

회피학습의 정도와 공포기억의 강도 사이의 관계 II: 회피반응에 숙달되어도 CS에 대한 공포는 감소되지 않는다*

김 문 수[†] 정 지 운 홍 옥 란 임 형 문

전남대학교 심리학과

본 연구의 목적은 능동적 회피반응에 잘 숙달되면 조건자극(CS)에 대한 공포가 감소되는가를 검토하는 것이었다. 조건공포의 측정치로는 CS의 제시에 대한 전반적 활동성의 변화에 바탕한 억압비를 사용하였다. 실험 1에서는 흰쥐들에게 불빛 CS와 전기충격 US를 1, 3, 9, 또는 27회 짝지어 제시하여 고전적 조건형성을 시켰는데, 조건형성시행을 많이 경험한 집단일수록 CS에 대한 조건공포가 컸다. 실험 2에서는 3, 9, 또는 27회 연속회피반응이 나올 때까지 능동적 회피학습을 시켰는데, 이런 회피학습의 정도와 상관없이 CS에 대한 조건공포의 강도는 세 집단 사이에 유사했다. 동물이 회피반응에 잘 숙달되어도 CS에 대한 조건공포가 감소되지 않는다는 본 연구결과는 기존의 결과와 상반되는 것으로서, 이러한 불일치를 설명할 수 있는 가능한 원인들을 논의하였다.

Solomon, Kamin과 Wynne(1953)이 왕복상자에서 여러 가지 공포의 지표들이 감소한다는 보고를 한 개들이 전기충격을 피하는 훈련을 받아서 이후, 여러 연구들이 좀더 체계적인 실험에서 동 주 능숙하게 전기충격을 회피하게 됨에 따라 여 물에게 능동적 회피반응을 잘 숙달시키면 CS에

* 이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-1995-003-C0047)

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

대한 조건공포가 감소한다는 결과를 보고했다(Kamin, Brimer & Black, 1963; Mineka & Gino, 1980; Starr & Mineka, 1977). 이런 결과는 회피학습에 대한 전통적인 이요인 이론(Mowrer & Lamoreaux, 1951)에 중요한 반증을 제공하는 것으로 간주되어 왔다(McAllister와 McAllister, 1991). 그러나 최근의 한 연구에서는 능동적 회피학습을 충분히 숙달시키더라도 CS에 대한 조건공포가 유지된다는 결과가 보고되었다(Smith & Levis, 1991).

기존의 연구들은 대개 배고픈 동물이 먹이를 위해 막대 누르기를 하거나 목마른 동물이 물꼭지 빨기를 하는 실험상황에서 CS의 제시가 이런 반응들을 얼마나 억압하는지를 측정하는 조건정서반응(conditioned emotional response; CER)을 공포의 지표로 사용하였다. 그런데 공포를 측정하는 여러 가지 지표가 반드시 서로 일치하는 결과를 산출하지 않을 가능성도 배제할 수 없기 때문에 공포를 측정하는 다른 과제를 사용하여 이 문제를 검토해 볼 필요가 있다. 따라서 김문수와 김병훈(1998)은 조건공포의 또다른 민감한 측정치로 간주되는, 공포로 증강된 깜짝반사(fear-potentiated startle reflex)(Brown, Kalish & Farber, 1951; Davis, 1986)를 사용하여 실험을 하였다. 흰쥐들을 하루에 30시행씩 1, 2, 4, 또는 8일간 회피학습시킨 후 공포로 증강된 깜짝반사를 측정 한 연구에서 김문수와 김병훈(1998)은 회피반응을 아주 숙달되게 학습한 동물들도 유의미한 조건공포를 나타낸다는 결과를 얻었다. 이는 Smith와 Levis(1991)의 결과와 일관적인 반면 위에서 언급한 다른 연구결과들과 불일치하는 것이었지만, 후자의 연구들, 특히 Kamin 등(1963)의 실험절차를 정확히 반복하지 않았기 때문에 그렇게 상이한 결과가 얻어졌을 가능성이 있다. 예를 들어 김문수와 김병훈(1998)의 연구에서 매일 30시행

씩 8일간 회피학습을 받은 집단이 Kamin 등(1963)의 연구에서 27회 연속회피반응이란 학습 준거에 도달할 때까지 훈련받은 집단보다 전반적으로 더 많은 훈련시행을 경험하기는 했으나 전자의 집단이 후자의 집단보다 회피반응에 더 숙달되었을지 아닐지는 확실히 말하기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 Kamin 등(1963)의 훈련절차를 가능한 한 똑같이 따르면서 조건공포의 또 다른 측정치를 사용하여 회피학습의 정도와 조건공포의 강도 사이의 관계를 살펴보고자 하였다. 본 연구에서는 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 91마리(대한실험동물센터)를 피험동물로 사용하였다. 생후 8주령(230-280g)의 동물들을 구입하여 집단사육상자(42×26×18cm)에 2~3 마리씩 사육하였다. 먹이와 물이 제한 없이 공급되는 약 1주일의 적응기간을 거친 후, 손에 길들이기를 시작할 때부터 실험기간 동안 먹이를 제한하여 동물들에게 하루에 한 마리당 약 15g의 먹이를 주었다. 이는 예비실험에서 흰쥐들이 커질수록 능동적 회피학습시 전기충격을 받는 데 문제가 발생할 가능성이 높아짐이 발견되었기 때문에 이들의 체중을 300~350g으로 유지하기 위함이었다. 사육실의 조명은 인위적으로 조절하여 오전 8시부터 14시간 동안을 밤주기로, 나머지 10시간을 낮주기로 하였고, 온도는 18~22℃, 습도는 40~60%로 유지

하였다. 모든 실험은 낮주기 동안 실시되었다.

실험기구 및 장치

왕복상자(shuttle box). 양방향 능동적 회피학습을 위하여 아크릴로 왕복상자(67×20.5×33cm) 두 개를 제작하여 사용하였다. 벽면은 바깥에서 관찰이 가능하도록 반투명 아크릴로, 바닥과 뚜껑은 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 한쪽 벽에는 환기와 배기소음의 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 배설물받이를 설치하였다. 이 막대들은 피험동물이 어느 막대에 발을 딛고 있는지와 상관없이 뒤섞인 전기충격(scrambled shock)을 받도록 Coulbourn Instrument사에서 제작한 전기충격발생기(모델 E13-14)에 연결시켰다. 동물이 어느 칸에 있는지를 탐지하기 위해 각 칸의 벽에 구멍을 뚫고 photo sensor를 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 회피/도피반응에 대한 자료수집은 모두 IBM 호환 PC로 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 아랫부분 한가운데에 스피커의 가동코일을 세로로 부착한 후, 원형판 둘레에 8개의 스프링을 달아서 스피커의 가장자리에 연결하여 고정시켰다. 원형판 위에 아크릴로 만든 상자(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 투명한 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 1: 고전적 조건형성의 정도와 CS에 대한 조건공포의 양

실험 1에서는 본 실험실의 활동성 측정기구가 상이한 강도의 조건공포를 탐지할 수 있을 만큼 민감한지를 알아보기 위하여 Kamin 등(1963)의 연구에서 사용된 고전적 공포조건형성 절차와 유사하게 동물들을 훈련한 후 CS 제시에 의한 활동성의 변화를 측정하여 억압비를 구하였다.

절 차

손에 길들이기(handling). 실험이 시작되기 전 며칠 동안 동물들을 한 번에 약 5분씩, 2~3회에 걸쳐 손에 길들이기를 하였다.

고전적 공포조건형성. 동물들을 네 집단으로 나누어 왕복상자에서 불빛을 CS로, 전기충격(1.0mA)을 US로 하여 고전적 공포조건형성을 시켰다. 왕복상자의 두 칸을 연결하는 통로를 차단한 후 동물을 한쪽 칸에 넣고 암흑상태에서 5분의 적응기간이 지나고 나서 조건형성 시행을 시작하였다. CS는 21초 동안 제시되었는데 그 마지막 1초 동안 US가 함께 제시되었다. 따라서 CS-US 간격은 20초였으며 시행간 간격은 80-120초 범위에서 컴퓨터 프로그램에 의해 무선적으로 결정되었다. 각 집단은 CS-US 짝짓기를 1, 3, 9, 또는 27회 제시받았다(각각 1, 3, 9, 27회 짝짓기 집단, $n = 8, 8, 8, 8$).

활동성 검사. 학습 후 하루 또는 이들이 지난 뒤 동물을 활동성 검사상자에 넣고 6분째에 CS를 40초 동안 제시하였다(검사시행 1). CS가 꺼지고 나서 3분 20초 후에 CS를 또다시 40초 동안 제시하였고(검사시행 2), 그 1분 20초 후에 검사가 종료되었다. CS의 제시에 의한 활동성 변화의 정도를 억압비(suppression ratio, 공식 $x/(x+y)$ 에서 x 는 불빛제시 구간의 활동성, y 는 불빛제시 직전 구간의 활동성)로 변환하였다. 억압비 0은 활동성의 완전한 억압을, 0.5는 활동성이 전혀 억압되지 않았음을 나타낸다. 즉 억압비가 0에 가까울수록 조건공포가 강함을, 0.5에 가까울수록 조건공포가 약함을 의미한다.

결 과

불빛의 제시시간이 40초였으므로 불빛제시 직전 40초 구간과 불빛제시 구간에서의 활동성 정도를 비교하여 억압비를 구하였다. 9회 짝짓기 집단에서 한 마리가 자료분석에서 제외되었는데, 이 동물의 억압비(0.547)가 이를 제외한 그 집단의 평균(0.303)에서 3 표준편차($3 \times 0.061 = 0.183$) 이상을 벗어났기 때문이었다.

그림 1에서 보는 바와 같이 공포조건형성 시행수가 많아질수록 동물들의 활동성은 억압되었다. 검사시행 1에서의 억압비에 대한 일원변량분석의 결과, 유의미한 집단간 차이가 발견되었다 [$F(3, 27) = 25.596, p < 0.001$]. Scheffé 사후검증 결과, 1회 짝짓기 집단은 다른 모든 집단과 유의미한 차이를 보였고($p < 0.005$), 27회 짝짓기 집단은 3회 및 9회 짝짓기 집단과 유의미한 차이를 보였다($p < 0.03$). 또한 각 집단이 CS에 대하여 조건공포를 획득했는지를 알아보기 위하여 조건공포가 없음을 나타내는 억압비 0.5에 대하여 단일집단 t -검증을 한 결과, 1회 제시집단($t(7) = 0.212, p < 0.84$)을 제외하고 다른 세 집단은 모두 유의미하게 낮은 억압비를 보였다($p < 0.005$).

검사시행 2에서의 억압비에 대한 변량분석 결과, 집단간 차이는 유의미한 수준에 근접하였다 [$F(3, 27) = 2.638, p < 0.07$]. CS의 반복제시로 인한 조건공포의 소거 여부를 알아보기 위하여 각 집단마다 검사시행 1과 2에서의 억압비를 짝진 집단 t -검증으로 비교한 결과, 27회 짝짓기 집단에서만 유의미한 차이가 얻어졌다($t(7) = 6.501, p < 0.001$). 1회 짝짓기 집단의 경우, 검사시행 2에서의 평균 억압비가 0.5를 초과하여 이 집단의 동물들이 CS에 대하여 오히려 활동성을 증가 시킴을 의미하는 결과가 얻어졌다. 이는 이론적

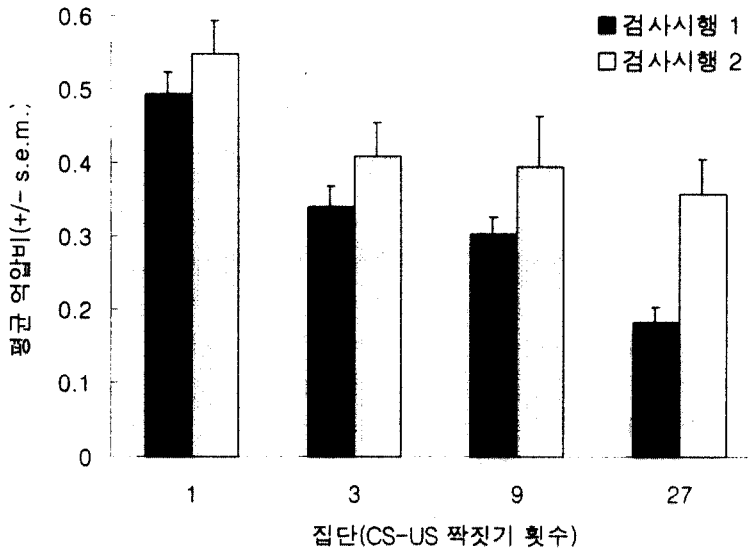


그림 1. 고전적 공포조건형성 후 CS에 대한 억압비

으로 불가능한 것처럼 보이는 결과일지 모르나, 본 실험실의 미발표 자료에 의하면 전기충격을 사용한 아무런 훈련을 받지 않은 동물들의 경우 활동성 검사상자에서 불빛이 제시될 때 전반적으로 활동성이 증가함이 밝혀졌다. 이는 아마도 동물들이 처음 접하는 자극에 대하여 정향반사(orienting reflex)를 보이기 때문일 것으로 생각된다. 따라서 검사시행 2에서 1회 짝짓기 집단의 억압비가 0.5를 넘는다는 사실은 애초부터 미약했던 조건공포가 소거되어 이 집단이 아무런 훈련을 받지 않은 동물들처럼 반응했음을 시사한다.

위의 결과들은 검사시행 1에서는 조건형성의 정도에 따라 조건공포의 양에 분명한 집단간 차이가 존재하다가 검사시행 2에서 CS의 반복제시로 인하여 특히 27회 짝짓기 집단에서 상대적으로 많은 양의 소거가 일어나면서 집단간 차이가 거의 사라졌음을 의미한다.

실험 2: 회피학습의 정도와 CS에 대한 조건공포의 양

Kamin 등(1963)과 Mineka와 Gino(1980)의 결과를 반복검증할 목적으로 이들 연구에서의 실험 조건과 유사하게 회피학습을 3, 9, 또는 27회 연속회피반응이 나올 때까지 훈련시키고 CS에 대한 조건공포의 양을 활동성 검사장치에서 측정하였다.

절 차

양방향 능동적 회피학습. 실험 1에서처럼 손에 길들이기를 한 후, 이를 동안의 양방향 능동적 회피학습을 시작하였다. 동물을 왕복상자의 한쪽 칸에 넣고 암흑상태에서의 적응기간 5분이 지난 후 첫 시행을 시작하였다. 각 시행은 불빛이 켜

지고 10초 후에 전기충격이 10초 동안 가해지는 것이었다. 불빛과 전기충격은 동물이 다른 칸으로 회피 또는 도피를 한 0.4초 후에 종료되었다. 전기충격이 주어지는 10초 동안 도피하지 못하는 경우에는 전기충격과 불빛이 함께 종료되었다. 시행간 간격은 45-75초 범위 내에서 5초 단위로 무선적으로 변화하도록 컴퓨터 프로그램에 의해 결정되었다. 실험 1에 사용된 1mA의 전기충격은 너무 강하여 동물들의 회피학습을 방해하는 경향이 있으며 CS-US 간격도 20초보다 10초가 본 실험조건에서의 회피학습에는 더 적절한 것임이 예비실험에서 발견되었으므로 실험 2에서는 0.8mA의 전기충격과 10초의 CS-US 간격을 사용하였다.

훈련 첫째날에는 모든 동물에게 15번의 훈련 시행을 시켰고 여기서의 수행 수준에 따라 동물들을 세 집단에 동등하게 배치하였다. 둘째날에는 능동적 회피학습의 정도를 달리하기 위하여 동물들을 특정 학습준거에 도달할 때까지, 즉 3회, 9회, 또는 27회 연속회피반응(consecutive avoidance response; CAR)을 할 때까지 훈련시켰다(각각 3 CAR, 9 CAR, 27 CAR 집단, $n = 17, 15, 27$). 최대 100시행까지 동물이 학습준거에 도달하지 못하면 실험을 종료시켰다. 훈련 동안 일어난 회피반응의 수와 잠재시간, 도피반응의 수와 잠재시간(즉, 전기충격을 받은 기간), 시행간 간격 동안 양쪽 칸을 건너다닌 이동운동(intertrial crossing)의 횟수 등의 자료를 수집하였다.

활동성 검사. 학습 후 하루 또는 이틀이 지난 뒤 동물을 활동성 검사상자에 넣고 6분째에 CS를 40초 동안 제시하였다. CS가 꺼지고 나서 1분 20초 후에 검사가 종료되었다. 조건공포의 소거 정도를 알기 위하여 첫째 검사 시행한 일주일 후에 두번째 검사를 동일한 절차로

시행하였다.

결과

훈련 첫째날에 반응실패(도피반응을 하지 못하고 10초 동안 전기충격을 받는 경우)를 한번이라도 보인 동물들(3 CAR, 27 CAR 집단에서 각각 두 마리와 한 마리)과 둘째날에 100시행 이내에 학습준거에 도달하지 못한 동물들(3, 9, 27 CAR 집단에서 각각 2, 6, 16마리)은 자료분석에서 제외하였다. 또한 시행간 평균 이동횟수가 3을 초과하는 동물들(3 CAR, 9 CAR 집단에서 각각 한 마리씩)도 분석에서 제외하였다. 다른 모든 동물들의 시행간 평균 이동횟수가 0.04에서 1.29 사이임을 감안할 때 이 두 마리는 불빛과 연합된 공포 때문에 회피반응을 한 것이 아니라 불빛과 상관없이 단순히 양쪽 칸을 많이 건너다님으로써 전기충격을 회피했을 가능성이 높기 때문이다. 또한 9 CAR 집단의 한 마리는 훈련 둘째날에 학습준거에 도달하는 데 98시행이 걸렸고 전기충격의 총 시간도 66.07초로 지나치게 높았으므로 분석에서 제외되었다. 통계적으로도 위의 세 마리는 언급된 각 행동지표의 면에서 평균에서 3 표준편차 이상을 벗어난 수행을 보였다. 따라서 자료분석에 포함된 동물의 수는 3, 9, 27 CAR 집단 각각에 대하여 12, 7, 10이었다.

능동적 회피학습. 훈련 첫째날의 수행수준에 따라 동물들을 세 집단에 배치했기 때문에 예상대로 첫째날의 여러 행동지표(표 1)에 있어서는 일원변량분석에서 아무런 집단간 차이가 발견되지 않았다($p > 0.41$). 다만 도피반응의 잠재시간의 경우, 집단간 차이가 유의미한 수준에 근접하였을 뿐이다($F(2, 26) = 2.611, p < 0.10$).

훈련 둘째날의 여러 행동지표에 대한 일원변

표 1. 능동적 회피학습에서의 여러 행동지표의 평균과 표준편차(괄호)

		집단		
		3 CAR	9 CAR	27 CAR
첫 째 날	회피반응 횟수	2.33 (3.09)	2.29 (2.56)	2.90 (2.85)
	도피반응의 잠재시간(초)	0.85 (0.44)	1.29 (0.27)	1.14 (0.49)
	전기충격의 총 시간(초)	12.09 (5.58)	15.53 (5.11)	13.18 (5.29)
	시행간 이동운동 횟수	0.69 (0.34)	0.75 (0.71)	0.63 (0.48)
둘 째 날	학습준거까지의 시행수	18.17 (12.26)	18.27 (3.86)	58.90 (18.02)
	회피반응 횟수	6.50 (3.00)	12.14 (1.86)	50.70 (16.09)
	회피반응율(%)	45.15 (21.09)	68.34 (14.76)	86.36 (9.32)
	회피반응의 잠재시간(초)	5.72 (1.62)	4.16 (1.08)	3.83 (7.27)
	도피반응의 잠재시간(초)	0.62 (0.35)	0.74 (0.27)	0.63 (0.21)
	전기충격의 총 시간(초)	7.57 (5.77)	4.55 (3.46)	5.90 (7.18)
	시행간 이동운동 횟수	0.38 (0.21)	0.76 (0.49)	0.53 (0.30)
	CS-US 짝짓기 횟수	23.92 (11.45)	18.00 (5.39)	19.80 (8.95)

량분석 결과, 유의미한 집단간 차이가 학습준거에 도달할 때까지 걸린 시행수($F(2, 26) = 30.235, p < 0.001$), 회피반응 횟수($F(2, 26) = 62.426, p < 0.001$), 회피반응율($F(2, 26) = 17.447, p < 0.001$), 그리고 회피반응의 잠재시간($F(2, 26) = 7.224, p < 0.005$)에서 나타났다(그림 2). Scheffé 사후검증 결과, 27 CAR 집단은 다른 두 집단보다 학습준거에 도달하는 데 유의미하게 더 많은 시행이 걸렸다($p < 0.001$). 3 CAR 집단은 27 CAR 집단과 9 CAR 집단보다 더 낮은 회피반응 비율(각각 $p < 0.001$ 과 $p < 0.03$)과 더 느린 회피반응 잠재시간(각각 $p < 0.01$ 과 $p < 0.05$)을 보였다. 시행간 이동운동 횟수에서의 집단간 차이는 유의미한 수준에 근접하였다($F(2, 26) = 2.937, p < 0.075$). 다른 모든 지표와 집단들 사이에는 유의미한 차이가 발견되지 않았다.

본 실험에서는 위에서 언급한 여러 이유로 자

료분석에서 제외된 동물이 많았는데, 이로 인하여 발생할 수 있는 한 가지 문제는 세 집단의 동등성이 위협받을 수 있다는 것이다. 특히 27 CAR 집단에서는 과반수 이상의 동물들이 둘째날에 학습준거에 도달하지 못하여 탈락됨으로써 회피학습능력이 우수한 동물들만 이 집단에 남게 되었을 가능성이 있다. 따라서 세 집단의 학습능력을 비교하기 위한 한 방법으로 9 및 27 CAR 집단이 3 CAR 학습준거에 도달하기까지 걸린 시행수(각각 평균 11.29와 10.80, 표준편차 6.22와 8.08)와 27 CAR 집단이 9 CAR 학습준거에 도달하기까지 걸린 시행수(평균 23.30, 표준편차 17.80)를 자료로 추가하여 일원변량분석을 실시하였다. 세 집단은 3 CAR 학습준거까지의 시행수에서 차이가 없었고($F(2, 26) = 1.958, p < 0.17$), 9 CAR 집단과 27 CAR 집단은 9 CAR 학습준거까지의 시행수에서 차이가 없었다($F(1, 15)$

그림 2. 능동적 회피학습 후 CS에 대한 억압비

= 0.558, $p < 0.5$). 따라서 비록 상이한 비율의 동물들이 각 집단에서 탈락되기는 했지만 세 집단은 학습능력이 서로 유의미한 차이가 날 만큼 달라지지는 않았다고 할 수 있다.

활동성 검사. 회피학습 후에 주어진 첫번째 검사에서 억압비에 있어서 집단간 차이가 발견되지 않았다($F(2, 26) = 0.166, p < 0.85$). 그렇지만 억압비 0.5에 대한 단일집단 t -검증을 한 결과, 세 집단 모두 불빛에 대한 유의미한 조건공포를 보였다(3, 9, 27 CAR 집단에 대하여 각각 $t(11) = 10.056, p < 0.001, t(6) = 4.861, p < 0.005, t(9) = 7.731, p < 0.001$).

첫번째 검사에서 집단간 차이가 드러나지 않았으므로 일주일 후에 두번째 검사를 실시했는데, 실험기구의 오작동으로 인하여 3 및 27 CAR 집단에서 각각 2마리의 자료가 누락되었다. 두번째 검사에서도 역시 억압비의 집단간 차이는 발견되지 않았지만($F(2, 22) = 0.610, p < 0.60$)

세 집단 모두 유의미한 조건공포를 보였다(3, 9, 27 CAR 집단에 대하여 각각 $t(9) = 4.220, p < 0.002, t(6) = 3.043, p < 0.03, t(7) = 5.294, p < 0.001$). 또한 3 및 9 CAR 집단의 조건공포가 약간의 소거를 보인 경향이 있었지만 이는 전혀 유의미하지 않았다(각각 $p < 0.24, p < 0.54$).

논의 및 결론

본 연구의 주된 목표는 Kamin 등(1963)과 Mineka와 Gino(1980)에서처럼 능동적 회피반응을 여러 수준으로 학습시킨 후 CS에 대한 조건공포의 정도를 파악하는 것이었다. 위 두 연구에서와 똑같이 3, 9, 또는 27번의 연속회피반응이 달성될 때까지 훈련시킨 후 행해진 활동성 검사에서 본 연구의 세 집단은 회피반응의 학습정도와는 상관없이 유사한 수준의 조건공포를 나타내었다. 더욱이 27 CAR 집단은 두번째 활동성 검사에서

비록 통계적으로 유의미한 차이는 아니지만 다른 집단들에 비하여 가장 강한 조건공포를 나타내는 경향이 있었다. 이는 27 CAR 집단의 경우처럼 능동적 회피반응을 아주 강하게 학습시킨 CS에 대한 조건공포가 약화된다는 기존의 연구결과(Kamin et al., 1963; Mineka & Gino, 1980; Starr & Mineka, 1977)와 직접적으로 상반되는 것이다. 따라서 이러한 불일치의 원인을 설명할 수 있는 가능성들을 자세히 살펴볼 필요가 있다.

우선, 명백한 실험절차상의 차이는 본 연구에서는 학습준거까지 훈련받기 하루 전에 모든 동물이 똑같이 15시행의 회피훈련을 받았던 반면에 Kamin 등(1963)과 Mineka와 Gino(1980)에서는 대개 하루에 회피학습이 끝났다는 점이다. 후자의 연구에서는 일부 동물들이 하루에 학습준거에 도달하지 못하여 이를 동안 훈련을 받았지만 이런 동물들의 조건정서반응 점수는 하루에 학습을 끝낸 동물들과 유사했다. 본 연구에서도 하루에 학습준거에 도달하지 못하여 제외된 동물들 중 70% 이상의 회피반응율을 기록한 동물들의 억압비(첫번째와 두번째 검사에서의 평균(표준편차)이 각각 0.243(0.071), 0.241(0.147)임, $n = 6$)는 자료분석에 포함된 동물들의 억압비와 다르지 않았다. 따라서 본 연구에서 동물들에게 이틀에 걸쳐 회피학습을 시킨 것이 기존의 연구와 다른 결과를 낳은 중요한 원인일 가능성은 적다고 하겠다.

다른 가능한 원인은 27 CAR 집단이 다른 집단들보다 막대누르기 상황과 회피학습상황을 더 잘 변별하게 되었을 수 있다는 것이다. Kamin 등(1963)과 Mineka와 Gino(1980)에서는 동물들이 스키너 상자에서 막대누르기 훈련을 받은 후에 CS에 대한 CER 검사를 받았다. 이는 동물들을 CS에 습관화시켜서 회피학습을 하기 전에 CS가 가질 수도 있는 막대누르기에 대한 억압적 효과를

제거하기 위함이었는데 이를 위하여 CS가 변동 시간 4분 계획에 따라 24회 제시되었다. 그 후에 이 동물들은 학습준거에 도달하기까지 회피반응 훈련을 받았다. 따라서 27 CAR 집단의 경우에는 다른 집단들에 비하여 훨씬 오랜 시간을 왕복상자에서 보냄으로써 막대누르기와 회피학습의 두 실험상황을 더 잘 변별하게 되었을 가능성이 있다. 그렇다면 이 집단은 CS에 대하여 3 및 9 CAR 집단과 유사하거나 그보다 더 강한 조건공포를 실제로 갖고 있다고 하더라도 맥락변별을 더 잘 함으로 인하여 막대누르기를 하는 동안 CS를 제시받았을 때 더 적은 정도의 억압비를 나타낼 수가 있었을 것이다.

또다른 가능한 원인은 조건공포의 검사에 사용된 측정치의 민감성과 관련된다. 회피반응을 아주 잘 훈련받은 동물이 약화된 조건공포를 보인다는 결과를 보고한 연구들은 대개 막대누르기 상황에서의 CER을 조건공포의 측정치로 사용하였다. CER은 많은 연구자들이 조건공포의 측정에 사용해 온 신뢰로운 방법이긴 하지만 그 민감성에 의문을 제기한 연구자(예를 들어, Mackintosh, 1974, p. 334)도 있다. 동물이 CS가 제시되면 막대누르기를 멈춘다고 할 때, 그 이유가 CS에 대한 공포 때문에 동결반응을 나타내기 때문일 수도 있고 단순히 CS에 대한 정향반사 때문일 수도 있으며 또는 CS의 제시와 상관없이 몸치장 행동 등을 하고 있는 중이기 때문일 수도 있다. 그러나 막대누르기 상황에서는 이런 후자의 가능성들이 모두 억압비를 낮추는 방향으로 작용하기 때문에 CER 측정치가 100퍼센트 공포로 인한 것이라고 할 수 없고 따라서 CER은 그만큼 덜 민감한 측정치라고 해야 할 것이다. 반면에 본 연구에서 사용된 전반적 활동성의 측정치는 동물이 얼마나 움직이는가를 탐지하기

때문에 공포로 인한 동결반응뿐 아니라 기타 반응의 변화도 민감하게 반영할 수 있다. 예를 들어 동물이 CS에 대하여 정향반사를 보이는 경우, 막대누르기 상황에서는 CER 점수가 반드시 낮아져서 마치 공포가 증가한 것처럼 보이지만 본 연구에서처럼 전반적 활동성을 측정하는 경우에는 억압비가 전자의 경우만큼 낮아지지는 않을 것이며 오히려 증가하여 공포가 감소했음을 나타내는 것도 가능할 것이다. 더욱이 실험 1의 결과는 본 연구에서의 측정치가 조건형성의 정도에 따라 달라지는 조건공포의 양을 잘 반영하며 또한 반복된 검사로 인한 조건공포의 약화도 잘 탐지할 수 있음을 보여준다. 따라서 실험 2에서 상이한 수준의 회피학습에도 불구하고 유사한 정도의 조건공포가 측정된 결과가 전반적 활동성 측정치가 충분히 민감하지 못해서일 가능성(예를 들어, 바닥효과)은 적다고 해야 할 것이다.

본 연구의 결과는 Smith와 Levis(1991)의 결과와 일관적인 것으로서 회피반응을 아주 잘 학습시키면 CS에 대한 조건공포가 약화된다는 전통적인 주장을 재고하게 만든다. 특히 본 연구에서는 첫째날에 15시행의 회피학습을 시킨 후 둘째날에 학습준거까지 훈련시켰기 때문에 동물들이 받은 훈련의 정도는 Kamin 등(1963)과 Mineka와 Gino(1980)에서의 동물들에 비하여 15시행만큼 더 많은 것이었다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 27 CAR 집단은 다른 집단에 비하여 약화된 게 아니라 오히려 더 강한 경향(검사 2)이 있는 조건공포를 CS에 대하여 나타내었다. 본 연구결과가 전통적인 결과와 차이가 난 이유는 아마도 위에서 논의한 대로 실험상황의 변별과 조건공포의 측정치의 민감성 문제 때문일 가능성이 큰 것으로 보인다. 따라서 회피학습에서 CS에 대한 조건공포가 하는 역할에 대한 이론적 논의를 위해서는 앞으로 이 두 요인을 통제된 실험을 행

할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- 한정수, 김현택 (1991). 경악반응 측정법. 한국심리학회지: 생물 및 생리, 3, 162-168.
- 김문수, 김병훈 (1997). 회피학습의 정도와 공포 기억의 강도 사이의 관계: 과학습이 공포를 감소시키는가? 한국심리학회지: 생물 및 생리, 9(1), 35-44.
- 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.
- Davis, M. (1986). Pharmacological and anatomical analysis of fear conditioning using the fear-potentiated startle paradigm. *Behavioral Neuroscience*, 100, 814-824.
- 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.
- Makintosh, N. J. (1974). *The psychology of animal learning*. London/New York: Academic Press.
- 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., Kamin, L. J., & Wynne, L. C. (1953). Traumatic avoidance learning: The outcomes of several extinction procedures with dogs. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 48, 291-302.
- 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 II: Conditioned fear to CS does not decrease even after extensive avoidance training

Munsoo Kim Jiun Jung Oklan Hong Hyungmoon Yim

Department of Psychology, Chonnam National University

The present study examined whether conditioned fear to a CS would decrease after extensive active avoidance training. Suppression ratios calculated from the change of general activity induced by CS presentation in an activity box were used as a measure of conditioned fear. In experiment 1, rats received classical conditioning by pairing a light CS with footshock US 1, 3, 9, or 27 times and were tested for conditioned fear. The more conditioning trials the animals received, the higher the conditioned fear to the CS. In experiment 2, animals received 15 active avoidance training trials on day 1 and assigned to 3 groups based on their performance. On day 2, they were trained to a criterion of 3, 9, or 27 consecutive avoidance responses, and one day later, tested for conditioned fear to the CS. All three groups showed similar degree of conditioned fear. This result indicating that extensive active avoidance training does not decrease conditioned fear to the CS is not consistent with the results of most of the previous studies, and possible reasons for this discrepancy is discussed.