

쥐의 도구적 욕구조건화에서 소뇌의 기능

윤영화 · 김기석

고려대학교 심리학과

본연구에서는 순막조건화와 같은 고전적 혐오조건화에 필수적인 신경구조물로 밝혀지고 있는 소뇌가 도구적 욕구 조건화를 습득하거나 파지하는데도 결정적으로 중요한 신경실체인가를 밝히고자 하였다. 실험 1에서는 몰박탈된 쥐에게 강화자인 물물 얻기 위해 지렛대를 누르도록 조건화시킨 후 치상핵과 중간핵을 양측으로 손상시켜 파지검사를 실시하였다. 실험 2에서는 소뇌손상후 지렛대누르기를 훈련시켜 조건화 유무를 알아보았다. 실험 1과 실험 2의 결과는 소뇌 치상핵과 중간핵의 양측 손상이 도구적 욕구조건화의 습득과 파지에 아무런 영향을 미치지 않음을 보여주었다. 이같은 결과로 볼 때 소뇌는 도구적 욕구조건화의 결정적 신경실체로 보이지 않는다.

우리 개개인의 독특성이란 주로 일생동안 겪는 경험의 결과로 생기는 생물학적 잔류물인 기억저장에 달려있다고 볼수 있다. 최근 학습과 기억의 생물학적인 기초연구가 활발히 진행되어 여기에 관하여 많은 발전이 있었다. 학습중 가장 기본이 되는 연합 학습은 고전적 조건화(classical conditioning)와 도구적 조건화(instrumental conditioning)로 나누어 생각해볼 수 있는데 이 두 조건화간에는 중요한 차이가 있다고 인식되고 있다. 학습심리학자 Mackintosh(1983)는 두조건화는 이론적으로나 절차상으로 뚜렷이 구별되는 기본적인 조건화라고 간주하였다. 또한 조건화는 사용되는 강화자가 보상적이나 처벌적이나에 따라 욕구 조건화(appetitive conditioning)와 혐오 조건화(aversive conditioning)로 양분될 수 있다고 제안되었다(Konorski, 1967; Mackintosh, 1983).

최근까지 학습과 기억의 신경회로및 신경기전을

연구하는 데에 고전적 조건화가 주요 실험모델로 사용되었으며 그중에서도 주로 혐오적 조건화가 사용되었다(김기석 · 윤영화, 1987; 류재욱 · 김기석, 1989; 문양호 · 김기석, 1989; 윤영화 · 김기석, 1989; 윤영화 · 김현택 · 한정수, 1989; 이강준 · 김기석, 1989; Lincoln, McCormick, & Thompson, 1982; Mintz, Yun, Lavond, & Thompson, 1988; Stotler, Miller & Steinmetz, 1990; Yeo, Hardiman, & Glickstein, 1985a). 고전적 혐오조건화인 순막조건화를 이용하여 학습과 기억의 흔적을 찾고자 한 연구가 많이 이루어져서 이제는 토끼의 순막조건화가 형성되는 동안 그 기억흔적이 소뇌에서 형성된다는데 대한 증거가 많이 축적되었다(김기석 · 윤영화, 1987; 문양호 · 김기석, 1989; Clark, Brown, Thompson, & Lavond, 1990; Clacrk, McCormick, Lavond, Baxtery, Gray, & Thompson, 1982; Harvey, Yeo, Welsh, & Romano,

1990; Yeo, Hardman, & Glickstein, 1985b). 또한 Donegan, Lowery 및 Thompson(1983)은 소뇌심부핵 손상은 고전적 혐오조건화의 일종인 토끼의 다리굴곡 조건반응도 폐지시킨다는 사실을 발견하였다. 그리하여 Thompson과 Donegan(1986)은 소뇌가 순막조건화와 다리굴곡조건화를 포함하여 개별적인 근육을 사용하는 고전적 혐오적 완료조건화를 형성하는데 주요한 뇌구조물이라고 제안하였다.

고전적 혐오조건화의 신경실체 및 신경기전을 밝히려고 한 연구 대부분에서 토끼가 피험동물로 사용되었다. 토끼이외의 동물을 피험동물로 사용한 연구를 보면, Skelton(1988, 1989)은 쥐를 피험동물로 사용하여 쥐의 눈꺼풀조건화에서도 소뇌가 필수적으로 중요한 뇌구조물이라는 연구결과를 발표하였으며 Voneida, Jefford - Christie 및 Bogdanski(1989)는 고양이를 피험동물로 사용하여 소뇌로 입력을 보내는 하올리브핵(inferior olive)에서 소뇌로 투사하는 신경섬유를 절단한 결과, 다리굴곡조건반응에 결함을 야기시킨다는 사실을 발견하였다. 이러한 연구결과로 토끼, 쥐, 고양이 등에서 소뇌가 고전적 조건화중에서 강화자가 혐오적인 완료조건화에 필수적 뇌구조물이라는 데 대한 증거가 축적되었다.

이제까지 살펴본 바와 같이 기본적인 학습의 신경실체 및 신경회로를 찾는 연구 대부분이 고전적 혐오조건화를 중심으로 이루어졌다. 그렇기 때문에 도구적 조건화가 이루어질 때 관련되는 신경회로 및 그 기억흔적이 저장되는 신경실체에 관한 연구는 거의 없었다. 최근 Patterson 실험실과 Thompson 실험실에서 공동으로 연구하여 토끼의 순막 조건화를 모델로 사용한 도구적 혐오적 조건화에서도 소뇌가 결정적으로 중요한 신경실체라고 보고하였다. (Polenchar, Patterson, Lavond, & Thompson, 1985). 그리하여 그들은 포유동물의 기본적인 연합학습에서 혐오조건화인 경우, 고전적 조건화와 도구적 조건화 두 조건화 모두에서 소뇌가 필수적인 뇌구조물일 것이라고 제안하였다. 그런데 본 연구자들은 그들이 사용한 도구적 학습과제에는 고전적 수반성도 개재되어 있기 때문에 그들의 연구방법으로는 도구적 조건화의 신경실체를 적절히 밝히지 못한다고 생각한다. 그리하여 본 연구자들은

쥐를 피험동물로 사용하여 쥐가 소리 경고신호에 대해 지렛대를 누르거나 소리에 뒤따라 제시되는 전기쇼크를 받고 지렛대를 누르면 경고신호와 쇼크가 중단되는 과제를 습득시킨 후 소뇌심부핵인 중간핵과 치상핵을 양측손상한 결과, 소뇌손상이 이 과제의 파지에 아무런 영향을 미치지 않는다는 결과를 발견하였으며 또 소뇌손상후 과제를 습득시켰을 때에도 과제습득에 결함이 야기되지 않음을 발견하였다(윤영화 · 김기석 · 이만영, 1990). 이러한 결과로 쥐가 도구적 혐오조건화를 학습할 때 결정적으로 관련되는 신경회로에 소뇌가 포함되지 않는 것으로 보인다.

이제까지 언급한 것은 강화자가 혐오적인 도구적 조건화에 관한 것인데 강화자가 욕구적인, 도구적 욕구조건화 역시 학습에서 중요한 위치를 차지한다. 그런데 도구적 욕구조건화의 신경실체 및 신경회로를 찾는 연구는 거의 이루어지지 않았다.

이같은 맥락에서 본 연구에서는 쥐가 지렛대 누르는 반응을 하면 물이 제시되는 도구적 욕구조건화에서 소뇌가 필수적인 신경구조물인가 확인하기로 하였다.

실험 1에서는 물을 박탈한 쥐에게 물이라는 강화를 얻기 위해 지렛대 누르는 반응을 학습시킨 후 소뇌의 중간핵과 치상핵을 양측으로 손상시켰다. 그 후 파지검사 및 재훈련시키면서 이 조건화에서 소뇌가 차지하는 기능을 밝히고자 하였다. 실험 2에서는 피험동물을 미리 시술하여 소뇌의 중간핵과 치상핵을 양측으로 손상시킨 후 소뇌가 도구적 욕구조건화의 습득에 필수적인 뇌구조물인가 확인하였다.

실 험 1

실험 1에서는 도구적 욕구조건화의 학습 및 파지에 소뇌가 어떤 기능을 담당하는가 알아보고자 하였다. 쥐에게 물을 박탈시킨 후 스키너 상자에 넣어 지렛대 누르기를 조건화시키는 훈련모델을 사용했다.

연구방법

피험동물

피험동물로는 흰쥐 숫컷을 사용했다. 실험이 시작되기 전까지는 물과 먹이를 충분히 제공했다. 그리고 실험시작전에 피험동물을 10분간 3~4일 동안 사전취급했다. 훈련기간동안 먹이는 충분히 제공하고 물은 제한해서 공급했다.

기구

실험기구는 28×24×28cm되는 간편 스키너상자로 앞면만 투명한 아크릴판으로 되어 있고 나머지 면은 까만색을 칠한 알루미늄판으로 되어 있다. 한쪽 벽 가운데에, 바닥에서 3.5cm위에 지렛대가 설치되어 있다. 지렛대는 아크릴로 된 것으로 T자형이다. 바닥 한쪽 구석에 직경 1cm되는 물구멍이 있다.

훈련절차

훈련이 시작되면 피험동물에게 이틀동안 23시간 물을 박탈시킨후 스키너 상자에 넣어 30분간 실험상자에 적응시켰다. 그 후 실험상자에서 쥐를 꺼내어 개별취장으로 돌려보낸 후 사육실에서 30분간 물을 주었다. 훈련 3일째부터는 하루 20분간 점진적 접근법을 사용하여 쥐의 지렛대 누르기를 조형(shaping)시켰다. 그러면서 1분 단위로 지렛대누르는 반응을 기록하였다. 학습준거는 피험동물 혼자서 연속 10분간 40회이상 지렛대를 누르는 것이다. 조형 1일째에 지렛대누르기의 준거에 도달하지 못하면 그 다음날에도 조형시켰다. 각 동물이 준거에 도달하기 전까지 필요로 한 시간을 측정했다. 준거에 도달하면 그 다음날에는 몰박탈된 피험동물을 훈련상자에 넣어 분당 지렛대누르는 횟수를 기록했다. 그리하여 학습준거에 도달한 후 하루 더 과잉훈련시켰다. 훈련이 끝나면 피험동물을 개별취장에 넣어 사육실에서 40분간 물을 제공하였다.

과잉훈련후 피험동물중 6마리는 유사시술군, 14마리는 소뇌손상군으로 할당하여 시술하고 10일간 회복시킨후 재검사했다.

시술 및 조직검사

시술 및 조직검사절차는 윤영화 · 김기석 · 이만영(1990)에 자세히 기술되어 있다. 시술절차를 간략히 살펴보면, 각 피험동물에게 황산 에트로핀 0.5ml (0.5mg/ml)을 주사한 후 클로랄 하이드레이트 (400mg/ml)로 마취시킨다. 그 후 스테레오택식 기구위에 올려놓고 두피를 절개한다. 유사시술군의 경우 두피절개후 봉합한다. 소뇌손상동물군의 경우, 손상시킴 부위위에 있는 두개골에 구멍을 낸다. 소뇌손상시킴 목표부위는 좌우 소뇌 각 2군데씩 전체 4부위이다. 목표부위는 전정뒤 11.3mm, 정중선에서 외측으로 2.2mm, 두개골 표면에서 복측으로 6.0mm와 전정뒤 11.3mm, 정중선에서 외측으로 3.3mm, 두개골표면에서 6.1mm이다. 그후 10일간 회복시킨다.

실험이 끝나면 실험쥐를 클로랄 하이드레이트로 깊이 마취시킨후 상대동맥을 통해 0.9% 생리식염수와 10% 포르말린용액으로 환류시킨후 10% 포르말린에 며칠간 담가둔다. 그 후 냉동절편기에서 뇌를 25μm로 절편낸 후 티오닌으로 세포체염색하여 손상부위를 확인한다.

결과 및 논의

조직검사 결과, 소뇌손상군 피험동물중에서 소뇌 중간핵과 치상핵이 양측으로 완전히 손상된 피험동물은 6마리, 소뇌 중간핵과 치상핵이 단측으로 손상되거나 부분적으로 손상되고 인접부위가 손상된 피험동물이 8마리였다. 전자를 중간핵과 치상핵 완전손상군, 후자를 불완전손상군으로 나누어 행동 검사결과를 처리하였다. 완전손상군과 불완전손상군의 손상부위 및 손상크기가 그림 1에 제시되어 있다.

소뇌손상동물중에는 시술후 회복기간동안에는 자세이상이나 운동장애를 보이는 동물이 3마리 있었으나 파지검사때에는 모든 피험동물의 자세나 운동이 정상으로 보였다. 그리하여 자료분석에 포함된 피험동물수는 완전손상군에 6마리, 불완전손상군에 8마리, 유사시술통제군에 6마리였다.

세집단의 피험동물이 시술전 습득기간동안 학습준거에 도달하는데 걸린 시간의 평균과 표준편차는

중간핵과 치상핵 완전손상군

불완전손상군

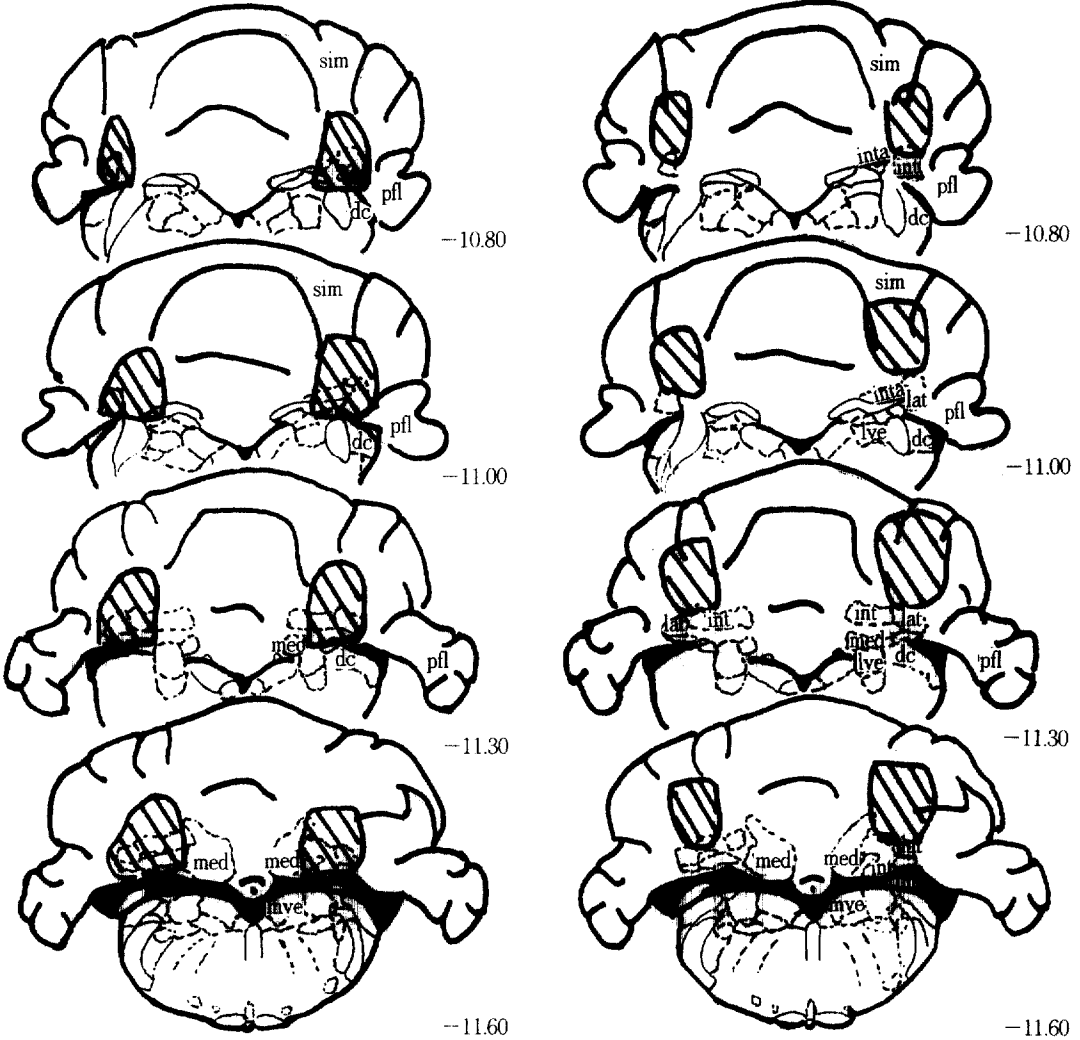


그림 1. 소뇌 중간핵과 치상핵이 양측으로 손상된 완전손상군(왼쪽그림)과 소뇌 불완전손상군의 손상부위 및 손상 크기. 사선친 부위는 각 손상집단에 속한 피험동물의 손상부위중 가장 크게 손상된 크기를 나타내고 있다. 각 그림 옆에 있는 숫자는 뇌절편그림이 전정으로부터 뒤로 떨어진 거리를 mm단위로 나타내고 있다. sim 단순소엽 : pfl 방편엽 : lve 외측 전정핵 : lat 치상핵 : inta 중간핵 : intp 후중간핵 : med 내측핵 : dc 와우핵 : mve 내측전정핵

완전손상군, 불완전손상군, 유사시술군순으로 31.50분(8.55), 36.50분(7.19), 33.00분(9.14)으로 세 집단간에 유의미한 차이가 발견되지 않았다($F=0.69, p>.05$). 시술후 세 집단의 각 피험동물이 파지

기간동안 학습준거에 도달하는데 걸린 시간의 평균과 표준편차는 완전손상군, 불완전손상군, 유사시술군순으로 10.33분(5.89), 13.75분(17.04), 5.33분(3.67)으로 세 집단간 준거에 도달하는데 요했던 시

간에서 유의미한 차이를 보이지 않았다($F = .91, p > .05$). 각 집단의 피험동물이 시술전 습득기간동안 준거에 도달하는데 필요로 한 시간과 시술후 파지기간동안 준거에 도달하는데 필요로 한 시간과를 t 검증한 결과, 세 집단 모두에서 파지기간동안 준거에 도달하는데 걸린 시간이 시술전 습득기간동안 필요로 했던 시간보다 유의미하게 줄었다. 즉 완전손상군의 경우 $t = 7.35 (p < .05)$, 불완전손상군의 경우 $t = 3.81 (p < .05)$, 유사시술군의 경우 $t = 4.71 (p < .05)$ 로 나타났다. 이러한 결과로 소뇌 중간핵과 치상핵이 양측으로 완전히 손상되거나 불완전하게 손상되고 인접 부위가 손상되거나 뇌가 전혀 손상되지 않거나 간에 시술후 실시한 파지검사에서 파지가 잘 되었음을 알 수 있다. 그림 2에는 세 집단의 피험동물이 습득기간 3회기와 파지기간 1회기동안 나타낸 지렛대 누른 평균 반응수가 10분 단위로 제시되어 있다. 한회기는 20분인데 두 블럭으로 나누어 표시되어 있다.

실험1의 결과, 쥐가 물을 강화자로 받기 위한 지렛대 누르기 반응을 파지하고 저장하는데에는 소뇌 심부핵인 중간핵과 치상핵의 양측손상이 결함을 야기시키지 않았다. 이러한 결과로 소뇌 중간핵과 치

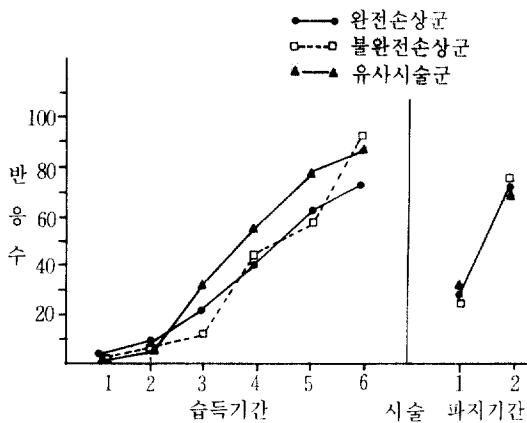


그림 2. 중간핵과 치상핵 완전손상군, 불완전손상군 및 유사시술군이 물을 강화자로 받기 위한 지렛대 누르기 반응의 습득기간과 파지기간동안 10분간 나타낸 평균 반응수. 한회기는 20분으로 두 블

상핵이 쥐의 도구적 욕구조건화의 기억저장 및 파지에 필수적인 뇌구조물로 보이지 않는다.

실험 2

실험 1의 결과를 확인하고 소뇌가 도구적 욕구조건화의 습득에서 차지하는 위치를 확인하기 위하여 실험 2를 실시한다. 피험동물에게 미리 시술하여 소뇌의 중간핵과 치상핵을 양측으로 손상시킨후 물을 강화자로 사용하여 지렛대 누르기반응을 조건화시킨다. 실험 1과는 실험순서에서 차이가 날뿐 그 이외의 실험방법은 동일하다. 새로 구입한 피험동물 중 7마리는 유사시술통제군, 14마리는 소뇌손상군으로 할당하여 시술하였다.

결과 및 논의

실험 2의 조직검사 결과, 소뇌손상군 중 9마리는 소뇌의 중간핵과 치상핵이 양측으로 완전히 손상되어 있었으며 3마리는 중간핵과 치상핵이 단측으로 손상되었거나 인접부위가 손상되어 전자를 중간핵과 치상핵 완전손상군, 후자를 중간핵과 치상핵 불완전손상군으로 나누어 행동검사 결과를 처리하였다.

중간핵과 치상핵 완전손상군($n=9$), 중간핵과 치상핵 불완전손상군($n=3$)과 유사시술군($n=7$)이 준거에 도달하기 전까지 필요로 한 시간의 평균과 표준편차는 45.33분(22.30), 46.83분(34.71), 50.57분(24.14)으로 세 집단이 물을 강화자로 얻기 위한 지렛대 누르기를 학습하는데 학습준거에 도달하는데 걸린 시간에 대해 Kruskal-Wallis 검증한 결과, 세 집단간에 유의미한 차이가 발견되지 않았다($\chi^2 = 4.99, p < .05$). 세 집단의 피험동물이 과제습득기간 3회기동안 나타낸 평균 지렛대 누른 반응수가 10분을 한 블럭으로 하여 그림 3에 제시되어 있다.

실험 2의 결과, 쥐가 물을 강화자로 받기 위한 지렛대누르기 학습에서 소뇌의 중간핵과 치상핵손상이 아무런 결함을 야기시키지 않았다. 이런 결과는 쥐의 도구적 욕구조건화가 형성되는데 소뇌가 결정적으로 중요한 뇌구조물이 아님을 나타낸다고 볼수

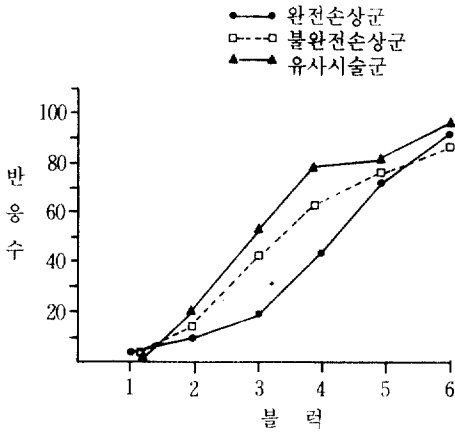


그림 3. 중간핵과 치상핵 완전손상군, 불완전손상군 및 유사시술군이 시술후 지렛대 누르는 반응의 습득 기간동안 나타낸 평균 반응수. 20분으로 된 회기가 두 블럭으로 나뉘어 표시되어 있다

있다. 이는 실험 1에서 소뇌 중간핵과 치상핵이 쥐의 도구적 욕구조건화의 기억저장과 파지에 필수적인 뇌구조물이 아니라는 결과와 함께 소뇌가 도구적 욕구조건화의 형성 및 기억저장에 결정적으로 관련된 신경회로에 포함되지 않는 것으로 보인다.

전체논의

실험 1과 실험 2의 결과, 쥐가 물을 강화자로 받기 위해 지렛대를 눌러야 하는 과제를 습득하거나 파지하는데 소뇌의 중간핵과 치상핵의 양측손상이 아무런 결함을 야기시키지 않았다. 이런 결과로 소뇌가 쥐의 도구적 욕구조건화의 습득과 파지에 결정적인 신경회로에 포함되지 않는다고 볼 수 있다.

본 연구과제에서는 식별자극이 사용되지 않았기 때문에 이 과제를 학습하는데에는 고전적 수반성의 역할이 더욱 줄어든다. 그렇기 때문에 본 연구의 결과는 비교적 순수한 단순한 도구적 욕구조건화에 소뇌가 결정적인 구조물이 아님을 나타낸다고 볼 수 있다. 이 결과는 운영화등(1990)의 연구에서 쥐가 지렛대를 눌러 전기쇼크를 중단시키는 도구적 혐오조건화의 습득, 저장 및 파지에 소뇌 치상핵과

중간핵의 양측 손상이 아무런 결함을 야기시키지 않은 결과와 함께 생각하여 보면 소뇌가 도구적 조건화에서는 강화자가 혐오적이거나 욕구적이거나 간에 결정적으로 관여되지 않는다고 해석할 수 있다. 이러한 결과는 Polenchar등(1985)이 토끼를 피험동물로 사용해서 순막조건 회피반응의 조건화에서 소뇌손상이 조건화에 결함을 야기시켜 소뇌가 도구적 혐오조건화에서도 고전적 혐오조건화에서와 마찬가지로 결정적이라는 결과와 일치하지 않는다. Polenchar(1985)등은 토끼의 순막반응을 이용하여 도구적 회피학습을 훈련시키면서 각막에 공기를 분사하는 무조건자극을 제시하기 전에 토끼가 소리 조건자극에 대해 순막반응을 하면 US를 제시하지 않았다. 그들은 피험동물에게 과제를 학습시킨후 학습된 눈과 동측으로 소뇌 심부핵인 치상—중간핵을 손상시킨 결과 순막회피반응에서 결함이 나타났다. 그리하여 그들은 소뇌는 고전적 혐오조건화와 도구적 혐오조건화 모두에 필수적인 뇌구조물이라고 제안하였다.

실험 1과 실험 2의 결과로 쥐가 물을 강화자로 얻기 위한 지렛대 누르기 조건화에 관련된 신경회로에 소뇌가 포함되지 않는 것으로 보인다. 그러나 또 한가지 대안적 해석으로는 본 연구과제 학습시 소뇌이외에 다른 뇌구조물로 구성된 병렬적 신경회로가 있어 소뇌손상만으로는 도구적 욕구조건화의 습득과 파지에 영향을 미치지 않을 수 있다는 가능성을 배제하지 못한다.

도구적 욕구조건화에 결정적인 신경회로가 소뇌이외에 있다 하더라도 소뇌가 전혀 관련되지 않는 것은 아니다. Miles와 Evarts(1979)는 기록법을 사용하여 원숭이가 오렌지쥬스를 보상으로 받기 위해 불빛 자극에 대해 앞발로 단추를 누르는 수의적 운동을 행할 때 운동피질과 소뇌의 뉴런이 대량으로 활동함을 발견하였다. 그리고 원숭이 소뇌의 적당한 부위를 냉각시켜 기능을 하지 못하도록 하면 수의적 동작의 개시가 현저히 방해되고 지연되었다. Sasaki, Gemba 및 Mizuno(1982)는 원숭이가 오렌지쥬스를 보상으로 받기 위해 시각 신호자극에 대해 앞발로 지렛대를 누르는 학습을 하는 동안 앞발을 담당하는 운동영역에서 장전위(field potential)을 기

록하여 훈련이 지속됨에 따라 훈련초기부터 나타나
는 장전위에 뒤이어 후기장전위가 뒤따라 일어남을
발견하였는데 기록전극이 있는 대뇌와 대측 소뇌반
구를 절제한 결과, 운동피질에서 나타나던 후기장
전위가 사라지고 지렛대누르는 운동이 지연되었다.

도구적 욕구조건화의 결정적인 신경회로에 어떤
신경구조물이 포함되는가? 해마나 중격과 같은 변
연계 구조물은 비교적 순수한 단순한 도구적 조건
화에는 직접적인 관련이 없는 것으로 보인다. Clark
와 Isaacson(1965), Schmaltz와 Isaacson(1966),
Gray(1982)는 해마손상후 쥐가 먹이를 강화자로 받
기 위한 지렛대누르기 조건화에서 반응율이 정상동
물과 비슷하거나 더욱 많이 나타남을 발견하였다.
Lockhart와 Moore(1975)는 토끼를 피험동물로 하여
연구한 결과, 먹이를 강화자로 사용한 지렛대누르
기 반응에서 중격손상동물이 결함을 나타내지 않았
다.

본 연구결과로 소뇌가 도구적 욕구조건화에 결정
적인 역할을 하지 않는다면 추후 연구에서는 도구
적 욕구 조건화동안 어떤 뇌구조물에 기억흔적이
형성, 저장되는지 또 관련되는 신경회로에는 어떤
뇌구조물이 포함되는지를 밝힐 필요가 있다.

참고문헌

- 김기석 · 윤영화(1987). 조건반사의 신경실체에 관
한 연구 : 소뇌 치상 — 중간핵과 단소엽의 기
능. *한국심리학회지*, 6(2), 109 - 120.
- 류재욱 · 김기석(1989). 외측 망상핵의 전기자극을
조건자극으로 사용한 조건반응의 고전적 조건
화. *한국심리학회지(일반)*, 8(1), 44 - 55.
- 문양호 · 김기석(1989). KA를 사용한 소뇌피질 단
소엽의 손상이 고전적 순막 조건화에 미치는
효과. *한국심리학회지(생물 및 생리)*, 1.1 - 9.
- 윤영화 · 김현택 · 한정수(1989). 하올리브 손상이
순막조건반응의 파지 및 전이훈련에 미치는 효
과. *한국심리학회지(생물 및 생리)*, 1. 34 - 39.
- 윤영화 · 김기석 · 이만영(1990). 도구적 조건화에
서의 소뇌의 기능 : 쥐의 도구적 혐오조건화를
중심으로. *한국심리학회지(생물 및 생리)*, 2. 49 -
- 59.
- 이강준 · 김기석(1989). 고전적 조건반응에서의 하
올리브의 기능. *한국심리학회지(일반)*, 8(1), 56 -
66.
- Clark, R. E., Brown, d. J., Thompson, R. F., &
Lavond, D. G.(1990). Reacquisition of classical
conditioning after removal of cerebellar cortex
in Dutch belted rabbits. *Society for Neuroscience
Abstracts*, 16, 271.
- Clark, C. V. H. & Isaacson, R. L. (1965). Effect of
bilateral hippocampal ablation on DRL perform-
ance. *Journal of comparative and physiological Psychol-
ogy*, 59, 137 - 140.
- Clark, G. A., McCormick, D. A., Lavond, D. G.,
Baxtery, K., Gray, W., & Thompson(1982).
Effects of electrolytic lesions of the cerebellar
nuclei on conditioned behavioral and hippocam-
pal neuronal responses. *Society for Neuroscience
Abstracts*, 8, 22.
- Donegan, N. H., Lowery, R. W., & Thompson, R. F.
(1983). Effects of Lesioning cerebellar nuclei
on conditioned leg - flexion response. *Society for
Neuroscience Abstracts*, 9, 331.
- Gray, J. A.(1982). Precis of The neuropsychology
of anxiety: An enquiry into the functions of the
septo - hippocampal system. *Behavioral and Brain
Sciences*, 5, 469 - 534.
- Harvey, J. A., Yeo, C. H., Welsh, J. P., & Romano,
A. G. (1990). Recoverable and nonrecoverable
deficits in conditioned responses (CRs) after
cerebellar cortical lesions. *Society for Neuroscience
Abstracts*, 16, 268.
- Konorski, J.(1967). *Integrative activity of the brain*. Chi-
cago: University of Chicago Press.
- Lincoln, J. S., McCormick, B. A., & Thompson, R,
F.(1982) Ipsilateral cerebellar lesions prevent
learning of the classically conditioned nictitating
membrane/ eyelid response. *Brain Research*, 242,
190 - 193.
- Lockhart, M. & Moore, J. W.(1975). Classical dif-

- ferential and operant conditioning in rabbits (*Oryctolagus Cuniculus*) with septal lesions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 88 (1), 147 - 154.
- Mackintosh, N. J.(1983). *Conditioning and associate learning*. New York, Clarendon Press.
- Miles, F. A.& Evarts, E. V.(1979). Concepts of motor organization. *Annual Review of Psychology*, 30, 327 - 362.
- Mintz, M., Yun, Y., Lavond, D. G., & Thompson, R. F.(1988). Unilateral inferior olive NMDA lesion leads to unilateral deficit in acquisition of NMR classical conditioning. *Society for Neuroscience Abstracts*, 14, 783.
- Polenchar, B. E., & Patterson, M. M., Lavond, D. G., & Thompson, R. F.(1985). Cerebellar lesions abolish an avoidance response in rabbit. *Behavior and Neural Biology*. 44, 221 - 227.
- Sasaki, K., Gembe, H., & Mizuno, N.(1982). Cortical field potentials preceding visually initiated hand movements and cerebellar actions in the monkey. *Experimental Brain Research*, 46, 29 - 36.
- Schmaltz, L. & Isaacson, R. L.(1966). The effects of preliminary training conditions under DRL performance in the hippocampectomized rat. *Physiology and Behavior*, 1, 175 - 182.
- Skelton, R. W.(1988). Transection of the middle cerebellar peduncle abolishes classically conditioned eyelid responses in the rat. *Society for Neuroscience Abstracts*, 14, 784.
- Skelton, R. W.(1989). Lesions of deep cerebellar nuclei selectively abolish conditioned but not "spontaneous" eyeblinks in rats. *Society for Neuroscience Abstracts*, 15, 640.
- Stotler, J. L., Miller, D. P., & Steinmetz, J. E. (1990). Cerebellar interpositus nucleus and limbic system activity during classical eyelid conditioning in rabbits. *Society for Neuroscience Abstracts*, 16, 763.
- Thompson, R. F., & Donegan, N. H. (1986). The search for the engram. In J. Martinez and R. P. Kesner(Eds.) *Learning and memory. A biological view*.(pp 3 - 39). Academic Press Inc.
- Voneida, T. F., Jefford - Christie, D., & Bogdanski, R. (1989). Effect of inferior olive lesions and olivocerebellar tractotomy on a conditioned limb flexion response in the cat. *Society for Neuroscience Abstracts*, 15, 639.
- Yeo, C. H., Hardiman, M. J., & Glickstein, M. (1985a). Classical conditioning of the nictitating membrane response of the rabbit. Lesions of the cerebellar nuclei, *Experimental Brain Research*, 60, 87 - 98.
- Yeo, C. H., Hardiman, M. J., Glickstein, M.(1985b). Classical conditioning of the nictitating membrane response of the rabbit. II. Lesions of the cerebellar cortex. *Experimental Brain Research*, 60, 99 - 130.

Effects of Bilateral Cerebellar Lesions on the Appetitive Instrumental conditioning of the rat

Young-Hwa Yun and Ki-Suk Kim

Korea University

Cerebellum has been shown to be critically involved in the aversive classical conditioning. The present study was undertaken to determine whether the cerebellum is essential to learn lever pressing conditioning of the rat using trained to press a lever in the Skinner box to get a drop of water. After interpositus and dentate nuclei. Six animals that were lesioned bilaterally at the interpositus and dentate nuclei and eight ones lesioned at the surrounding areas showed good retention as well as six control animals that were sham-operated. In experiment 2, twelve animals were lesioned at the cerebellar interpositus and dentate nuclei and seven ones were sham-operated and then all lesioned at the interpositus and dentate nuclei and three ones lesioned at the surrounding areas displayed no difference from seven control ones in the acquisition. The results indicate that the cerebellum is not critically involved in the appetitive instrumental conditioning of the rat.