

## 회피학습의 정도와 공포기억의 강도 사이의 관계 III: 학습상황 대 검사상황의 맥락변별의 효과\*

김 문 수<sup>†</sup>                      김 정 희  
전남대학교 심리학과

공포조건형성의 한 형태인 양방향 능동회피학습을 충분히 숙달되도록 하면 그 학습시에 사용된 경고자극(또는 CS)에 대한 공포반응이 사라진다는 기존의 연구결과(예, Kamin 등, 1963)와 일치하지 않는 결과들이 최근에 보고되었다. 본 연구는 기존의 연구결과가 동물들이 회피학습상황과 공포반응 검사상황을 변별하게 되었기 때문에 생겨났을 가능성을 검토하기 위하여 두 상황에 대한 변별 학습을 할 기회를 준 집단과 그렇지 않은 집단이 CS에 대해 나타내는 공포반응의 강도를 비교하였다. 공포반응 검사상황에서 나중에 회피학습에 사용될 CS에 흰쥐들을 사전노출시킨 이후에 회피반응을 충분히 숙달되게 학습시켰을 때, 이 동물들은 검사상황에 대한 그러한 사전노출을 경험하지 않은 동물들에 비해서 검사시에 CS에 대하여 약화된 공포반응을 보였다. 따라서 기존의 연구결과는 최소한 부분적으로는, 동물이 회피학습상황과 공포반응 검사상황이 다르며 후자의 상황에서는 CS가 전기충격을 수반하지 않는다는 사실을 어느 정도 학습했기 때문이라고 할 수 있다. 또한 이 결과는 그렇게 상황변별학습을 할 기회를 주지 않을 경우, 동물이 회피반응에 충분히 숙달되어도 CS에 대한 공포는 사라지지 않는다는 최근의 연구결과를 보강해주는 것이다.

---

\* 이 연구는 1996년도 학술진흥재단 자유공모과제지원에 의해 수행되었음(KRF 1996-001-C0233).

† 교신저자 : 김 문 수 / 500-757 광주시 북구 용봉동 300 전남대학교 심리학과 / munsookim@hanmail.net

능동회피학습 연구에서 잘 알려진 현상 중의 하나는 다음과 같은 것이다. 훈련의 초기에는 동물들이 각 시행을 시작할 때마다 주어지는 불빛 또는 소리 등의 경고신호(또는 CS)에 강한 정서반응(비명을 지른다든지 배설을 하는 등)을 보이는데, 훈련이 진행되면서 점차로 동물들은 전기충격을 받기 전에 다른 방으로 넘어가게 된다. 이러한 회피반응이 잘 학습되어 전기충격을 거의 받지 않는 수준에 도달하게 되면 동물들은 훈련 초기와는 달리 CS에 큰 정서반응을 보이지 않고 회피반응을 수행하는 듯이 보인다(예, Solomon & Wynne, 1953). 그런 인상은 조건정서반응(conditioned emotional response)을 사용한 연구에서 능동회피반응을 과학습(overtraining)한 쥐들이 과 학습하지 않은 쥐들에 비하여 공포반응을 적게 보이거나 거의 보이지 않았다는 결과로도 지지를 받는다(Kamin, Brimer & Black, 1963; Mineka & Gino, 1980; Starr & Mineka, 1977). 이런 결과는 회피학습에 대한 전통적인 2요인 이론(two-factor theory; Mowrer & Lamoreaux, 1951)에 중요한 반증을 제공하는 것으로 간주되어 왔다(McAllister & McAllister, 1991).

그러나 동물들이 겉으로는 공포반응을 보이지 않는다고 하더라도 그 CS에 대한 공포기억은 사라지지 않고 잠재되어 있을 가능성도 있다. 최근의 한 연구에서는 능동회피학습을 충분히 시키더라도 공포기억이 유지된다는 결과가 보고되었다(Smith & Levis, 1991). 이런 상반된 결과가 얻어진 원인으로는 실험절차 상의 여러 가지 차이를 들 수 있을 것이며, 따라서 어떤 조건 하에서 어떤 패턴의 결과가 얻어지는가를 밝히는 일이 중요할 것이다. 여기에 더하여, 기존의 연구들은 모두 공포의 지표로서 조건정서반응(bar-press suppression 또는 lick-suppression을 이용한)을 사용하였는데, 공포를 측정하는 다른 과제를 사용하여 이 문제를

검토해 볼 필요도 있다. 공포를 측정하는 여러 가지 지표가 반드시 일치하지는 않는 결과를 산출할 가능성도 배제할 수 없기 때문이다. 따라서 김문수와 김병훈(1997)은 흰쥐에게 능동회피반응을 충분히 숙달되도록 학습시킨 후, 공포로 증강된 깜짝반사(fear-potentiated startle reflex)를 사용하여 CS에 대한 공포반응의 강도를 측정하였다. 이 과제는 쥐들이 고주파수의 짧고 강한 소음에 소스라치듯 놀라는 청각적인 깜짝반사(acoustic startle reflex, 또는 경악반사)를 이용한 것으로서, 이 깜짝반사의 크기는 공포상태에 있을 때 더 증가된다는 사실이 잘 알려져 있다(Brown, Kalish & Farber, 1951; Davis, 1986).

김문수와 김병훈(1997)은 흰쥐들을 네 집단으로 나누어 하루에 30시행씩 1일, 2일, 4일, 또는 8일 동안 훈련을 시킴으로써 회피학습의 정도를 조절하였다. 쥐들의 수행은 2-3일째에 점근선에 도달했기 때문에 8일 동안 훈련을 받은 쥐들은 회피반응을 과학습했다고 간주할 수 있을 것이다. 공포로 증강된 깜짝반사를 통한 검사는 2, 4, 8일 훈련집단 사이에 CS에 대한 공포량에 차이가 없음을 보여주었다. 이 결과는 능동회피반응을 과 학습시켜도 CS에 대한 공포가 사라지거나 감소되지 않는다는 것을 보여주며 따라서 Smith와 Levis(1991)의 결과와 일치하는 반면 Kamin 등(1963)을 비롯한 기존의 여러 연구결과들과는 상충되는 것이다.

그러나 김문수와 김병훈(1997)이나 Smith와 Levis(1991)는 Kamin 등(1963)의 실험절차를 그대로 반복하지는 않았기 때문에 실험절차상의 미묘한 차이가 이러한 상충되는 결과를 낳았을 가능성이 있다. 따라서 이를 검증하기 위해 김문수, 정지운, 홍옥란과 임형문(2001)은 Kamin 등(1963)의 절차를 가능한 한 비슷하게 반복함과 동시에 또 다른 공포반응의 측정치를 사용한 연구를 수행했다.

김문수 등(2001)은 Kamin 등(1963)에서처럼 흰쥐들을 먼저 15시행만 회피학습을 시킨 후, 그 수행수준에 따라 다음 날 세 집단으로 나누어 각각 3, 9, 또는 27번 연속하여 회피반응이 나올 때까지 훈련시켰다. 그리고 나서 조건억압비와 유사한 측정치를 사용하여 공포의 정도를 검사하였다(아래 방법론 참조). 그 결과는 27회 연속회피반응(consecutive avoidance response: CAR)의 학습기준을 만족시킬 만큼 충분히 훈련시킨 동물들도 여전히 CS에 대하여 다른 두 집단과 유사한 정도로 공포반응을 나타내었다는 것이다. 이는 김문수와 김병훈(1997)과 Smith와 Levis(1991)의 연구결과를 보강해주는 것이다.

이 결과가 Kamin 등(1963)을 비롯한 기존의 연구결과와 일치하지 않는 이유에는 여러 가지가 있을 것인데, 중요한 것 한 가지는 맥락변별(context discrimination)일 수 있다. 기존의 연구들에서는 동물들로 하여금 막대누르기를 하는 도중에 제시될 CS에 대하여 습관화되도록 하기 위해서 회피학습을 시키기 전에 스키너 상자에서 막대누르기를 하는 도중에 CS를 24회 제시하였다. 그런 후에 다른 맥락, 즉 왕복상자에서 능동회피학습을 시킨 후 스키너 상자로 돌아와서 CS에 대한 억압비를 검사하였다. 따라서 27 CAR의 학습기준까지 훈련받은 집단은 다른 집단들에 비하여 더 오랜 시간을 왕복상자에서 보냈으므로 그만큼 스키너 상자와 왕복상자라는 두 맥락이 다름을 더 잘 학습했을 수 있었을 것이다. 다시 말하면, 이들은 왕복상자에서는 CS에 뒤이어 전기충격이 주어지는 반면 스키너 상자에서는 CS가 제시되어도 전기충격이 주어지지 않는다는 것을 배웠을 수 있다. 한편, 3 CAR이나 9 CAR 집단의 경우는 그런 맥락변별학습이 충분히 이루어지기 전에 회피학습이 끝나서 스키너 상자에서도 CS에 대하여 공포반응을 나타내었을 수 있다. 만약 이 가능성

이 사실이라면 맥락변별학습을 할 기회를 갖는지의 여부에 따라 CS에 대한 공포반응의 강도가 달라져야 할 것이다. 김문수 등(2001)의 연구에서는 동물들이 공포반응 검사상황에 대한 아무런 사전노출 없이 바로 능동회피학습을 하였으므로 맥락변별학습의 기회가 없었다. 따라서 본 연구는 동물들이 공포반응 측정에 사용되는 활동성 검사상자에서 CS를 여러 차례 제시받고 난 후에 회피학습을 할 경우 Kamin 등(1963)에서처럼 나중의 검사시에 공포반응이 감소된 결과를 나타내는지 알아보았다. 이를 위하여 본 연구는 흰쥐들을 두 집단으로 나누어 한 집단에게는 활동성 검사상자에서 CS를 24회 제시한 후에 능동회피학습을, 다른 집단에게는 검사상황에 사전노출 시키지 않고 바로 능동회피학습을 27 CAR의 학습기준까지 훈련시켰다. 검사시에는 CS의 제시에 따른 동물의 전반적 활동성(general activity)의 변화를 억압비(Annau & Kamin, 1961)로 변환시켜 조건공포의 지표로 삼았다.

## 방 법

### 피험동물

Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐 44마리(대한실험동물센터)를 피험동물로 사용하였다. 생후 8주령(230~280g)의 동물들을 구입하여 집단사육상자(42×26×18cm)에 2-3마리씩 사육하였다. 먹이와 물이 제한 없이 공급되는 약 1주일의 적응기간을 거친 후, 손에 길들이기를 시작할 때부터 실험기간 동안 먹이를 제한하여 동물들에게 하루에 한 마리 당 약 15g의 먹이를 주었다. 이는 예비실험에서 흰쥐들의 몸집이 커질수록 능동회피학습 시 전기충격을 받는 데 문제가 발생할 가능성이 높

아침이 발견되었기 때문에 이들의 체중을 300-350g으로 유지하기 위함이었다. 사육실의 조명은 인위적으로 조절하여 오전 8시부터 14시간 동안을 밤 주기로, 나머지 10시간을 낮 주기로 하였고, 온도는 18-22°C, 습도는 40-60%로 유지하였다.

## 실험기구 및 장치

### 왕복상자(shuttle box)

양방향 능동회피학습을 위하여 아크릴로 왕복상자(67×20.5×33cm) 두 개를 제작하여 사용하였다. 벽면은 전면부만 바깥에서 관찰이 가능하도록 반투명 아크릴로, 나머지는 모두 불투명한 검정색 아크릴로 만들었다. 이 상자들은 동일한 크기의 두 칸으로 나뉘어져 있었는데, 양쪽 칸 사이의 벽에는 동물이 지나다닐 수 있도록 10×12cm의 직사각형 통로를 만들어 놓았다. 각 칸의 뚜껑에는 각 시행의 시작을 알리는 경고신호 또는 조건자극(CS)으로 사용될 작은 백열전구(220V, 10W)를 달았고, 각 칸의 바깥쪽 벽에는 환기와 배경소음을 제공하기 위한 목적으로 컴퓨터용 팬을 달았다. 각 칸의 바닥에는 피험동물의 발바닥에 전기충격을 줄 수 있도록 스테인레스 스틸 막대 16개(지름 0.4cm, 막대간 간격 1.6cm)를, 이 막대들 아래에는 배설물받이용 서랍을 설치하였다. 이 막대들은 피험동물이 어느 막대에 발을 딛고 있는지와 상관없이 뒤섞인 전기충격(scrambled shock)을 받도록 Coulbourn Instrument사 제작 전기충격발생기(모델 E13-14)에 연결시켰다. 동물이 어느 칸에 있는지를 탐지하기 위해 각 칸의 벽에 구멍을 뚫고 photo sensor를 일렬로 네 개씩 부착하였다. 각 왕복상자는 두 개의 독립된 실험실에 설치되었고 각 실험실에는 적색 전구가 켜져 있었으며 CCTV 카메라를 통하여 실험실 옆방에서 실험상황을 점검할 수 있었다. 동물의 위치 탐지,

불빛 자극과 전기충격의 제시와 종료, 그리고 동물의 행동에 대한 자료수집은 모두 IBM 호환 PC (펜티엄 급)로 제어되었다.

### 활동성 측정기구

활동성을 측정하는 장치는 한정수와 김현택(1991)이 Parreo, Saraz와 Subero(1985)가 개발한 장치를 본따서 만든 것을 수정하여 사용하였다. 이는 스피커를 이용하는 방법으로서, 스피커의 떨림판을 떼어내고 피험동물을 놓을 아크릴 재질의 원형판(지름 10cm)을 스피커 중심부에 두었다. 이 원형판 아래부분 한가운데에 스피커의 가동코일을 세로로 부착한 후, 원형판 둘레에 8개의 스프링을 달아서 스피커의 가장자리에 연결하여 고정시켰다. 원형판 위에 아크릴로 만든 상자(즉 활동성 검사상자, 30×30×25cm)를 고정시키고 그 속에 피험동물을 두면 동물의 움직임에 의해 원형판이 상하로 움직이게 되고 그에 따라 발생된 유도전압으로 동물의 움직임 정도가 측정될 수 있었다. 동물의 움직임에 의해 발생된 유도전압은 4msec 간격으로 표집되었고 소프트웨어를 통해 20배 증폭되었다. 이 상자의 벽면과 바닥은 검정색 아크릴로 제작되었고 투명 아크릴로 된 뚜껑에는 왕복상자에 있는 것과 동일한 백열전구가 부착되었다. 이 활동성 측정기구는 왕복상자가 설치된 두 실험실 중 한 곳에 설치되었고 모든 동물이 이 한 측정기구로 검사를 받았다. 불빛의 제시와 반응의 기록은 역시 IBM 호환 PC에 의해 제어되었다.

### 실험 절차

#### 손에 길들이기(handling) 및 검사상황에 대한 사전노출

실험이 시작되기 전 며칠 동안 동물들을 하루

에 한 번, 한 번에 약 5분씩, 총 2-3회에 걸쳐 손에 길들이기를 하였다. 그 후 동물들을 검사상황에 사전노출(pre-exposure)한 집단과 사전노출하지 않은 집단의 둘로 나누어 사전노출 집단에게만 활동성 검사상자에서 다음 절차에 따라 불빛(즉 나중에 능동회피학습시에 사용될 경고자극이자 조건공포 검사에서 사용될 CS)을 제시하였다. 동물을 상자에 넣은 후 4분째에 불빛을 20초간 제시하기 시작하여 2분 또는 3분 간격으로 총 24회 불빛을 제시하였다. 따라서 한 동물 당 사전노출 처치에는 거의 1.5시간이 걸렸다. 불빛이 제시되는 동안은 제외하고는 검사상자 안은 암흑이었으며 검사실 내의 한쪽 벽에 적색 전구가 항상 켜져 있어서 실험실 내에 설치된 CC TV 카메라를 통하여 실험실 외부에서 동물의 행동을 관찰할 수 있었다.

#### 양방향 능동회피학습

손에 길들이기를 한 후, 또는 검사상황에 사전노출을 한 후 양방향 능동회피학습을 시작하였다. 동물을 왕복상자의 한쪽 칸에 넣고 암흑상태에서의 적응기간 5분이 지난 후 첫 시행을 시작하였다. 각 시행은 불빛이 켜지고 10초 후에 전기충격(0.8mA)이 10초 동안 가해지는 것이었다. 불빛과 전기충격은 동물이 다른 칸으로 회피 또는 도피를 한 0.4초 후에 종료되었다. 전기충격이 주어지는 10초 동안 도피하지 못하는 경우(반응 실패)에는 전기충격과 불빛이 함께 종료되었다. 시행간 간격은 45-75초 범위 내에서 5초 단위로 무선적으로 변화도록 컴퓨터 프로그램에 의해 결정되었다.

훈련 첫째 날에는 모든 동물에게 15회의 훈련 시행을 시켰고, 둘째 날에는 27회 연속회피반응(consecutive avoidance responses; CAR)을 할 때까지 동물들을 훈련시켰다. 최대 100시행을 할 때까지

동물이 학습기준에 도달하지 못하면 실험을 종료시키고 다음날 똑같은 절차를 반복하였다. 셋째 날까지 27 CAR의 기준에 도달하지 못한 동물은 자료에서 제외하였다.

능동회피학습 동안 수집된 행동자료는 회피반응의 수와 잠재시간, 도피반응의 수와 잠재시간(즉 전기충격을 받은 기간), 시행간 간격 동안 양쪽 칸을 건너다니는 이동운동(intertrial crossing) 횟수 등이었다. 또한 공포반응을 측정하기 위한 활동성 검사 이전까지 이틀 또는 사흘 동안 동물들이 경험한 CS-US 짝짓기의 총 횟수, 즉 도피반응과 반응 실패를 합친 횟수를 계산하였다(표 1 참조).

#### 활동성 검사

학습 후 하루 또는 이틀이 지난 뒤 동물을 활동성 검사상자에 넣고 아무런 자극이 제시되지 않는 4분의 적응기간(habituation period)을 거친 후 4회의 검사시행이 시작되었다. 적응기간 동안은 동물의 활동성 자료가 기록되지 않았고, 첫번째 검사시행이 시작되면서 자료가 기록되기 시작했다. 각 검사시행은 8분 길이로서, 아무런 자극이 제시되지 않는 6분의 기간이 지난 후 6분째에 CS가 40초 동안 제시되었다. 따라서 동물들은 사실상 활동성 검사상자에 들어간 지 10분 후에 CS를 최초로 제시받은 셈이었다. CS가 꺼지고 나서 1분 20초 후에 검사시행 1이 종료되었다. 바로 직후에 검사시행 2~4가 검사시행 1과 동일한 절차로 행해졌다. CS의 제시에 의한 활동성 변화의 정도를 Annau와 Kamin(1961)의 억압비(suppression ratio, 공식  $x/(x+y)$ 에서  $x$ 는 불빛제시 구간 40초 동안의 활동성,  $y$ 는 불빛제시 직전 40초 구간의 활동성)로 변환하였다. 억압비 0은 활동성의 완전한 억압을, 0.5는 활동성이 전혀 억압되지 않았음을 나타낸다. 즉 억압비가 0에 가까울수록 공포반응이 강함을, 0.5에 가까울수록 공포반응이 약

함을 의미한다.

### 결 과

회피학습 셋째 날까지 27 CAR의 학습기준에 도달하지 못한 동물의 수가 사전노출 집단과 비사전노출 집단에서 각각 17마리와 10마리였고, 이들을 제외한 17마리(사전노출 집단,  $n = 9$ ; 비사전노출 집단,  $n = 8$ )가 자료분석에 포함되었다. 동물이 학습기준에 도달하지 못하는 주된 이유는 첫째, 전기충격이 가해지는 쇠막대 하나 위에 두 발을 딛고 일어서서 전기충격을 잘 받지 않는 것을 배우기 때문이었다. 특히 사전노출 집단의 동물들은 불빛 CS가 제시되면 뒷발로 일어서서 불빛 주위를 비롯하여 왕복상자의 뚜껑 부위를 탐색하는 행동을 활발히 보였는데, 이런 행동이 학습을 방해하는 경우가 많았다. 둘째, 동물이 왕복

상자의 양쪽 방에 몸이 걸쳐지도록 한가운데 통로에 멈추어 있는 경우에는 동물이 어느 방에 있는지를 탐지·결정한 후에 시행을 시작하도록 짜여진 컴퓨터 프로그램이 더 이상 진행되지 못하게 되기 때문이었다. 그럴 때에는 실험자가 동물을 한쪽 방으로 강제로 밀어줌으로써 학습이 다시 재개되었는데, 이렇게 밀어주어야 하는 횟수가 대략 4-5회 이상이었던 동물들은 결국 학습기준에 도달하지 못하는 경우가 대부분이었다.

### 능동회피학습

표 1은 능동회피학습시에 측정된 여러 행동지표들을 요약하고 있다. 각각의 측정치에 대한  $t$ -검증 결과, 학습 첫째 날의 회피반응 수에서만 두 집단 사이에 유의미한 차이( $t(15)=2.170, p<.05$ )가 나타났을 뿐 다른 모든 측정치에서는 차이가 발견되지 않았다. 즉 사전노출 집단은 비사전노

표 1. 능동회피학습에서의 여러 행동지표의 평균(표준편차).

훈련	측정치	집 단	
		사전노출	비사전노출
첫 째 날	회피반응 수*	0.89 (0.93)	3.75 (3.85)
	반응 실패 수	0.44 (0.73)	0.25 (0.71)
	도피반응의 잠재시간(초)	1.53 (0.58)	1.08 (0.34)
	전기충격 받은 총 시간(초)	25.02 (13.79)	14.60 (11.12)
	시행간 평균 이동운동 횟수	0.30 (0.26)	0.39 (0.29)
둘 째 날 + 셋 째 날	학습기준까지의 시행 수	88.33 (39.07)	82.00 (59.15)
	회피반응 비율(%)	73.77 (11.00)	80.68 (8.75)
	회피반응의 잠재시간(초)	4.21 (0.92)	3.78 (0.63)
	도피반응의 잠재시간(초)	0.85 (0.32)	0.69 (0.18)
	전기충격 받은 총 시간(초)	22.36 (16.31)	15.10 (14.27)
	시행간 평균 이동운동 횟수	0.59 (0.53)	0.40 (0.48)
CS-US 짝짓기 총 횟수		38.22 (16.36)	27.63 (16.08)

\* 집단간 유의한 차이,  $p < 0.05$

출 집단에 비하여 첫째 날의 능동회피학습에서 회피반응을 더 적게 했을 뿐, 다른 대부분의 면에서 비슷한 수행을 보였다. 특히 27 CAR 학습기준에 도달하기까지 걸린 시행 수나 회피반응의 비율에서 유의미한 집단간 차이가 없었다(각각  $p > .07$ ,  $p > 0.15$ )는 사실은 이 두 집단의 동물들의 학습능력이 다르지 않음을 시사한다. 또한 둘째 날에 학습기준에 도달하지 못하고 셋째 날에 도달한 동물의 수는 각 집단마다 2마리였다.

### 활동성 검사

그림 1은 활동성 검사에서 얻어진 불빛 CS에 대한 억압비를 4회의 검사시행에 걸쳐서 보여주고 있다. 집단(즉 사전노출여부)을 피험자간 변인으로, 검사시행을 피험자내 변인으로 하여 억압비에 대한  $2 \times 4$  변량분석을 한 결과, 집단의 주효과( $F(1, 15) = 8.634$ ,  $p < .01$ )가 유의미한 것으로 밝

혀졌다. 이는 곧 사전노출 집단이 비사전노출 집단보다 전반적으로 약한 공포반응을 나타내었음을 보여주는 것이다. 또한 검사시행의 주효과( $F(3, 45) = 10.109$ ,  $p < .001$ )가 유의미한 것으로 나타나서 공포반응의 강도가 검사시행에 걸쳐 감소되었음을 보여주었다. 집단과 검사시행의 상호작용은 유의미하지 않았다( $F(3, 45) < 1$ ).

본 실험의 주목적은 검사상황에 대한 사전노출이 회피학습 후 검사시행에서의 공포반응을 감소시킬 것인가를 밝히는 것이므로, 이를 위하여 두 집단 사이의 억압비의 차이에 대하여 planned *t-test*를 수행하였다. 그 결과, 검사시행 1에서 사전노출 집단은 비사전노출 집단보다 더 높은 억압비, 즉 더 약한 공포반응을 나타내었음이 밝혀졌다( $t(15) = 2.503$ ,  $p < .03$ ). 검사시행 2에서는 집단간 차이가 유의미한 수준에 근접( $t(15) = 1.865$ ,  $p < .09$ )했으며, 검사시행 3과 4에서는 집단간 차이가 발견되지 않아서( $p > .40$ ) 검사시행이 거듭됨에 따

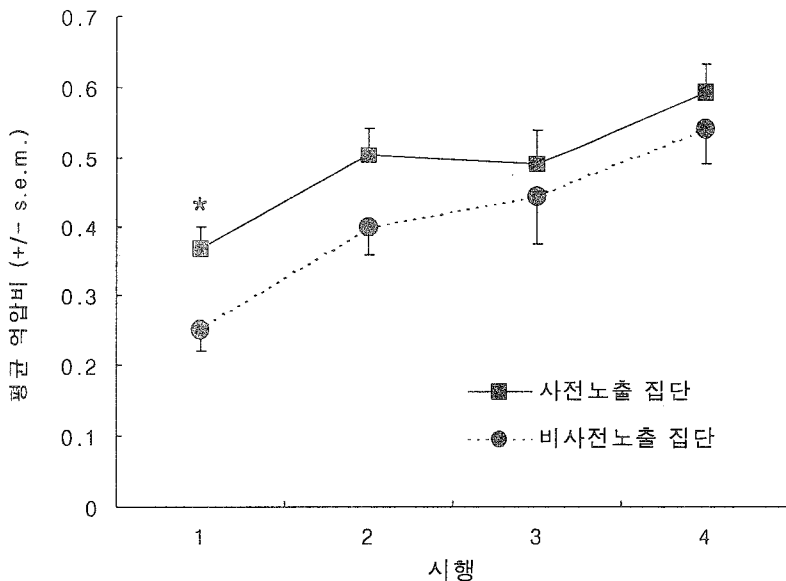


그림 1. 활동성 검사 결과. \*:  $p < .03$

라 공포반응의 소거가 일어났다. 위의 변량분석 결과와 함께 이러한  $t$ -검증 결과는 사전노출 처치가 공포반응을 감소시켰음을 보여준다.

검사상황에 대한 사전노출 처치는 동물들을 검사상황에 습관화시킴으로써 나중에 다시 동일한 검사상황에 처해진 동물들의 절대적 활동성 수준을 감소시킬 가능성이 있다. 만약 사전노출 집단의 절대적 활동성 수준이 충분히 낮아진다면 CS의 제시로 인한 활동성 감소의 폭이 제한되어 억압비의 감소가 적어지는 일종의 바닥효과가 나타날 수 있다. 따라서 검사시행 1에서 CS가 제시되기 직전까지 6분간의 활동성 수준을 40초 구간들(즉 총 9구간)로 나누어 분석하였다(그림 2의 A). 집단을 피험자간 변인으로, 40초 구간을 피험자내 변인으로 하여  $2 \times 9$  변량분석을 한 결과, 집단의 주효과는 유의미하지 않았지만( $F(1, 15) < 1$ ), 구간의 주효과는 유의미하였다( $F(8, 120) = 3.262, p < .005$ ). 또한 집단과 구간의 상호작용도 유의미하였다( $F(8, 120) = 2.076, p < .05$ ). 각 구간별로 두 집단의 활동성 정도를  $t$ -test로 검사한 결과, 구간 3(즉 80~120초 기간)에서만 유의미한 차이가 발견되었다( $t(15) = 2.541, p < .03$ ). 이 분석결과는 그림 2와 종합해 볼 때 비사전노출 집단의 절대적 활동성이 대략 동일한 수준에서 유지된 반면에 사전노출집단의 절대적 활동성은 비사전노출집단보다 약간 높은 수준에서 시작하여 점차로 완만하게 감소하였음을 시사한다. 중요한 점은 CS가 제시될 시점에서는 두 집단의 절대적 활동성 수준에서 전혀 차이가 없었다는 사실이며, 따라서 검사시행 1에서 나타난 두 집단의 억압비 사이의 차이는 바닥효과로 인한 것이 아니라고 할 수 있다.

사전노출 집단이 검사시행 1에서 비사전노출 집단보다 약한 공포반응을 보이기는 했지만 그래도 여전히 CS에 대하여 유의미한 공포반응을 보

일 가능성이 있다. 이를 검증하기 위하여 동물이 CS에 대해 전혀 공포반응을 일으키지 않는다고 할 때의 이론적 억압비인 0.5에 비하여 각 집단의 억압비가 얼마나 다른가에 대한 단일표본  $t$ -검증을 수행한 결과, 사전노출 집단은 검사시행 1에서만 억압비의 유의미한 감소, 즉 유의미한 공포반응을 보였다( $t(8) = 4.025, p < .005$ ). 이에 비하여 비사전노출 집단은 검사시행 1과 2에서 억압비의 유의미한 감소를 보였다(각각  $t(7) = 7.891, p < .001$  과  $t(7) = 2.499, p < .05$ ). 따라서 이 결과와 두 집단의 억압비 사이의 차이에 대한 위의 검증 결과를 종합해 보면, CS에 대한 사전노출 집단의 공포반응은 비사전노출 집단에 비하여 약화되기는 했지만 여전히 유의미한 수준으로 나타났다가 비사전노출 집단보다 더 빨리 소거되었다고 할 수 있다.

그런데 비사전노출 집단의 경우 단지 두 번의 검사시행 이후에 공포반응이 쉽게 소거된 것은 조건공포반응이 소거에 대한 강한 저항성을 보여준다는 기존의 연구결과들과 일관적이지 못한 것으로 보인다. 이런 결과는 검사시행 1 이후에 동물들의 절대적 활동성 수준이 전반적으로 낮아졌기 때문일 가능성이 있다. 즉 검사시행 1에서 CS에 의해 유발된 공포반응이 오래 지속되어 검사시행 2~4에서도 동물들의 활동성이 아주 낮은 상태라면 CS가 제시되더라도 활동성이 더 이상 낮아질 여유가 없을 수 있고, 이로 인하여 실제로는 동물들이 상당한 동결반응을 보이더라도 억압비 상에는 그것이 반영되지 않는, 위에서 살펴본 바와 유사한 종류의 바닥효과가 생길 수 있는 것이다. 이런 가능성을 검토하기 위하여 네 번의 검사시행에서의 두 집단의 활동성 변화 추세를 40초 구간(즉 검사시행 당 총 12구간)으로 나누어 그림 2에 나타내었다. 여기서 볼 수 있는 바와 같이 검사시행 2~4 동안의 동물들의 활동



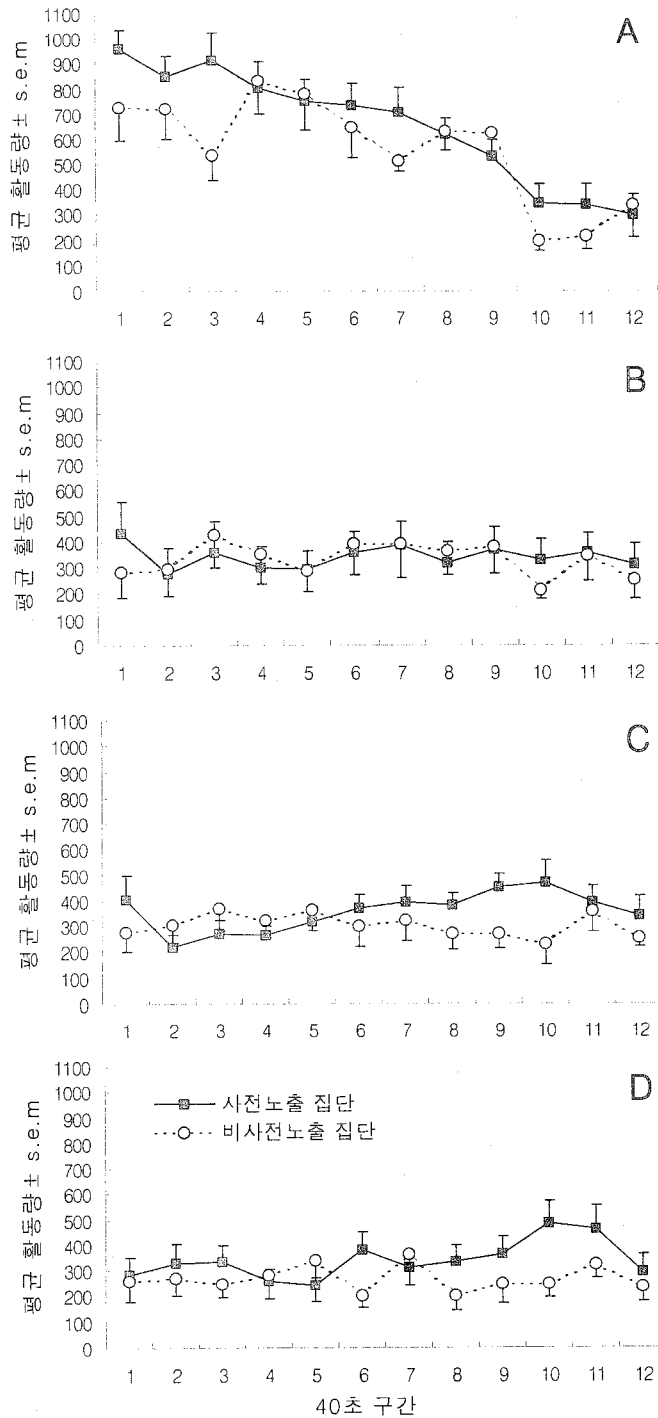


그림 2. 활동성 검사에서 각 시행(8분)마다 40초 구간 단위로 본 활동성 수준의 변화 추세. A, B, C, D는 각각 검사시행 1, 2, 3, 4를 나타내며, 각 시행에서 구간 10이 CS가 제시된 구간이다.

성은 전반적으로 낮아진 상태였는데, 이를 통계적으로 검증하기 위하여 억압비를 구하는 공식에 포함되는 구간으로서 CS가 제시되기 직전인 구간 9 동안의 활동성 수준을 분석하였다. 구체적으로, 검사시행 1에 비하여 검사시행 2~4가 얼마나 다른지를 paired *t*-test로 비교하였다. 그 결과, 비사전노출 집단의 경우, 검사시행 1에서의 구간 9 동안의 활동성 수준은 검사시행 3이나 4에서의 구간 9 동안의 활동성 수준보다 유의미하게 더 낮았다(각각  $t(7)=2.437, p<.05$ , 그리고  $t(7)=4.333, p<.005$ ). 검사시행 1과 2 사이의 차이는 유의미한 수준에 근접하였다( $t(7)=1.984, p<.09$ ). 반면에 사전노출 집단의 경우에는 검사시행 1과 2 사이의 차이만 유의미하였다( $t(8)=2.746, p<.03$ ). 따라서 비사전노출 집단의 공포반응이 쉽게 소거된 것으로 보이는 이유는 절대적 활동성 수준의 감소로 인한 바닥효과 때문이었다고 할 수 있다.

### 논의 및 결론

본 연구의 주요결과는 능동회피학습 이전에 활동성 검사상자에서 약 1.5시간 동안 CS에 24회 사전노출된 집단이 사전노출되지 않은 집단에 비하여 유의미하게 약화된 공포반응을 CS에 대하여 나타내었다는 것이다. 다시 말하면, 공포반응 검사상황과 회피학습상황 모두를 비교적 오랜 시간 경험함으로써 검사맥락과 학습맥락을 변별할 수 있는 기회를 가졌던 동물들은 CS에 대한 공포반응이 감소되었다.

김문수 등(1997, 2001), Smith와 Levis(1991), 그리고 본 연구에서 일관적으로 나타난 결과는 동물들이 능동회피반응을 충분히 숙달되도록 학습하여도 CS에 대한 공포반응이 약화되지 않을 수 있다는 것인데, 이는 Kamin 등(1963)을 비롯한 기존

의 연구결과들과 상충되는 것이다. 한편, 본 연구는 기존의 연구결과를 부분적으로 반복검증하기도 했는데, 그것은 기존의 연구들에서처럼 회피학습에 사용될 경고자극을 동물들에게 검사상황에서 미리 경험시킨 조건에서는 동물들이 능동회피반응에 숙달되게 되면 CS에 대한 공포반응이 감소되었다는 것이다. 이러한 두 가지 사실은 본 논문의 도입부에서 제기되었던 가능성, 즉 Kamin 등(1963)을 비롯한 기존의 연구들에서 동물이 능동회피반응을 과학습하면 CS에 대한 공포반응이 거의 나타나지 않았던 이유가 학습상황과 검사상황을 변별하게 되었기 때문이라는 가설을 지지하는 것이다. 따라서 능동회피반응을 과학습한다고 해서 반드시 CS에 대한 공포반응이 약화되는 것은 아니라고 할 수 있다.

그런데 본 연구에서 사전노출 집단의 공포반응이 약화된 이유가 검사상황과 학습상황을 변별했기 때문이라기보다는 사전노출 처치로 인하여 이 집단이 방해를 받아 비사전노출 집단만큼 회피반응을 잘 학습하지 못했기 때문일 가능성이 있다. 사실상 이러한 처치는 나중의 학습에서 사용될 CS를 US와는 짝지어짐 없이 따로 미리 경험하면 이후의 학습이 지연되는 잠재적 억제(latent inhibition) 현상(Lubow와 Moore, 1959)을 초래할 것이라고 예상할 수 있는데, 회피학습 첫째 날의 회피반응 수를 보면 이런 예상이 들어맞음을 알 수 있다. 사전노출 집단이 비사전노출 집단보다 회피반응을 더 적게 하여 학습이 지연되었음을 알 수 있기 때문이다. 하지만 이러한 회피학습 수행의 차이는 둘째 날에는 이미 없어져서 두 집단은 27 CAR에 도달하기까지의 시행 수를 비롯한 다른 모든 측정치에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 따라서 사전노출 집단은 비록 첫째 날에는 회피학습의 지연을 나타냈지만 곧 회복한 것으로 보이며, 이 집단이 비사전노출 집단만큼

능동회피반응을 잘 학습하지 못했다는 증거는 찾을 수 없다. 어찌 되었건, 두 집단 모두 동일한 학습기준에 도달할 때까지 훈련받았으므로 사전 노출 집단이 비사전노출 집단보다 학습을 덜 해서 공포반응이 약화된 것처럼 보인다고 이야기하기는 힘들다.

사전노출 처치가 일으킬 수 있는 또 다른 효과는 동물들이 검사상황에 습관화되어 학습 후 공포반응 검사시에 절대적 활동성 수준이 낮아져버리는 것이다. 그럴 경우, CS가 제시되어도 이미 낮아진 활동성 수준이 더 이상 충분히 감소되지 못하는 바닥효과가 일어날 수 있다. 즉 사전노출 집단의 공포반응 감소가 바닥효과 때문에 생긴 artifact일 가능성이 있다는 것이다. 하지만 검사시행 1에서 CS가 제시되기 직전까지의 절대적 활동성 수준의 면에서 두 집단 사이에 차이는 없었으며, 오히려 사전노출 집단이 검사 초기에 비사전노출 집단보다 약간 더 높은 활동성을 보이는 경향이 있었다. 따라서 검사시행 1에서 사전노출 집단의 약화된 공포반응이 바닥효과 때문은 아니라고 할 수 있다.

하지만 검사시행 2~4에서는 그림 2에서 보는 바와 같이 동물들의 활동성이 감소된 상태로 유지되었기 때문에 CS가 제시되더라도 활동성이 더 이상 많이 낮아지지 못하는 바닥효과가 존재했던 것으로 보인다. 본 연구에서 비사전노출 집단의 공포반응이 빨리 소거된 결과가 얻어진 이유는 이러한 바닥효과로 설명될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 통계적으로 유의미하지는 않았으나 예상하지 못했던 결과가 두 가지 얻어졌다. 첫째, 회피학습 이전에 검사상황에 미리 약 1시간 30분 동안 사전노출된 동물들이 회피학습 후 활동성 검사에서 습관화된 반응, 즉 활동성의 감소를 보이는 게 아니라 검사상황을 처음 경험하는 비사전노출 집단보다 오히려 약간 더 높은 활

동성 수준을 검사 초기에 보이는 경향이 있었다. 둘째, 그림 1에서 보듯이 두 집단 모두 검사시행이 반복되면서 억압비의 증가(즉 공포의 소거)를 보였는데, 결국 검사시행 4에서는 0.5를 넘어서는 억압비를 나타냈다. 이는 곧 마지막 검사시행에서는 동물들이 CS에 대하여 활동성의 감소(동결 반응이나 습관화로 인한)가 아니라 오히려 활동성의 증가를 보이는 경향(사전노출 집단의 억압비 0.592와 활동성의 무변화를 나타내는 이론적 억압비 0.5 사이의 차이가 유의미 수준에 근접함;  $t(8)=2.178, p<.065$ )이 있었음을 의미한다. 일반적으로는 동일한 자극을 반복경험함으로써 반응이 감소되는 습관화가 일어날 것으로 기대되는 위의 조건들 아래에서 왜 이러한 반대 현상이 나타났는지 현재로서는 확실히 알 수 없다. 위의 첫째 결과를 설명할 수 있는 한 가지 가능성은 사전노출 집단의 경우, 활동성 검사상자가 왕복상자와 공포반응을 일으킬 정도로까지는 유사하지 않으면서 각성상태를 유발할 수 있을 만큼만 유사하기 때문일 수 있다는 것이다. 위의 둘째 결과는 불빛이 갖는 활동성 유발효과 때문일 수 있다. 본 실험실의 미발표 자료에 의하면 아무런 혐오 학습을 하지 않은 동물의 경우, 활동성 검사상자에서 불빛이 제시될 때 전반적으로 활동성이 증가하였다. 이러한 활동성의 증가가 정향반사인지는 명확하지 않으나, 불빛의 활동성 유발효과는 여러 동물에서 여러 연속된 시행에 걸쳐 일관성 있게 관찰되는 강력한 현상이었다. 따라서 본 실험에서 CS가 제시되는 검사시행이 반복됨에 따라 공포반응이 소거되면서 마지막 시행에서는 결국 불빛의 활동성 유발효과가 드러난 것일 수 있다.

본 연구에서는 맥락변별 가설을 검증하기 위하여 27 CAR까지 훈련시키는 집단만을 사용하였다. 만약 맥락변별 가설이 옳다면 검사상황에 대한 사전노출이나 학습상황에 대한 노출이 적을수록

맥락변별이 더 힘들어질 것이고, 따라서 사전노출 집단과 비사전노출 집단 사이에 공포반응의 차이가 적어질 것이다. 구체적으로, 27 CAR이 아니라 3 CAR 또는 9 CAR에 도달할 때까지만 훈련받은 사전노출 집단은 27 CAR에 도달할 때까지 훈련받은 집단만큼 맥락변별을 잘 하지는 못할 것으로 기대할 수 있고, 따라서 CS에 대한 공포반응의 감소가 그만큼 적을 것이라고 예상된다. 그 결과, 3 또는 9 CAR 학습기준까지 훈련받은 사전노출 집단은 똑같은 기준까지 훈련받은 비사전노출 집단과 비슷한 수준의 공포반응을 나타낼 가능성이 있고, 그럴 경우 27 CAR 학습기준까지 훈련받은 사전노출 집단보다 더 강한 공포반응을 나타낼 가능성도 있다. 사실상 Kamin 등(1963)을 비롯한 기존의 연구들이 보고한 결과가 바로 이러한 것이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 사용된 사전노출 처치를 3 CAR과 9 CAR 집단에 적용하여 Kamin 등(1963)의 결과를 반복검증할 수 있다면, 그것은 김문수 등(1997, 2001)의 결과와 합쳐 볼 때 맥락변별 가설을 강하게 지지하는 것이 될 것이다. 이를 위한 후속연구가 본 실험실에서 진행 중이다.

요약하면, 본 연구는 능동회피반응을 충분히 숙달되도록 학습시킬 경우 그 학습에 사용된 CS에 대한 공포반응이 사라지거나 감소된다는 기존의 연구결과는 그렇게 많이 훈련받은 동물들이 학습상황과 검사상황을 잘 변별하게 되었다는 사실에 최소한 부분적으로 기인함을 보여주었다. Kamin 등(1963)을 비롯한 기존의 연구들에서 동물들은 회피학습상황과 공포반응 검사상황이 다르며 후자의 맥락에서는 CS가 전기충격을 수반하지 않는다는 사실을 학습한 것으로 보인다. 따라서 본 연구결과는 능동회피반응에 충분히 숙달되어도 전기충격과 연합된 CS에 대한 공포반응은 사라지지 않는다는 김문수 등(1997, 2001)과 Smith와

Levis(1991)의 연구결과를 보강하는 것이다.

### 참고문헌

김문수·김병훈 (1997). 회피학습의 정도와 공포 기억의 강도 사이의 관계: 과학습이 공포를 감소시키는가? 한국심리학회지: 생물 및 생리, 9, 35-44.

김문수·정지운·홍옥란·임형문 (2001). 회피학습의 정도와 공포기억의 강도 사이의 관계 II: 회피반응에 숙달되어도 CS에 대한 공포는 감소되지 않는다. 한국심리학회지: 생물 및 생리, 13, 45-56.

한정수·김현택 (1991). 경악반응 측정법. 한국심리학회지: 생물 및 생리, 3, 162-168.

Annau, Z., & Kamin, L. J. (1961). The conditioned emotional response as a function of intensity of the US. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 54, 428-432.

Brown, J. S., Kalish, H. I., & Farber, I. E. (1951). Conditioned fear as revealed by magnitude of startle response to an auditory stimulus. *Journal of Experimental Psychology*, 41, 317-328.

Kamin, L. J., Brimer, C. J., & Black, A. H. (1963). Conditioned suppression as a monitor of fear of the CS in the course of avoidance training. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56, 497-501.

Lubow, R. E. & Moore, A. U. (1959). Latent inhibition: The effect of non-reinforced preexposure to the conditioned stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 52, 415-419.

McAllister, D. E. & McAllister, W. R. (1991). Fear

- theory and aversively motivated behavior: Some controversial issues. In M. R. Denny (Ed.), *Fear, avoidance, and phobias: A fundamental analysis*. (pp. 135-163). Hillsdale, NJ: Lawrence-Erlbaum.
- Mineka, S. & Gino, A. (1980). Dissociation between conditioned emotional response and extended avoidance performance. *Learning and Motivation*, 11, 476-502.
- Mowrer, O. H. & Lamoreaux, R. R. (1951). Conditioning and conditionality (discrimination). *Psychological Review*, 58, 196-212.
- Parreo, A., Saraz, M. L., & Subero, C. (1985). A new stabilimeter for small laboratory animals. *Physiology and Behavior*, 34, 475-478.
- Smith, J. E. & Levis, D. J. (1991). Is fear present following sustained asymptotic avoidance responding? *Behavioural Processes*, 24, 37-47.
- Solomon, R. L. & Wynne, L. (1953). Traumatic avoidance learning: Acquisition in normal dogs. *Psychological Monographs*, 67 (4, Whole No. 354).
- Starr, M. D. & Mineka, S. (1977). Determinants of fear over the course of avoidance learning. *Learning and Motivation*, 8, 332-350.

## Relationship between the degree of avoidance learning and the intensity of conditioned fear III: Effects of context discrimination between learning vs. testing situations

Munsoo Kim

Jung-hee Kim

Department of Psychology, Chonnam National University

It is well known that in two-way active avoidance learning, animals that can avoid footshock successfully after extensive training show reduced fear or no fear at all to the stimulus (i.e., CS) used in the training. However, recent studies reported that animals with extensive avoidance training still show significant fear to the CS. The present study examined whether this discrepancy is due to context discrimination. That is, if extensively trained animals can discriminate between fear-testing and avoidance learning situations, then they would know that no shocks follow the CS in the testing situation, and consequently, show reduced fear to the CS. Rats were divided into 2 groups: A preexposure group that received 24 presentations of CS alone in fear-testing box before avoidance learning, and a non-preexposure group that received avoidance training without preexposure to the testing situation. Both groups received 15 avoidance training trials on day 1, and were trained to the criterion of 27 consecutive avoidance responses on day 2. The fear-testing results indicate that while the non-preexposure group had normal level of conditioned fear to the CS, the preexposure group showed reduced fear to the CS. These findings support the context discrimination hypothesis and suggest that extensive avoidance training does not necessarily reduce fear to the CS.