

Rat의 초음파 발성음에 대한 고찰

전중환, 천시내, 유금주, 정소희, 양가영, 임세진, 김찬호
농촌진흥청 국립축산과학원 동물복지연구팀
e-mail:jeon75@korea.kr

A Review of Rats' Ultrasonic Vocalizations

Jung Hwan Jeon, Si Nae Cheon, Geum Zoo Yoo, So Hee Jeong, Ka Young Yang, Se Jin
Lim, Chan Ho Kim
National Institute of Animal Science, R.D.A.

요 약

The roles of ultrasonic vocalizations have been discussed a long while. 22 kHz calls appear a state of negative emotion and 50 kHz ultrasound vocalizations appear a state of positive emotion. Several literatures indicate that 22 kHz ultrasound vocalizations occur in situations associated with pain. For example, 22 kHz ultrasound vocalizations associate with defensive posture and these are produced when rats are exposed to a cat or aggressive encounter. Pups emit 40 kHz ultrasound vocalizations when they are separated from their mother and 40 kHz ultrasound vocalizations predominate during infancy. Also, 60-80 kHz ultrasound vocalizations were recorded in response to injection of antimicrobials. These results suggest that ultrasonic vocalizations can be used to assess situation and welfare, but it is necessary to further study in order to assess emotion and welfare.

1. 서론

동물들의 발성음은 감정이나 상태 등 많은 정보를 포함하고 있는데 개는 자신의 영역을 지키거나 표시할 때, 낯선 사람이 나타났을 때 등 상황에 따라 특정 의미를 지닌 발성음을 내며, 돼지는 위험에 처했을 때, 배가 고플 때, 젖을 먹일 때 등의 수많은 상황에서 특정 의미를 지닌 발성음을 낸다(Algers, 1993; Blackshaw et al., 1996; Houpt, 1991; Jensen and Algers, 1984; Kasanen and Algers 2002). 또한 소나 말도 안전과 위험에 대한 정보를 교환하는 수단으로 발성음을 활용한다(Houpt, 1991). 이와 같이 동물들은 의사소통의 수단으로써 발성음을 이용하는데, Rat도 발성음을 이용하여 의사소통을 하거나 감정 등을 표현하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구는 Rat의 발성음에 대한 연구 결과들을 정리하여 소개하는데 그 목적이 있다.

2. Rat의 초음파 발성음

2.1 주파수(kHz)별 초음파 발성음

일반적으로 Rat의 초음파 발성음은 크게 낮은 초음파 발성음(20-32 kHz)과 높은 초음파 발성음(35-70 kHz) 두 가지로 구분되는데 (Sales, 1972; Blanchard et. al., 1991a; Blanchard et. al., 1993, 그림 1) 특히 낮은 초음파 발성음에 속하는 22 kHz의 초음파 발성음과 높은 초음파 발성음에 속하는 50 kHz의 초음파 발성음에 대해 많은 연구가 실시되고 있다. 실험용 쥐의 초음파 발성음을 2가지 형태로 구분하는 이유는 22 kHz의 발성음은 부정적인 감정을 나타내며, 50kHz의 발성음 긍정적인 감정을 나타내기 때문이다(Knutson et. al., 2002; Burman et. al., 2006). 그 예로 22 kHz 발성음은 침입자를 발견하였을 때 방어적인 자세를 취할 때 나타나며(Portavella et al., 1993; Blanchard et. al., 1991a; Blanchard et. al., 1991b), 50 kHz 발성음은 보상을 받을 때 높게 나타난다 (Knutson et. al., 1999). 특히 22 kHz의 발성음에 대한 실험과 논의는 매우 분분하다. 몇몇 논문에 발표된 바에 의하면 22 kHz 발성음은 고통과 관련된 상황에서 이러한 발성음을 나타낸다고 한다 (Kaltwasswe. 1990; Calvino et al., 1996; van der Poel et al., 1989; Jourdan et al., 1995). 또한 앞서 말한 바와 같이 특별한 상황에서 발생하는 경우가 있는데 예를 들어 성적인 상호작용(Paredes and Alonso, 1997), 공격적인 상황(Sales, 1972),

방어적인 자세와 관련된 상황(Portavella et al., 1993; Blanchard et al., 1991), 그리고 고양이 등 침입자를 만났을 때 나타난다(Blanchard et al., 1991; Sales and Pye, 1974). Tonoue et. al.(1986)와 Cuomo et. al.(1988)은 두려움 혹은 혐오감의 척도로써의 22 kHz 발성음 활용을 제안하였으나, Portavella et. al.(1993)은 이를 부정하였다. 그 이유인즉 동료가 없을 경우에 비하여 동료가 있을 경우 침입자에 대해 22 kHz 발성음의 출현 빈도가 상대적으로 높게 나타났기 때문에 22kHz 발성음은 직접적인 고통보다는 경고의 소리로써의 기능이 더욱 높다고 판단한 것이다. 실제 Blanchard et al.(1991)도 이와 유사한 결론을 내린 바 있다. Dinh et al.(1999)은 다양한 항생제를 주입하여 나타나는 초음파 발성음의 빈도와 인간이 느끼는 고통의 강도를 비교하였다. 이 외에 Miczek et al. (1991)은 어린 Rat가 어미로부터 분리되었을 때 40 kHz의 초음파를 발성한다고 보고하였으며, Noirot (1968)은 유아기에 40 kHz의 발성음이 많이 나타난다고 보고하였다.

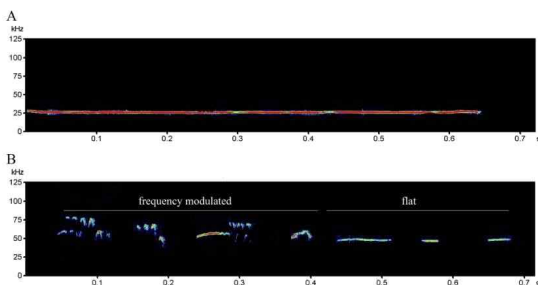
3. 결론

Rat는 상황별로 성장단계별로 각각 다른 주파수의 초음파를 발생하며, 주파수 대역별로 발성음의 형태가 차이가 있다. 현재 각 주파수별 초음파 발성음에 대한 연구가 진행 중이며 그 기능과 역할에 대해서 여러 가설들이 제시되고 있으나, 아직은 명확한 해석이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 하지만 앞서 살펴본 바와 같이 실험용 쥐의 초음파 발성음의 주파수 대역별 차이가 명확하게 나타나는 spectrogram의 형태나 길이 등 몇 가지 파라미터들의 활용 가능성이 확인되었다. 따라서 향후 관련된 연구가 지속된다면 초음파 발성음을 분석하여 Rat의 감정과 상태를 판단할 수 있을 것이며, 이를 활용한 동물복지 수준의 평가 및 수의학적인 기초자료를 마련하는데 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

[표 1] Rat의 초음파 발성음 형태

No.	Pictogram
1	-
2	~
3	\
4	/
5	u
6	n
7	N
8	W
9	"
10	~

(Brudzynski et al., 1999)



[그림 1] Rat의 초음파 발성음
(A) 22 kHz call, (B) 50 kHz call
(Simola and Granon, 2019)

2.2 형태별 초음파 발성음

Rat의 초음파 발성음은 spectrogram의 형태별 10가지 정도로 분류된다(표 1). Blanchard(1992), Kaltwasser(1990), Burman et al.(2007) 및 Brudzynski et al.(1993)의 연구 결과를 살펴보면 22 kHz의 초음파 발성음은 대부분 Table 1의 1, 5, 10번 형태로 조사되었으나, 35~70 kHz의 초음파 발성음들은 Table 1의 2, 3, 4, 6, 7, 8번의 형태를 나타내며, 22 kHz의 초음파 발성음에 비하여 상대적으로 발성음의 길이(Duration)가 짧은 경향을 나타내었다(Brudzynski and Pniak, 2002; Sales, 1972; Kohoe et al., 2001). 이상의 결과들을 종합해볼 때 Rat가 발성하는 초음파들은 주파수 대역별로 발성음의 형태가 다르다는 것을 보여주는데 사람의 귀로는 발성음의 차이를 구분할 수는 없으나, 형태와 길이가 다르기 때문에 확연하게 다른 발성음이라 판단된다.

사사

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 : PJ01621403)의 지원에 의해 이뤄진 것임.

참고문헌

- [1] Algers, B. 1993. Nursing in pigs: Communicating needs and distribution resources. J. Anim Sci. 71: 2826-2831.
- [2] Blackshaw, J. K., Jones, D. N. and Thomas, F. J. 1996. Vocal individuality during suckling in the intensively housed domestic pig. Appl Amin Behav. 50:33-41.
- [3] Blanchard, R. J., D. C. Blanchard, R. Agullana, and S. M. Weiss. 1991a. Twenty-two kHz alarm cries to presentation of a predator, by laboratory rats living in visible burrow systems. Physiology and Behavior.

- 50(5):967-972.
- [4] Blanchard, R. J., S. Weiss, R. Agullana, T. Flores, D. C. Blanchard. 1991b. Antipredator ultrasounds: Sex differences and drug effects. *Soc. Neurosci. Abstr.* 17:878.
- [5] Blanchard, R. J., E. B. Yudko, D. C. Blanchard, and H. K. Taukulis. 1993. High frequency (35-70 kHz) ultrasonic vocalizations in rats confronted with anesthetized conspecifics: Effects of gepirone, ethanol, and diazepam. *Physiology and Behavior.* 44(2):313-319.
- [6] Brudzynski, S. M., F. Bihari, D. Ocipa, and X. Fu. 1993. Analysis of 22 kHz ultrasonic vocalization in laboratory rats: Long and short calls. *Physiology and Behavior.* 54:215-221.
- [7] Brudzynski, S. M. and A. Pniak. 2002. Social contacts and production of 50 kHz short ultrasonic calls in adult rats. *J. Comparative Psychology.* 116(1):73-82.
- [8] Burman, O. H. P., A. Ilyat, G. Jones, and M. Mendl. 2006. Ultrasonic vocalizations as indicators of welfare for laboratory rats (*Rattus norvegicus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 104: 116-129.
- [9] Calvino, B., J. M. Besson, A. Boehrer, and A. Depaulis. 1996. Ultrasonic vocalization (22-28 kHz) in a model of chronic pain, the arthritic rat: effects of analgesic drugs. *NeuroReport.* 7:581-584.
- [10] Dinh, H., A. Larkin, L. Gatlin, and E. Piepmeier. 1999. Rat ultrasound model for measuring pain resulting from intramuscularly injected microbials. *PDA Journal of Phamaceutical Science and Technology.* 53:40-43.
- [11] Houpt, K. A. 1991. Domestic animal behavior. Iowa state university press, Iowa, U.S.A. pp. 6-29.
- [12] Jensen, P. and Algers, B. 1984. An ethogram of piglet vocalizations during suckling. *Appl. Anim. Ethol.* 11:237-248.
- [13] Jourdan, D., D. Ardid, E. Chapuy, A. Eschalier, and D. Le Bars. 1995. Audible and ultrasonic vocalization elicited by single electrical nociceptive stimuli to the tail in the rat. *Pain.* 63:237-249.
- [14] Kaltwasser, M. T. 1990. Startle-inducing acoustic stimuli evoke ultrasonic vocalization in the rat. *Physiology & Behavior.* 48:13-17.
- [15] Kasanen, S. and Algers, B. 2002. A note on the effects of additional sow gruntings on suckling behaviour in piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75: 93-101.
- [16] Kehoe, P., M. Callahan, A. Daigle, K. Mallinson, and S. Brudzynski. 2001. The effect of cholinergic stimulation on rat pup ultrasonic vocalizations. *Developmental Psychobiology.* 38:92-100.
- [17] Knutson, B., J. Burgdorf, and J. Panksepp. 1999. High-frequency ultrasonic vocalizations index conditioned pharmacological reward in rats. *Physiology and Behavior.* 66:639-643.
- [18] Knutson, B., J. Burgdorf, and J. Panksepp. 2002. Ultrasonic vocalizations as indices of affective states in rats. *Psychological Bulletin.* 128(6):961-997.
- [19] Miczek, K. A., W. Tornatzky, and J. Vivian. 1991. Ethology and neuropharmacology: Rodent ultrasounds. In B. Olivier, J. Mos, and J. L. Slangen (Eds.), *Animal models.*
- [20] Noirot, E. 1968. Ultrasounds in young rodents: II Changes in age with albino rats. *Anim. Behav.* 16:129-134.
- [21] Paredes, R. G. and A. Alonso. 1997. Sexual behavior regulated (paced) by the female induces conditioned place preference. *Behavioral Neuroscience.* 111(1):123-128.
- [22] Portavella, M., A. Depaulis, and M. Vergnes. 1993. 22-28 kHz ultrasonic vocalizations associated with defensive reactions in male rats do not result from fear or aversion. *Psychopharmacology.* 111:190-194.
- [23] Sales, G. D. 1972. Ultrasound and aggressive behaviour in rats and other small mammals. *Anim. Behav.* 20:88-100.
- [24] Sales, G.D. and P. Pye. 1974. Ultrasound in rodents. In: Sales, G. D. and P. Pye (Eds). *Ultrasonic communication by animals.* Chapman and Hall, London. Pp. 149-201.
- [25] Simola, N. and Granon, S. 2019. Ultrasonic vocalizations as a tool in studying emotional states in rodent models of social behavior and brain disease. *Neuropharmacology* 159:1-15.
- [26] van der Poel, A. M., E. J. K. Noach, and K. A. Miczek. 1989. Temporal patterning of ultrasonic distress calls in the adult rat: Effects of morphine and benodiazepines. *Psychopharmacology(berlin).* 97:147-148.