

## 특수 종사자의 청력영향 1

—공공 근무 종사자

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 규 상

### 주요내용

- ① 인간의 청력 ② 일반인의 소음 노출 ③ 환경소음과 도시소음의 문제
- ④ 일상생활에서의 저주파음의 노출과 건강영향 ⑤ 소음환경 하에서의 여음인자와 청력손실
- ⑥ 소음 노출과 일시적 난청 ⑦ 소아 아동의 소음 노출과 청력영향
- ⑧ 취미 및 스포츠 활동에 따른 소음 노출과 청력영향 ⑨ 청력의 연령효과와 노인성 난청
- ⑩ 건강행태(음주, 흡연 등)와 청력영향 ⑪ 일반 질병(당뇨, 심장질환 등)에 의한 청력영향
- ⑫ 화학물질의 이독성 ⑬ 소음 이외 물리적 요인(진동, 라디오파, 방사선 등)에 의한 청력영향
- ⑭ 특수 종사자의 청력영향(공공 근무 종사자, 군인, 음악가, 기타 등) ⑮ 청력보존프로그램의 평가
- ⑯ 소음성 난청의 청능재활

### 1. 소방관의 청력

소방관은 화재 예방, 경계 또는 진압을 직무로 할뿐만 아니라 최근에는 응급구조를 자신의 역할로 하고 있는 국가공무원이다.

소방관은 건강과 관련하여 위험성, 긴급성, 활동 환경의 이상성 및 강인한 체력이 요구되는 업무의 특수성이 있다.

화재 진압 활동은 종류 및 양상에 따라 다르지만 화재발생에 따른 일산화탄소, 포스

겐 등의 유독가스에 노출될 위험성과 진압 활동 중 사망, 부상의 위험, 예상치 못한 폭발로 인한 안전사고 등 생명의 위험부담을 가진 현장 활동이다. 화재뿐만 아니라 구조·구급에 있어서도 구조자(응급환자)의 위험회피를 위해서 시간을 다룰 수밖에 없는 긴급을 요하는 직무특성을 가진다.

이와 같은 위험한 환경과 비정상적인 상황 하에서 이루어지는 조건으로 인하여 소방 활동은 소방관 개개인의 건강상태에 부정적인 영향을 가져올 수 있는 특수성을 가진다.

〈표 1〉 미국 펜실베이니아 주 피츠버그 소방차의 차량 모델과 경고 여부에 따른 운전자와 탑승자의 노출 소음수준

차량 모델	No. Tested	운전자(driver)		탑승자(passenger)	
		Warning On	Warning Off	Warning On	Warning Off
1986 Pierce Engine	7	99.8	88.1	104.0	100.5
1988 Pierce Rear Mount Truck	9	100.0	89.6	105.2	101.9
1988 Pierce Tiller Truck	3	101.8	91.3	105.9	100.7
1989 Pierce Lance Engine	1	96.2	89.2	89.8	85.7
1976 Seagrave Tiller Truck	1	105.9	89.4	119.4	101.0
1977 Seagrave Rear Mount Truck	1	108.2	91.1	109.2	99.2
1982 Seagrave Front Mount Truck	1	104.0	-	101.9	-
1978 Brockway Engine	4	106.1	87.9	103.4	82.7
1981-82 Grumman Engine	10	106.0	83.7	103.2	79.8
1973-74 Mack Engine	4	113.2	84.4	98.9	85.0
1984 Thibault Rear Mount Truck	4	99.4	85.9	102.1	93.2
1986 Dodge Wagons of Chevrolet Suburban	7	101.4	-	97.8	-

소방관은 화재·구조·구급 업무를 수행하는 과정에서 다양한 심리적·물리적·화학적 유해요인에 노출된다. 화재 연소 과정에서 발생하는 화학물질들, 화재의 열, 적외선, 소음과 같은 물리적 요인, 직무상의 스트레스나 교대 근무로부터 오는 정신적·육체적 스트레스, 결핵이나 간염과 같은 생물학적 유해요인이 있다.

소방관은 사이렌, 엔진, 소방호스, 펌프 등에서 나는 소음에 노출된다. 소방차의 사이렌은 출동 시에는 통행인과 운전자들에게 소방차를 알리기 위해 소리를 증폭시켜야 한다. 물론 소음의 직업적인 노출기준인 90 dBA(8시간 가중평균치)보다는 낮지만, 이

소음은 120 dBA이거나 그 이상에 달하기도 한다. ‘자동차안전기준에관한규칙’ 제58조 1항 2호에는 사이렌 음의 크기가 자동차의 전방 30 m의 위치에서 90 dBA 이상, 120 dBA 이하일 것으로 규정하고 있다.

Reischl 등(1979)은 소방관이 가장 높은 소음에 노출되는 출동(Code-3 response) 간 소방차에 탑승한 소방관의 개인 소음노출을 평가하였는데 사이렌, 에어-혼(air-horn), 엔진소리 등의 소음에 노출되는 출동기간 동안 소방관들은 104.2-114.5 dBA의 소음에 노출되는 것으로 나타났다.

소방서 대기시간과 귀소시간 등 비교적 소음노출이 낮은 시간대는 지시소음계를 이

용하여 측정하였고 이를 평균 활동 경과시간을 곱하여 간접적으로 한 차례 근무시간인 24시간의 시간가중평균치를 계산하였는데, 트럭 조타수만 84.6 dBA로, 노출기준인 90 dBA 미만이었으나 나머지 소방관들은 모두 90 dBA를 초과하는 것으로 나타났다.

Reischl 등(1981)은 로스엔젤레스의 750명 소방관의 청력을 측정하였는데 일반 인구집단에 비해 청력손실 정도가 높았고 연령이 높아질수록 그 정도가 심해졌다.

일반인구집단의 동일한 연령군의 대조군에 비해 특히 3 k, 4 k 및 6 kHz에서 높은 청력역치를 보였다.

Tubbs 등(1991)은 당시 8시간 동안만 데이터 로깅이 가능한 소음측정기의 한계를 딛고 측정기를 8시간 마다 바꿔가면서 연속하여 24시간 소방관의 소음노출을 평가했다.

이 연구에서 소방관의 소음노출 평균값은 62-82 dBA로 나타났고 출동과정을 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 나타났다. 이들

소방관에 대한 청력측정 결과에서도 영구적 청력손실이 진행되고 있으며 근속년수가 오래된 소방관이 청력손실이 큰 것으로 나타났다.

이와 같이 대다수 소방관의 소음노출이 OSHA나 NIOSH의 기준을 초과하지는 않으나, 소방관에서의 청력손실은 일상적으로 보고되고 있으며, 특히 고음역에서 관찰되어, 업무에 의한 것으로 여겨지고 있다.

소방관은 높은 소음의 노출로 일반인구집단에 비해 난청의 높은 발생률과, 연령보정에 의해 비교한 결과에서 청력저하 현상을 보이고 있으며, 3,000 Hz에서 6,000 Hz의 고음역 영역에서 진행되는 양상의 청력저하를 보이고 있다.

젊은 소방관에서는 오히려 일반인구집단에 비해 청력역치가 낮게 나타나 근로자 건강효과를 보이거나, 고령, 즉 장기간 근무한 소방관에서는 청력저하 양상이 더 크게 관찰된다(Kales 등, 2001).

장기간 청력보존 프로그램을 시행한 기관의 소방관과 일반인을 고음역 영역인 3,000 Hz와 6,000 Hz에서 청력역치를 비교하였을 때 유의한 차이가 관찰되지 않아 업무 중 소음 노출에 의해 청력저하가 발생할 가능성을 지지해 준다(Clark과 Bohl, 2005).

## 2. 철도 종사자의 청력

철도 기관사의 주 작업 환경이 되는 운전실의 소음수준은 일반 열차인 경우 82.7-89.2 dBA, 고속 열차인 경우 80 dBA 정도인 것으로 보고되고 있다.

문경호 등(2000)은 무궁화호와 새마을호 열차의 실내 소음을 측정하고, 철도 차량 내부 소음이 객차인 경우, 전동음이 주 소음원이지만 운전실이 있는 동력차 부분은 전동음 외에도 엔진 등 추진 장치 소음이 주 소음원이 된다고 하였으며 이를 고려할 때 주 엔진의 저부하시에는 82.7 dBA, 고부하시에는 89.2 dBA 소음수준을 보인다고 하였다. 고속열차의 실내 소음 측정 결과는 일반 열차에 비하여 양호하게 나타났다.

박진규(2001)는 고속철도 차량에 관하여 주행 시 객차의 실내 소음을 실험하였다. 차량의 맨 앞에 부착되어 있는 동력차의 경우, 운전실의 소음이 300 km/h로 달릴 때 개활지에서는 81.4 dBA, 터널 내에서는 84.4 dBA이었고, 350 km/h로 달릴 때 개활지에서는 84.3 dBA, 터널 내에서는 87 dBA로 나타났다.

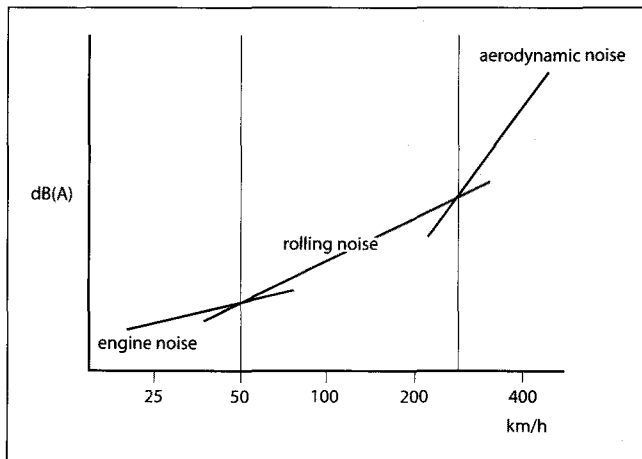
객실 내부 소음이 위치별로 67.7-76.7 dBA인 것을 고려해 볼 때 객실보다 운전실이 대략 10

dBA 정도 높은 것으로 예측하였다.

배숙(1997)은 고속 열차의 객실 소음을 측정한 결과, 평탄선 구간에서 평균 소음도 64-71 dBA로 현재 철도 내부 규정인 72 dBA를 만족시키는 것으로 나타났으나 방음벽, 방호벽 등의 구간을 통과 시에는 5-8 dBA 정도 증가하고 분기부, 터널, 차량교행 등에서는 5-10 dBA 정도 증가된다고 하였다.

실제로 2004년 고속 철도 출범 이후 조사된 바로는 달리는 속도에 따라 운전실의 실내 소음이 개활지에서는 75.1-77.9 dBA, 터널 통과 시는 75.0-78.2 dBA로 계속되었다(박춘수 외, 2004).

철도 차량 소음은 교통 밀도, 빈도, 속도,



〈그림 1〉 열차의 속도에 따른 소음원 특성 및 소음 수준(Brons 등, 2003).

〈표 2〉 류은영 연구와 정상 성인 연구와의 비교

(단위: dB HL)

연령(세)	1000 Hz			4000 Hz		
	본 연구	장봉기 외	이정학 외	본 연구	장봉기 외	이정학 외
35-39	10.2	8.2	8.3	17.1	9.6	8.6
40-44	11.0	8.7	8.4	22.6	11.6	12.1
45-49	13.0	9.1	10.3	27.4	14.0	15.0

차량 유형 및 레일 하부 구조물의 특성에 의해 결정된다. 직선 주로시 구르는 소리(rolling noise), 교차점이나 접합 부위에서 부딪히는 소리(bumping noise), 곡선 주로시 소음(curving noise) 등의 차량 운행 소음, 디젤엔진 소음, 차량 운행에 따른 공기 흐름의 교란으로 발생하는 공기역학적 소음, 기타 브레이크 소음, 교차로상의 경고 소음 및 역내 소음 등이 있다.

이와 같은 소음 중 차량의 속도는 소음의 크기와 관련이 있는데, 50 km/h 속도에서는 엔진 소음이 주 소음원으로 영향을 미치며, 50-300 km/h 속도에서는 차량 운행시의 소음(rolling noise), 300 km/h 속도에서는 공기역학적 소음이 우세하게 더 영향을 미친다(Brons 등, 2003).

철도 차량의 소음에 대한 연구는 많은 편이나 철도 종사자의 청력에 대한 국내외 연구는 많지 않다.

국내 연구로, 류은영(2005)의 연구에 의

하면 철도 기관사의 각 주파수별 운전 경력에 따른 청력 역치의 차이는 500-2000 Hz 이하의 저주파수대에서는 유의하게 나타나지 않은 반면 3000 Hz 이상 고주파수에서 운전 경력에 따른 청력 차이가 유의한 것으로 나타났다.

또 4000 Hz에서의 역치 상승은 운전 경력 10년 이상에서 나타나기 시작하였으며, 운전 경력의 증가에 따라 고주파수의 청력 손실 정도가 15년 이상에서 최고치를 보였다.

운전 경력에 따른 고주파수의 청력 손실 정도는 경도에서 중도의 난청을 보였다. 청력은 연령에 따라서도 고주파수에서 증가되었는데 연령이 운전 경력의 증가와 비례하여 나타나므로 어느 한 요인을 청력 손실의 원인으로 규정하기에는 어려움이 있어 국내 정상 성인 연구와 비교하였다.

같은 연령대의 비소음 노출 환경에서 근무하는 일반인의 청력상태에 대한 선행 연구의 자료와 비교할 때, 1000 Hz에서는 비교 연령대와 1.9-3.9 dB 정도 차이를 보였으

〈표 3〉 노출 소음 크기에 따른 군별 3, 4, 6 kHz의 평균 청력역치(Barbosa 등, 2005)

WORK ASSIGNMENT	Right Ear			Left Ear		
	3 kHz	4 kHz	6 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz
	mean (SE)	mean (SE)	mean (SE)	mean (SE)	mean (SE)	mean (SE)
Group A: Areas with low noise levels	8.36(0.40)	12.39(0.46)	18.53(0.52)	9.11(0.47)	13.33(0.55)	19.75(0.61)
Group B: Areas with high noise levels	12.20(0.89)	17.23(1.08)	22.48(1.17)	13.03(0.82)	18.14(1.05)	24.30(1.10)

나, 4000 Hz에서는 35-39세에서 7.5-8.6 dB, 40-44세에서 10.5-11 dB, 45-49세에서 12.4-13.4 dB 정도 높은 역치를 보였다. 그러므로 철도 기관사의 청력 역치가 동일 연령대의 비소음 노출군과 비교하여 저주파수와 고주파수 모두에서 청력 역치의 상승을 보이는데 그 상승폭이 1000 Hz 보다는 4000 Hz에서, 4000 Hz에서는 연령이 증가할수록 더 크게 나타났다. 특히 소음에 가장 영향을 받는 주파수인 4000 Hz에서 평균 10 dB 이상 차이를 보이는 것으로 보아 철도 기관사의 청력손실의 주요인이 소음에 의한 것으로 추정하였다.

외국 연구로, 브라질 상파울로시의 624명의 교통 종사자(traffic operators, transport/traffic technicians, traffic wardens)중에서 소음성 난청이 의심되는 자는 28.5%(95% CI, 25.05-32.27%)에 이르고, 성, 연령, 관할지역, 이전 소음 노출력 등이 영향을 미치는 요인이었다.

소음 노출 수준에 따른 청력은 3, 4, 6 kHz에서 두 집단간에 유의한 차이를 보였다(Barbosa 등, 2005).

### 3. 경찰 종사자의 청력

경찰의 난청은 주로 총기 사용과 관련되어 발생하며 사례도 보고되고 있다.

권총(.40 pistol)의 경우 113.1 dBC, 회전식 연발권총(.38 revolver)은 116.8 dBC의 peak level, 4,120 과 4,580 Hz에 상응하는 진폭과 17.9±0.3 Barks의 Praat를 보이는데, 30명 중 26명(86.7%)에서 4,000 Hz에서 청력손실이 더 크게 나타났다(Guida 등, 2011).

이와 같은 사격 소음은 실험을 통해서도 순음청력검사(pure-tone audiometry, PTA)보다도 더 민감한 일과성음 유발이음향방사(transient-evoked otoacoustic

〈표 4〉 도로 교통 경찰의 환경 소음 노출수준(Ingle 등, 2005)

Parameters	Maximum	Minimum	Average	S.D.
Leq	95.4	79.9	87.9	±5.07
MaxL	124.4	102	114.04	±6.9
MaxP	144.1	129.3	133.51	±4.58
L <sub>10</sub>	95.9	84	90.93	±3.43
L <sub>50</sub>	89.3	71.9	81.42	±4.79
L <sub>90</sub>	83.8	56.8	72.04	±7.19
8h% dose	998.3	96	228.73	±321.89

〈표 5〉 도로 교통 경찰의 평균 청력역치에 따른 청력장애 정도(Ingle 등, 2005)

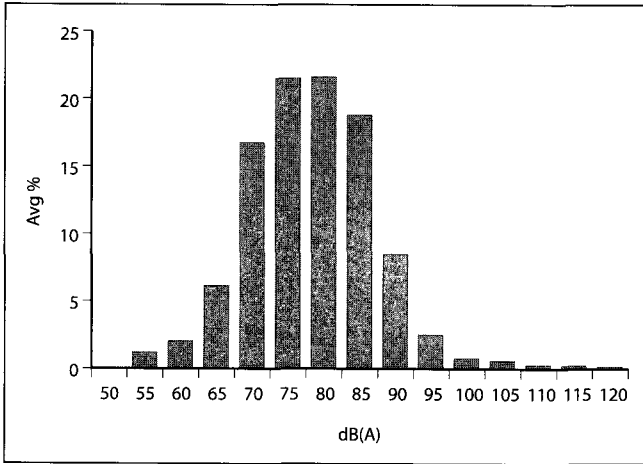
Presence and degree of hearing impairment	Threshold average (dB HL)		
	Binaural low frequency (%)	Binaural mid-frequency (%)	Binaural high frequency (%)
No impairment 25 dB HL	20	30	54
Impairment >25	80	70	46
>25-≤35	58	52	26
>35-≤50	20	18	12
>50 dB HL	02	-	08

emission, TEOAE)에서 일시적 역치변동을 뚜렷하게 보여주고 있으며, 충격음의 음향에너지 주요 주파수역에 대응하는 소음수준(peak sound pressure 와 maximum sound pressure level)과 유의한 관련성이 있었다.

귀덮개를 하고 사격을 한 경우에는 PTA와 TEOAE에서 유의한 역치변동을 보이지 않아 청력보호구의 착용이 권고된다(Pawlaczyk-Luszczynska 등, 2004).

그러나 귀마개와 귀덮개의 이중 청력보호구를 착용하고 정기적인 사격을 하는 경찰에 대해 10년 후의 장기적인 청력조사에서 500-4,000 Hz의 유의한 청력변화를 보였으나, 4,000-6,000 Hz는 좌측 귀에서만 건강 대조군에 비해 유의한 차이를 보였다.

그리고 전정유발근전위 (vestibular evoked myogenic potential, VEMP)에서 75%의 연구 대상 경찰에서 이상소견(absent VEMPs 7 and delayed VEMPs 2)을 나타냈다.



(그림 2) 도로 교통경찰의 노출 소음수준(Ingle 등, 2005)

따라서 사격과 같은 충격음의 노출은 이 중 청력보호구의 착용으로도 청력을 보호하지 못하는 것을 알 수 있다(Wu와 Young, 2009).

또한 교통경찰은 도로 교통 소음으로 인한 난청 위험에 노출되어 있다. 쿠알라룸푸르의 대부분 도로교통 소음은 75-85 dBA를 보이고, 108.2 dBA의 최대소음(maximum sound level)을 보였다. 어떤 차량은 133 dBA에 이르기도 하였다(Thomas 등, 2007).

Ingle 등(2005)은 인도의 Jalgaon시에서 10-12시간 근무하는 도로 교통경찰 50명에 대한 소음 노출 수준과 청력 영향에 대한 연구 결과에서 1) 자가 설문 평가에서 42명

(84%)이 청력 이상을 호소하고, 2) 평균 노출소음은 87.9 dB(A)(최소 79.9 dB(A), 최대 95.4 dB(A)), 도로 교통 소음의 8시간 개인 소음 노출량은 228.7% (96-998.3%)이었으며, 3) 평균 청력이 다수에서 25 dB을 초과(저주파 평균청력(250, 500, 1000 Hz)에선 80%, 중주파 평균청력(1, 2, 3, 4 kHz)에선 70%, 고주파 평균청력(3, 4, 6, 8 kHz)에선 46%가 25 dB을 초과)하였다.

소음측정 시간 중 78.5%에서 70-85 dBA 수준을 보였으며, 10.7%에서 85-95 dBA 수준이었으며, 50-120 dBA 범위의 환경소음에 노출되었다.

Lesage 등(2009)은 프랑스 경찰 887명과 일반 공무원 805명의 청력을 비교한 연구에서 청력에 영향을 미칠만한 교란변수를 조정 한 후에도 경찰은 일반 시공무원에 비해 4,000 Hz의 청력손실이 1.4배(95% CI, 1.1-1.9) 높게 나타났으며, 모터사이클 경찰은 3배(95% CI, 1.4-6.3) 높게 나타났다.

방글라데시 다카시의 도로 경찰에 대한 연구(Sharif 등, 2009)에서는 연구대상자 100명 중 23명이 이명을 호소하고, 24명은 경도-중도의 4-6 kHz 고음역 감각신경성 난청을 보였다. 🍷



## 참고문헌

1. 류은영. 철도기관사의 청력상태 조사연구. 한림대학교 사회복지대학원 석사학위논문. 2005.
2. 문경호, 유원희, 김재철. 객차 및 동력차 실내소음에 관한 실험적 연구. 한국철도학회 학술대회. 2000.
3. 박진규. 한국형 고속철도의 실내소음 예측에 관한 연구. 석사학위논문. 홍익대 대학원. 2001.
4. 박춘수, 김기환, 서승일, 이태형, 박찬경. 한국형 고속 전철 개발열차의 차량별 속도에 따른 실내 소음 특성 분석. 한국철도학회 학술대회. 2004.
5. 배숙. 철도 차량의 내부 소음 측정 연구. 석사학위논문. 단국대 교육대학원. 1997.
6. 이정학, 김진숙, 오상용, 김규상, 조수진. 정상 성인의 연령에 따른 청력역치의 변화. 대한청각학회지 2003;7(1):15-23.
7. 장봉기, 손부순, 강문수, 박종안, 이종화. 한국인 남성의 연령별 청력 역치 수준. 한국보건협회학술지 2000;26(4):471-475.
8. Barbosa ASM, Cardoso MRA. Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of Sao Paulo in Brazil. *Auris Nasus Larynx* 2005;32:17-21.
9. Brons M, Nijkamp P, Pels E, Rietveld P. Railroad noise: economic valuation and policy. *Transportation Research Part D* 2003;8:169-184.
10. Clark WW, Bohl CD. Hearing levels of firefighters: risk of occupational noise-induced hearing loss assessed by cross-sectional and longitudinal data. *Ear Hear* 2005;26(3):327-340.
11. Guida HL, Diniz TH, Kinoshita SK. Acoustic and psychoacoustic analysis of the noise produced by the police force firearms. *Braz J Otorhinolaryngol* 2011;77(2):163-170.
12. Ingle ST, Pachpande BG, Wagh ND, Attarde SB. Noise exposure and hearing loss among the traffic policemen working at busy streets of Jalgaon urban centre. *Transportation Research Part D* 2005;69-75.
13. Kales SN, Freyman RL, Hill JM, Polyhronopoulos GN, Aldrich JM, Christiani DC. Firefighter's hearing: a comparison with population databases from the International Standards Organization. *JOEM* 2001;43(7):650-656.
14. Lesage FX, Jovenin N, Deschamps F, Vincent S. Noise-induced hearing loss in French police officers. *Occup Med(Lond)* 2009;59(7):483-486.
15. Pawlaczyk-Luszczynska M, Dudarewicz A, Bak M, Fiszer M, Kotylo P, Sliwinska-

- Kowalaska M. Temporary changes in hearing after exposure to shooting noise. *Int J Occup Med Environ Health* 2004;17(2):285-293.
16. Reischl U, Hanks TG, Reischl P. Occupational related fire fighter hearing loss. *Am Ind Hyg Assoc J* 1981;42:656-662.
  17. Reischl U, Herbert SB, Reischl P. Fire fighter noise exposure. *Am Ind Hyg Assoc J* 1979;40(6):482-489.
  18. Sharif A, Taous A, Siddique BH, Dutta PG. Prevalence of noise induced hearing loss among traffic police in Dhaka Metropolitan City. *Mymensingh Med J* 2009;18(1 Suppl):S24-28.
  19. Thomas N, Mariah AN, Fuda A, Kulijit S, Philip R. Noise exposure and noise induced hearing loss among Kuala Lumpur traffic point duty personnel. *Med J Malaysia* 2007;62(2):152-155.
  20. Tubbs RL. Noise and hearing loss in firefighting. *Occup Med* 1995;10(4):843-856.
  21. 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.
  22. Wu CC, Young YH. Ten-year longitudinal study of the effect of impulse noise exposure from gunshot on inner ear function. *Int J Audiol* 2009;48(9):655-660.