

충격음향외상에 의한 이명의 발생과 지속에 영향을 주는 인자들

국군대전병원 이비인후과

이 용 원

Occurrence and Persistence of Tinnitus after Acute Acoustic Trauma by Gunshot

Yong Won Lee, MD

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, The Armed Forces Daejeon Hospital, Daejeon, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : Acute acoustic trauma (AAT) by gunshot can be the cause of hearing loss and tinnitus. Tinnitus after AAT frequently disappears with time. But the prognosis of this injury is very difficult to predict. This study tried to identify the factors influencing on tinnitus to occur and persist after AAT. **Subjects and Method** : A group of 268 military subjects who get the gunshot training with K-2 rifle once after conscripted was asked to answer the questions: age, otologic history, number of firing, usage of earplugs, presence of tinnitus after gunshot and its characteristics, relapsed time after firing, Tinnitus Severity Index (TSI) questionnaire. Physical examination and pure tone audiometry were conducted to the subjects with existing tinnitus on the questionnaire. **Results** : 95 patients (36.4%) experienced tinnitus immediate after gunshot among 261 subjects. It is obvious that wearing earplugs could prevent immediate tinnitus after AAT. There was statistical significance between tinnitus with earplug and without it ($p=0.000$). At the time of questionnaire, 27 (10.3%) were complaining of tinnitus. Among factors such as age, number of firing, wearing earplugs, severity of tinnitus and relapsed time after firing, only severity of tinnitus has the significant effect with the persistence of tinnitus ($p=0.046$). **Conclusion** : Wearing earplugs can prevent tinnitus immediately after AAT, but does not seem to be the factor decreasing the prevalence of tinnitus. It was the only factor related to severity of tinnitus and to existing tinnitus. (Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2009;52:113-7)

KEY WORDS : Acoustic trauma · Tinnitus · Gunshot.

서 론

이명은 비교적 흔하지만 아직 그 원인이나 기전이 완전히 알려지지 않은 질병이다. 혈관 등의 외우 주변 구조물에 의하여 발생하는 실제의 소리를 인지하는 객관적 이명과 실제의 음향 자극이 없이 소리를 인지하는 주관적 이명으로 분류된다. 이명 환자의 경우 대부분 주관적 이명을 호소하며, 객관적 이명 환자는 전체의 약 4%이다.¹⁾

현재까지 알려진 주관적 이명의 원인 중 가장 흔한 것은 청력감소 및 청력역치의 상승이며, 소음 노출의 병력, 연령, 이독성 약물의 복용, 음주, 고혈압, 고지혈증 등도 이명의 원인으로 알려져 있다.

급성음향외상은 군인이나 공장근로자들에게 주로 발생

하며 일과성 청력역치변동이나 이명을 일으키는 경우 대부분 시간이 경과하면 회복된다. 그러나 오랜 기간 동안 지속되어 개인 삶의 질에 영향을 주는 경우도 있으며, 이러한 경우 경과와 예후를 예측하는 것이 어렵다.

이명과 청력감소는 급성음향외상에 노출된 후 발생하는 흔한 증상이며, 특히 이명은 90% 정도에서 급성음향외상과 관련이 있다고 한다.²⁾ 급성음향외상에 노출될 가능성이 있는 경우 이러한 증상들을 예방하기 위해서 귀마개 등의 보호장구를 착용하지만, 예방효과는 난청에 관하여 주로 보고되어 있다.

따라서 저자는 급성음향외상 후에 발생하는 이명의 발생과 지속에 영향을 미치는 원인을 알아보기 위하여, 이과적 병력이 없으며, 입대하여 1회 사격훈련을 받은 대한민국 육군병사를 대상으로 사격훈련 당시 귀마개의 착용여부, 사격횟수, 사격훈련 후 이명의 발생 여부와 중증도, 사격훈련 후 경과한 시간, 그리고 Tinnitus Severity Index(TSI)를 이용한 이명의 정도를 파악하여 그 상관관계를 알아보았다.

논문접수일 : 2008년 8월 17일 / 심사완료일 : 2008년 11월 13일
교신저자 : 이용원, 305-878 대전광역시 유성구 추목동 국군대전병원 사서함 78-504 국군대전병원 이비인후과
전화 : (042) 878-0114(교환) · 전송 : (042) 253-4059
E-mail : barberlee@naver.com

대상 및 방법

입대하여 2008년 1월까지 사격훈련을 1회 받은 268명의 육군병사들을 대상으로 하였으며 사격은 한국형 소총인 K-2로 훈련하였다. 나이, 귀질환의 병력, 사격횟수, 사격훈련 당시 귀마개의 착용여부, 사격 후 발생한 이명의 정도와 성질, 사격훈련 후 지난 시간, Tinnitus Severity Index (TSI)를 이용한 현재 이명의 정도를 설문지를 이용하여 측정하였다. 사격훈련 전 두부외상, 중이염, 청력감소, 이명, 어지럼증, 외상성 고막파열 등의 이과적 병력이 있는 환자들은 분석의 대상에서 제외하였다. 설문 당시까지 이명이 지속된다고 대답한 병사들은 내원하게 하여 신체검사 및 순음청력검사를 시행하였다. 1995년의 미국이비인후과학회의 기준을 따라 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0 kHz의 청력역치의 평균이 25 dB 이상을 난청으로 하였으며, 3~6 kHz의 평균역치가 2 kHz 이하의 평균역치보다 높은 경우인 고주파수난청의 유무를 검사하였다. 개인용 보호장구는 3M 1100 foam type earplug(3M, St. Paul, Minnesota, USA)를 사용하였다. 통계학적 분석은 SPSS for window version 13.0(SPSS Inc., Chicago, Ill, USA)을 이용하였다. 나이, 사격횟수, 귀마개의 착용여부와 사격 직후 이명의 발생과의 상관관계를 분석하였으며, 사격 후 이명이 발생한 병사들을 대상으로 나이, 사격횟수, 이명의 중증도, 이환된 귀의 방향과 이명의 지속여부를 로지스틱 회귀분석으로 검정하였다. 유의수준 0.05 미만을 통계학적 의미가 있는 것으로 해석하였다.

결 과

설문에 응답한 268명의 병사 중 두부외상, 어지럼증, 중이염, 외상성 고막 천공, 청력감소, 이명 등의 이과적 증상으로 치료를 받은 경력이 있는 7명의 환자는 제외하고 총 261명을 분석의 대상으로 하였다. 평균 나이는 21.9 ± 1.4 세 (mean $\pm$ SD)였고 261명 중 163명이 훈련 당시 귀마개를

착용하였다. 사격훈련 후 설문에 응하기까지의 시간은 1~720일이었으며, 평균 99.5 ± 127.4 일 (mean $\pm$ SD)이 경과하였다. 사격훈련 후 경과한 기간은 비교적 고른 분포를 보였으며, 44명(16.9%)은 경과한 기간을 정확히 기억하지 못하였다(Table 1).

261명 중 95명(36.4%)이 사격훈련 후 이명이 발생하였다고 대답하였으며, 이들 중 귀마개를 착용한 병사가 44

Table 1. Profile of 261 subjects with/without tinnitus after gunshot noise exposure

	Number of patients (%)
Age	
261.8 $\pm$ 1.4 (mean $\pm$ SD)	261 (100)
<25	249 (95.0)
25+	12 (5.0)
Number of firings	
28.6 $\pm$ 17.5 (mean $\pm$ SD)	
<20	52 (19.9)
20-39	146 (55.9)
40-59	31 (11.9)
60-79	25 (9.6)
80+	7 (2.7)
Immediate tinnitus after gunshot	
Yes	95 (34.6)
No	166 (63.6)
Wearing earplugs	
Yes	163 (62.5)
No	98 (37.5)
Relapsed time after firing (days)	
99.5 $\pm$ 127.4 (mean $\pm$ SD)	
<15	51 (19.5)
15-30	51 (19.5)
31-180	80 (30.7)
181-360	23 (8.8)
361+	12 (4.6)
No answer	44 (16.9)
Existing tinnitus at questionnaire	
Yes	27 (10.3)
No	234 (89.7)

Table 2. Risk factors of immediate tinnitus after gunshot. Wearing earplugs is very important to prevent tinnitus from occurring after acute acoustic trauma

	B	S.E	p-value	Exp (B)	95% Confidence Interval
Age	1.061	.625	.090	2.888	.848- 9.837
Number of firings			.514		
20-39	-0.485	.910	.594	.616	.103- 3.663
40-59	-0.269	.880	.760	.764	.136- 4.290
60-79	.440	.968	.649	1.553	.233-10.355
80+	-0.180	.964	.852	.835	.126- 5.527
Wearing earplugs	-1.105	.273	.000*	.331	.194- 0.565

*p<0.05

명(46.3%) 귀마개를 착용하지 않은 병사가 51명(54.7%)이었다. 사격 직후 이명의 발생과 나이, 사격횟수, 귀마개의 착용여부와 관계로 로지스틱 회귀분석으로 검정하였으며, 이 중 귀마개의 착용만이 이명의 발생과 통계적으로 유의하였다($p=0.000$) (Table 2).

사격 후 이명이 발생한 95명을 대상으로, 나이, 사격 횟수, 사격 후 경과한 시간, 이환된 귀의 방향, 이명의 발생 당시 느낀 이명의 중증도 중에서 이명의 지속여부에 영향을

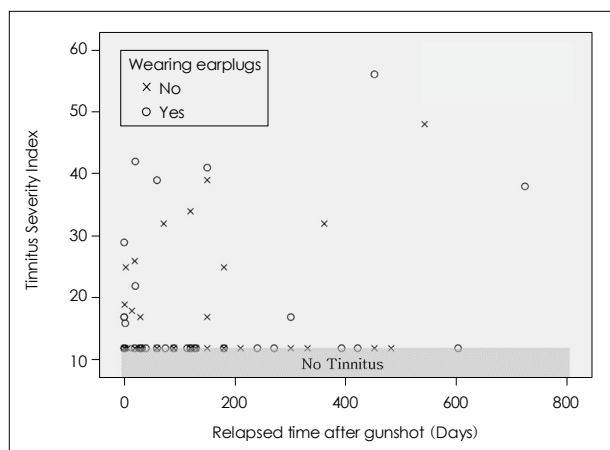


Fig. 1. Graph showing the correlation of relapsed time after gunshot with the Tinnitus Severity Index (TSI) of the 95 subjects with tinnitus immediately after firing. In this study, it is the subjective severity of tinnitus that makes tinnitus persist, but the time passed after acoustic trauma by gunshot does not. TSI ranging from 0 to 12 means no tinnitus (shadowed area).

미치는 인자를 로지스틱 회귀분석을 이용하여 분석하였으며, 이 중 이명이 발생하였을 때 느낀 주관적 중증도만이 통계학적 의미가 있었다($p=0.046$). 시간경과에 따른 분포는 Fig. 1과 같이 나타났으며, 시간경과는 이명의 지속과 통계학적 연관성이 없는 것으로 나타났다(Table 3).

사격 후 이명이 발생한 95명 중 설문 당시까지 이명이 지속된다고 답한 병사는 27명(26.3%)이었으며 이중 14명이 귀마개를 착용하였고 13명이 사격 당시 귀마개를 착용하지 않았으며, 모두 전화기수화기소리의 이명을 호소하였다(Table 4). 이들을 대상으로 순음청력검사를 시행하였으며 지속적 이명을 호소하는 환자들 중 난청 및 고주파 수난청으로 진단된 환자는 없었다.

고 찰

이명의 일반적인 유병률은 3~30% 정도로 알려져 있으며 일반적으로 연령이 증가함에 따라 증가하며 여성보다 남성에서 흔한 질병이다.³⁾ 청력감소, 소음에의 노출, 이독성 약물의 복용, 음주, 고혈압, 고지혈증, 간질환 등이 위험인자로 알려져 있다. 이번 조사에서는 알려진 이명의 가능한 모든 원인을 통제하지는 못하였으며, 건강한 육군병사를 대상으로 하여 두부외상, 중이염, 청력이상, 이명, 중이염, 어지럼증, 외상성 고막파열 등의 이과적 질환으로 진료 및 치료를 받은 경우를 조사의 대상에서 배제하였다.

Table 3. Risk factors on tinnitus persisting with time after gunshot noise exposure. Among these factors, subjective sensation grading 'severe' is the only factor that has relation to persisting tinnitus

	B	S.E.	p-value	Exp (B)	95% confidence interval
Age	-0.061	1.050	.953	.941	.120-7.361
Relapsed time			.691		
15-30	-0.944	1.112	.396	.389	.044-3.441
31-180	.117	1.106	.916	1.124	.129-9.818
181-360	.115	1.022	.910	1.122	.151-8.322
361+	-0.664	1.472	.652	.515	.029-9.219
Number of firings			.221		
20-39	-0.445	1.341	.740	.641	.046-8.876
40-59	-1.663	1.208	.169	.190	.018-2.024
60+	-2.218	1.541	.150	.109	.005-2.228
Continuity	-0.520	.696	.455	.594	.152-2.327
Severity			.136		
Moderate	-1.120	.868	.197	.326	.060-1.790
Severe	-2.033	1.019	.046*	.131	.018-.964
Laterality			.198		
Right	-1.630	1.035	.115	.196	.026-1.491
Bilateral	-0.364	.828	.660	.695	.137-3.523
Wearing earplugs	0.631	.615	.305	1.880	.563-6.276

* $p<0.05$

Table 4. Characteristics of patients who suffering from persistent tinnitus after gunshot firing without and with earplugs

	Age	Number of firings	Characteristics of tinnitus				Days after firings	TSI	VAS
			Laterality	Severity	Continuity	Sound			
Without earplugs (N=13)	27.8±0.9	25.9± 8.6	(B) 5 (R) 3 (L) 5	(M) 2 (Mod) 7 (S) 3	(I) 6 (C) 7	Ringing	136.9±163.7	26.6±10.0	4.7±2.5
With earplugs (N=14)	22.2±2.5	24.1±12.3	(B) 9 (R) 2 (L) 3	(M) 3 (Mod) 8 (S) 3	(I) 5 (C) 9	Ringing	159.0±227.0	28.3±13.3	4.4±2.4

B : bilateral, R : right, L : left, M : mild, Mod : moderate, S : severe, I : intermittent, C : continuous, TSI : Tinnitus Severity Index, VAS : visual analog scale

이명의 병태생리학적 원인은 아직 명확히 밝혀지지지는 않았으나 와우와 같은 말초감음기관의 손상과 청각중추신경계의 이상이 원인으로 생각되고 있다. 소음, 음향외상, furosemide는 배측와우핵(dorsal cochlear nucleus)의 자발활동빈도(spontaneous firing rate)를,⁴⁾ aspirin은 청신경(auditory nerve)의 자발활동빈도를 높임으로써 이명을 일으키는 것으로 알려져 있다.⁵⁾ 특히 정상청력의 이명 환자에서 이음향방사(otoacoustic emission, OAE)의 이상이 보고되고 있지만⁶⁾ 이번 조사에서는 검사하지 않았으며, 앞으로 이명의 주관적 중증도와 이음향방사와의 연관성에 대한 연구가 필요할 것이라고 생각된다.

사격훈련을 할 때 귀마개의 사용이 이명의 발생을 예방할 수 있는지는 의문의 여지가 있다. 이번 조사에서는 귀마개의 착용이 사격 직후 발생하는 이명의 예방에는 효과적인 것으로 나타났지만, 시간이 경과한 후까지 지속되는 이명과는 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다. 사격 직후의 이명은 큰 소음에 노출된 후 발생하는 일과적 청력역치상승(transient threshold shift, TTS)과 관련이 있는 것으로 생각하며, TTS에서 회복한 후에도 지속하는 이명과 귀마개의 착용은 연관성이 없는 것으로 보인다.

이명의 정도를 측정하는 방법은 여러 가지가 있으며 Tinnitus Severity Index(TSI)는 그 중의 하나이다. TSI는 이명의 중증도를 잘 반영하는 12개의 질문으로 이루어져 있고 각각 1(never)부터 5(always)까지 환자가 느끼는 정도를 표시하게 되어있다. TSI는 이명이 환자의 생활에 부정적 영향을 미치는 정도와 환자가 이명을 성가시게 느끼는 정도를 측정하는 것에 중점을 두고 있으며, 평가 방법이 다른 검사보다 간단하기 때문에 Tinnitus Handicap Questionnaire나 Tinnitus Handicap Inventory보다 병원이나 연구소에서 널리 쓰이는 것으로 알려져 있다. 또한 이명의 정도를 비교적 정확하게 나타내며, 이명의 정신심리적 측면을 반영한다는 장점이 있다.⁷⁾

음향외상 후 발생하는 이명은 대부분 시간이 지남에 따라 사라지지만, 일부에서 오랜 기간 동안 남아있어 환자의

삶의 질에 영향을 준다. 이러한 음향외상의 예후는 예측하기 어려운 것으로 알려져 있다. 이명의 지속여부를 판단하기 위하여 Nottet 등⁸⁾은 음향외상 후 청력역치와 이음향방사를 함께 측정하는 것이 이명의 지속을 예측하는데 유용하다고 하였으나, 이명은 주관적 심리적 인자에 의해서 영향을 받기 때문에 객관적 검사만으로는 한계가 있다.

음향외상 후 발생한 이명의 주관적 중증도가 이명의 지속여부에 영향을 미친다는 것은 이명재훈련(tinnitus retraining therapy, TRT)의 좋은 근거가 될 수 있다.⁹⁾ 발생 당시 이명의 주관적 크기가 ‘이명-스트레스-피로감-이명’의 악순환의 시작이 될 수 있으며, 이는 음향외상 후 발생한 이명 환자를 초기에 적극적으로 치료하여 환자가 느끼는 중증도를 감소시키는 방향으로 치료가 이루어져야 한다는 것을 의미한다. 음향외상 후 이명이 발생한 환자가 느낀 이명의 중증도를 구체화하여 증상 및 정도에 맞는 초기 치료법이 마련되어야 하겠다. 또한, 본 연구에서는 이명이 발생하고 경과한 기간은 현재 이명의 존재여부에 통계적으로 영향을 미치지 않는다고 나타났다. 따라서 사격 등 음향외상 후 발생한 이명 환자들을 치료함에 있어, 시간을 두고 경과를 관찰하기보다는 초기에 적극적으로 주관적 중증도를 줄이기 위하여 노력하는 것이 바람직하다. Harada 등¹⁰⁾은 52명의 환자를 대상으로 시행한 조사에서 급성음향외상의 예후는 나이, 귀마개의 착용여부, 치료의 종류와는 통계적 유의성이 없고 발생 후 치료까지 걸린 기간과 청력역치변화가 중요하다고 하였으며, Wang 등¹¹⁾은 기니픽을 대상으로 한 실험에서 음향외상 후 24시간 이내에 치료가 이루어져야 한다고 하여 초기치료의 중요성을 강조하였다.

이번 조사의 대상에서 사격에 의해 난청이 발생한 경우는 없었으며 이명이 지속된다고 대답한 27명의 순음청력 검사는 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0 kHz의 평균이 25 dB 이내였고, 고주파수난청도 발견되지 않았다. Moon¹²⁾에 의하면 사격에 의한 난청의 발생 빈도는 3,650명 중 7명이었으며, 이러한 난청의 예방에는 귀마개 등의 개인용 보호장구가 유용하다고 하였다. 이명이 지속되는 병사들에게는

Ginko biloba(Ginexin-F®, 80 mg/day, SK pharma Co., Ltd., Seoul, South Korea)를 투여하며 경과관찰하였으며, 더 이상 소음에 노출되지 않도록 조치하였다.

이번 조사에서는 귀마개의 착용여부, 사격횟수 등과 같은 객관적으로 가해진 음향외상의 크기보다는 주관적으로 느낀 이명의 크기가 이명의 지속에 영향을 미친다고 나타났다, 총기소음에 노출된 후 경과한 시간도 이명의 지속에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 징병제를 시행하고 있는 우리나라의 많은 젊은이들이 사격훈련 후 일시적 혹은 지속적으로 이명을 호소하고 있으며, 많은 연구가 이루어져 이명의 초기치료에 대한 기준이 마련되어야 한다.

중심 단어 : 음향외상 · 이명 · 총기소음.

REFERENCES

- 1) Stouffer JL, Tyler RS. Characterization of tinnitus by tinnitus patients. *J Speech Hear Disord* 1990;55 (3):439-53.
- 2) Mrena R, Savolainen S, Pirvola U, Ylikoski J. Characteristics of acute acoustical trauma in the finnish defense forces. *Int J Audiol* 2004;43 (3):177-81.
- 3) Heller AJ. Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am* 2003;36 (2):239-48.
- 4) Levine RA. Somatic (craniocervical) tinnitus and the dorsal cochlear nucleus hypothesis. *Am J Otolaryngol* 1990;20 (6):351-62.
- 5) Cazals Y. Auditory sensori-neural alterations induced by salicylate. *Prog Neurobiol* 2000;62 (6):583-631.
- 6) Konopka W, Zalewski P, Pietkiewicz P. Evaluation of transient and distortion product otoacoustic emissions before and after shooting practice. *Noise Health* 2001;3 (10):29-37.
- 7) Shiley SG, Folmer RL, McMenomey SO. Tinnitus and Hyperacusis. In: Cummings CW, Flint PW, Harker LA, Haughey BH, Richardson MA, Robbins KT, Schuller DE, Thomas JR, editors. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 4th ed. St Louis: Mosby Year Book;2005. p. 2832-48.
- 8) Nottet JB, Moulin A, Brossard N, Suc B, Job A. Otoacoustic emissions and persistent tinnitus after acute acoustic trauma. *Laryngoscope* 2006;116 (6):970-5.
- 9) Jastreboff PJ, Gray WC, Mattox DE. Tinnitus and Hyperacusis. In: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Richardson MA, Schuller DE, editors. *Otolaryngology-Head and Neck surgery*, 3rd ed. St Louis: Mosby-Year Book;1998. p.3198-222.
- 10) Harada H, Shiraishi K, Kato T. Prognosis of acute acoustic trauma: A retrospective study using multiple logistic regression analysis. *Auris Nasus Larynx* 2001;28 (2):117-20.
- 11) Wang J, Dib M, Lenoir M, Vago P, Eybalin M, Hameg A, et al. Riluzole rescues cochlear sensory cells from acoustic trauma in the guinea-pig. *Neuroscience* 2002;111 (3):635-48.
- 12) Moon IS. Noise-induced hearing loss caused by gunshot in south Korean military service. *Mil Med* 2007;172 (4):421-5.