

## 해마손상쥐에서 맥락의 변화가 회피과제의 파지에 미치는 영향\*

박 병 관 · 김 기 석

고려대학교 심리학과

배측해마의 손상이 양방능동회피과제에서의 학습과 파지에 어떤 영향을 미치는지를 검증하고자 하였다. 특히 맥락의 변화가 해마를 손상시킨 쥐의 파지에 영향을 미치는지도 평가하였다.

해마집단과 정상집단은 양방능동회피과제를 학습한 후에 동일한 맥락조건이나 혹은 변경된 맥락조건에서 파지검사를 받았다.

해마손상동물은 양방능동회피과제를 학습할 때 정상집단보다 더 빨리 준거에 도달하였고, 파지검사를 하였을 때도 동일한 맥락조건에서는 두 집단 모두 회피학습에 대한 좋은 파지를 보였다. 그러나 파지검사의 맥락이 학습시의 맥락과 동일하지 않을 때에는 해마집단이 손상된 기억을 보였다. 이 결과는 맥락가설을 지지하는 것으로 생각된다.

간질증세를 경감시키기 위해 해마 (hippocampus) 를 수술한 간질증 환자에게서 심각한 전진성기억상실증 (anterograde amnesia) 이 나타났다는 Scoville 과 Milner (1957) 의 임상사례가 보고된 후, 인간을 대상으로 한 임상연구에서 해마를 기억과정과 관련 지우려는 많은 시도가 있었다. 그동안의 연구에 의해 해마가 기억에 관여한다는 사실에는 의견의 일치를 보았으나 어떻게 관여하며 어떤 종류의 기억에 관여하는지에 대해서는 논란이 계속되어왔다 (Hirst, 1982).

그러나 인간에서의 임상연구 결과를 동물연구에서 반복해보려는 시도는 실패를 거듭하였다. 즉, 동물의 해마를 손상시켰을 때에는 기억장애나 학습장애가 심각하지 않았으며 오히려 다른 행동적 측면의 장애를 뚜렷하게 보였던 것이다. 예를 들자면, 해마손상쥐 (이하 해마쥐라고 함) 들도 단순한 동시

적 식별과제를 학습하는 데에는 정상쥐처럼 어려움이 없었으며 그 학습의 파지에도 장애가 없었던 것으로 보고 되었다 (Altman, Brunner & Bayer, 1974). 오히려 과제에 따라서는 해마쥐가 정상쥐보다 학습을 더 잘하는 경우도 있었는데, 예컨대 양방능동회피과제에서는 해마쥐가 정상쥐보다 더 빨리 학습하였다 (Blanchard, Blanchard & Fial, 1970). 이와같이 동물의 해마손상 효과는 기억이나 학습과정에 큰 영향을 주는 것같지 않고 오히려 정서성이나 반응성에 직접적인 영향을 미치는 것 같았다. 이를테면 해마쥐는 공포상황이나 갈등상황에서 정상쥐보다 공포를 적게 나타내는 것처럼 보였고, 일반적인 운동활동이 증가하는 과도활동성을 보였으며, 새로운 자극에 대한 반응성도 증가하였다 (O'keefe & Nadel, 1978). 그리하여 동물연구에서는 인간을 대상으로 한 임상연구와는 대조적으로 해마를 정서나 반응에 직접 관련지우려는 시도가 주류를 이루어왔다. 이 정서이론이나 반응이론은 해마를 정서와 관련 지우려는 Papez의 해부학적 모델과 변연계를

\* 이 논문은 고려대학교 심리학과에 제출한 석사학위 논문을 근거로 작성된 것임.

반응의 조직화와 관련지으려는 MaClean의 모델에서 이론적 근거를 찾으려 하였다.

그런데 최근에 해마를 기억과정과 관련지으려는 정보처리적 이론들이 새로이 부각되었다. 이 입장에서 동물 연구결과와 인간의 임상결과 사이의 차이점을 다른 관점에서 설명하려고 하였다. Winocur와 Olds(1978), 그리고 Wickelgren(1978)은 해마가 맥락(context)을 처리·통합하는데에 관여하기 때문에 해마를 손상시켜도 조건자극과 반응을 연합시키는 학습이나 현출자극(salient stimulus)에 따라 반응을 해야하는 학습은 가능하다고 주장하였다. Winocur(1980)은 또한 인간의 임상연구와 동물 연구의 검사재료나 검사상황에서의 현출성이나 독특성의 차이 때문에 두 연구에서 나타나는 기억 장애의 정도차가 생기며, 또한 학습상황과 검사상황이 동일하게 되도록 실험상황을 통제할 수 있는 정도에 의해서도 이러한 결과의 차이가 야기된다고 주장하였다. 그의 연구에서 기억상실증 환자에게 학습상황과 동일한 검사상황을 제시함으로써 검사 맥락중에 있는 현출자극을 인출단서로 제공해 주었을 때 파지가 증진되었다는 증거를 제시하였다(Winocur & Kinsbourne, 1978).

지금까지 언급한 각 입장에서부터 가장 논란이 되고있는 실험결과는 양방능동회피과제에서 해마 쥐가 보이는 수행과 파지이다. 해마쥐가 양방능동회피과제에서 정상쥐보다 더 좋은 수행을 보인다는 결과와 하루 후에 그 과제에 대한 파지검사를 실시했을 때 정상쥐와 동일한 파지를 보인다는 결과들은 많은 연구에서 입증되었다(Issacson, Douglas & Moore, 1961). 이런 현상에 대해 각 이론들은 서로 다른 해석을 하고 있는데, 이들 이론들을 대표하는 가설로는 정서감소가설(emotion reduction hypothesis), 반응억제가설(response inhibition hypothesis), 맥락가설(context hypothesis) 등이 있다.

정서감소가설은 해마를 정서와 관련지으려는 이론으로서 제안되었는데, 이 가설에 의하면 양방능동회피과제에서의 정상쥐는 전기충격을 받게 되는 상황에서 '공포'를 느끼게 되어 부동반응이 증가되는 반면에 해마쥐는 정서를 담당하는 해마가 파괴되었기 때문에 '공포'가 감소되어 수행을 더 잘한다는 것이다(Kenyon & Kreickhaus, 1965). 두번째,

해마를 반응의 조직화와 관련지으려는 이론으로부터 나온 반응억제가설에 따르면, 정상쥐는 이 회피과제에서 전기충격을 받아야 하는 공포상황이나 바로 전에 전기충격을 받았던 방으로 돌아가야만하는 갈등상황에서 중 특유반응인 방어적 부동반응을 보이게 된다는 것이다(Blanchard & Blanchard, 1969). 그러나 해마쥐는 공포는 느끼지만 뛰는 반응을 억제하지 못하기 때문에 방어적 부동반응이 감소하게 되고, 따라서 회피과제에서 다른 방으로 이동하는 활동이 증가하게 된다는 것이다(Douglas, 1967; Kimble, 1968). 마지막으로 해마를 기억과정과 연관지으려는 맥락가설에 따르면, 회피과제에서 정상쥐는 전기충격을 피하려는 경향뿐만 아니라 안전한 '위치'로 도망가려는 경향이 있기 때문에 갈등을 느끼게 된다고 주장한다. 즉, 정상쥐는 공간적 맥락자극들을 처리, 통합하여 '위치'라는 추상적 개념을 형성하고 이 위치와 전기충격을 연합시킴으로써 위치공포나 갈등을 일으키게 된다는 것이다(Olton, 1973; O'keefe & Nadel 1978). 그러나 해마쥐는 맥락자극들을 처리·통합하지 못하므로 '위치'라는 개념을 가지지 못하여 위치와 전기충격을 연합하지 못하므로 갈등이 없게 된다. 그래서 왕복회피상자(shuttle box)에서 수행이 더 좋아진다는 것이다(Black, Nadel & O'keefe, 1977). 그리고 이 과제에서 보인 해마쥐의 파지에 대해서도 세 가설은 다른 설명을 하고 있는데, 정서감소가설이나 반응억제가설은 해마쥐의 기억능력에 장애가 없으므로 당연히 정상쥐와 동일한 파지를 보인다고 설명한다(Altman, Brunner & Bayer, 1974). 그러나 맥락가설은 해마쥐가 맥락정보를 처리·통합하는 데에 어려움이 있으므로 학습환경에 존재하는 맥락자극 중 현출자극만을 학습내용과 연합시켜 부호화했는지라도, 학습상황과 동일한 환경에서 파지검사를 하기 때문에 환경에 존재하는 동일한 현출자극이 외적인 인출단서로 작용해서 정상쥐와 동일한 파지를 보인 것이라고 주장한다. 그리고 인출시에 외적인 인출단서를 제공해주지 않으면 파지는 손상될 것이라고 주장한다. 결국 해마쥐의 파지강도는 인출시의 외적인 인출단서, 즉 학습상황에서 제시된 맥락 중에 존재하는 현출자극(예, 배경불빛, 학습기구의 색깔, 실험자의 장갑촉감, 등)이 제공해

주었느냐의 여부에 따라 크게 영향받는다(Winocur, 1980).

만약 그렇다면 파지검사에서 학습상황과 동일한 맥락을 제공하지 않음으로써 검사상황과 학습상황의 맥락을 달리 한다면 정상쥐와 해마쥐의 파지에 어떤 영향을 미칠 수 있을까? 정서감소가설이나 반응억제가설의 가정에 따르면, 해마쥐도 기억능력에는 장애나 손상이 없으므로 학습상황의 맥락과 다른 맥락에서 검사를 실시한다고 할지라도 최소한 정상쥐와 동일한 파지를 보이거나 혹은 해마쥐가 수행을 더 잘할 것이라고 예측한다. 그렇지만 맥락가설에 따르면 맥락이 변경된 상황에서 정상쥐나 해마쥐의 파지에 장애가 있을 것이라고 예측된다. 그러나 정상쥐의 경우 기억흔적이 좋기 때문에 눈에 띄는 맥락효과는 없을 것이라고 예측된다. 왜냐하면 정상쥐의 경우 맥락이 인출단서로서 유의미한 효과를 나타내기 위해서는 이미 저장된 기억이 어느 정도 접근할 수 없을 정도가 되어야 하기 때문이다. 그러나 해마쥐는 맥락이 변경된 파지검사에서 쉽게 전이하지 못할 것이라고 예측된다. 왜냐하면 맥락중 현출단서만을 빈약하게 부호화시킨 해마쥐가 변화된 맥락에서 외적인 인출단서의 도움을 받지 못하므로 단순한 조건자극-반응(S-R)의 기억을 적절히 인출할 수 없기 때문이다. 결국 동일한 맥락을 제공해주는 검사조건과 파지와 비교해 볼 때 학습상황과 다른 맥락을 제공한 검사조건에서 해마쥐가 정상쥐보다 선택적으로 더 많이 파지손상을 보일 것이다.

본연구에서는 인간임상연구와 동물원구사이에 보이는 결과 차이를 설명하려는 목적으로 해마를 기억, 정서, 반응의 세차원 중 어느 차원과 관련짓는 것이 더 타당한 지를 알아보려고 하였고, 또 세 입장이 내세우는 각기 다른 세가설의 타당성을 검증하고자 하였다.

### 연구방법 및 절차

**피험동물.** 몸무게가 230~280g된 albino rat 숫놈 40마리를 사용하였다. 피험동물들은 수술전에 무선적으로 개별취장에 수용한 후 번호순서에 따라서 차례대로 해마집단과 정상집단(모의시술)에 각 20마리씩 할당하였다. 모든 피험동물들은 물과 먹이를 자유롭게 먹을 수 있도록 하였고, 사육실의 주

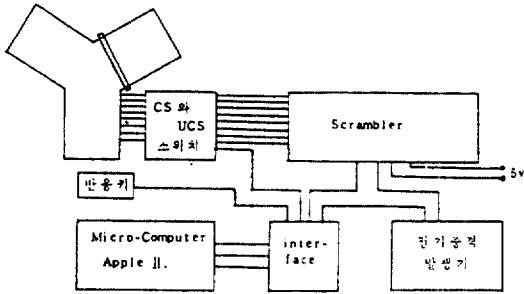
야 시간을 타이머를 사용하여 자동적으로 조정하였으며 훈련은 항상 저녁주기(dark cycle)에 실시하였다.

**시술절차.** 치오펜탈(60mg/kg)을 피험동물의 복강에 주사하여 마취시킨 후, 기도유지를 위해 아트로핀 0.25cc를 주사하였다. 마취가 완전하게 되었을 때 스테레오택식 기구(stereotaxic apparatus)에 쥐를 올려놓고 두개골에 구멍을 내었다.

해마과피를 위한 좌표는 전정(bregma)를 원점으로 하여 전후측으로 -2.8mm이었고 외측으로  $\pm 2.4$  mm였다. 구멍을 낸 후에 뇌경막(dura)을 확인하고 전극을 축을 15°기울인 후에 전극을 뇌경막에서 3mm아래로 삽입하여 2.0mA의 전류를 30초간 흘려서 배측해마를 파피시켰다. 30초가 지나면 전극을 올려 전극의 축을 반대쪽으로 30° 기울여 -15°가 되게 한 후 동일한 절차로 파피시켜 한쪽 해마를 두번 파피하는 시술절차를 사용하였다. 사한 전극은 니켈코롬스틸 합금선으로 직경은 250미크론이었고 원하는 부위만을 손상시키기 위해 침단 0.7mm만을 노출시키고 나머지는 완전히 절연시킨 것이었다. 정상집단의 쥐들에게는 머리를 절개하여 두개골에 구멍만 내고 봉합하는 모의시술을 처치하였다.

**실험기구.** 본 실험에서는 회피과제를 위해 두개의 기구를 사용하였는데, 하나는 왕복회피 상자(shuttle-box)로서 Lafayette회사 모델 85000을 사용하였다. 규격은 20×30×20cm였다. 조건자극은 빛이었고 무조건자극은 전기쇼크였다. 프로그램할 수 있는 통제기구를 사용하여 왕복회피상자를 통제하였다. 두번째 기구는 현성용(1982)이 사용한 Y-미로를 변형시킨 것으로 각 통로의 규격은 11×22.5×14cm이었다. 본 실험에서는 Y-미로의 세 방중 두 방만을 사용하였다. 이 기구는 애플II 마이크로 컴퓨터로 통제되었다. Y-미로와 통제장치의 도식을(그림-1)에 제시하였다. 각 기구에서 피험동물의 반응시간과 회피판별은 타이머나 컴퓨터에 기록되었다.

**훈련절차 및 파지검사.** 시술 후 일주일의 회복기간이 지나면 정상집단과 해마집단을 각 4 집단으로 다시 무선적으로 나누었다. 피험동물들 중에 반을 왕복회피 상자에서 훈련시켰고, 나머지 반을 Y



(그림 - 1) Y-미로 통제기구

Y-미로에서 훈련시켰다. 이 두 기구에서 피험동물들이 경험하게 되는 맥락과 현출자극들을 다르게 하기 위해 각기 다른 공간과 자극들을 사용하였다. 즉 왕복회피상자와 Y-미로를 각기 다른 실험실에 놓아두었으며 왕복회피상자가 있는 실험실에는 형광등을 켜두었고 Y-미로가 있는 실험실에는 백열등을 켜두었다. 또한 왕복회피상자에서 훈련시킬 때에는 피험동물을 두터운 안전장갑으로 다루었고, Y-미로에서는 보드라운 천으로 된 장갑으로 다루었다. 그리고 훈련을 시작할 때, 두방의 전체 조명은 꺼지만 회피상자밖에는 적색불빛을, Y-미로밖에는 녹색불빛을 켜두었다.

그렇지만 피험동물은 왕복회피상자나 Y-미로에서 학습시킬 때의 학습절차는 동일하였다. 훈련절차를 살펴보면, 실험이 시작되기 전에 피험동물을 기구 밖에 5분동안 놔두었다. 이 순응기간이 끝나면 쥐를 기구속으로 집어 넣어서 5분간 탐색을 할 수 있도록 하였다. 탐색기간이 끝나면 조건자극(불빛)을 제시하고 7초이내에 다른 방으로 건너가면 조건자극이 꺼지고 전기충격을 회피할 수 있다. 만약 조건자극이 제시되는 7초안에 쥐가 다른방으로 건너가지 않으면 0.2~0.3mA의 전기충격을 받게된다. 이때 조건자극은 계속 제시되었다. 전기충격을 제시된 후에 다른 방으로 건너 가거나 15초이상 움직이지 않으면 자동적으로 전기충격과 조건자극 모두 꺼지도록 하였다. 이때부터 30초간의 휴식시간을 주었으며 그다음에 새로운 시행을 반복하였다. 학습은 최대 150시행까지 계속되었으나 연속 10시행

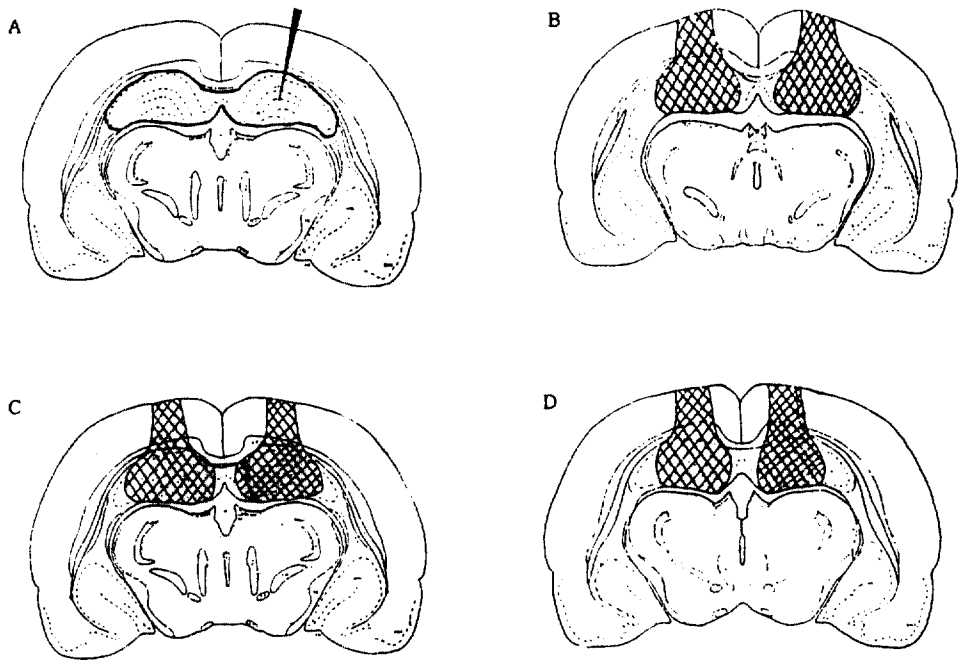
중 9번의 회피반응을 하면 학습시행을 종결하였다.

파지검사는 학습한 지 24시간이 지난 후 실시하였다. 이때 파지검사조건은 두가지였다. 하나는 맥락을 변화시키지 않는 동일한 검사조건이었고, 나머지 하나는 맥락을 변화시킨 검사조건이었다. 파지조건중 어느조건에 피험동물을 할당할 것이냐는 시술후 회복기간 동안 정했던 순서에 따라 결정되었다. 이 순서에 따라 왕복회피상자에서 훈련시킨 쥐중 반을 학습시와 동일한 왕복회피상자에서 파지검사를 하였고 나머지 반을 Y-미로에서 검사하였다. Y-미로에서 처음 학습한 쥐들도 이와같이 둘로 나누어 파지검사를 하였다. 절차와 검사준거(9/10)도 학습시의 것과 동일하였다.

## 결 과

**조직검사 소견** 손상부위를 확대사진으로 찍어 부위마다 Pellegrino, Pellegrino와 Cushman의 스테레오택식 아트라스(Stereotaxic Atlas)와 비교하였다(1983). 손상된 정도는 대부분이 배측해마와 피질에 국한되었으며 일부분의 뇌절편에서는 뇌궁(for-nix)까지 확산된 것도 있었다. 배측해마는 거의 80%가 파괴되었으며, 피질손상부위는 비교적 작았다. (그림-2)는 손상시키고자 했던 부위와 손상정도를 나타낸 것이다. 손상은 전후측으로 2mm 정도의 크기였다.

**행동검사 결과** 해마집단 중에 시상(thalamus)이 파괴된 한마리와 한쪽 해마만 파괴된 한마리는 결과처리에서 제외시켰다. 정상집단 중에서도 150시행 후에도 학습준거에 도달하지 못한 쥐가 두마리 있었다. 이 두마리는 파지검사를 실시하지 않고 집단에서 제외시켰고, 시술(해마시술 또는 모의시술) 도중 혹은 회복기간중에 4마리(해마집단에는 두마리, 정상집단에도 두마리가 있었음)가 죽어, 최종 결과처리에 사용된 총 마릿수는 32마리였다. 양방능동 회피과제를 수행할 때 준거에 도달하기 위해 필요한 시행의 횟수를 행동검사의 측정치로 사용하였다. 회피과제에서의 학습과 동일한 맥락조건에서의 파지결과를 (표-1)에 제시하였는데 각 집단이 Y-미로와 왕복회피상자(이하 S-상자라 함)에서 준거에 도달하기 위해 필요한 시행수를 보면 두 기구간의 차이가 없었다( $F < 1.0$ ). 계산을 간편



(그림 - 2) A: 손상목표 부위 (배측해마) B, C, D: 손상부위의 정도, B: 전후축 - 2.4mm, C: - 2.8mm D: - 3.2mm)

하게 하기 위해 이 두 집수를 묶어서 처리하였다. 학습할 때에 정상집단은 79.1시행을 해야 준거에 도달할 수 있었고, 해마집단은 25.9시행만 하면 준거에 도달하였다. 이러한 차이는 통계적으로 유의미하였다 ( $F(1, 14) = 13.27, P < .001$ ). 두번째 동일한 맥락조건의 파지검사 결과를 보면 정상집단은 8.1시행만에 준거에 도달하였으며 해마쥐도 7.

21시행만에 준거에 도달하였다. 두 집단의 파지에는 유의미한 차이가 없었다 ( $F(1, 14) < 1$ ).

이제 본 실험실의 주관심사였던 맥락을 변경시키는 절차에서 나온 결과를 보면 이 결과는 (표 - 2)에 제시하였다. 학습시에는 정상집단이 67.0시행을 해야지만 준거에 도달하였고 해마쥐는 29.6시행만 하면 준거에 도달하였다. 이 결과는 학습시에는 해

(표 - 1) 회피학습과 동일한 맥락조건에서의 파지 (평균과 표준편차)

학		습		파		지	
정	Y	79.75		Y	7.5		
상	(n=4)	(19.61)	T	(n=4)	(3.32)	T	8.1
집	S	78.5	(n=8)	(24.3)	S	8.75	(n=8)
단	(n=4)	(31.52)		(n=4)	(8.30)		(5.9)
해	Y	27		Y	6.5		
마	(n=4)	(15.4)	T	(n=4)	(3.41)	T	7.21
집	S	29.75	(n=8)	(11.6)	S	8.75	(n=8)
단	(n=4)	(8.46)		(n=4)	(5.85)		(4.9)

Y: Y-미로수행집단, S: 왕복회피상사 수행집단, T: S집단과 Y집단을 함께 묶은 전체 집단, n: 사례수(이하같음)

(표 - 2) 회피학습과 변경된 맥락에서의 파지(평균과 표준편차)

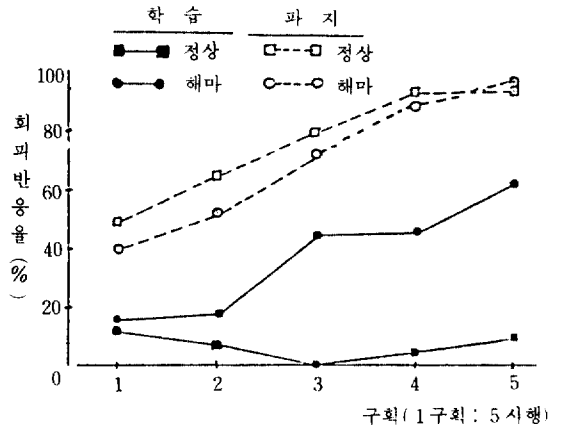
학		습		파		지	
정	Y	66.5		Y	10.75		
상	(n=4)	(12.87)	T	(n=4)	(3.20)	T	11.75
집	S	67.5	(n=8)	S	12.75	(n=8)	(3.57)
단	(n=4)	(10.78)		(n=4)	(4.11)		
해	Y	31.25		Y	23.75		
마	(n=4)	(7.63)	T	(n=4)	(9.74)	T	23.5
집	S	28.0	(n=8)	S	23.25	(n=8)	(7.63)
단	(n=4)	(12.9)		(n=4)	(6.40)		

마집단이 정상집단보다 더 빨리 학습한다는 것을 보여주는 것이다( $F(1, 14) = 18.59, P < .001$ ). 맥락을 변경시킨 파지검사에서 정상집단은 11.75시행을 하면 준거에 도달한 것에 반해 해마집단은 23.5시행을 해야지만 준거에 도달할 수 있었다. 해마쥐가 정상쥐보다 더 많은 파지손상을 보였으며 이 차이는 통계적으로 유의미하였다( $F(1, 14) = 15.54, P < .01$ ).

두 집단의 학습시행수가 다르기 때문에 시행수의 차이에 의해 파지검사결과가 야기되었을 지도 모르기 때문에 학습 시행수와 파지검사의 시행수 간의 상관관을 계산해보았다. 정상집단( $n=16$ )에서  $r=.01$ 이었고 해마집단( $n=16$ )에서  $r=.76$ 이었다. 즉 정상집단에서는 두 시행수간의 상관관이 거의 없었으며 해마집단에서는 학습시행을 더 많이 할수록 파지검사에서 수행을 더 못하는 것으로 생각된다. 비록 간접적 검증에 의한 것이지만 정상쥐가 학습시행을 더 많이 했기 때문에 맥락 변경조건에서 파지가 더 잘되었다고 볼 수는 없을 것 같다.

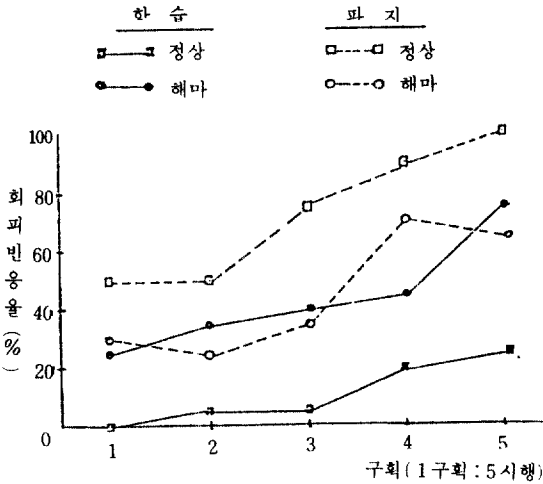
각 집단이 훈련상황에서 보인 회피반응률을 측정하여 그래프로 제시하였다. 비교를 간편하게 하기 위해 각 시행 중 처음 25시행에서 보인 회피반응률만을 계산하였고 5시행을 하나의 구획으로 묶어 계산하였다. 회피반응률은 5시행 중에 몇 번의 회피반응을 하였느냐로 계산하였다. <그림-3>은 회피과제의 학습과 동일한 맥락조건의 파지검사에서 보인 회피반응률을 나타낸 것이고, <그림-4>은 회피과제의 학습과 맥락을 변경시킨 파지검사에서 보인 회피반응률을 나타낸 것이다.

<그림-3>을 보면 회피과제를 학습할 때 해마집단의 회피반응률은 처음 두 구획에서는 정상집단의 반응률과 차이가 없었으나 3구획부터 유의미한 차이가 있었다(정상<20%, 해마>40%). 그러나 동일한 맥락조건에서 실시한 파지검사의 회피반응률을 비교해보면 두 집단간의 유의미한 차이가 없었다.



(그림 - 3) 동일한 맥락조건에서 학습과 파지시행의 회피반응률(구획별)

<그림-4>를 보면 회피과제를 학습할 때에는 해마집단이 역시 정상집단보다 더 높은 회피반응률을 보였다. 그러나 파지검사에서 학습시의 맥락이 제공되지 않으면 해마집단의 회피반응률은 정상집단에 비해 낮았으며, 파지검사의 회피반응률이 학습시의 수준에 머물렀다.



(그림 - 4) 변경된 맥락조건에서의 학습과 파지 시행의 회피반응율(구획별)

## 논 의

실험결과를 요약해 본다면, 첫째, 회피과제를 학습할 때 해마쥐가 빨리 학습하였다. 이 결과는 Isaacson, Douglas와 Moor(1961)의 결과와 일치하는 것이다. 둘째 동일한 맥락조건에서 파지검사를 실시하면 정상집단이나 해마집단의 파지는 유의미한 차이가 없었다. 이 결과도 기존의 연구결과와 일치하는 것이다(Toledo, Leyla & Black, 1970). 세번째 본 실험에서 가장 중요한 결과로, 맥락을 변경시킨 파지검사에서 해마쥐의 파지는 많은 손상을 보였으며 정상쥐보다 수행을 더 못했고, 회피반응 유형으로 미루어 보아 거의 처음 학습하는 것처럼 반응하였다. 이러한 결과는 Winocur 등이 먹이를 보상으로 사용한 동시식별과제에서 맥락을 변경시켰을 때 해마쥐가 파지검사에서 더 많은 수행의 결함을 보인다는 결과와 일치한다(Winocur & Olds, 1978).

본 실험의 결과는 정서감소가설이나 반응억제가설로는 적절하게 해석할 수 없는데, 왜냐하면 이 가설들은 맥락을 변경시키므로 현출자극들을 인출단서로 제공하지 않는 파지검사에서 해마쥐가 정상쥐보다 수행을 못하리라고 예측하지 않았기 때문이다. 이제 맥락가설로 해석해 본다면 해마쥐는 많은 맥락단서들을 통합하여 공간적 맥락과 시간적 맥락을 형성하는데 어려움이 있고 그래서 학습한 내용

을 시간적·공간적 맥락과 함께 부호화시키지 못하고 전체 맥락 중 존재하는 현출자극들만을 함께 부호화시키므로 인출시에 외적으로 제공된 인출단서에 전적으로 의존하여 인출하게 되는 것이다(Hirsh, 1974). 이에 반해 정상쥐는 많은 맥락단서들을 통합하여 기억속에 저장하게 되고 또한 실험상황에서 알아낸 관계성을 기억하게 된다. 더 나아가 이러한 개개의 정보들을 위계적으로 조직화하므로 통일된 상위개념으로 정보들을 체계화시키게 된다(Wickelgren, 1979). 이러한 기억은 비록 외적 인출단서가 없어도 동일한 관계성에 의해서 충분히 인출될 수 있기 때문에 맥락의 변화에 의해 영향을 받지 않게 된다고 해석할 수 있다. 정상동물에게 자극의 공간적 관계성을 변경시킨 검사상황을 제시했을 때 해마쥐보다 더 많은 갈등을 겪는다는 실험 보고가 있는데 이러한 사실은 관계성이 기억의 위계에서 중요한 것이라는 사실을 실증해 보인 것이다(Buzsaki, Grastgan, Mod & Winiczai, 1980).

결론적으로 해마쥐가 행동적 결함, 즉 외견상의 과활동성이나 공포감소와 같은 특성들을 나타낸다고 할지라도 그런 결함은 맥락자극을 통합하여 일관성있는 맥락개념으로 조직화하는 일련의 정보처리과정의 장애에 의해 나타나는 부수적인 결과라고 생각된다. 이런 관점에서 동물연구의 결과들을 다시 해석해 본다면 해마손상 동물의 행동적 결함도 인간의 결과와 마찬가지로 정보처리 과정의 장애로 설명될 수 있는 것이다.

최근의 조건형성 연구에서 맥락의 중요성이 새로이 부각되었는데 고전적 조건형성에서조차도 피험동물이 조건자극과 무조건 자극을 연합하는데 있어서 고립된 상태로서의 자극으로 지각하는 것이 아니라 특정맥락 속에 존재하는 조건자극 그리고 무조건 자극으로 지각하게 된다는 것이다(Lovibond, Prenton & Mackintosh, 1984).

그렇다면 맥락단서의 처리가 기억과정이나 행동통제에 어떤 기여를 하는 것인가? 학습이나 기억과정에 기여하는 바를 세가지로 생각해 볼 수 있다. 첫째 인출단서들을 풍부하게 해준다(Hirsh, 1974, Spear, 1974). 두번째 식별자극으로서의 역할을 하여 조건 A와 조건B를 구별하게 해주거나 상황 A나 상황 B를 구별하게 해준다(Sara, 1981). 세번째

Wickelgren이 주장하는 것처럼 맥락정보를 처리함으로써 기억들을 의미 수준으로 조직화할 수 있게 해준다 (Wickelgren, 1979). 행동통제에도 이러한 맥락의 처리가 중요한 역할을 하게 되는데, 맥락들을 처리함으로써 새로운 상황에 대해 적응과 습관화가 일어날 수 있게 해주고, 반응을 하는데 있어서 상황에 따라 구별되는 반응을 할 수도 있고 상황의 변화에 무관하게 관계성이나 원리에 따라 적절한 반응도 할 수 있게 해준다. 해마쥐들이 역전학습에서 장애를 보인 것이나 과제간에 전이를 잘못하거나 부적절하게 하는 실험결과도 이런 관점에서 설명할 수 있을 것이다 (Jarrad, 1975; Olton, Walker & Wolf, 1982; Thompson, 1983).

본 연구는 맥락가설을 지지하는 증거를 얻기위해 행하였다. 좀 더 강력한 증거를 위해서는 몇가지 문제점을 후속 연구에서 해결해야 하는데, 첫째, 피질통제집단이 포함되어야 한다. 둘째, 해마의 전체 기능으로서는 맥락가설을 주장하기 위해 복측해마의 손상결과도 얻어내야 한다. 셋째, 본 연구에서는 두개의 기구를 사용하였는데 이 두 기구가 요구하는 반응형태가 약간 다른 것이었다. 그래서 이러한 차이가 갈등을 야기시키므로써 해마쥐가 수행을 못 했을지도 모른다고 주장할 수 있기 때문에 후속 연구에서는 반응형태가 동일하게 되도록 기구를 제작하여 사용하는 것이 더 좋은 것이다. 마지막으로 본 실험에서 맥락을 변경시킨 파지검사에서 해마 집단이 더 나쁜 수행을 보인 결과를 기억과정이 아닌, 좀 더 기본적인 주의과정의 장애로 해석할 수도 있다. 즉, 맥락을 변경시킨 파지검사에서 해마 쥐가 학습한 내용을 인출할 수 없는 것이 아니라 변경된 맥락단서에만 주의를 기울여서 전기충격을 신호해 주는 불빛 (CS)에 주의를 기울이지 못하므로 수행의 결함을 보인다고 해석할 수도 있다. 이러한 해석상의 문제를 해결하기 위해서는 본 실험의 적응기간(5분) 보다 더 긴 적응기간을 제공하여 맥락단서에 주의를 기울일 시간을 충분히 주어야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

현성용. (1982) 전기경련 충격이 흰쥐의 학습된

무력감에 미치는 효과. 고려대학교 대학원 석사학위 논문.

Altman, J., Brunner, R.L. & Bayer, S.A. (1973). *The Hippocampus and Behavioral Maturation. Behavioral Biology*, 8, 557-596.

Black, A.H., Nadel, L. & O'keefe, J. (1977). *Hippocampal Function in Avoidance Learning and Punishment. Psychological Bulletin*, 84, No. 6, 1107-1129.

Blanchard, R.J., Blanchard, D.C. & Fial, R.A. (1970). *Hippocampal Lesion in Rats & Their effect on Activity, Avoidance and Aggression. Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 71, No. 1, 92-102.

Blanchard, R.J., Blanchard, D.C. (1969). *Passive and Active Reaction to fear-eliciting stimuli. Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 68, No. 1, 129-135.

Buzsaki, G., Grastyan, E., Mod., L., & Winiczai, Z. (1980). *Importance of cue location for intact and fimbria - fornix lesioned rats. Behavioral and Neural Biology*, 29, 176-189.

Douglas, R.J. (1967). *The Hippocampus and Behavior. Psychological Bulletin*, 76, No. 6, 416-442.

Hirsh, R. (1974). *The Hippocampus and Contextual Retrieval of Information from Memory: A Theory. Behavioral biology*, 12, 421-444.

Hirst, W. (1982). *The Amnesia Syndrome: Descriptions and Explanations. Psychological Bulletin*, 91, No. 3, 435-460.

Isaacson, R.L. & Douglas, R.J. & Moore, R.Y. (1961). *The Effects of Radical Hippocampal Ablation on Acquisition of Avoidance response. Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 54, No. 6, 625-628.

Jarrard, L.E. (1975). *Role of Interference in Retention by Rats with Hippocampus. Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 89, No. 5, 400-408.

Kenyon, J. & Krieckhaus, E.E. (1965). *Enhanced*



- avoidance behavior following septal lesions in the rat as a function of lesion size and spontaneous activity. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **59**, 466-469.
- Kimble, D.P. (1968). Hippocampus and Internal inhibition. *Psychological Bulletin*, **70**, 285-295.
- Lovibond, P.F., Prestin, G.C. & Mackintosh, J.J. (1984). Context Specificity of Conditioning, Extinction, and Latent Inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **10**, 360-375.
- Olton, D.S. (1973). Shock-Motivated Avoidance and the Analysis of Behavior. *Psychological Bulletin*, **79**, No. 4, 243-251.
- Olton, D.S., Walker, J.A. & Wolf, W.A. (1982). A disconnection Analysis of Hippocampus Function. *Brain Research*, **233**, 241-253.
- Pellegrino, L.J., Pellegrino, A.S. & Cushman, A.J. *A Stereotaxic Atlas of the rat Brain*. New York and London. Plenum Press.
- Sara, S.J. & Remacle M.D. (1981). Discrimination avoidance learning in hippocampal and cortical rats, acquisition, behavioral strategies and long-term retention. *Physiological Psychology*, **9**(1), 37-48.
- Spear, N.E. (1973). Retrieval of Memory in Animals. *Psychological Review*, **80**, No. 3, 163-194.
- Thompson, R. (1983). Abnormal learning and forgetting of individual spatial reversal problems in brain-damaged rats. *Physiological Psychology*, **11**(1), 35-46.
- Wickelgren, W.A. (1979). Chunking and consolidation: A theoretical synthesis of Semantic Networks, Configuring in conditioning, S-R Versus cognitive Learning, Normal Forgetting, the Amnesic Syndrome, and the Hippocampal Arousal System. *Psychological Review*, **86**, No. 1, 44-60.
- Winocur, G. & Olds J. (1978). Effects of context Manipulation on Memory and Reversal Learning in Rats with Hippocampal Lesion. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **92**, No. 2, 312-321.
- Winocur, G. (1980). The Hippocampus and cue utilization. *Physiological Psychology*, **8**, 280-288.
- Winocur, G. & Kinsbourne, M. (1978). Contextual cueing as an aid to korsakoff amnesics. *Neuropsychologia*, **16**, 671-682.

## **The Effect of Contextual Changes on Retention of Avoidance Learning in Rats with Hippocampal Lesions.**

Byoung-Kwan Park, Ki-Suk Kim

*Korea University*

This study was an attempt to examine dorsal hippocampal lesion effects on learning and retention in two way active avoidance task. Especially, the effects of contextual changes on retention in rats with dorsal hippocampal lesions were evaluated.

Hippocampal and control rats learned two way active avoidance task and were subsequently tested for its retention under the same or different contextual conditions.

Animals with hippocampal lesions clearly reached our learning criterion more rapidly than the controls. Both groups showed equally good savings of the avoidance learning in the same contextual conditioning, but the hippocampal group showed impaired memory when contextual cues at retention testing did not conform to those of original learning. The data are seen to support a context hypothesis.