

뇌 해마를 떼어버린 흰쥐의 공격적 행동

가톨릭대학 의학부 생리학교실

朴 璐 鎔 · 金 喆*

=Abstract=

Aggressive behavior of Male Rats following Hippocampal Ablation

Rho Soon Park and Chul Kim

*Department of Physiology, Catholic Medical College
Seoul, Korea*

An experiment was designed to see if the hippocampus exerts any influence upon the aggressive behavior of male rats. Fighting between rats was observed for the estimation of aggressiveness.

Seventeen rats in which the hippocampus was almost totally removed through a small hole with a diameter around 3 mm made in the neocortex at the boundary between the parietal and occipital lobes (hippocampal group), 8 rats with similar neocortical damage alone (operated control group), and 17 normal control rats (normal group) were prepared and subjected to the experiment 3 months after the operation. Applying electric shock of short duration to the feet in a box with grid floor, a fight was provoked between an animal belonging to the hippocampal group and one belonging to the normal group, between a rat of the hippocampal group and one of the operated control group, and also between a rat of the operated control group and one of the normal group. Three observers judged the performance of each animal independently and described it as winning, defeated, tied, or non-fighting. Fifteen shocked trials were administered to each pair of animals with around 2 minutes' interval between each trial. An animal received a "judging score" of 3 when it won more frequently than was defeated, a judging score of 2 when it won as frequently as was defeated, when all fights were tied, or when no fighting occurred, while it received a judging score of 1 when it won less frequently than was defeated. Group differences in performances were analyzed in terms of judging score using Kolmogorov-Smirnov test for one sample.

The results obtained were as follows:

1. In the fights between the hippocampal and the normal groups, the hippocampal animals made significantly better judging scores than the normal animals did (Table 1).
2. There was no significant difference between the hippocampal and the operated control group as to the judging scores they made in the course of fights between the two groups. However, the hippocampal animals tended to dominate over the operated control group as judged by comparing the total "winning" of the former (30) to that of the latter (14) (Table 2).
3. The total judging score made by the operated control group in the course of the fights against the normal group was not significantly superior to that made by the normal group (Table 3).

It was inferred from the above results that, though inconspicuous, the hippocampus tended to exert an inhibitory influence upon the aggressive behavior of male rats.

* 생리학 교실 주임교수

행동 연구를 위하여 마련된 뇌 해마(hippocampus)제거 동물들이 수술 후 사나워져서 취급하기 어렵게 됨을 저자들은 자주 경험하였다. 그렇다면 해마는 정서활동에 영향을 끼치는 구조일까? 이러한 의문을 풀기 위하여 본 연구를 계획하였다. 실상 정서활동의 주되는 중추기구가 변연계에 있을 것이라는 Papez(1937)의 추측이 발표된 이래 이 제통에 속하는 많은 신경구조, 예컨대 시상하부, 편도핵(amygdaloid-nucleus) 또는 중격핵(septal nucleus) 등이 정서활동의 구성에 중요한 역할을 함이 알려졌다. 그러나 문헌을 찾아 보전대 변연계(limbic system)의 중요한 구성성원인 뇌 해마도 정서활동에 관여하는지의 여부를 조사한 연구업적은 극히 드물며 그 결과도 일치하지 않는다.

Spiegel 등(1940)은 고양이와 개에서 뇌량(corpus callosum)을 거쳐 해마와 뇌궁(fornix)을 손상하면 동물에 따라 차이는 있으나 분노반응이 일어나기 쉬움을 보았는데, Allen(1941)은 측두엽을 거쳐 이상엽(pyramiform lobe) 및 편도핵과 함께 해마가 손상된 개에서 Papez가 말하는 "정서의 중추기구"의 부전증후를 보지 못한다고 하였다. 한편 Bard와 Mountcastle (1947)은 내뇌 신피질(neocortex) 또는 해마-뇌궁계통이 각각 단독으로 제거될 경우에는 정서활동에 이렇다할 변화를 보지 못하나 신피질과 이상엽, 편도핵 및 해마가 함께 제거되면 분노반응이 일어나기 쉬워짐을 보았다. Rothfield와 Harman (1954)도 신피질, 해마-뇌궁계 또는 두 구조를 동시에 제거하는 실험을 한 결과 해마-뇌궁계와 함께 신피질이 제거 되어야만 분노반응이 일어나기 쉬워진다는 결론에 도달하였다.

위의 연구들은 일반적으로 제거하는 뇌조직의 범위를 일정한 뇌구조에 엄격히 국한하지 않았으므로 같은 신경구조를 제거하였다고 하더라도 그 범위가 서로 다르며 또 제거하려고 의도하지 않은 신경구조가 여러가지 정도로 함께 손상된 경우가 많다. 따라서 그 결과가 서로 일치하지 않음은 당연하다는 느낌을 받는다. 그밖에 위의 연구들은 정서반응을 관찰함에 있어 모두 주관적 판단에 의거하였을 뿐이다. 그러므로 본 연구에서는 신피질에는 최소한도의 손상을 주면서 해마만을 거의 완전히 제거한 원위들을 마련하고 정서반응 측정의 척도로서 공격적 행동을 택하여 가능한한 객관적인 판단이 가능하도록 실험방법을 고안하였다.

실험 방법

1) 실험동물: 몸 무게가 300~400 gm 되는 Holtzman 종 원위 숫컷 42마리를 17마리의 해마 제거군(해마군), 8마리의 신피질 수술군(수술 대조군) 및 17마리의 정

상 대조군(정상군)의 3무리로 나누어 사용하였다.

2) 수술: 해마를 제거함에 있어서는 pentobarbital sodium (3 mg/100 gm)을 복강속에 주사하여 마취된 동물의 머리 피부를 무균적으로 절개하여 두개골을 노출시키고, 정중선에서 양쪽으로 3~4 mm 떨어진 두정골의 뒤 부분에 각각 작은 구멍을 뚫었다. 이어서 뇌막을 제거하여 신피질을 노출시킨 다음 흡인장치를 사용하여 양쪽 신피질에서 각각 두정엽과 후두엽이 서로 접하는 부위에 지름이 3 mm 가량되는 구멍을 뚫고 이 구멍을 거쳐 먼저 해마의 복측부분을, 다음에 해마의 배측 부분을 가능한한 완전히 양측성으로 제거하였다. 이때 해마와 접하는 뇌 조직 예컨대 시상 또는 뇌저 대뇌피질등이 손상되지 않도록 가능한 모든 주의를 다 하였다. 수술 대조군에서는 해마 제거에 있어 거쳐야할 신피질 부분만을 해마군에서와 같은 크기로 제거하였다.

3) 실험장치 및 실험절차: 수술이 끝난 후 부터 3개월 동안 3 무리의 동물을 꼭 같은 환경속에서 사육한 다음 행동시험을 시행하였다. 행동시험은 서로 다른 무리에 속하는 동물중에서 체중이 비슷한 것 끼리 2 마리씩 짝을 지어주어 서로 싸우게 하는 것으로 17마리의 해마군과 17마리의 정상군 사이에 17쌍을, 17마리의 해마군중 8마리와 수술 대조군 8마리 사이에 8쌍을, 그리고 17마리의 정상군중 8마리와 수술대조군 8마리 사이에 8쌍을 각각 마련하여 시험하였다.

사용된 실험장치는 가로 42 cm, 세로 15 cm, 높이 44 cm의 상자로서 앞면은 투명한 유리로 되었고 밑 바닥에는 금속막대를 8 mm의 간격을 두고 나란히 깔았다. 실험자는 이 금속 막대들을 거쳐 임의로 상자속에 있는 동물의 발 바닥을 30~40 V의 교류 전기로 자극할 수 있다.

한 쌍의 동물을 함께 실험 상자에 넣어 3분동안 이 환경에 익숙하게 한 다음 실험자는 두 동물의 몸이 서로 접근되어 있는 순간을 포착하여 갑자기 동물의 발 바닥에 전기 충격을 가하였다. 이러한 조작을 하면 동물들은 흔히 분노하여 서로 공격하는 태세를 취하는데 이를 싸움으로 간주하였다. 전기 충격에 의하여 싸움이 있었거나 없든 후 약 2분 정도 지나 조용해진 다음에 두 동물의 몸이 서로 접근하는 기회에 다시 전기충격을 가하여 이 조작을 모두 15회 되풀이 하였다.

실험중 3명의 관찰자로 하여금 싸움이 있고 없음을 가리고 싸움이 있을 때마다 그 결과를 승리, 패배 및 무승부의 3구분에 따라 각각 독자적으로 판단하게 한 다음 이들 관찰자가 판단한 성적을 종합하여 개개 싸움의 승패를 확정지었다. 개개 싸움에 대한 승패의 판단기준은 다음과 같다.

승 리 : ① 두 동물이 맞붙어 싸울 때 한 동물의 머리가 상대편 동물의 머리 보다 위에 올라가 우월한 자세를 취하면서 상대편을 공격할 경우.

② 한 동물이 상대편 동물을 한쪽 구석으로 몰아넣거나 넘어뜨림으로써 상대편 동물이 공격을 포기하면서 등을 밀으려고 하고 누어 네 다리를 위로 뻗쳐 들 경우.

③ 한 동물이 처음부터 상대편을 일방적으로 물어 뜯어 상대편 동물이 도망칠 경우.

④ 한 동물이 상대편 보다 공격적 행동을 월등하게 더 많이 나타낸다는 것이 세 관찰자의 일치된 판단일 경우.

패 배 : 위의 승리와 반대되는 행동을 할 경우.

무승부 : 싸움에 있어 우열을 가릴 수 없을 경우 또는 끝 없이 서로 상대편을 마주 노려보고만 있을 경우.

이 실험에서 15회에 걸쳐 얻은 성적에 총괄함에 있어서는 승리한 총 회수가 패배한 회수보다 많은 동물에게 판정점수(judging score) 3점을, 승리한 회수와 패배한 회수가 같거나 무승부로 일관 할때 또는 전혀 싸우지 않을 경우에 판정점수 2점을, 그리고 승리한 회수보다 패배한 회수가 많을 경우에 판정점수 1점을 주었다.

4) 조직검사 :

실험이 끝나면 동물을 pentobarbital sodium 으로 깊이 마취한 다음 심장을 노출하고 이를 거쳐 생리적 식염수와 이어서 10%의 formalin 을 관류하여 뇌를 고정하였다. 고정된 뇌 조직을 전두면에서 절단하여 50 μ 두께의 동결절편을 만들어 뇌 손상 부위를 확인하였다.

실험 결과

조직소견

해마를 떼어버린 흰쥐의 뇌 조직 표본의 1예를 제 1도에 제시한다.

신피질 손상은 앞뒤 한계가 대략 유(habenula) 수준에서 사구체 상구(superior colliculus) 수준에 이르는 사이이며 정중선에서 4mm 가량 밖쪽 쪽으로 놓인 점을 중심으로 지름이 3mm 가량되는 둥근 것이었다. 신피질에서는 그밖에는 이렇다 할 손상을 보지못하였는데 다만 한두 예에서 후두엽 피질의 해마와 접하는 밀면이 다소 손상되어 있었다.

해마조직은 평균 92.3% 제거되었는데 1예에서 전체 해마조직의 50% 가량이 남아 있었고, 다른 1예에서는 20% 가량 남아 있었으나 그밖의 예에서는 모두 해마조직의 90% 이상이 제거되었으며 3예에서는 전혀 해마조직을 볼 수 없었다. 해마조직으로서 남아 있는 것은 모

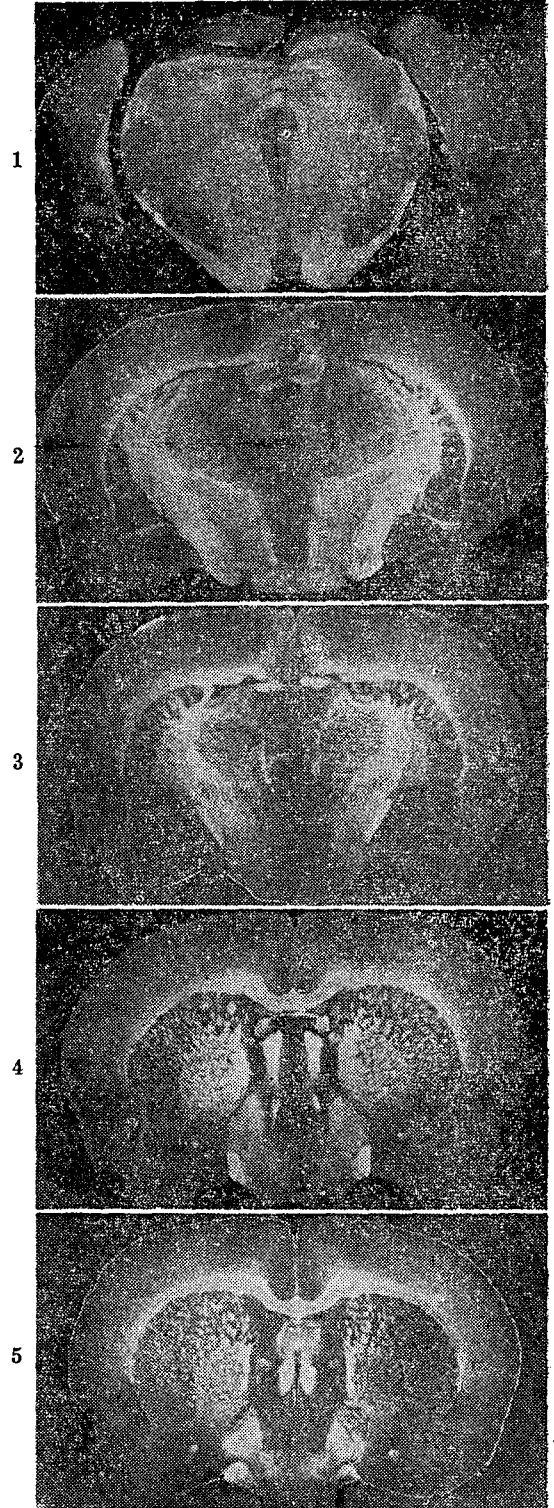


Fig. 1. Coronal sections through the brain of a rat in which hippocampal ablation has been performed. Sections at posterior commissural (1), posterior thalamic (2), anterior thalamic (3), hippocampal commissural (4), and septal levels are shown.

Table 1. Fighting scores between hippocampal and normal group

Rat No.	Hippocampal group					Normal group					
	Fighting			Non-fighting	Judging score	Rat	Fighting			Non-fighting	Judging score
	Winning	Defeated	Tied				Winning	Defeated	Tied		
2	4	2	0	9	3	1	2	4	0	9	1
4	0	8	0	7	1	12	8	0	0	7	3
8	0	7	0	8	1	17	7	0	0	8	3
9	5	0	0	10	3	21	0	5	0	10	1
11	2	0	0	13	3	30	0	2	0	13	1
13	0	5	3	7	1	32	5	0	3	7	3
15	5	1	5	4	3	37	1	5	5	4	1
18	4	1	1	9	3	41	1	4	1	9	1
22	5	2	6	2	3	42	2	5	6	2	1
24	0	0	1	14	2	43	0	0	1	14	2
26	5	1	4	5	3	44	1	5	4	5	1
28	10	0	1	4	3	5	0	10	1	4	1
29	8	0	4	3	3	46	0	8	4	3	1
31	0	0	0	15	2	47	0	0	0	15	2
33	0	0	0	15	2	48	0	0	0	15	2
35	0	2	2	11	1	49	2	0	2	11	3
38	0	0	0	15	2	50	0	0	0	15	2
Total	48	29	27	151	39*(34)		29	48	27	151	29*(34)

*P<.01. Numeral in parentheses indicates theoretical frequency.

Table 2. Fighting scores between hippocampal and neocortical group

Rat No.	Hippocampal group					Neocortical group					
	Fighting			Non-fighting	Judging score	Rat No.	Fighting			Non-fighting	Judging score
	Winning	Defeated	Tied				Winning	Defeated	Tied		
9	12	0	3	0	3	5	0	12	3	0	1
15	1	0	14	0	3	14	0	1	14	0	1
16	3	3	9	0	2	23	3	3	9	0	2
29	5	0	10	0	3	15	0	5	10	0	1
28	0	5	5	5	1	25	5	0	5	5	3
22	6	3	5	1	3	7	3	6	5	1	1
35	0	0	2	13	2	34	0	0	2	13	2
4	3	3	4	5	2	3	3	3	4	5	2
Total	30	14	52	24	19(16)		14	30	52	24	13(16)

Numeral in parentheses indicates theoretical frequency.

든 예에서 복측 부위 뿐으로 그중 6예에서는 주로 그 뒤 부분이, 2예에서는 그 앞 부분이 남아 있었으며 복측해마조직의 앞뒤 부분에 걸쳐 작은 조각이 남아 있는 것은 6예였다. 해마교련(hippocampal commissure)은 모든 예에서 거의 완전히 제거되었으나 중격핵에는 이렇다할 손상이 미치지 않았다.

시상은 슬상체가 가볍게 손상된 2예를 제외하면 모든 예에서 해마와 접하는 표면 기타에 손상이 없었다. 다만 측뇌실 저면에서 시상과 미상핵이 마주치는 구석진 부위가 한쪽 또는 양쪽에서 손상된 예가 10예 발견되었는데 이런 경우 때때로 내강의 제일 배측 부분 또는 분계조(stria terminalis)가 함께 손상되어 있었다.

Table 3. Fighting scores between neocortical and normal group

Neocortical group						Normal group					
Rat No.	Fighting			Non-fighting	Judging score	Rat No.	Fighting			Non-fighting	Judging score
	Winnin g	Defeated	Tied				Winning	Defeated	Tied		
3	5	0	0	10	3	1	0	5	0	10	1
5	2	3	0	10	1	10	3	2	0	10	3
7	3	6	1	5	1	12	6	3	1	5	3
14	0	13	0	2	1	17	13	0	0	2	3
27	15	0	0	0	3	21	0	15	0	0	1
23	0	0	0	15	2	30	0	0	0	15	2
25	5	0	0	10	3	32	0	5	0	10	1
34	0	1	0	14	1	37	1	0	0	14	3
Total	30	23	1	66	15(16)		23	30	1	66	17(16)

Numeral in parentheses indicates theoretical frequency.

공격적 행동

행동관찰에서 얻은 성적울 제 1, 제 2 및 제 3 표에 요약한다. 표에는 싸움이 일어난 경우와 일어나지 않은 경우를 구별하고, 싸움이 일어난 경우를 다시 승리, 패배 및 무승부의 세 항목으로 나누어 총 15회의 전기충격중 해당되는 경우가 일어난 회수를 제시하였다. 그밖에 표의 오른 쪽 난에는 각 동물의 판정점수를 표시하였다. 실험성적을 통계적으로 처리함에 있어서는 판정점수에 의거한 개개 무리의 성적에 Kolmogorov-Smirnov의 one-sample test를 적용하였다.

제 1 표에서 해마군과 정상군 사이에 일어난 싸움의 판정점수를 비교하면 해마군의 판정점수의 총화는 39점으로서, 두 무리 사이의 싸움이 모두 무승부로 끝날 경우에 얻게될 판정점수의 이론적 총화 즉 이론 빈도(theoretical frequency) 34점(2×17 쌍)보다 유의하게 많다(P<.01, D=.48). 한편 정상군의 판정점수의 총화는 29점으로 이론빈도 34점보다 유의하게 적다. 따라서 해마군은 정상군과의 싸움에서 승리를 거둔 수가 유의하게 많다.

해마군과 수술대조군 사이의 싸움에 있어서 해마군이 얻은 판정점수의 총화는 제 2 표에 표시한바와 같이 19점이며, 수술대조군의 그것은 13점이다. 이들 점수는 싸움이 모두 무승부로 끝날 경우에 얻게될 판정점수의 이론빈도 16점(2×8 쌍)과 유의한 차이가 없다(P>.20, D=.20). 그러나 개개의 싸움에서 승리한 회수를 모두 더한 값은 해마군과 수술대조군에서 각각 30과 14로서 해마군이 수술대조군보다 우위에 있다.

수술대조군과 정상군사이에서 일어난 싸움의 판정점수는 제 3 표에 표시하였는데, 수술대조군의 판정점수 총

화가 15점, 정상군의 그것이 17점이어서 싸움이 모두 무승부로 끝날 경우에 얻게될 판정점수의 이론빈도 16점(2×8 쌍)과는 유의한 차이가 없다(P>.20, D=.10). 개개의 싸움에서 승리를 거둔 회수를 모두 더한 값을 비교할 경우에도 수술대조군의 값 30과 정상군의 값 23 사이에는 그다지 큰 차이가 없다.

실험중 관찰된 해마제거동물의 행동으로서 눈에 띄는 것이 몇가지 있었다. 해마제거 동물은 일정한 강도의 전기충격에 대하여 수술대조동물 및 정상동물 보다 감수성이 더 예민한 듯이 보여 충격이 가해지면 몸이 튀어 치솟으며, 또 이에 대한 정서적 반응도 더 현저하여 전기충격을 받으면 이(齒)를 갈면서 끝내는 일 혹은 배뇨, 배변하는 일이 두 대조동물에서 보다 훨씬 더 자주 있었다. 전기충격을 계기로 상대방을 공격하는 행동도 두 대조동물보다 제빠르다. 해마군의 9번과 29번은 다른 해마제거 동물 보다 더 공격적이어서 전기충격이 가해지지 않는 상태에서도 상대방을 물어뜯거나 밀치는 일을 계속하였다. 9번 동물은 수술대조동물과 싸울때 전기충격의 시작과 함께 상대방 동물의 등위에 올라가 성행위를 방불케하는 행동을 하였으며 사정의 흔적마저 확인되었다. 그 밖에 수술대조군에 비하여 해마제거 동물은 수술 후 더 사나워져서 맨손으로 다룰 수 없었고 전드르면 튀어 나가거나 실험자의 장갑을 물어뜯기 일수였다. 그러나 수술 후 약 1개월 후 부터는 이러한 행동은 차츰 자취를 감추었다.

고 찰

이 실험 결과에 의하면 해마군은 정상군과의 싸움에서 승리를 거둔 수가 유의하게 많다. 그러나 수술대조군과의 싸움에서 해마군이 거둔 승리의 수는 판정점수

를 근거로 할 경우 수술대조군의 그것 보다 유의하게는 많지 못하다. 한편 수술대조군이 얻은 성적과 정상군의 그것 사이에도 유의한 차이가 없다. 그러므로 이들 성적을 종합할때 신뢰질——수술대조군에서는 뇌의 이 부분만이 적은 손상을 입었다——과 해마가 모두 손상 될 경우에만 공격적 행동이 유의하게 증가하는 것처럼 보인다. 그렇다면 이 실험결과는 Bard와 Mountcastle (1940)의 업적 및 Rothfield와 Harman(1954)의 그것과 부합되는 것이라고 하겠다.

그러나 1940년과 1954년에 발표된 위의 두 실험에 있어서는 신뢰질이 거의 또는 완전히 제거된데 대하여 본 실험에서는 신뢰질에 지름이 3mm 정도되는 구멍을 뚫은 것 뿐으로 손상은 신뢰질 전체의 넓이에 비하여 아주 적은 것이다. 한편 해마군과 수술대조군 사이의 싸움에서 얻은 성적들은 판정점수에 의거하여 처리될 경우에는 서로 유의하게 다르지 않으나 개개의 싸움에서 승리한 회수의 총화로서 표시될 경우에는 해마군의 것 (30)이 수술대조군의 그것(14)보다 우위에 있음은 명백하다. 그러므로 해마의 제거는 적어도 흰쥐의 공격적 행동을 증가시키는 경향이 있음은 사실이다. 따라서 해마는 정상시 공격적 행동을 다소나마 억압하는 것으로 추측된다.

손상에 의하여 동물이 사나워진다고 보고된 뇌 구조들 중에 중격핵이 있다(Brady & Nauta, 1953; King, 1958). 이 구조는 해마와 밀접한 섬유연락을 가지며 해마에서 시작된 원심섬유의 많은 수가 일단 중격핵에서 뉴론을 교체한다는 사실로 미루어 이 구조나 해마가 제거 될 때 한결같이 동물이 사나워지거나 또는 사나워지는 경향이 있음은 주목할만한 일이다. 중격핵이 제거된 동물의 사나움은 시간과 더불어 점점 덜 현저하게 되는 데(Brady & Nauta, 1953) 시간의 흐름에 따라 정서반응이 약화되는 현상은 본 실험의 해마동물에서도 볼 수 있다. 그렇다면 중격핵 제거동물이 사나워지는 것은 일부 해마에서의 원심로가 중격핵 부위에서 차단되기 때문이 아닐까? 실상 Brady와 Nauta의 흰쥐들이 중격핵파괴 후에 사나워지는 정도는 해마의 주되는 원심로인 뇌궁의 손상정도와 대략 맞먹는다고 한다. Brady와 Nauta는 그들이 얻은 결과가 중격핵에서 간뇌에 가는 원심로가 차단된 데 연유하는지 해마에서의 원심로가 차단되기 때문인지 결정짓지 못하였는데 본 실험결과로 미루건대 수술 후 사나워지는 원인의 적어도 일부는 해마에서의 원심로 차단에 기인할 것으로 생각된다.

본 실험에는 몇가지 미비한 점이 있다. 이 실험에서는 동물의 행동시험을 수술 후 3개월이 될 때에 시행하였다. 해마동물의 정서반응이 수술 후 시간과 함께 덜 현저하게 되는 사실을 고려해 볼 때 수술과 행동

시험 사이의 시간간격을 좀 더 단축하면 어떠한 결과를 얻을 것인가 하는 의문을 남기는 것이 그 하나이다. 그 밖에 이 실험에 있어서 수술 대조군의 수가 8마리밖에 되지 않았던 것은 유감된 일이다. 해마군과 수술대조군 사이의 성적을 비교함에 있어 뚜렷한 경향을 보이면서 우열을 명확히 가릴 수 없었던 이유의 하나는 실험동물 수의 부족에 있는 것이 아닌가 생각되므로 이 실험은 금후 좀더 많은 동물을 써서 수술 후의 여러 시기에 되풀이 할 예정이다.

요 약

해마가 공격적 행동에 미치는 영향을 알기 위하여 두정-측두 경계 부위 신뢰질을 양측성으로 둥글게(지름 3mm 정도) 베고 이를 거쳐 해마를 거의 완전히 베어버린 흰쥐 17마리(해마군)와 신뢰질에만 지름 3mm 정도의 손상을 준 흰쥐 8마리(수술대조군) 및 정상 흰쥐 17마리(정상군)를 마련하여 다음과 같은 실험을 실시하였다. 발에 가해진 전기 충격을 계기로하여 해마군에 속하는 개체와 정상군에 속하는 개체 사이, 해마군에 속하는 개체와 수술대조군에 속하는 개체 및 수술대조군에 속하는 개체와 정상군에 속하는 개체 사이에 싸움을 일으키고 일정한 판단기준에 따라 승리, 패배 및 무승부를 가렸다. 약 2분의 시간 간격을 두고 15회에 걸쳐 반복한 전기 충격에 의하여 얻은 성적을 총괄하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 해마군과 정상군 사이의 싸움에서 해마군이 승리를 거둔 수는 정상군의 그것 보다 유의하게 많다.
2. 해마군과 수술대조군 사이의 싸움에 있어서는 두 무리의 성격이 서로 유의하게 다르지 않으나 해마군이 우위를 차지하는 경향만은 뚜렷하다.
3. 수술대조군과 정상군 사이의 싸움에서 수술대조군이 얻은 성적은 정상군의 그것과 비교하여 유의하게 다르지 않다.

위의 실험결과로 미루어 해마는 정상시 공격적 행동을 다소나마 억압하는 경향이 있는 것으로 보인다.

<이 연구를 수행함에 있어 여러가지로 도움을 주신, 교실의 최현, 김정진, 김중규, 장현갑 및 이재문 여러 선생님께 감사한다.>

REFERENCES

- Bard, P., and V.B. Mountcastle: *Some forebrain mechanisms involved in expression of rage with special reference to suppression of angry behavior.* Chap. XIV, *The Frontal Lobes.*

- Res. Publ. Ass. Nerv. Ment. Dis.* 27:362, 1948.
- Brady, J.V., and W.J.H. Nauta: *Subcortical mechanisms in emotional behavior: Affective changes following septal forebrain lesions in the albino rat.* *J. comp. physiol. Psychol.* 46:339, 1953.
- King, F.A.: *Effects of septal and amygdaloid lesions on emotional behavior and conditioned avoidance responses in rat.* *J. Nerv. Ment. Dis.* 126:57, 1958.
- Papez, J.W.: *A proposed mechanism of emotion.* *Arch. Neur. Psychiat.* 38:725, 1937.
- Rothfield, L., and P.J. Harman: *On the relation of the hippocampus-fornix system to the control of rage responses in cats.* *J. Comp. Neurol.* 101:265, 1954.
- Spiegel, E.A., H.R. Miller, and M.J. Oppenheimer: *Forebrain and rage reactions.* *J. Neurophysiol.* 3:538, 1940.