark 706, Larson Davis, USA)를 이용하여 근무일 24시간 3일, 비번일 24시간 3일 도합 6일간 연속하여 개인소음노출을 측정하였다. 측정기는 고용노동부 작업환경 측정 및 정도관리규정에서 정하고 있는 Criteria = 90 dB, Exchange Rate = 5 dB, Threshold = 80 dB과 미국정부산업위생전문가협회 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)의 기준인 Criteria = 85 dB, Exchange Rate = 3 dB, Threshold = 80 dB으로 동시에 비교할 수 있도록 설정하였다. ACGIH는 C가중 피크레벨(Lpeak: C-weighted Level of Peak)이 한 순간도 140 dB를 넘어서는 안되는 기준을 별도로 정하고 있으며 Lpeak도 측정할 수 있도록 설정했다. 소음측정데이터 다운로드 전후 보정기(CAL150 calibrator, Larson Davis, USA)를 이용하여 94 dB, 114 dB로 보정하였으며 데이터 손실을 방지하기 위해 잠금 설정을 하였다. 일상 활동에 있어 불편함을 줄이기 위해 측정기를 작은 가방에 넣어 어깨에 맬 수 있도록 하였으며 마이크로폰(microphone)은 측정대상자의 귀 근처 10-15 cm 떨어진 쇠골 부위에 고정하였다. 모든 자료는 피조사자의 편의를 고려하여 2일에 한번씩 Blaze software(Larson Davis, USA)를 이용하여 전송받아 식 (1)인 등가소음수준(Leq)을 계산하였다.⁹⁻¹¹⁾ 또한 시간가중평균소음수준(TWA)은 식 (2)인 측정된 소음량(Noise Dose)를 식 (3)을 이용하여 음압 수준(Sound pressure level)로 환산한 것이며 계산식은 아래와 같다.

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_{T_1}^{T_2} \frac{P^2(t)}{P_0^2} \right) dB \quad (1)$$

Leq: Equivalent continuous sound pressure level (dB)
 P0: Reference pressure level = 20 μPa
 P1: Acquired sound pressure in Pa

T1: Start time for measurement

T2: End time for measurement

$$D = \left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right) \times 100 \quad (2)$$

D : Dose to sampling time, %

Cn : Time spent at each noise level

Tn : Total duration of exposure permitted at that level

$$TWA = q \log \left(\frac{D}{12.5T} \right) + CL \quad (3)$$

TWA : Time weighted average sound pressure level, dBA

D : Dose to sampling time, %

q : exchange rate constant

if exchange rate = 3, q = 10

if exchange rate = 5, q = 16.61

CL : Criterion level, 85 dBA (ACGIH) or 90 dBA (MOEL)

3. 시간활동일지 작성

시간활동일지는 변(2010)의 연구에서 사용된 방법을 참조하여 자체 개발한 것이며 피조사자가 총 6일간 15분 간격으로 위치와 주요 활동을 기재하도록 하였다.¹²⁾ 또한 경적, 차량소리 등과 같이 순간적으로 발생하는 소음과 관련된 상황도 기술하도록 하였다. 2일에 한번씩 면담을 통해 연구 진행상 불편사항 및 건의사항을 수렴하였으며 시간활동일지를 검토하여 누락된 정보가 있는지 확인하여 보충하였다.

4. 자료처리

6일 동안의 시간활동일지를 이용하여 피조사자가 근무일(3일)과 비번일(3일)에 집, 직장실내, 기타실내, 실외, 교통수단 등 국소환경(microenvironment)에서 머문 시간을 산출하였다. 교대점검, 출동 등과 같은 비일상적인 업무 특성상 근무교대는 정확히 24시간 만에 이루지기보다는 약간의 차이를 들 수 밖에 없었는데 측정은 실제 근무한 시간을 기준으로 하였다.

근무일, 비번일의 소음노출수준을 비교에는 paired t-test를 이용했고 분산분석을 통해서 국소환경별 소

음노출수준의 차이를 분석하였다. 모든 자료는 SAS Version 9.1과 Excel 2007을 이용하여 통계적 분석을 하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 소방공무원의 시간활동 분석

피조사자 5명을 대상으로 6일 동안의 시간활동일지를 이용하여 피조사자가 근무일(3일)과 비번일(3일)에 집, 직장실내, 기타실내, 실외, 교통수단 등 국소환경(microenvironment)에서 활동 시간을 산출하였다(Table 1). 구급대원 1명은 24시간만 측정하였는데 구급대원은 직군 중 가장 출동빈도가 많아 측정기를 착용하고 환자를 후송하는데 업무수행상 상당한 어려움이 있어 1일만(1,540분) 측정하였다. 조사대상자 5명의 총 근무일에 대한 근무시간을 분석한 결과 6일간 측정한 4명은 4,405분(73시간)-4,997분(83시간)이었고 1명은 1,540분(25시간)이었다(Table 1).

비록 소방공무원법에 따르지만 근로기준법 주당 40시간에 비교하여 볼 때 장기간 교대 근무하는 열

악한 상태임을 알 수 있으며 이러한 근무 여건에 대한 개선이 필요하다고 생각된다.

전체 조사대상자들은 근무일에는 사무실, 대기실 등 직장실내에서 13,679분(67%)을 보냈고 현장출동, 장비점검 등 근무지 실외에서 4,833분(23%), 출퇴근을 위한 교통수단에서 1,002분(5%), 구내식당, 화장실 등과 같은 기타실내에서 807분(4%)의 순이었다. 비번 일에는 집 10,858분(76%), 실외 1,382분(10%), 기타실내 1,225분(9%), 교통수단 493분(3%)의 순이었다.

직군 별로 하루 평균 출동시간은 구급대원이 가장 길었던 것으로 나타났다. 구급대원은 객관적 여건상 1일만 측정했지만 출동한 시간이 총 499분으로 다른 직무 군에서 3일에 걸쳐 출동한 시간보다 많았다. 소방방재청의 통계자료(2010)¹⁾에 따르면 구급대원의 일일 평균 구급출동은 3,945건으로 구조출동 990건에 비해 4배 정도 빈도가 높다. 구급대원에 이어 구조대원, 구급대원이었고 지휘차운전원, 화재진압요원, 화재조사원의 순이었는데 이 세 직군은 통상 같은 현장에 출동하는 경향이 있으므로 큰 차이가 없는 것으로 보인다(Table 3).

Table 1. Time activity pattern of each fire fighter for three on-days and off-days

Job category	Work type	Home	Workplace	Other Indoor [†]	Outdoor [‡]	Transportation [§]	Total
		Time, min (%)	Time, min (%)	Time, min (%)	Time, min (%)	Time, min (%)	Time (min)
Fire suppressor	On-day	0(0)	3,481(79)	199(5)	479(11)	246(6)	4,405
	Off-day	3,115(74)	0(0)	415(10)	554(13)	151(4)	4,235
Fire investigator	On-day	0(0)	3,678(81)	151(3)	601(13)	92(2)	4,522
	Off-day	1,987(75)	137(5)	133(5)	247(9)	155(6)	2,659
Command unit driver	On-day	0(0)	3,127(63)	205(4)	1,398(28)	267(5)	4,997
	Off-day	2,868(78)	0(0)	435(12)	193(5)	158(4)	3,654
Rescuer	On-day	0(0)	2,536(52)	164(3)	1,777(37)	380(8)	4,857
	Off-day	2,888(77)	226(6)	242(6)	388(10)	29(1)	3,773
Emergency staff	On-day [§]	0(0)	857(55)	88(5)	578(37)	17(1)	1,540
	Off-day	10,858(76)	363(3)	1,225(9)	1,382(10)	493(3)	14,321
Total	On-day	0(0)	13,679(67)	807(4)	4,833(23)	1,002(5)	20,321
	Off-day	10,858(76)	363(3)	1,225(9)	1,382(10)	493(3)	14,321

Data for fire suppressor, fire investigator, command unit driver, rescuer, emergency staff is an averaged each three on-days and off-days.

^{*}Workplace include office, waiting room.

[†]Other indoor include café, restaurant, bar.

[‡]Outdoor include dispatching.

[§]Transportation include bus, subway, car, motorcycle.

^{||}For emergency staff only one day measured.

^{||}For fire investigator one off-day missed.

Table 2. Summary of noise level of the fire fighters for three on-days and off-days

Job category	Work type	Time (min)	Range (dBA)	Leq (dBA)	Leq level exceedance percentage				TWA (dBA)	
					% > 75 dBA	% > 80 dBA	% > 85 dBA	% > 90 dBA	ACGIH	MOEL
Fire suppressor	On-day	1,451±15	54-114	77.2±3.1	17	7	2	1	76.6±3.5	65.1±3.8
	Off-day	1,418±7	55-111	70.9±2.1	5	2	0	0	68.2±3.9	55.0±5.3
Fire investigator	On-day	1,466±52	51-111	75.1±0.2	19	6	2	0	74.2±0.1	64.9±0.1
	Off-day	1,386±769 [†]	51-100	69.4±40.1	7	2	0	0	66.3±6.7	53.6±10.0
Command unit driver	On-day	1,522±104	56-115	79.8±2.2	18	6	3	1	79.5±2.3	68.6±2.2
	Off-day	1,342±96	54-106	70.30±2.0	6	1	0	0	66.1±3.8	53.1±4.9
Rescuer	On-day	1,539±20	48-111	74.3±1.2	16	7	2	1	73.7±1.9	63.8±2.0
	Off-day	1,296±32	49-113	72.1±3.4	3	1	0	0	72.6±6.1	58.6±4.6
Emergency staff	On-day	1,540 [*]	54-119	76.0	11	4	2	1	75.2	61.2
Total	On-day	1,498±62	48-119	76.7±2.5 [‡]	17	6	2	1	76.0±3.0 [‡]	65.3±2.9 [‡]
	Off-day	1,358±67	49-113	70.8±2.6 [‡]	5	2	0	0	68.5±5.0 [‡]	55.2±5.5 [‡]

Data for fire suppressor, fire investigator, command unit driver, rescuer, emergency staff is an averaged each three on-days and off-days.

^{*}For emergency staff only one day measured.

[†]For fire investigator one off-day data missed.

Paired t-tests were performed based on work type.

[‡]Differences are significant ($p < 0.0001$).

2. 개인 소음노출 수준

총 5명의 소방공무원에 대한 개인소음노출수준은 Table 2와 같다. 근무형태가 24시간 교대근무체계였으므로 6일간 측정된 결과를 근무일에 따라 하루 간격으로 나누어 분석하였다. 전체 근무일의 시간가중 평균소음을 고용노동부와 ACGIH의 기준으로 계산하였을 때 각각 평균 76.0 dBA, 65.3 dBA로 모두 고용노동부 소음노출기준 및 ACGIH TLV를 초과하지 않았다.

다른 직군에 비해 지휘차운전원이 ACGIH 기준으로 평균 79.5 dBA로 소음노출수준이 가장 높았으며 3일 중 하루는 81.8 dBA로 ACGIH의 노출기준 80 dBA를 초과하였다. 지휘차운전원에 이어 ACGIH 기준에 의한 소음노출수준은 화재진압대원이 76.6 dBA, 구급대원이 75.2 dBA, 화재조사원이 74.2 dBA, 구조대원이 73.7 dBA 등으로 나타났다. 지휘차에는 다른 소방차량에 없는 지휘용 스피커가 달려있고 출동시 수시로 방송을 하며 운전원이 기타 소방장비에서 나오는 소음과 가장 가깝게 위치하고 있기 때문에 가장 소음에 많이 노출된 것으로 보인다.

소음 노출이 많을 것이라 예상되는 출동상황과 장

비점검작업에 대한 소음노출 수준을 Table 3, Table 4에 각각 나타내었다. 출동시 순간 최고소음(Lmax)이 직군별로 104.5-116.5 dBA로 나타났다. 구조대원을 제외한 나머지 4개의 직군은 출동시 등가소음수준(Leq)이 80 dBA를 넘었으며 특히, 지휘차운전원의 경우는 평균 87.6 dBA로 가장 높았다. 구조대원은 현장의 실내에서 대기하는 시간이 많아 다른 직군보다 낮은 수준인 78.0 dBA로 나타났다. Fig. 1은 화재진압대원의 소음노출패턴을 나타낸 것으로 출동상황시 소음 수준이 높음을 알 수 있다. 장비점검시 순간 최고소음(Lmax)은 직군별로 115.3-134.4 dBA로 나타났으며 화재진압대원과 지휘차운전원의 경우 등가소음수준(Leq)이 각각 평균 85.1 dBA, 86.9 dBA로 다른 직군에 비해 높았다. 이는 장비점검시 화재진압대원은 체인톱, 공기압축기 등의 장비를 지휘차운전원의 경우 에어건, 드릴 등 소음발생이 많은 장비를 사용하기 때문이다.

전체적으로 소방공무원의 근무시간 전체에 대한 개인소음노출 수준 평균은 76 dBA으로 국외의 관련 연구결과와 크게 다르지 않았고 출동시 최고소음은 우리나라가 좀 더 높은 것으로 나타났다. Tubbs

Table 3. Noise level during dispatching for three on-days

Job category	Fire suppressor	Fire investigator	Command unit driver	Rescuer	Emergency staff
Working time (min)	1,451 ± 15	1,466 ± 52	1,522 ± 104	1,539 ± 20	1,540 [§]
Dispatch time (min)	164 ± 83	150 ± 105	170 ± 138	377 ± 301	499
Lmax (dBA)	113.5	110.8	114.5	116.5	104.5
Lpeak (dBC)*	145.8	148.1	135.6	144.6	143.2
Leq (dBA)	82.0 ± 0.9	83.2 ± 1.5	87.6 ± 0.6	78.0 ± 2.5	80.3
Number of dispatch† (mean) [‡]	14 (4.6)	13 (4.3)	10 (3.3)	13 (4.3)	10 (10)

Data for fire suppressor, fire investigator, command unit driver, rescuer, emergency staff is an averaged three on-days.

*dBC is a standard unit of Lpeak by American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

†Number of dispatch is total for three on day.

‡Average of the number for three on day.

§For emergency staff only one day measured.

Table 4. Noise level during equipment checking for three on-days

Job category	Fire suppressor	Fire investigator	Command unit driver	Rescuer	Emergency staff†
Working time (min)	1,451 ± 15	1,466 ± 52	1,522 ± 104	1,539 ± 20	1,540
Checking time (min)	69 ± 56	14 ± 3	77 ± 21	58 ± 74	37
Lmax (dBA)	112.9	96.6	114.5	101.1	91.3
Lpeak (dBC)*	134.4	115.6	132.6	132.3	115.3
Leq (dBA)	85.1 ± 5.7	75.7 ± 1.6	86.9 ± 7.7	78.2 ± 2.2	76.4

Data for fire suppressor, fire investigator, command unit driver, rescuer, emergency staff is an averaged three on-days.

*dBC is a standard unit of Lpeak by American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

†For emergency staff only one day measured.

등(1991)의 연구⁸⁾에서 소방관의 개인소음노출수준 62-82 dBA로 나타났고 Bryan 등(2002)이 16명 소방관 대상으로 조사한 개인소음노출수준은 평균 78.7 dBA이었다.¹³⁾ 출동시 최고소음은 Tubbs 등(1991)의 연구에서 소방관의 직군별 출동시 순간 최고소음의 평균이 106 dBA인데 비해 우리나라는 직군별 평균 111.9 dBA이었다.

우리나라 고용노동부 기준인 충격소음과 달리 ACGIH와 영국 등 유럽에서는 Lpeak가 근무 시간 중 140 dBC를 넘지 않아야 하는 소음기준이 별도로 있다. 조사대상 전체 측정대상일 25일(6일 × 4명 + 1일 × 1명)중 9일(37.5%)에 140 dBC를 초과하는 피크가 확인되었으며 근무일 중 7일, 비번일 중 2일이었다. 근무일에서 140 dBC를 초과한 경우는 대부분 현장 출동 상황이었으며 현장 출동시 소방서 내 방송 소리나 차량에서 발생하는 사이렌, 에어컨, 스

피커 등의 인한 순간적인 소음 노출이 원인이었다. 또한 비번일 2일에 걸쳐 확인된 피크는 구조대원이 교통수단으로 이용하는 소형 오토바이에 의한 것으로 확인되었다. 따라서 현장 출동 상황 뿐만 아니라 일상생활에서도 이러한 소음 노출에 대한 관리가 필요함을 알 수 있다.

3. 국소환경 별 소음 노출 수준

국소환경 별 소음노출수준을 비교하기 위해 집, 직장실내, 기타실내, 실외, 교통수단으로 분류하여 6일간 전체 소방공무원에 대한 소음 노출 수준을 나타내었다(Table 5). 국소환경 별 등가소음수준(Leq)은 실외(출동포함)의 경우 평균 81.5 dBA으로 가장 높았으며 집에서 62.1 dBA로 가장 낮았다. 또한 집, 직장실내, 기타실내, 실외, 교통수단 별 소음 수준은 통계적으로 유의한 차이가 있었다(P < 0.0001).

Table 5. Noise level of the fire fighters in microenvironments for six days

Job category	Home [‡]		Workplace [‡]		Other indoor		Outdoor [‡]		Transportation	
	Leq (dBA)	SE (%)	Leq (dBA)	SE (%)	Leq (dBA)	SE (%)	Leq (dBA)	SE (%)	Leq (dBA)	SE (%)
Fire suppressor	67.1	4.9	70.8	12.9	72.6	3.5	83.6	73.2	76.5	5.5
Fire investigator [†]	64.2	3.0	71.4	30.8	75.3	5.6	80.4	51.9	77.8	8.6
Command unit driver	67.4	2.9	70.7	6.8	74.6	3.4	84.6	84.8	74.2	2.0
Rescuer	53.9	0.3	67.3	6.5	74.9	5.5	79.5	84.0	73.3	3.8
Emergency staff [*]	0	0	65.9	5.6	68.6	1.1	79.8	92.7	73.3	0.6

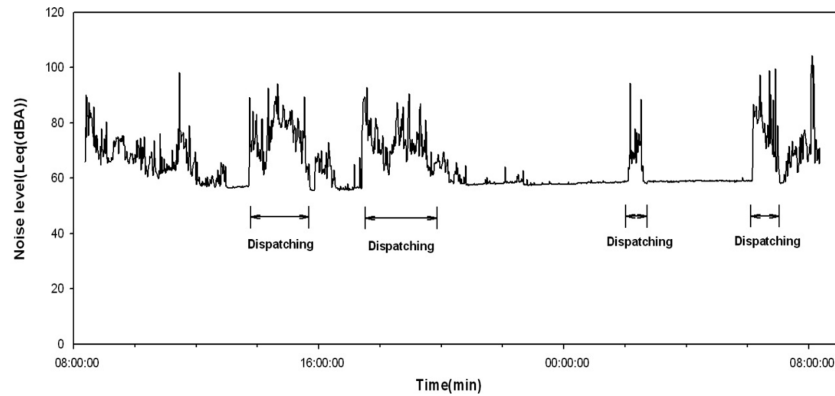
Data for fire suppressor, fire investigator, command unit driver, rescuer, emergency staff is total for six days.

^{*}For emergency staff only one day measured.

[†]For fire investigator one off-day missed.

One- way ANOVA was performed based on microenvironments.

[‡]Differences are significant ($p < 0.0001$).

**Fig. 1.** Example of noise exposure history in fire suppressor for one day.

시간을 고려한 소음노출비(Sound exposure)은 다른 환경에 비해 실외에서 높았으며 특히 지구급대원의 경우 84.8%로 가장 높았다. 실외에서 더 많은 소음에 노출되는 이유는 실외 환경에는 현장 출동, 장비점검, 도보이동, 운동, 승차 대기 등의 소음의 발생이 많은 다양한 활동이 포함되기 때문이다.

Díaz(2006)는 일반 대중 32명을 대상으로 일상생활의 소음 노출 수준을 평가하였는데, 교통수단에서의 소음 수준은 79.5 dBA로 다른 환경에 비해 높은 편이었고 본 연구결과와 유사하였다.¹⁴⁾ 또한 건설 근로자 31명을 대상으로 비직업적 소음노출에 대하여 연구한 Neitzel(2004)의 결과¹⁵⁾에서는 실외, 교통수단, 집의 소음수준이 각각 79 dBA, 78 dBA, 67 dBA로 나타났는데 본 연구의 결과와 같은 경향성을 보였다.

본 연구에서 소방공무원의 위험하고 긴급을 요하

는 업무 특성상 많은 인원을 섭외하여 측정기를 착용하게 하고 매 순간 시간활동기록까지 하도록 하는 것에 많은 어려움이 있었고 특히 출동상황(출동, 현장, 귀소)에 대한 세부적인 분류에는 한계가 있었다. 그러나 산업보건분야의 일반적인 태두리에서 벗어나 24시간 일상생활의 소음노출수준을 평가하였다는 데 큰 의미가 있다고 생각된다.

또한 대상자들과의 면담과 업무상황을 고려하여 가장 대표성 있는 직군을 선정하였고 기존 연구와 달리 연속적으로 6일에 걸쳐 24시간 노출평가를 수행하였으므로 소방공무원의 소음노출특성을 말해주는 데는 무리가 없을 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 가장 보호받아야 할 소방공무원들의 소음 등의 유해인자에 대한 정보를 직접 조사하는 향후 연구에도 일정한 기여를 할 수 있을 것으로 기대해 본다.

V. 결 론

본 연구는 K 소방서에서 근무하는 소방공무원 5명을 대상으로 6일간 개인 소음 노출 수준 평가하였으며 주요 연구결과는 다음과 같았다.

소방공무원들은 근무체계는 근무일-비번일을 24시간 주기로 반복하는 2교대제였으며 근무일에는 사무실, 대기실 등 직장실내에서 13,679분(67%)을 보냈고 현장출동, 장비점검 등 근무지 실외에서 4,833분(23%), 출퇴근을 위한 교통수단에서 1,002분(5%), 구내식당 등과 같은 기타실내에서 807분(4%)의 순이었다. 비번일에는 집 10,858분(76%), 실외 1,382분(10%), 실내 1,225분(9%), 교통수단 493분(3%)의 순이었다. 개인소음노출수준은 시간가중평균소음(TWA)으로 평균 65.3 dBA로 고용노동부 노출기준 미만이었으나 출동시 최고소음(Lmax)은 평균 111.9 dBA로 미국 등의 소방관보다 높은 것으로 나타났다. 조사대상 전체 측정일 25일(6일×4명+1일×1명)에서 Lpeak가 140 dBC를 초과하는 일은 근무일 중 7일, 비번일 중 2일이었으며 비번일의 노출은 소형 오토바이를 이용해서 출퇴근하는 경우였다.

이번 연구를 통해 소방공무원의 시간활동양상에 따라 노출되는 소음 특성을 알 수 있었다. 소방공무원들은 전체적으로 80 dBA 이하의 소음에 노출되지만 출동하는 동안 짧은 순간 110 dBA를 넘는 고소음에 노출되고 있는 것을 확인하였다. 외국의 소방관에 대한 관련 연구와 비교하여 높은 편에 속하므로 소방장비의 방음에 대한 평가, 출동시 경고음이 필요이상 과도한 것인지에 대한 검토와 함께 일상생활에서 교통소음 및 피크 소음에 대한 관리도 요구된다. 본 연구는 일종의 파일럿 연구로 소방공무원의 가장 대표적인 직무에 대한 조사를 수행하였고 향후 행정대원을 포함하여 다양한 소방공무원 직군에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이며(No. 2009-0073407) 이에 감사드립니다. 아

울러 연구에 참여해 주셨던 故 권용각 소방교님의 명복을 빕니다.

참고문헌

1. National Emergency Management Agency. Statistical report of Emergency Management 2010. 2010.
2. Ministry of Labor. Statistical report of industrial accidents 2009. 2009.
3. Lemaster GK, Genaidy AM, Succop P, Deddens J, Sobeih T, Barriera-Viruet H, et al. Cancer Risks among Firefighters. *J Occup Environ Med.* 2006; 48(11): 1189-1202.
4. Kim JI. Characterization of firefighter exposures during fire overhaul and investigation. Seoul National University Master's Thesis. 2007.
5. Occupational Safety and Health Research Institute. Research report of Occupational Safety and Health Research Institute 2008. 2008.
6. Reischl U, Herbert SB, Reischl P. Fire fighter noise exposure. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1979; 40(6): 482-489.
7. Reischl U, Thrift GH, Reischl P. Occupation related fire fighter hearing loss. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1981; 42(9): 656-662.
8. Tubbs RL. Occupational noise exposure and hearing loss in fire fighters assigned to airport fire stations. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1991; 52(9): 372-378.
9. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). OSHA standards 1910.95.
10. American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH). 2009 TLVs and BEIs. 2009.
11. Lee SY, Choi SJ. Exposure to noise on railroad operators. *J Environ Health Sci.* 2008; 34(2): 153-160.
12. Byun HJ, Ryu KN, Jang KG, Bae HJ, Kim DJ, Shin HS, et al. Socioeconomic and Personal Behavioral Factors Affecting Children's Exposure to VOCs in Urban Areas in Korea. *J Environ Monit.* 2010; 12: 524-535.
13. National Fire Academy. Oklahoma city fire department employee noise exposure, 2002.
14. Díaz C, Pedrero A. Sound exposure during daily activities. *J Acoust Soc Am.* 2006; 67: 271-283.
15. Neitzel R, Seixas N, Goldman B, Daniell W. Contribution of non-occupational activities to total noise exposure of construction workers. *Ann Occup Hyg.* 2004; 48(5): 463-473.