

## 군대 소총사격장에서 군인들의 주야간 소음노출평가

황성호 · 박재범<sup>†</sup>

아주대학교 의과대학 직업환경의학교실

### Daytime and Night-time Noise Exposure Assessment for Soldiers at a Military Rifle Range

Sung Ho Hwang and Jae Bum Park<sup>†</sup>

Department of Occupational and Environmental Medicine, Ajou University School of Medicine

#### ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this study was to investigate exposure levels to K2 rifle noise at a military rifle range among soldiers in training, the left and right ears of shooters, and control managers in the day and night times.

**Methods:** For this study, we visited military rifle ranges and measured the noise of a K2 rifle with a sound level meter (3M Quest SoundPro™) at four different locations with values of Peak (dB(A)) and Max (dB(A)).

**Results:** The highest peak value of impulse noise level averaged 150.4 dB(A), ranging from 149.7 to 150.5 dB(A) at the left-ear side. Impulse noise levels in the daytime were also recorded as higher than during the night. This result was significantly different between daytime and nighttime locations, such as soldier training, right ear of shooter, and control manager ( $P < 0.001$ ).

**Conclusion:** This study confirmed that there is a need for proper management of impulse noise at military rifle ranges.

**Keywords:** Military, noise exposure, impulse noise, daytime, nighttime

#### I. 서 론

일반환경에서 발생할 수 있는 교통, 건설 등의 환경소음노출 외에 쉽게 간과하기 쉬운 소음발생 장소가 군대이다. 일반적으로 젊은 나이에 장단기 군 복무를 수행하면서 사격훈련에 참여한 상당수 군인들이 상시적으로 충격소음에 노출되어 제대 후에 이명이나 소음성 난청 및 청력손상 등을 일으킨다. 실제로 고소음에 노출된 군인이 소음에 덜 노출된 군인보다 더 큰 청력손실을 보였다는 연구가 있으며, 음향외상의 발생이 화기 거리와 밀접한 관련이 있다는 연구결과가 있고 이런 연구는 군인의 청력손실이 충

격소음의 노출수준과 용량-반응관계에 있음을 보여준다.<sup>1,2)</sup>

군대 사격훈련장에 발생하는 충격소음은 고막천공 등의 중이 및 내이손상 및 급성 음향외상을 일으킨다.<sup>3,4)</sup> 이전연구<sup>5)</sup>에 의하면 사격 등의 충격소음에 의한 와우 손상으로 음향외상성 난청이 10만 명당 156 명이 발생하였다. 이렇게 군대에서 발생하는 사격소음으로 인한 청력손실의 문제는 국외에만 국한된 것이 아니라 우리나라 군대 사격훈련장에서도 발생하는 외면된 현실적인 문제이다. 미국 육군본부에 따르면, 지난 30 년간 (1977-2006년) 퇴역군인들의 소음성 난청에 대한 보상비용이 2006년 12월 기준으

<sup>†</sup>Corresponding author: Department of Occupational and Environmental Medicine, Ajou University, School of Medicine, San 5, Woncheon-dong, Yeongtong-gu, Suwon 443-721, South Korea, Tel: +82-31-219-5295, Fax: +82-31-219-5294  
Received: 10 April 2013, Revised: 5 May 2013, Accepted: 7 August 2013

로 \$ 901,472,784로 막대한 비용이 지출되었다.<sup>6)</sup>

소총 사격 훈련 시에 발생하는 고소음은 1초 이상의 간격으로 발생하는 충격소음으로 높은 에너지, 짧은 지속시간, 저주파특성, 강한 방향성 및 원거리 전파 등의 특성을 갖는다. 이러한 충격소음은 직접 노출되는 군인들의 청력에 영향을 미칠 수 있으며 더 나아가서는 인근 주거 지역에 소음노출 피해 등의 환경 문제를 야기시킬 수 있다.<sup>4)</sup>

국내에서는 교통 및 건설소음 등의 생활환경에서 발생하는 소음이 일반 사람들의 청력에 미치는 연구나 군부대 주변 환경에서 발생하는 소음노출에 대한 평가 연구는 있어왔으나<sup>7-9)</sup> 우리나라 군대 소총 사격훈련장과 같은 군대 환경에서 발생하는 충격소음 노출평가에 대한 연구는 없었다.

본 연구에서는 소총 사격훈련장에서 사격을 하는 훈련병과 훈련병의 사격을 지도하는 현역병 및 통제 지휘관의 위치에서 발생하는 소음을 평가하고 이런 발생소음을 주간사격과 야간사격으로 구분하여 나타나는 발생 특징을 평가하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 특성

2012년 11월 국내에 소재한 육군 소총 사격훈련장(A사격훈련장)을 방문하여 사격훈련병을 지도하는 현역병, 단독사격 시 훈련병의 양쪽 귀 위치 및 사격 통제관을 대상으로 주간(오후 2:00 - 5:00)과 야간(오후 7:00 - 8:00) 사격훈련 시에 충격소음을 측정하였다. 사격 횟수는 한 명당 20발이며 20발 중에서 10발은 서서 사격을 하였고, 나머지 10발은 엎드려서 사격을 실시하였다.

### 2. 연구방법

고소음의 충격소음 측정이 가능한 Microphone(QE4110)을 장착한 3M Quest SoundPro™(Models SE and DL)지시소음계 2대를 사용해 사격 훈련 중 충격소음에 노출될 수 있는 소음측정대상 장소에서 소음을 측정하였다. 사용 전에는 보정기를 이용하여 1 KHz에서 114.0 dB보정을 실시하였다. 측정위치는 훈련병의 경우 인체에 직접적으로 영향을 받는 양쪽 귀를 중심으로 반경 30 cm이내의 청력범위에서 지시소음계로 소음을 측정하였다. 훈련병 바로 옆에

서 훈련병을 지도하는 현역병의 청력범위에서도 측정을 하였다. A 사격훈련장에서는 동시사격과 단독사격 상황을 구분하여 측정하였고 사용하는 총구는 K2 소총을 사용하였다. 사격훈련은 주간사격과 야간사격으로 진행이 되어 주간과 야간 사격 모두 측정하였다. 측정 후 측정자료는 해당기기의 소프트웨어를 사용하였다. 측정자료는 최대 소음수준(Max)과 순간 최대 소음수준(Peak)을 dB(A)로 나타내었다. Peak 소음은 충격소음이 발생할 때 1초 동안에 발생한 여러 개의 peak 값 중에서 가장 수치가 높은 수치를 나타내는 값을 말하는 반면, Max 소음은 1초 동안 발생한 여러 개의 peak값의 평균을 나타낸 값이다.

### 3. 통계분석

측정자료에 대한 분석은 측정 위치에 따른 노출수준과 통계적 유의성을 파악하기 위해 기술통계분석과 분산분석(측정 위치별 비교)을 실시하였고, 측정위치에 따른 주간소음과 야간소음간의 유의성을 파악하기 위해 Paired t-test분석을 실시하였다. 통계패키지는 SPSS 17 Version을 사용하여 분석하였다.

## III. 연구결과

Fig. 1은 A 주간사격 시 소총 훈련장의 8개 사로 중 왼쪽 가장자리에서 한번에 8명의 훈련병이 동시에 사격할 때 발생하는 소음의 Peak값과 Max값을 사격 훈련병의 왼쪽 귀 위치(a)와 오른쪽 귀 위치(b)에서 측정한 것이다. 동시 사격 시 사격훈련병 왼쪽 귀 위치에서 발생한 충격소음의 평균 Peak값과 Max값은 각각 150.5와 134.3 dB(A)로 나타났고, 오른쪽 귀 위치에서 발생한 충격소음의 평균 Peak값과 Max값은 각각 150.2와 133.4 dB(A)로 나타나 동시 사격 시에 왼쪽 귀 위치에서 충격소음이 오른쪽 귀 위치에서의 충격소음보다 Peak값과 Max값이 각각 0.3와 0.9 dB(A) 높게 나타났다.

Fig. 2 역시 A 소총 훈련장의 8개 사로 중 왼쪽 가장자리에서 한번에 8명의 훈련병이 동시에 사격할 때 발생하는 소음의 Peak값과 Max값을 사격 훈련병의 왼쪽 귀 위치(a)와 오른쪽 귀 위치(b)에서 야간사격 시 측정한 것이다. 동시 사격 시 사격훈련병 왼쪽 귀 위치에서 발생한 충격소음의 평균 Peak값

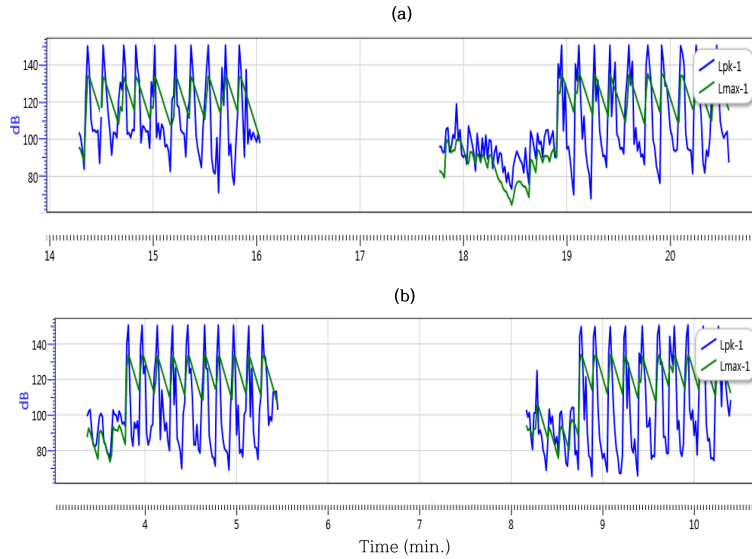


Fig. 1. Impulse noise exposure levels at the left ear side (a) and the right ear side (b) during the daytime rifle shooting.

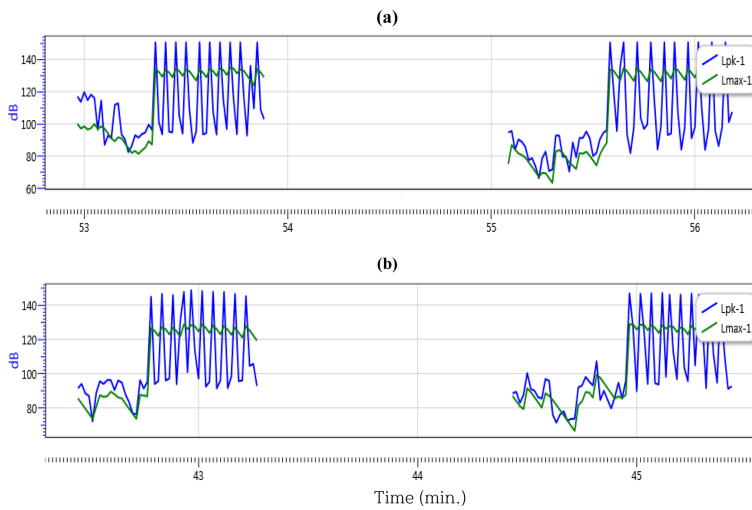


Fig. 2. Impulse noise exposure levels at the left ear side (a) and the right ear side (b) during the nighttime rifle shooting.

과 Max값은 각각 150.5와 134.2 dB(A)로 나타났고, 오른쪽 귀 위치에서 발생한 충격소음의 평균 Peak 값과 Max값은 각각 146.6와 128.1 dB(A)로 나타나 동시에 사격 시에 왼쪽 귀 위치에서 충격소음이 오른쪽 귀 위치에서의 충격소음보다 Peak값과 Max값이 각각 3.9 dB(A), 6.1 dB(A) 높게 나타났다.

Table 1은 A 사격훈련장에서 발생하는 충격소음을 위치 별 (현역병, 단독 사격시 왼쪽 귀, 단독 사격 시 오른쪽 귀, 통제관리관)로 구분하여 측정된

것으로 통계적으로 유의한 수준에서 측정 위치간에 충격소음의 수준이 다른 것으로 나타났다 ( $p < 0.001$ ). 가장 높게 나타난 충격소음 위치는 소총을 직접적으로 취급하는 훈련병의 왼쪽 귀로 Peak 값이 150.4 dB(A)로 나타났고 Max 값은 132.9 dB(A)로 나타났다. 통제관리관 위치에서 측정된 소음수준은 다른 위치에 비해서 Peak 값과 Max 값이 각각 148.1와, 126.9 dB(A)로 상대적으로 낮은 소음 수준을 나타내었다.

**Table 1.** Impulse noise exposure levels by sampling locations

Sampling location	N	Noise level (Mean ± SD (Range))		p-value*
		Max (dB(A))	Peak (dB(A))	
Training soldier	40	132.0 ± 2.03 (129.3 – 135.1)	150.0 ± 0.72 (147.9 – 150.5)	p < 0.001
Left ear of shooter (Single)	40	132.9 ± 0.89 (131.8 – 134.7)	150.4 ± 0.19 (149.7 – 150.5)	
Right ear of shooter (Single)	40	131.6 ± 2.36 (128.4 – 135.1)	149.1 ± 1.18 (146.5 – 150.5)	
Control manager	40	126.9 ± 3.37 (122.7 – 131.1)	148.1 ± 1.67 (145.6 – 150.4)	

\*: ANOVA test

**Table 2.** Comparison of impulse noise exposure levels between daytime and nighttime by sampling locations

Sampling location	Type	N	Noise level (Mean ± SD (Range))		p-value
			Max (dB(A))	Peak (dB(A))	
Training soldier	Day	20	133.8 ± 0.93 (132.3 – 135.1)	150.5 ± 0.00 (150.5 – 150.5)	p < 0.001
	Night	20	130.1 ± 0.60 (129.3 – 131.3)	149.5 ± 0.71 (147.9 – 150.5)	
Left ear of shooter (Single)	Day	20	133.5 ± 0.89 (132.1 – 134.7)	150.4 ± 0.21 (149.6 – 150.5)	p > 0.05
	Night	20	132.4 ± 0.41 (131.8 – 133.4)	150.4 ± 0.18 (150.0 – 150.5)	
Right ear of shooter (Single)	Day	20	133.8 ± 0.88 (132.3 – 135.1)	150.0 ± 0.55 (148.8 – 150.5)	p < 0.001
	Night	20	129.3 ± 0.50 (128.4 – 130.2)	148.3 ± 1.00 (146.5 – 149.6)	
Control manager	Day	20	130.1 ± 0.56 (129.4 – 131.1)	149.6 ± 0.62 (148.3 – 150.4)	p < 0.001
	Night	20	123.6 ± 0.87 (122.7 – 125.8)	146.5 ± 0.50 (145.6 – 147.6)	

**Table 3.** Impulse noise standards

Organizations	Criteria of Impulse noise
OSHA <sup>a</sup>	140 dB (peak)
ACGIH <sup>b</sup>	140 dB (peak)
DoD Instruction <sup>c</sup>	140 dB (peak)
MEL <sup>d</sup>	140 dB (A)

<sup>a</sup> Occupational Safety and Health Administration

<sup>b</sup> American Conference of Governmental Industrial Hygienists

<sup>c</sup> Department of Defense Instruction in US

<sup>d</sup> Ministry of Employment and Labor in Korea

Table 2는 측정 위치에 따른 충격소음을 주간과 야간훈련으로 구분하여 소음노출 분포를 나타낸 것이다. 측정결과 현역병, 통제관리관 위치에서 주간 사격시의 소음노출이 야간 사격시의 소음노출보다 높게 나타났고 이와 같은 차이는 사격훈련병의 왼쪽 귀 위치에서 측정한 주야간의 소음노출차이를 제외하고 모두 통계적으로 유의하였다(p < 0.001).

#### IV. 고 찰

Fig. 1과 2에서 동시사격 시 사격훈련병의 양쪽 귀 위치에서 발생하는 소음 노출수준은 주간 사격의 경우 Peak값이 왼쪽 귀에서 오른쪽 귀 위치 보다 평균 0.3 dB(A) 높은 수준으로 나타난 반면, 야간 사격의 경우 Peak값이 왼쪽 귀에서 오른쪽 귀 위치 보다 평균 3.9 dB(A) 높게 나타났다. 이렇게 주간과 야간사격에서 모두 왼쪽 귀 위치에서 오른쪽 귀 위치에서 보다 높은 충격소음에 노출되었는데 이는 소총을 잡고 사격하는 훈련병의 대부분이 오른쪽 어깨에 소총을 걸치고 사격을 하게 되므로 발생하게 되는 ‘두영효과 (Head shadow effect)’ 때문인 것으로 보여졌다. 두영 효과란 한쪽 귀로 들어온 소리가 반대쪽으로 전달 될 때 그 에너지가 감소하는 현상으로 사격 훈련병의 경우, 주로 오른쪽 귀에 비해 왼쪽 귀의 충격소음수준이 높게 나타나는 것이다. 기

존연구에 따르면,<sup>10)</sup> 오른손잡이의 사격자가 M16을 우측 어깨에 걸치고 사격 시 소음원으로 부터 왼쪽 귀가 가깝기 때문에 왼쪽 귀에 더 영향을 미쳤다. 이와 같은 견착식 사격 시에 고개를 돌린 상태에서 두영 효과로 인한 오른쪽 귀에 대한 영향은 1,000 Hz 이하의 소음은 무시해도 좋으나 2,000 Hz 이상에서는 왼쪽 귀에 비해 25-30 dB 정도 감쇄된다.

측정위치에 따른 소음노출수준(Table 1)은 단발사격 시 사격훈련병의 오른쪽 귀 위치에서보다 왼쪽 귀 위치에서 Peak값을 측정했을 때가 평균 150.4 dB(A)로 오른쪽 귀 위치(평균 149.1 dB(A))에서 보다 평균 1.3 dB(A) 가장 높게 나타났는데 이러한 결과 역시 앞에서 언급한 두영 효과의 영향인 것으로 보여졌다. 훈련병을 지도하는 현역병 위치에서도 평균 150 dB(A)의 높은 충격소음이 발생했는데 이는 현역병이 사격훈련병 바로 옆(약 0.5 m)에서 훈련병에게 지시 및 통제를 하기 때문이다. 이런 현역병은 한 차례의 사격 훈련(20발 사격)을 하는 훈련병에 비해 주야간 동안 훈련병의 사격을 지도해야 하기 때문에 충격소음에 가장 오래 동안 노출되고 있었다. 이러한 문제를 보완하기 위해 현역병은 일정시간 이상 노출되지 않도록 행정적인 조치가 필요할 것으로 사료되었다. 이에 비해 통제 지휘관의 위치에서는 평균 148.1 dB(A)로 다른 위치에 비해 상대적으로 낮은 충격소음이 발생했는데 이는 통제지휘관이 사격 훈련병과 4 m 정도 뒤로 떨어진 위치에서 전체 사격훈련을 통제하기 때문이었다. 충격소음에 대한 OSHA, ACGIH, DoD Standard 및 고용노동부의 노출기준은 모두 140 dB(peak) 미만으로 제한하고 있다. 기관별 차이점은 ACGIH 경우 충격소음을 포함하여 연속 및 간헐적인 소음도 140 dB C-weighted peak를 초과해서는 안되며, OSHA 와 DoD Instruction 은 충격소음에 대해 140 dB(peak) 음압수준에 노출되어서는 안된다. 반면, 고용노동부는 노출기준을 140dB(A) 음압수준에 100회 이상 노출되어서는 안 되는 것으로 기준을 설정하였다.<sup>11-14)</sup>

주간과 야간 사격에 따른 위치 별 소음노출수준(Table 2)은 훈련병의 왼쪽 귀 위치에서 측정된 노출수준을 제외하고 주간사격이 야간사격 보다 Peak 값과 Max값이 유의하게 높게 나타났다. 이는 야간 측정이 저녁 7시부터 진행되어 사격 시 소총에서 발생하는 불꽃을 차단하기 위한 방편으로 군대에서 사

용하는 판초의를 소총 불꽃발생 부위에 덮어 사격을 하였기 때문에 소음이 감쇄한 것으로 판단되었다. 하지만 사격훈련병의 왼쪽 귀 위치에서의 소음수준은 차이가 없었는데 이러한 결과는 판초의가 불꽃 발생 부위에 덮혀있는 것과 무관하게 충격소음 발생부위와 왼쪽 귀 부위가 밀착 되어있어 소음노출 수준에는 영향이 없었던 것으로 사료되었다.

본 연구는 국내 군대 사격훈련장을 직접 방문하여 사격훈련 환경에서 발생하는 충격소음을 측정된 평가연구로 군대 사격훈련 환경에서 발생하는 소음 노출수준과 주간과 야간 사격에 따른 노출특성을 파악하는데 중요한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 국내 소총 사격훈련장에서 사격을 하는 훈련병과 훈련병의 사격을 지도하는 현역병 및 통제 지휘관의 위치에서 발생하는 소음과 이런 발생소음을 주간사격과 야간사격으로 구분하여 나타나는 발생 특징을 평가한 연구로 주간사격 소음이 야간사격 소음보다 높았고, 소음 측정위치에 따라 사격훈련병의 왼쪽 귀 위치에서 발생하는 소음노출수준이 오른쪽 귀 위치에서는 발생하는 소음노출수준보다 높게 나타났다( $p < 0.001$ ).

## 감사의 글

이 논문은 2012년도 국방부 연구사업 지원을 받아 수행된 것(No.2012-UMM1014)으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Henselman LW, Henderson D, Shadoan J, Subramaniam M, Saunders S, Ohlin D. Effects of noise exposure, race, and years of service on hearing in U.S. Army soldiers. *Ear Hear.* 1995; 16(4): 382-391.
2. Savolainen S, Lehtomaki KM. Impulse noise and acute acoustic trauma in Finnish conscripts. Number of shots fired and safe distances. *Scandi Audiol.* 1997; 26(2): 122-126.
3. Phillips YY, Zajtchuk JT. Blast injuries of the ear in military operation. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.*

- 1989; 140: 3-4.
4. Temmel AF, Kierner AC, Steurer M, Riedl S, Innitzer J. Hearing loss and tinnitus in acute acoustic trauma. *Wien Klin Wochenschr.* 1999; 111(21): 891-893.
  5. Labarere J, Lemardeley P, Vincey P, Desjeux G, Pascal B. Acute acoustic trauma in military personnel evaluation of one year epidemiologic surveillance. *Press Medi.* 2000; 29(24): 1341-1344.
  6. Czerw RJ. Army Hearing Program. United States: Department of the Army Press; 2008. p.2-44.
  7. Kim JS. A study on subjective noise evaluation of residential area on aircraft noise near airport: case study on Teagu airport. *Korean Soc Noise Vib Eng.* 2000; 10(1): 41-48.
  8. Kang DJ, Kim JM, Park JC. Road traffic noise status and prediction. *Kor Soc Noise Vib Eng.* 2004; 14(10): 1015-1020.
  9. Ahn MS, Kim JD, Hwang SJ. A case study to minimize effect of blasting vibration and noise on animal casualties. *Kor Soc Noise Vib Eng.* 2001; 11(1): 104-110.
  10. Keim RJ. Impulse Noise and Neurosensory Hearing Loss-Relationship to Small Arms Fire. *Calif Med.* 1970; 113(3): 16-19.
  11. Federal Register. Occupational Noise Exposure: Hearing Conservation Amendment. United States: Occupational Safety and Health Administration press; 1981. p.1-48.
  12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices, 7 th ed. United States: ACGIH Press; 2012. p.118-120.
  13. Henshaw JL. Hearing conservation program, United State: Occupational Safety and Health Administration Press; 2010. p.8.
  14. Ministry of Employment and Labor. Threshold limit values of Chemical and physical substances, South Korea; Ministry of Employment and Labor press; 2010. p.81-82.