

## 소음이 백서 혈압 및 맥박수에 미치는 영향

연세대학교 의과대학 예방의학교실

노재훈 · 신동천 · 차봉석 · 문영한

=Abstract=

### Changes of the Blood Pressure and the Pulse Rate of the Rat after the Noise Exposure

Jae Hoon Roh, Dong Chun Shin, Bong Suk Cha, Young Hahn Moon

*Dept. of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Yonsei University*

The vascular reaction such as the indirect blood pressure and the pulse rate of the tail to the noise were examined in 8 naive Sprague-Dawley rats of both sexes. The sounds used in the experiment were 1KHz and 4 KHz, 95dB pure tone generated by Nagashima Audiometry.

The indirect blood pressure and the pulse rate were checked at the rat tail by Polygraph at 5 minutes interval.

The results were as follows:

1. The blood pressure and the pulse rate increased maximally 5 minutes after the exposure to both sounds.
2. The blood pressure and the pulse rate returned normal range within 20 minutes after the exposure of both sounds.
3. The increment of the blood pressure and the pulse rate was greater after the sound of 4KHz than after that of 1 KHz, but it wasn't statistically significant.

## I. 서 론

소음이 인체에 미치는 영향에는 청각기에 미치는 영향과 전신영향으로 나눌 수 있다. 청각기의 영향은 많은 학자들이 연구를 하여 소음성 난청을 유발하는 것이 밝혀졌다. 그러나, 전신영향에 관한 보고로는 주로 심리적 영향에 대하여 발표하였다. 흥분, 긴장상태 지속, 불면, 작업능률 저하, 불쾌감 등을 열거하고 있다.

근자에 이르러 소음과 심혈관계의 변화에 대하여 거론하고 있다.

Hallback은 소음이 백서의 혈압을 상승시킨다고 하였으며 Sokolov는 소음폭로로 피부 및 점막혈관의 수축을 보고한 바 있다. 그러나 어떤 주파수의 소음이 심혈관계에 변화를 많이 초래하는가에 대해서는 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구의 목적은 1KHz와 4KHz의 소음을 백서에 폭로시켜 어느 주파수의 소음이 심혈관계 변화를 초래하는지 밝히고자 실험하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구재료

본 실험에 사용된 백서는 250gr 내외의 Sprague-Dawley종 8마리였으며 소음실 및 Rat Holder에 적응시키기 위한 훈련은 매일 1시간씩 5일간 시켰다. 소음실내의 온도는  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ 를 유지하여 온도변화로 인한 심혈관계의 변화를 최대한으로 억제하였다.

### 2. 소음발생 및 측정

실험에 사용된 소음은 Audiometer(Nagashima® 51A-T72)에서 발생된 1KHz, 4KHz의 순음을 사용하였으며

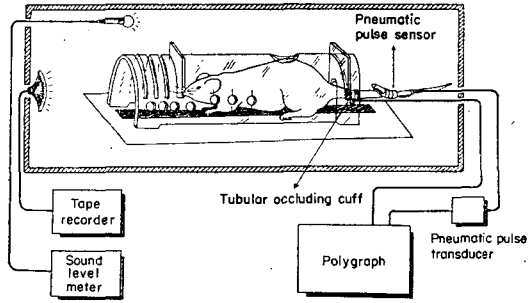


Fig. 1. Schematic view of experimental situation.

Tape Recorder (National®)에 녹음후 재생하였다.

재생된 소음의 측정은 Sound Level Meter (Brüel & Kjaer, 2209)에 1/2 inch Condensed Microphone을 부착시키고 1/3 Octaveband Analyzer (Brüel & Kjaer)로 1KHz, 4KHz의 음압이 각각 95dB(A)로 되게 측정하였다(Fig. 1).

### 3. 혈압 및 맥박의 측정

혈압의 측정은 Tubular Occluding Cuff를 백서의 꼬

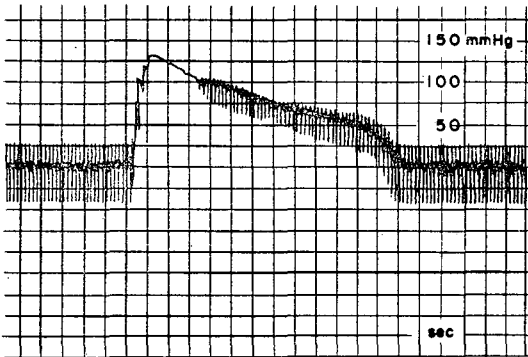


Fig. 2. Indirect blood pressure and pulse rate of the rat.

리에 부착시켜 Electrosphygmograph Coupler로 증폭시켜 간접 혈압을 측정하였다(Fig. 2).

맥박은 Pneumatic Pulse Sensor를 백서 꼬리 배면의 Central Tail Artery 부위에 부착시켜 Pneumatic Pulse Transducer로 증폭시켜 Polygraph(Physiograph® CPM)로 측정하였다(Fig. 2).

1KHz, 4KHz의 소음을 95 dB로 30분간 백서에 폭로시켜 5분간격으로 혈압과 맥박수를 측정하고 소음 제거후 15분간 혈압과 맥박수의 변화를 관찰하였다.

## III. 결 과

백서는 본 실험에 사용하기 전에 매일 1시간씩 5일간 적응훈련을 하였는데 처음 소음실에 노출시 Rat Holder 및 주위환경에 적응치 못하여 백서의 움직임이 심하여 혈압과 맥박을 측정하기 어려웠으나 소음실의 온도를  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 보온하여 주었더니 백서의 적응이 좋아졌으며 소음실에 넣어주면 수면을 취하기도 하였다.

### 1. 간접혈압의 변화

백서의 정상시 간접혈압은 120mmHg였다(Table 1). 1KHz 및 4KHz의 소음에 노출된 백서의 혈압변화는 소음 폭로후 5분에 최대를 나타냈으며 시간이 경과할수록 적응현상을 나타내어 소음 폭로에도 불구하고 정상범위로 돌아왔다.

1KHz, 95dB(A)의 소음 노출의 경우 폭로후 5분에 135.6mmHg로 최대였으며, 10분에는 128.8mmHg, 15분에는 128.1mmHg로 정상시 혈압보다 상승되었다( $p < 0.01$ ). 소음 노출 20분부터는 혈압이 정상범위로 돌아왔다.

4KHz, 95dB의 소음에 노출된 경우에는 1KHz와 마찬가지로 소음 폭로 5분후에 132.7mmHg로 최대를 나

Table 1. Change of the blood pressure after noise exposure (unit: mmHg)

Noise	Time (min)	Base		Noise on						Noise off			
		Line	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15
1KHz		119.88	132.5	135.63	128.75	128.13	126.88	123.13	121.25	123.75	123.75	120.63	120.62
		$\pm 3.31$	$\pm 4.63$	$\pm 6.23$	$\pm 2.31$	$\pm 2.59$	$\pm 2.59$	$\pm 2.59$	$\pm 2.31$	$\pm 5.18$	$\pm 5.18$	$\pm 4.16$	$\pm 4.15$
4KHz		120.35	127.55	132.66	132.71	130.18	127.55	127.69	125.16	120.18	120.53	121.12	121.28
		$\pm 2.62$	$\pm 2.73$	$\pm 8.00$	$\pm 8.59$	$\pm 5.25$	$\pm 2.73$	$\pm 2.59$	$\pm 5.38$	$\pm 3.74$	$\pm 4.29$	$\pm 7.34$	$\pm 6.25$

All values indicate mean  $\pm$  S.D., DF=7

\* indicates statistically significant at  $\alpha=0.05$

\*\* indicates statistically significant at  $\alpha=0.01$

**Table 2.** Change of the pulse rate after noise exposure

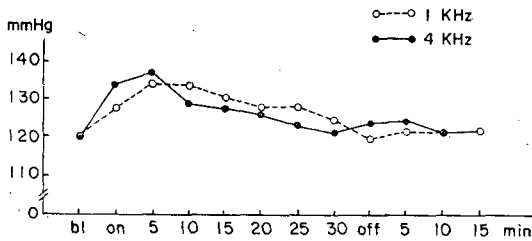
(unit: rate/min)

Noise	Time (min)	Base		Noise on						Noise off			
		Line	0	5	1Q	15	20	25	30	0	5	10	15
1KHz		327.5	363.75	399.75	369.75	361.5	359.25	363.75	341.25	327.75	331.5	330.0	328.5
		±24.01	±23.77	±18.68	±3.11	±31.66	±25.34	±30.58	±34.16	±23.11	±33.44	±31.42	±29.52
4KHz		321.19	339.27	369.18	365.8	342.1	348.45	339.3	351.75	339.4	325.6	321.19	328.45
		±22.45	±9.62	±19.82	±28.07	±19.24	±34.53	±9.41	±15.98	±16.46	±15.24	±22.45	±31.7

All values indicate mean±S.D., DF=7

\* indicates statistically significant at  $\alpha=0.05$

\*\* indicates statistically significant at  $\alpha=0.01$



**Fig. 3.** Change of the blood pressure after noise exposure bl: Base line blood pressure.

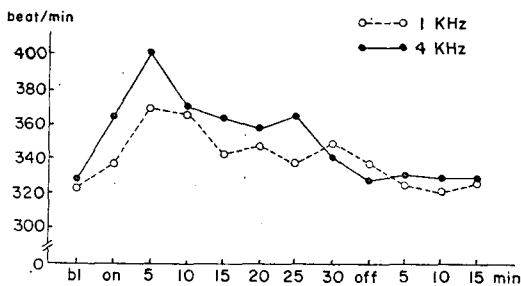
타졌으며 시간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내어 소음 폭로후 20분후에는 정상범위로 돌아와 적응현상을 나타내었다.

1KHz 소음에 비해 순간적 변화는 4KHz가 높은 편이었으나 1KHz와 4KHz의 변화 사이에 통계학적 유의성은 찾아볼 수 없었으며 전반적인 변화양상은 1KHz 및 4KHz가 비슷하였다.

## 2. 맥박수의 변화

백서의 정상 맥박수는 분당 320번 내외였다(Table 2).

1KHz 및 4KHz의 순음 95dB을 노출시키니 공히 맥박수의 증가를 초래하였다. 전반적인 변화양상은 오른



**Fig. 4.** Chang of the pulse rate after noise exposure bl: Base line pulse rate.

쪽으로 치우친 일산곡선을 나타내고 있다(Fig. 4). 곡선의 정점은 4KHz, 95dB의 소음을 노출시킬 때 1KHz의 소음보다 높게 나타나고 있으며 전반적인 변화양상도 4KHz, 95dB의 소음 폭로시가 높게 나타나고 있다.

1KHz, 95dB 소음에 노출된 직후 맥박은 363.8/min로 증가하였으며 폭로후 5분에는 399.8/min로 최대를 나타내었으며 10분 후에는 369.8/min로 평상시 맥박보다 증가하였다( $p<0.01$ ).

1KHz 소음 폭로후 15분, 20분, 25분, 30분에도 맥박수가 증가된 양상을 나타냈으나 평상시 맥박수에 비해 통계학적 유의한 차이는 관찰할 수 없었다. 소음 제거후 15분간 관찰하였는데 정상범위내에 있었다.

4KHz의 소음 폭로의 경우에는 폭로후 339.3/min로 증가하였고 5분후에는 369.2/min로 최대치를 기록하였다. 그후로는 365.8/min, 342.1/min, 348.5/min, 339.3/min로 하강양상을 보였으며 소음 제거후에는 평상시 맥박으로 돌아왔다.

1KHz 및 4KHz의 소음 노출의 경우 4KHz 노출의 경우가 맥박수의 변화가 컸으나 두 주파수의 소음 폭로후 5분 경과시의 변화가 가장 높았다.

지속적인 소음 노출시 폭로후 15분이면 적응현상을 보여 1KHz 및 4KHz 소음에 노출된 백서의 맥박수는 정상범위로 돌아왔다(Fig.4).

## IV. 고 안

소음이 인체에 미치는 영향으로는 청각기 장애 외에도 전신영향을 들 수 있다. 전신영향으로는 수면장애, 불쾌감, 작업능률 저하, 정신신경장애가 있다. 이외에 심혈관계 변화에 대한 보고가 있다. 혈압의 상승은 뇌하수체 호르몬이 소음에 의해 변동되기 때문이다. 소음의 강도가 강하면 자율신경의 활동도가 증가된다.

Borg의 백서실험에 의하면 정상혈압을 가진 백서는

장기간의 소음폭로로 고혈압이 유발되지 않았지만 유전적으로 고혈압인 백서에서는 대조군에 비해서 현저한 혈압상승이 있었다.

이 실험에서는 백서의 혈압을 간접적으로 꼬리부위에서 측정했고 이것도 수축기 혈압이기 때문에 이완기 혈압과의 관계는 밝혀내지 못하였지만 소음 노출과 고혈압 유발과의 가능성을 제시하여 주고 있다.

Borg는 소음이 백서의 Pulse Volume과 Pulse Pressure에 미치는 영향을 보고하였는데 소음이 폭로되면 말초혈관이 수축하여 Pulse Volume이 감소된다고 보고하고 있다. 50dB 정도의 음향에도 Pulse Volume이 감소되고 80dB에서는 현저한 감소양상을 나타내고 있다. 음압의 증가에 따라 혈관수축이 증대되어 음압수준과 혈관수축 정도의 사이에 대수함수 관계가 있다는 것을 밝혔다.

혈관수축 시간과 음압수준과의 관계는 변동이 심하지만 하지만 음압수준이 증가함에 따라 혈관수축 시간도 연장되었다.

소음의 주파수와 청각기 장애를 보면 청력손실은 소음의 주파수가 4~6KHz일 때 가장 높다. 본 실험도 주파수와 심혈관계 변화를 조사하였는데 4KHz가 1KHz의 소음보다 더 많은 변화를 주는 경향을 나타내었다.

연속음을 노출시킨 경우 노출후 15분이 지나면 혈압 및 맥박수가 정상범위로 돌아오는데 이것은 외부 자극에 대한 생체 적응현상으로 생각되지만 확실한 기전은 추후 연구되어야 할 과제이다.

소음실에 대한 적응훈련은 백서를 매일 1시간씩 5일간 실시하여 비교적 안정된 혈압과 맥박수를 얻을 수 있었으나 환경온도에 민감한 반응을 나타내었다.

생체는 소음에 대해 두가지 상호 다른 반응을 나타낸다. 첫째는 의식적인 단계에서 취해지는 반응으로 불쾌감, 성가심을 나타내는 것이다. 둘째는 무의식적인 반응으로서 65dB 정도의 소음부터 나타나는데 피부와 점막혈관의 수축이 동반된다.

Lehman에 의하면 두번째의 반응을 Primary Vegetative Reaction이라 하는데 혈압보다는 심박출량이 변화한다. 대부분의 경우에 혈압과 맥박수의 변화보다는 심박출량의 감소가 온다고 보고하고 있다. Primary Vegetative Reaction은 음압의 정도, 소음의 Band Width, 주파수에 영향을 받는다.

또한 개인의 상태—수면상태 또는 활동시—에 따라 크게 영향을 받는다. 활동시에는 90dB 소음의 영향이 수면중에는 65dB 소음의 영향과 동일하다. 경미한 최면 상태시는 반응이 증가하지만 깊은 최면 상태시는 반응이 감소한다. 이와 같이 혈압 및 맥박수의 변화와

같이 알려진 변수 외에도 많은 변수가 관여될 것이라 생각된다.

본 실험에서 일시적인 소음 폭로가 혈압 및 맥박수에 일시적 영향을 미친다는 것을 밝혔지만 장기간 노출과 고혈압 유발과의 관계는 앞으로 연구되어야 할 과제이다.

## V. 결 론

소음 노출과 백서 혈압 및 맥박수 변화를 보기 위하여 1KHz 및 4KHz, 95dB의 소음을 Sprague-Dawley종 백서에 노출시키고 Tubular Occluding Cuff와 Pneumatic Pulse Transducer를 사용하여 Polygraph로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1KHz 및 4KHz, 95dB의 소음에 폭로시킨 결과 두군 모두 소음 폭로 5분후에 혈압 및 맥박수가 최대로 증가되었다.
2. 두군 모두 소음 폭로 20분후면 혈압 및 맥박수가 정상범위로 되어 적응현상을 나타내었다.
3. 4KHz의 소음 폭로가 1KHz 소음 폭로보다 혈압 및 맥박수를 더욱 상승시키는 경향을 나타내었다.

## REFERENCES

1. Berg W.K., Jackson J.C., Graham F.K.: *Tone intensity and rise decay time effect on cardiac responses during sleep. Psychophysiology.* 12:254-261, 1975.
2. Borg E.: *Tail artery response to sound in the unanesthetized rat. Acta physiol. scand.* 100:120-138, 1977.
3. Borg E., Möller A.R.: *Noise and blood pressure. Effect of lifelong exposure in the rat. Acta physiol. scand.* 103:340-342, 1978.
4. Burns W.: *Noise and man. Lippincott, Philadelphia, 2nd ed.* pp.115-147, 1973.
5. Clayton G., Clayton F: *Patty's industrial hygiene and toxicology. John Wiley & Sons, New York,* pp.275-300, 1978.
6. Gourevitch G.: *Auditory masking in the rat. J. acoust. soc. amer.* 37:439-443, 1973.
7. Hallback, M., Folkow, B.: *Cardiovascular responses to acute mental stress in spontaneously hypertensive rats. Acta physiol. scand.* 90:684-698, 1974.
8. Inglis I.R.: *Heart rate response of the hooded rat*

- to low intensity white noise onset and offset. *Physiological psychology*. 2:310-312, 1974.
9. Jansen G.S., Rosen D., Schultze: *Vegetative reaction to auditory stimuli. Amer. acad. ophthalmology*. 68:445-455, 1964.
  10. Lehman G.: *Man and noise. Adaptation to environment. American physiological society, New York*, pp. 1007-1013, 1964.
  11. Medoff H.S., Bongiovanni A.M.: *Blood pressure in rats subjected to audiogenic stimulation. Amer. J. physiol.* 143:300-305, 1945.
  12. Möller A.R.: *Occupational noise as a health hazard. Physiological view point. Scand. j. work environ. and health*. 3:73-79, 1977.
  13. Möller A.R.: *Noise as a health hazard. Public health & preventive medicine. 11th ed, Appleton-century-croft*, pp. 790-798, 1980.