

# 토끼 순막반응의 고전적 조건화에서 초기 시행의 역할

김 현 택 · 김 기 석

고려대학교 심리학과

본 연구는 저지를 사용하여 순막 조건화 초기의 속성을 해명하고 그 결과를 가지고 순막반응과 심박율반응이 유기적으로 어떤 관계를 가지는지를 완료 조건화와 준비 조건화의 견지에서 논의하였다. 저지 현상은 순막 조건반응이 아직 나타나지 않는 학습의 초기에도 나타나므로 피험동물이 순막 조건반응 개시이전에도 자극간의 관계성을 파악하고 있다고 결론지었다. 하지만 이때의 저지의 정도는 1단계 순막 조건반응을 이 규정된 수준 이상이된 경우의 저지의 정도와는 유의미한 차이가 있었다. 그러므로 설사 심박율 조건화가 순막 조건반응 출현이전에 접근선에 도달한다 하더라도 그것이 학습의 더 예민한 지표라고 주장하기는 어려우며 순막 조건반응 출현이전의 피험동물의 자극간 관계성 파악은 완전한 것은 못된다는 것을 알 수 있었다.

유기체의 학습은 고전적 조건화와 도구적 조건화로 구분할 수 있다(Mackintosh, 1983). 이들은 각각 혐오적 조건화(aversive conditioning)와 욕구적 조건화(appetitive conditioning)로 나뉘는데 이 중에서 고전적 혐오 조건화를 위한 준비물(preparation)로서는 뒷 다리 굴곡반사가 사용되어 왔다. 이외에도 조건 억압절차(conditioned suppression procedure)인 고전적-도구적 전이 절차가 사용되며(Gomezano와 Moore, 1969; 윤영화와 김기석, 1986), 인간을 대상으로는 눈꺼풀 조건화가 사용되어 왔다(Gomezano와 Moore, 1962). 그런데 뒷 다리 굴곡조건화는 대량의 골격근 반응이므로 그 성질상 도구적 해석의 여지를 크게 가지게 되며 사이비 조건화(pseudoconditioning)의 가능성을 항상 염두에 두고 검사해 보아야 한다. 한편, 고전적-도구적 전이절차는 도구적 조건화에 영향을 주는 고전적 조건화의 증거를 간접적으로 포착할 수 있을 뿐이므로 고전적 조건화의 이론 정립에 요구되는 상수(parameter) 연구에 적용하기에는 어려움이 많다. 또한 인간의 눈꺼풀 조건화는 빈번한 자발적 반응과  $\alpha$ -반응, 피험자의 오도된 예기 반응 등예외에 안정된 결과를 얻기가 힘들었다.

이런가운데 Gomezano(1962)는 토끼의 순막반응을 고전적 조건화 연구에 이용하였는데 토끼의 순막은 고전적 조건화 준비물에서 방해요인이 되는 자발적 반응이 거의 없고 정위 반응도 문제되지 않으며 또한 최소한의 골격근 영향 하에 있기 때문에 위에서 열거한 여러 문제점들을 염두에 두지 않고 기초적인상수 연구에서 부터 고차적 조건화 연구에 이르기까지 폭넓게 적용할 수 있는 이상적인 준비물로 간주되어 왔다.

그러하여 고전적 조건화 연구에 기초가 되는 상수인 시행수와 학습율의 함수 연구를 선두로 해서 (Gomezano와 Schneiderman 그리고 Fuentes, 1962) 조건자극과 무조건자극의 간격에 대한 연구 즉 자극간 간격(interstimulus interval)함수에 대한 연구(Schneiderman과 Gomezano, 1964; 조원호, 현성용, 김기석, 1986), 지연조건(delay conditioning)과 흔적조건(trace conditioning)에서의 자극간 함수 연구

1) 토끼의 안구철회근은 외전신경의 지배를 받는데 안구가 철회되면 순막은 수동적으로 신전(extension)된다 (Gray등, 1981).

(Schneiderman, 1966), 조건반응의 위상형태(topography) 연구(Smith, 1968) 등이 행하여져서 고전적 조건화의 많은 속성들이 밝혀져 왔다. 70년대와 80년대에는 주의, 지각 그리고 기대에 대한 연구가 순막 조건화를 이용하여 실시되어 왔는데 이러한 연구를 위해서 변별과 일반화 기법에 필요한 다양한 복합자극들이 사용되고 있다(Moore, 1972; Marshall 등, 1980; Gormezano와 Kehoe, 1982). 또한 이 순막 조건화는 배경자극(context stimulus)의 특성과 역할연구(김기석, 1986; 이두현, 1985)와 해마의 기능연구(노혜란, 1986)에 사용되었다.

그리고, Thompson(1976) 등은 이 조건화 방법에는 최소한의 신경 회로만이 관여하며 조건화 상수가 명확히 규정되고 있다는 점에 착안하여 학습의 신경적 근거에 대해 연구하고 있다(Berger와 Thompson, 1980; Lavond와 McCormick 그리고 Thompson, 1984).

한편, 순막반응이 체성반응(somatic response)임에 대해서 Schneiderman(1966)은 자율반응(autonomic response)의 한 지표로서 고전적 심박율 조건화(heart rate conditioning)를 채택하였다. 이후, Yehle(1968)은 순막반응과 동시에 심박율 반응을 측정하여서 고전적 혐오 조건화에 있어서의 체성반응과 자율반응 사이의 관계성을 연구하였다. 그는 변별 조건화 방법을 사용하여 두 조건화 사이의 시행수에 따른 학습율의 변화를 살펴보았는데 흥미롭게도 심박율 조건화는 그 조건 반응이 10시행 이내에 나타나서 첫 회기(session) 마지막에 가서는 최대 반응을 보이는 반면 순막 조건화는 조건반응이 두 번째 회기에 가서야 비로소 나타난다는 것을 발견하였다. 이러한 결과에 대해서 논의하면서 Yehle은 피험동물이 조건자극과 무조건자극의 관계성을 순막 조건반응이 일어나기 훨씬 이전에 예컨대 첫 회기의 처음 부분에서 이미 알고 있다고 주장하고 이것이 심박율 조건 반응으로 나타난 것이라고 하였다. 따라서 순막 반응이 피험동물의 관계성 학습의 지표로서는 제한성을 지니며 순막 조건반응율이 습득회기 전체에 걸쳐서 점진적으로 증가하는 것은 어떤 다른 요인이 학습에 부가되었기 때문이라고 결론 짓고 있다(Schneiderman, 1972).

심박율 반응에 대해서는 다수의 연구자들이 그 성질을 규명하려 시도하였는데 그 중에서 Obrist(1964, 65, 67, 76) 같은 연구자는 심박율 반응은 골격근 억제 즉 얼어붙음(freezing)의 지표라고 주장한다. 이 이론에 따르면 Yehle(1968)이 관찰한 순막 조건화 초기의 조건반응의 부재는 골격근의 억제에서 기인된 것이라고 해석되는데 이는 순막

조건화에 수행상의 가외요인이 혼입되고 있음을 시사하는 것이다. 그런데 그 후에 심박율 반응은 주의 또는 정향반사와 관련된 것이라는 가설(Powell과 Joseph, 1974; Powell, 1980)이 제시되었으며 특히 Powell(1980)은 해마 손상 동물의 심박율 조건반응의 변화가 크고 지속적임을 보고하고 해마의 기존 주의기능 설명을 도입해서 심박율 변화가 주의와 관련되어 있다고 주장하였다.

순막 조건화와 심박율 조건화의 관계성에 대한 연구는 Thompson(1984) 등에 의해서도 실시되어 오고 있는데 그는 소뇌의 중간핵(interpositus nucleus)에 손상을 가한 후 순막 조건화는 영구히 불가능하게 되지만 심박율 조건화는 영향을 받지 않음을 보고하고 행동적 이중 과정 이론에 근거를 둔 이중 흔적(dual-trace) 신경 가설을 제안하였다(Lavond와 Lincoln과 McCormick 그리고 Thompson, 1984).

다른 연구에서 Schneiderman과 Elliott(1972)는 Pentylentetrazol<sup>2)</sup>을 주입받은 토끼가 순막 조건반응율의 향상을 보였음을 보고하였는데 이때 흥미있는 현상은 학습의 초기에서 나타났다. 약물 처치집단은 두번째 회기에서 벌써 약 30%의 반응율을 보이는 반면에 통제집단은 그때에 아직 조건반응이 나타나지 않았다. 그런데 세번째 회기에 가서 통제집단은 약 30%의 반응율을 나타내었는데 일단 조건반응이 개시된 후에는 그 학습율 함수의 기울기가 약물 처치집단과 유사하였다. 다시 말하면 약물 처치집단은 조건반응의 출현이 통제집단과 유사한 습득곡선을 지닌채 하루 즉 한 회기 앞당겨 일어난 것이다. Schneiderman(1972)은 그 약물이 학습 초기의 어떤 억압적 상태를 해제한 것이라 해석하고 다시 한번 순막 조건 학습의 초기 부분은 학습의 지표로서는 다소간 예민성이 부족하다는 것을 시사하고 있다.

또 이 순막 조건화에 극단적인 상수를 적용시켜 위에서 언급한 것들과 맥락을 같이하는 결과를 얻은 연구들이 있는데, 무조건 자극의 길이를 6000msec로 한 연구(Tait 등, 1983)와 조건자극을 2200msec로 한 연구(Levinthal 등, 1985)가 있다.<sup>3)</sup> Tait 등은 무조건 자극을 전형적으로 사용되어 오던 50msec로 한 경우와 6000msec로 한 경우를 비교하

2) 신경자극작용을 나타내는 바르비탈 중독 치료제, 일명 Metrazol

3) 보통의 경우 조건자극의 길이는 200~800msec 정도이고, 무조건자극의 길이는 50~100msec 정도이며, 최적의 자극간격은 200~300msec 정도이다.

여보았는데 한 회기를 90시행으로 한 경우에는 전자의 학습율이 우수하지만 하루에 한번의 시행만 한 경우에는 후자의 학습율이 더 우수하였다. 그런데 여기서 주목하고 싶은 것은 하루에 한번만의 시행을 하는 경우에 약 30일만에 다시 말해서 약 30시행만에 후자가 거의 100%의 조건 반응율을 보였다라는 것이다. 유사한 결과가 Levinthal 등에 의해서도 얻어졌는데 2200msec의 조건자극을 사용하며 하루 혹은 이틀에 한 시행만을 한 결과 13시행만에 약 80%의 조건 반응율을 나타냄을 보고하였다. 한편 이 결과는 전형적인 상수 실험들에서는 얻어질 수 없는 것인데 전형적 상수 실험에 의하면 조건자극이 2000msec를 넘는 경우에는 많은 시행수에도 조건 반응율이 50%를 넘는 일은 없다 (Gomezano 등, 1983).

여기서 주목해야 될 것은 13일만에 즉 13시행만에 반응율이 80%를 상회한다는 사실이다. Levinthal 등(1985)은 이 결과를 논의하면서 절대적인 자극간 간격이란 없고 최적의 자극간 간격이란 그 실험에서 시행을 어떤 방식으로 하였는가에 달려 있다고 하였다. 그는 위와 같은 주장을 논증하기 위해 Frey(1969, 70)가 제한한 정보 처리시의 반응 억제(response inhibition accompanying information processing) 개념을 도입하였는데 Frey에 따르면 이 현상은 정위 반응을 일으킬 수 있는 어떤 조건자극을 제시하면 일어나며 이때 그 자극의 의미를 파악하려는 정보 처리 과정과 이에 부수하는 특정 형태의 반응 억제가 나타난다고 한다. 이 설명에 따르면 기존의 상수 연구에서 200msec보다 짧은 조건 자극에서 조건화가 잘 일어나지 않는 이유는 한 회기내에서 조건 자극이 반복 제시되므로 정위 반응의 습관화를 일으켜서 반응 억제 기간이 조건 자극 개시후의 100~200msec 정도로 축소되는데 이때 이 반응 억제 기간 내에서는 반응이 불가능하다는 것이다. 그런데 하루 한 시행만 하는 경우는 정위 반응의 습관화는 일어나지 않고, 반응 억제 기간은 조건 자극 개시후 최소 800msec는 되기 때문에 자극간 간격을 이 기간보다 짧게 하면 조건화의 지체가 일어나지만 더 길게 한 경우, 예컨대 2200msec로 한 경우에는 조건화가 잘 된다고 한다.

Tait 등(1983)의 연구와 Levinthal 등(1985)의 연구는 학습율이 접근선율이올때 그 시행 횟수가 각각 30시행과 13시행이었는데 이는 전형적인 실험들에서는 아직 조건반응이 나타나지 않는 첫 회기 처음 부분에 해당하는 시행 횟수들인

바 이 결과들을 Yehle(1968)의 주장과 연관시켜 보면 전형적인 순막 조건화 실험에서 조건화의 초기 기간 동안의 속성을 더욱 상세히 규명해 볼 필요가 있다 하겠다.

이것에 적합한 실험 방법은 저지인데 Kamin(1969)이 보고한 저지(blocking)현상은 다음과 같은 것이다. 만일 A라는 조건자극(이하 CSA라 표시하겠다)과 특정 무조건자극을 완벽히 연합 학습시켰다면 이후에 CSA와 복합되어 제시되는 어떤 자극(이하 CSB라 표시하겠다)이라도 그 CSB는 연합가를 획득하게 되지 못한다는 것이다. 이것을 CSA가 CSB의 조건화를 저지하였다고 표현한다. 이 현상은 조건화 이론에 큰 영향을 주었는데 왜냐하면 시간 근접성(temporal contiguity)과 Rescorla의 수반성(contingency) 학습설로써는 이것을 설명할 수가 없기 때문이다. 이 현상을 성공적으로 설명할 수 있는 이론으로는 Rescorla와 Wagner의 차이설(discrepancy theory)과 이를 보강한 Mackintosh의 차이설이 있다. 이 이론들의 요점은 조건화는 유기체의 예상과 실제 발생하는 강화 사건 사이에 차이가 있는 경우만 일어나게 되고 만일 유기체의 예상과 강화가 정확히 일치한다면 조건화는 완료된다는 것이다. 그러면 그 강화를 예상하는데 도움이 되는 정보는 더 이상은 필요치 않게 되어 CSB는 무조건 자극과의 사이에서 연합력을 얻지 못하는 것이다. 이 이론은 수식으로 "간결하게 표현될 수 있으며 다양한 조건화를 이해하는데 도움이 된다(Mackintosh, 1975; 김기석, 1986).

그래서 본 연구자는 순막 반응의 초기에 저지를 적용시켜서 초기의 무반응 기간 동안에 무조건 자극과 짝지었던 조건자극(이하 CSA라 칭함)이 이어서 CSA와 복합적으로 제시되는 다른 종류의 조건자극(이하 CSB라 칭함)을 저지하는 능력을 획득하였는지를 살펴서 이 기간 동안의 조건화

$$5) \Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - V_A)$$

단  $\Delta V_A$ 는 조건화의 변화량

$\alpha_A$ 는 CSA의 학습속도 상수

$\beta$ 는 US의 학습속도 상수

$\lambda$ 는 기존 US하에서의 조건화의 극한치

$V_A$ 는 기존 CSA하에서의 현재의 조건화 정도

한편, 복합조건자극의 경우  $\Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - V_{AB})$

$$\Delta V_B = \alpha_B \beta (\lambda - V_{AB})$$

단  $V_{AB}$ 는 CSA+CSB하에서의 현재의 조건화 정도 그런데 저지의 경우는 이미  $V_A \rightarrow \lambda$ 인 상태에서 복합자극을 도입하였으므로  $V_{AB} \rightarrow \lambda$

$$(* V_{AB} = V_A + V_B)$$

따라서  $(\lambda - V_{AB}) \rightarrow 0$ 이므로  $\Delta V_B \rightarrow 0$

4) 이 현상을 Gomezano(1966) 등은 혼적가설로써 설명한다.

의유무를 검사하고 이 결과를 준비 조건화(preparatory conditioning)와 완료 조건화(consummatory conditioning)의 견지에서 논의하고자 한다.

본 연구의 목적과 가설은 다음과 같다. 순막 조건화를 사용한 저지의 상수 실험 중에서 아직 조건화가 행동적으로 나타나지 않은 때에 실제 어느 정도 조건화가 되어 있는지를 검사하기 위한 저지 상수 실험은 없었으므로 이를 검사하여 저지 상수 실험의 범위를 확대코자 하며 이에 더하여 지금까지 여러 연구자들이 주장하여 온 순막조건화 초기의 수행적 억압요인이 실제하는 것인지 또 실제한다면 그 정도는 어떠한지를 검사해 보고자 한다.

가설1. 순막 조건반응이 아직 나타나지 않은 조건화 초기에서도 실제 학습이 진행되고 있다면 이 기간에서도 저지 현상은 나타날 것이다.

가설2. 그러나 이 기간 동안의 학습에 의해 나타나는 저지의 정도는 1단계에서 상당한 정도의 조건반응이 나타난 후에 2단계인 복합 시행을 실시한 경우의 저지의 정도와는 유의미한 차이가 있을 것이다.

## 방법

### 피험동물

백색종 뉴우질랜드 토끼를 사용하였는데 생후 90~100일이 지났으며 실험 시작시 몸무게가 1.8~2.5kg인 수컷 24마리를 사용하였다. 실험도중 부상 또는 학습불능으로 인하여 19마리에서 자료를 얻었다. 각 피험 동물은 실험기간 동안 개별장에 수용되었고 충분한 먹이와 물을 공급받았다.

### 실험기구

토끼 고정장치와 순막 반응 변환기(transducer)는 Gormezano(1966)가 기술한내용을 참고로 제작하였다. 토끼의 고정장치는 투명 아크릴로 제작되었는데 토끼의 크기에 따라 조정이 가능하도록 설계되었다.

순막 반응의 측정은 실험현전에 순막에 봉합시켜 놓은 싹고리를 광소자 변환기의 축에 연결된 강철 막대와 연결시켜 순막의 직선 운동을 광소자 변환기의 회전운동으로 바꾸고 광소자 변환기의 회전은 전압 변화를 일으키도록 하였다. 광소자 변환기는 직경 2.2cm, 길이 3.0cm의 원통속의 양 끝에 각각광소자(cds)와 고마전구를 부착하였고 그 중앙에 두 개의 편광 필터 원판을 장착하였다. 편광 필터 원판의 중심에는 축이 연결되어 있어 그 축의 회전이 두장의 편광 필터를 통해 투과되는 고마 전구 빛의 양을 변화시킬 수

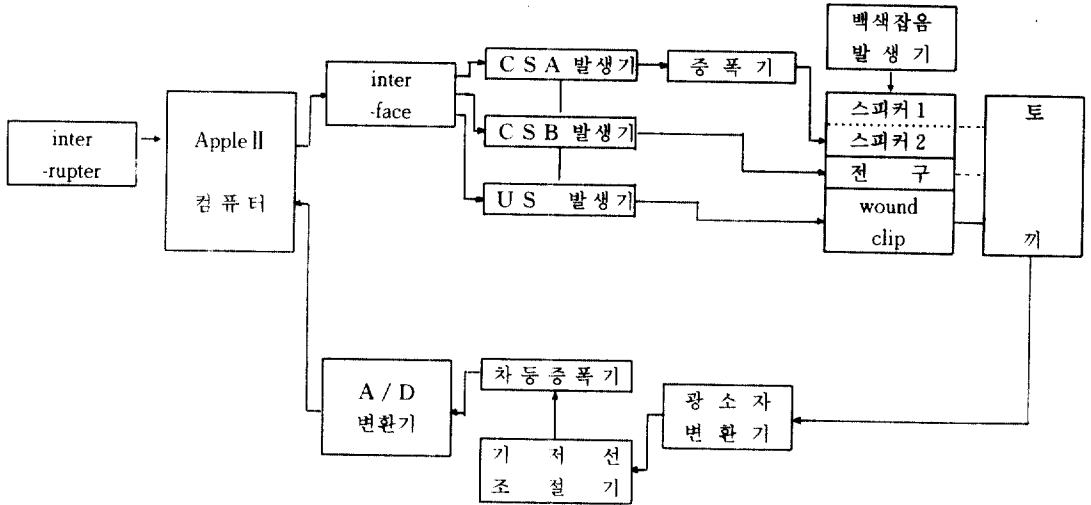
있도록 하였다. 따라서 광소자 변환기의 축의 회전은 광소자의 저항치를 변화시키고 이 광소자의 저항치의 변화는 전압 변화를 일으키도록 하였다. 이러한 광소자 변환기를 통해 이루어진 전압 변화는 차등 증폭기(differential amplifier)를 통해 증폭되었고 A/D 변환 장치(analog-digital converter)를 통해 Apple II 컴퓨터에 저장, 분석되었다. 이때 표집시간은 interrupter를 이용하여 정확히 5msec로 하였다. 즉 연속적인 전압 변화를 5msec마다 단속적인 값(digital)으로 변환하여 변환시의 값을 컴퓨터의 기억장치에 저장하였다. 그리고 한 시행이 끝날 때마다 반응시작 시간(onset latency), 최대 반응시간(peak latency), 반응의 크기(amplitude), 반응의 유형(response pattern) 등을 분석하여 그 결과를 컴퓨터의 모니터에 출력시켰다. 이러한 일련의 분석은 이 두현(1985)이 사용한 프로그램을 윤 영화(1986)가 수정 보완한 것을 가지고 실시하였다.

CSA 단독제시는 정현파(sine wave) 발생기를 통해 나온 1000Hz의 정현파를 증폭기를 통해 증폭시켜 85dB의 크기로 제시하였고, 무조건 자극은 눈의 하측 10mm지점과 외측 15mm지점에 장착된 복합용 클립(wound clip)을 전극으로 하여 A.C. 60Hz 3mA의 전기 충격으로 제시하였다.

조건화시에는 토끼를 고정장치에 고정시킨후 순막 움직임의 기록이 방해받지 않게 각막이 계속 노출되도록 바깥 눈꺼풀 상부와 하부에 고리(hook)를 끼웠다. 실험은 한 번에 4마리 씩을 동시에 실시하였는데 각 피험동물은 4개의 방음상자(sound attenuating chamber)에 넣어졌고 동일한 기구에 의해 통제되었으며, 반응이 측정되었다. 이 방음상자는 서류용 캐비닛(file cabinet)을 개조하여 전면과 내부에 두께 1.5cm의 스폰지를 부착하였는데 전체적인 내부 용적은 142×71×42cm<sup>3</sup>이었다. 4층으로 구성된 방음 상자의 각 층마다 2개씩의 스피커를 부착하여 그 중에서 한개는 CSA가 제시되도록 하였고 나머지 한 개는 백색잡음이 제시되게 하였다. 이 백색 잡음(white noise)은 외부 잡음의 차단을 위해 사용되었는데 그 크기는 71dB이었다. 또한 상자내의 최소한의 조명을 위해서 직류 12V 3W의 전구를 각 층마다 설치하였는데 이때 공급되는 전원은 직류 안정화 전원을 사용하여 4V만공급하였다.

복합 자극시 CSA(소리)와 함께 제시되는 CSB는 시각 자극인 불빛으로 하였는데 토끼의 전면 15cm에 장치하였으며 교류 155V 6W의 전구를 사용하였는데 공급 전압은 교류 100V였다. 그리고 전구앞에 확산 필터를 장치하여 불빛이 확산되도록 하였고 현출성능을 높이기 위해서 1초에 10번 깜

표1. 실험기구 배치도



박이도록 즉 10Hz의 flicker가 되도록 하였다.  
실험기구의 배치도는 표1과 같다.

**실험 절차**

각 피험동물을 3개의 집단에 8마리씩 무선적으로 할당하여 각 집단에 상응하는 실험 처치를 하였으며 통제집단 7마리, 실험집단1과 2에서 각 6마리씩인 19마리에서 자료를 얻었다.

첫째날은 준비기간, 둘째날은 회복기간 셋째날은 순응기간으로 하고 네째날부터 조건화 시행을 실시하였다. 준비기간에는 집단 모두 오른쪽 눈 주변의 털을 깨끗이 제거하고 순막의 상피층에 명주실로 직경 2mm 정도의 고리를 만들었고 무조건자극을 제시하기 위해 안와 부위에 두 개의 봉합용 클립을 부착시켰다. 하루의 회복기간을 거친후 순응기간에는 피험동물을 실험장치에 넣고 조건자극과 무조건

자극을 제시하지 않은 상태에서 순막의 자발적인반응을 측정하였다. 전체 실험에 걸쳐서 3집단 모두는 CS 850msec, US 50msec 그리고 자극간 간격이 800msec인 지연조건하에서 훈련받았다. 한 회기는 80시행으로 이루어지며 시행간 간격은 35초에서 45초사이의 값으로 각시행들에 무선적으로 할당되었다. 통제집단은 5일 또는 6일간 CSA와 CSB 복합자극과 짝지워진 US로 훈련받았으며, 실험집단1은 처음 1일간 CSA와 짝지워진 US로 훈련받고 이어지는 5일간을 통제집단과 동일한훈련을 받았다. 실험집단2는 5일간을 CSA와 짝지워진 US로 훈련받고 이어지는 5일간을 통제집단과 동일한 훈련을받았다. 모든 집단은 검사 시행이며 또한 한 소거 시행이 되는 US없는 CS제시 시행을 2일간씩 받았는데 이때에 CSA와 CSB의 제시 순서는 Gellermann의 순서에 따랐다.\* 습득 시행에서는 7시행에서 13시행 사이에서 무선적으로 검사시행을 넣어서 습득의 정도를 살폈다.

- \* 1. RRRLLRRLRL 12. RLRRLLRRLLL 23. LRRRLLRRLLR 34. LLRRRLLRLLR
- 2. RRRLLRRLRL 13. RLRRLLRRLLL 24. LRRLRRLLLLR 35. LLRRRLLRLLR
- 3. RRLRLRRLLLL 14. RLRRLLRRLRL 25. LRRLRRLLLLR 36. LLRRLLRRLLR
- 4. RRLRLRRLLLL 15. RLRRLLRRLLL 26. LRRLRRLLLLR 37. LLRRLLRRLLR
- 5. RRLRLRRLRLR 16. RLRRRRLRLLL 27. LRRLRRLLLLR 38. LLRRLLRRLLR
- 6. RRLRRLRRLRL 17. RLRRRRLRRLR 28. LRRLRRLLLLR 39. LLRRLLRRLLR
- 7. RRLRRLRRLRL 18. RLRRRRLRRLR 29. LRRLRRLLLLR 40. LLRRLLRRLLR
- 8. RRLRRLRRLRL 19. RLRRRRLRRLR 30. LRRLRRLLLLR 41. LLRRLLRRLLR
- 9. RRLRRLRRLRL 20. RLRRRRLRRLR 31. LRRLRRLLLLR 42. LLRRLLRRLLR
- 10. RRLRRLRRLRL 21. RLRRRRLRRLR 32. LRRLRRLLLLR 43. LLRRLLRRLLR
- 11. RRLRRLRRLRL 22. RLRRRRLRRLR 33. LRRLRRLLLLR 44. LLRRLLRRLLR

조합할 경우에는 Gellermann의 순기 2와 4를 참조하기요. (R→CSA L→CSB)

그리고 각 검사 시행에서는 반응의 형태를 저장하여 나중 분석에 사용하였다.

### 결과

모든집단에서 검사 시행의 자료들만을분석하였다. 우선 순응율은 40시행을 한 회기로 하여 두 회기로 구분하고 시행간 간격을 습득, 소거 회기와 동일하게 하면서 정해진 시간마다 1000msec씩 검사 시행을 넣어서 자발 반응을 측정하였다. 습득 회기에는 80시행을한회기로 하고 10±3시행에서 무선히 삽입되는 검사 시행때만 조건 반응을 측정하였다. 한편소거 즉 검사 시행만의 회기도 80시행을 한 회기로 하였는데 이때에는 CSA 또는 CSB만을 Gellermann 순서에 따라 제시하였으며 각 자극은 회기당 각각 40번씩 제시되었다. 순응시의 자발 반응율은 4% 미만이었으며 습득 첫 회기의 실험집단1과 실험집단2의 조건반응은 없어서 이 첫 회기에서는 외현적인 학습의 증거는 없었다. 습득 회기 동안의 조건 반응율의 변화를 표2에 보였다.

표를 참조하면 통제집단은 습득 첫 회기에 약 10%의 조건 반응율을 보였으나 실험집단1은 외현적 학습의 증거없이 복합시행 단계로 들어갔음을 알 수 있다. 실험집단2가 복합시행 단계로 들어가기 직전 회기에서 조건반응율이 40~50%인 것으로 보아 본 실험에서 사용한 자극 상수치로 얻을 수 있는 최대 반응율인 약 80%가 될려면 몇 회기의 훈련이 더 필요함을 알 수 있다. (Smith, 1968: 조 원호, 현성용, 김기석, 1986).

소거 시행에서는 CSA와 CSB 각각에 대한조건반응율의 변화를 살펴 보았는데 이에 대한 변량 분석표가 표3과

표2. 습득회기의 조건반응율

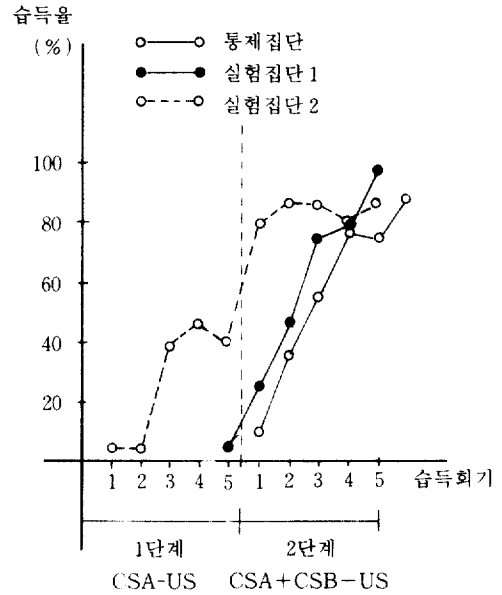


표4에 나타나 있다.

표들을 보면 CSA인 소리에 대해서는 그 소거율이 집단간에 유의미한 차가 없었으며 회기에 있어서 유의미한 차가 나타나는 것은 소거 두 회기에 걸쳐 정상적인 소거가 진행되었음을 나타내는 것이다. 한편 CSB인 빛에 대해서는 소거에 있어서 집단간에 유의미한 차이가 나타났는데 이는 CSA의 조건화 정도에 따라 저지의 정도가 달랐다는 것을 나타내 주는 것이다. 회기에 있어서 유의미한 차가 나타나

표3. 소거시행에서 CSA(소리)에 대한 조건반응율의 변량분석표

구 분	자 승 화	자 유 도	평균자승화	F
집 단 변 인	9.86	2	4.93	0.49
집 단 간 오 차 항	160.67	16	10.01	
회 기 변 인	10.50	1	10.40	9.94**
집 단 × 회 기	0.65	2	0.33	0.31
오 차 항	16.91	16	1.06	
전 체	198.42	37		

6) 자료의 정상분포성을 얻기 위해서 원점수를 다음과 같이 변환하였다.

$$X = \frac{\text{회기당조건반응횟수} - \text{회기당 검사시행 횟수} \times 100}{\sqrt{X+0.5}}$$

$$Y = \sqrt{X+0.5}$$

(단 X는 원점수, Y는 변환점수)

것은 또한 소거 두 회기에 걸쳐 소거가 진행되었음을 나타내 준다.

표4의 결과에 대해서 각 집단에 대해 중다 비교를 실시하였는데 Dunn-Sidak의 중다 비교절차를 사용하였다. 결과

표4. 소거시행에서 CSB(빛)에 대한 조건 반응율의 변량 분석표

구 분	자 승 화	자 유 도	평균자승화	F
집 단 변 인	166.11	2	83.06	21.96**
집 단 간 오 차 항	60.50	16	3.78	
회 기 변 인	14.04	1	14.04	13.48**
집 단 × 회 기	0.59	2	0.30	0.29
오 차 항	16.67	16	1.04	
전 체	257.99	37		

를 보니 통제집단과 실험 집단1 사이에서와 통제집단과 실험집단2 사이에서 유의미한 차가 있었다. 그런데 또한 실험집단1과 실험집단2 사이에서도 유의미한 차가 나타났다. (MSerror=3.78, 평균간 유의차이치=2.06, 비교수 C=3,  $\alpha=0.05$ ).

표5. Dunn-Sidak의 중다 비교

	통제집단	실험집단 1	실험집단 2
통 제 집 단 8.70	—	2.58*	4.81*
실험집단 1 6.47		—	2.23*
실험집단 2 3.89			—

### 논의 및 결론

Marchant(1973)는 소리CS와 빛CS를 사용하여 토끼의 순막 조건화에서 저지 현상을 연구하였다. 그는 소리CS가 빛CS에 비해서 현출성이 크며 따라서 같은 시행수에서는 소리CS가 빛CS를 저지하는 능력이 빛CS가 소리CS를 저지하는능력보다 훨씬 큼을 보고하였다. 그가 사용한 빛CS는 두개의 4.5V용 백열 전구였는데 본 연구는 빛CS의 현출성을 증가 시키기 위해서 초당 10번 깜빡이는 불빛을 사용하였다. 하지만 본 연구에서 나타난 결과 역시 소리CS가 빛CS보다 조건 반응율이 높음이 관찰되었다.

이제 표2에 나타나 있는 습득 곡선을 살펴보면 실험 집단1은 아직 CSA에 대해서 조건 반응이 나타나지 않은 조

건화 초기에 저지 방법을 도입하여 학습의 증거를 찾아내려 한 집단인데 이 집단은 지금까지의 순막 조건화 연구에서 결과와 다름없이 습득 첫 회기에서는 0%의 조건 반응을 보여서 학습의 증거가 나타나지 않았다. 이어서 5일간의 복합 자극을 통한 훈련에 의해 95% 이상의 조건 반응율을 나타내었다. 한편 통제 집단은 첫 회기에서 약 10%의 반응율을 나타내었는데 이러한 현상은지금까지의 단일 자극 연구에서는 없었던 것으로 아마도 복합 자극이라는 현출성이 큰 자극이 처음부터 주어져서 첫 회기 마지막 부분에서 학습의 증거인 조건 반응이 나타난 것 같다. 실험 집단2는 둘째회기까지도 조건 반응이 나타나지 않았는데 이는 실험 집단1이 두번째 회기부터는 복합 자극을 제시한데 대해서 여섯번째 회기에 가서야 비로소 복합 자극을 제시하였기 때문이다. 이 집단의 처음 다섯 회기동안의 결과는 단일자극을 사용한 본 실험실의 이전 상수 연구들의 결과와 부합되는데 이 결과들로 비추어 보면 통제집단과 실험집단1의 두번째 회기 조건 반응율은 복합자극의 현출성에서 기인한 것임을 다시한번 확인할 수 있다. 한편 Marchant(1973)의 연구에서는 단일 자극에 의한 조건화가 3일에서 4일 정도면 조건 반응율 80%수준에 도달하고 저지의 효과도 완벽한데 본 연구에서 조건 반응율이 40~50%에 머물고 또 검사 회기에서 CSB에 대한 조건 반응이 다소간 나타난 것은 두 실험에서 사용한 회기당 시행수와 자극간격 등 상수의 차에서 기인한 것이라 생각된다.

통제 집단에 비해서 실험 집단1에서 검사 회기동안 CSB 조건 반응율이 유의미하게 낮았는데 이는 피험 동물이 비록 학습의 초기에 순막 조건 반응을 나타내지 않았더라도 CSA가 US를 신호한다는 것을 알아서 그 학습의 정도가 CSB를 저지할 수준에 이르렀다는 것을 말해주는 것이다. 이 결과는 본 연구의 가설1을 지지해 주는 것이다.

하지만 Yehle과 Schneiderman(1968)이 심박율 조건화를 빌어서 논증하듯이 만약 이 초기 기간동안에 이미 완전한 정도의 학습이 이루어진다면 실험 집단1과 실험 집단2의 소거에서의 CSB 조건 반응율의 차이는 유의미하지 않을 것이다. 그런데 본 실험의 결과로는 이 두 집단의 저지 정도의 차이 역시 통계적으로 유의미하고 Marchant(1973)의 실험 결과로 미루어 보건데 만약 실험 집단2를 단계1에서 과훈련 시키면 그 차이는 더욱 커지리라 생각된다. 이는 피험동물이 조건 반응을 아직 나타내지 않은 초기 조건화 기간의 조건화 정도가 심박율 조건화로 대변되기에는 문제점이 있다는 것을 말해주는 것이다. 이 결과는 본 연구의 가설2를 지지해 주는 것이다.

Mackintosh(1983)는 Konorski가 제안한 조건화의 두 종류를 설명하고 있는데 그것은 준비 조건화(preparatory conditioning)와 완료 조건화(consummatory conditioning)이다. 여기서 그는 준비 조건화의 예로서 흥분, 하던 행동의 억압, 철회 등을 들면서 심박율의 변화 역시 준비 조건화에 속한다고 하였다. 이 준비 조건화에 있어서 조건 반응은 일반적인 정서 상태의 확산된 표현이라고 규정하고 있다. 한편, 완료 조건화의 예로서 다리 굴곡, 뛰기, 눈 깜빡임을 들고 있는데 순막 반응 역시 이 조건화의 범주에 든다고 하겠다. 이 완료 조건화는 조건 자극과 US의 구체적 감각 속성사이에 연합이 형성되는 것이라고 규정하고 있다. 그런데 이 두 조건화 사이의 관계를 논하면서 실제적으로 준비 조건화의 뒷받침 없이 완료 조건화는 일어날 수 없음을 주장하였다. 그는 Bruner(1965)의 실험을 인용하였는데 강한 불빛을 US로 사용한 경우 그 자극이 UR(순막 무조건 반응)은 신뢰롭게 일으키나 CR(순막 조건 반응)은 일으키지 못함을 들고 이 강한 불빛이 정서적 속성이 결여된 즉 준비 조건화를 일으키지 못하는 US의 예라고 하였다 또한 준비 조건화는 CS와 US에 의해 일어나는 확산된 정서 상태의 연합인바, 만약 저지 실험에 이 조건화를 도입한다면 첫 단계의 준비 조건화가 둘째 단계의 준비 조건화를 저지하게 되고 나중 CSB에 대한 완료 조건화가 일어나지 못하게 한다는 것이다.

이와 같은 결과를 순막 반응의 초기에 적용한다면 초기에 최대한에 이른다는 심박율 조건화는 준비 조건화라고 볼 수 있으며 그 후의 순막 조건화는 완료 조건화라고 볼 수 있겠다. 그런데 그 준비 조건화가 초기에 점근선에 이른다 면 본 실험에서 관찰된 실험 집단1의 저지 현상을 US의 정서적 속성과 연합가를 얻은 CSA가, CSB가 US의 정서적

속성과 연합가를 얻지 못하도록 저지하여 즉 CSB에 대한 준비 조건화가 일어날 여지가 없도록 하여서 결과적으로 CSB와 US간의 완료 조건화를 완전히 일어나지 못하게 하는 것으로 나타날 것이다. 그런데 본 연구의 결과로는 실험 집단 1과 실험 집단2의 저지의 정도는 유의미한 차를 나타내었다. 이 결과로 보건데, 심박율의 변화가 준비 조건화의 증거라고 하더라도 심박율의 변화양상과는 다소 별개로 준비 조건화는 진행될 수 있다고 추론할 수 있는 것이다.

그러므로 다음과 같이 결론을 지을 수가 있겠다 첫째, 순막 조건화의 초기에 조건 반응이 나타나지 않을때도 동물은 자극간의 관계성을 알고는 있다. 둘째, 하지만 심박율 조건화가 점근선을보인다고 하여 연합 학습이 완료되었다고 볼 수는 없다. 셋째, 순막 반응에는 수행상의 요인, 예컨대 정보 처리시의 반응 억제 등이 포함될 수 있으므로 기존의 상수 연구에서 나온 결과가 고정 불변의 것은 아니라는 것이다.

## 참고문헌

- 김 기석(1986). 고전적 조건화에서의 배경자극의 특성. **한국심리학회지, Vol. 5, No.2, 75~86.**
- 노 순임(1986). 기억 인출을 증진시킨 저지실험에서 해마 손상이 미치는 영향. 고려대학교 대학원 석사학위 논문.
- 노 해란(1986). 해마손상이 계열복합조건화에 미치는 효과. 고려대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이 두현(1985). 순막조건반응에서 맥락변화가 잠재적억제에 미치는 효과. 고려대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이 두현·한 정수·심 인섭과 김 기석(1986). 역행적지움 이 고전적 조건화에 미치는 영향. **고려대학교 행동과학지, Vol. 8, 19~25.**
- 조 원호·현 성용과 김 기석(1986). 자극간 간격에 따른 순막반응의 고전적 조건화. **고려대학교 행동과학지, Vol. 8, 11~17.**
- 조 원호·현 성용과 김 기석(1986). 자극제시순서에 따른 순막반응의 고전적 조건화. **고려대학교 행동과학지, Vol. 8, 1~9.**

7) 심박율 조건화: 초기 10시행 정도에서 점근선 수준에 도달한다(Schneiderman, 1966)



- Barry, J.R. (1986). Heart rate deceleration to innocuous stimuli: An index of the orienting response or stimulus registration? *Physiological Psychology*, 14(1), (1&2), 42~48.
- Berry, S.D., & Thompson, R.F. (1979). Medial septal lesions retard classical conditioning of the nictitating membrane response in rabbits. *Science*, 205.
- Black, A.H., & Prokasy, W.F. (1972). Classical Conditioning. II: *Current Research and Theory*. New York: Appleton-Centry-Crofts
- Coleman, S.R., & Gormezano, I. (1971). Classical conditioning of the rabbit's (oryctolagus curiculus) nictitating membrane response under symmetrical CS-US interval shifts. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 77, 47~4455.
- Coleman, S.R. (1975). Consequences of response-contingent change in unconditioned stimulus intensity upon the rabbit (oryctolagus cuniculus) nictitating membrane response. *Journal of Comprative and Physiological Psychology*, 88(2), 591~595.
- Gellermann, L.W. (1933). Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. *Journal of Genetic Psychology*, 42, 207~208.
- Gormezano, I., Kehoe, E.J., & Marshall, B.S. (1983). Twenty years of classical conditioning research with the rabbit. In Sprague, J.M., & Epstein, A.N. (Eds.) *Progress in Psychology and Physiological Psychology* (Vol. 10, 197~175). New York: Academic Press.
- Kehoe, J.E. (1983). CS-US contiguity and CS intensity in conditioning of the rabbit's nictitating membrane response to serial compound stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9(3), 307~319.
- Kehoe, J.E. (1981). Second-order conditioning of the rabbit's nictitating membrane response as a function of the CS2-CS1 and CS1-US intervals. *Animal Learning and Behavior*, 9(3), 304~315.
- Kohoe, J.E., Morrow, L.D., & Holt, P.E. (1984) General transfer across sensory modalities survives reductions in the original conditioned reflex in the rabbit. *Animal Learning and Behavior*, 12(2), 129~136.
- Kehoe, J.E., & Holt, P.E. (1984). Transfer across CS-US intervals and sensory modalities in classical conditioning of the rabbit. *Animal Learning & Behavior*, 12(2), 12-128.
- Kohoe, J.E. (1982). Overshadowing and summation in compound stimulus conditioning of the rabbit's nictitating membrane response. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8(4), 313~328.
- Kohoe, J.E., & Bernard, G.S. (1986). Compound-component differentiation as a function of CS-US interval and CS duration in the rabbit's conditioned nictitating membrane response. *Animal Learning & Behavior*, 14(2), 144~154.
- Lavond, D.G., McCormick, D.A., & Thompson, R.F. (1984). A non-recoverable learning deficit. *Physiological Psychology*, 12(2), 103~110.
- Lavond, D.G., McCormick, D.A., & Thompson, R.F. (1984). Effect of bilateral lesions of the dentate and interpositus cerebellar nuclei on conditioning of heart-rate and nictitating membrane/eyelid responses in the rabbit. *Brain Research*, 305, 323~330.
- Levinthal, C.F., Tartell, R.H., & Margolin, C.M. (1985). The CS-US interval (ISI) function in rabbit nictitating membrane response conditioning with very long intertrial intervals. *Animal Learning & Behavior*, 13(3), 228~232.
- Lovibond, P.F., Preston, G.C., & Mackintosh, N.J. (1984). Context specificity of conditioning, extinction, and latent inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10(3), 360~375.
- Mackintosh, N.J. (1983). *Conditioning and associative learning*. New York: Clarendon Press.
- Marchant, H.G., & Moore, J.W. (1973). Blocking of the rabbit's conditioned nictitating membrane response in Kamin's two-stage paradigm. *Journal of Experimental Psychology*, 101(1), 155~158.
- Orr, W.B., & Berger, T.W. (1985). Hippocampectomy disrupts the topography of conditioned nictitating membrane responses during reversal learning. *Behavioral Neuroscience*, 99(1), 35~45.

- Powell, D. A., & Buchman, S. (1980). Autonomic-somatic relationships in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): Effects of hippocampal lesions. *Physiological Psychology*, 8(4), 455-462.
- Schneiderman, N. (1966). Interstimulus interval function of the nictitating membrane response of the rabbit under delay versus trace conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 62(3), 397-402.
- Schneiderman, N., Van Dercar, D. H., Yehle, A.L., Manning, A.A. Golden, T., & Schneiderman, E. (1969). Vagal compensatory adjustment: Relationship to heart rate classical conditioning in rabbits. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 68(2), 175-183.
- Schneiderman, N., Smith, M.C., Smith, A.C., & Gormezano, I. (1966). Heart rate classical conditioning in rabbits. *Psychonomic Science*, 6(5).
- Sidowski, J.B. (Ed). (1966). Classical conditioning. *Experimental method and instrumentation in Psychology*. New York: McGraw-Hill.
- Smith, M.C. (1968). CS-US interval and US intensity in classical conditioning of the rabbit's nictitating membrane response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 66(3), 679-687.
- Solomon, P.R. (1977). Role of the hippocampus in blocking and conditioned inhibition of the rabbit's nictitating membrane response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91(2), 407-417.
- Tait, R.W., Quesnel, L.J., & Ten Have, W.J. (1986). Classical-classical transfer: Excitatory associations between "competing" motivational stimuli during classical conditioning of the rabbit. *Animal Learning & Behavior*, 14(2), 138-143.
- Tait, R.W., Kenhwe, E.J., & Gormezano, I. (1983). Effects of US duration on classical conditioning of the rabbit's nictitating membrane response. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9(1), 91-101.
- Thompson, R.F., Berger, T.W., Berry, S.D., Hoehler, F.K., Kettner, R.E., & Weisz, D. (1980). Hippocampal substrate of classical conditioning. *Physiological Psychology*, 8(1), 262-279.
- Vandercar, D.H., Elster, A.J., & Schneiderman, N. (1970). Heart-rate classical conditioning in rabbits to hypothalamic or septal US stimulation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 72(1), 145-152.
- Yehle, A., Dauth, G., & Schneiderman, N. (1967). Correlates of heart-rate classical conditioning in curarized rabbits. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64(1), 98-104.

원고 초본 접수 : 1987. 4. 16

최종 수정본 접수 : 1987. 7. 30

## **Role of Initial Trials of Rabbit's Nictitating Membrane Response in Classical Conditioning**

Hyun-taek Kim and Ki-suk Kim

Korea University

According to the studies of simultaneous measurement of heart rate and conditioned nictitating membrane response, the asymptotic level of heart rate conditioning could be attained only in 10-20 trials of the first session, whereas conditioned nictitating membrane response did not appear, yet. And recent studies have demonstrated that only 10-30 trials are enough to reach the asymptotic level of conditioning in one trial per day NMR paradigm. This number of trials are within the range of early portion of first session that does not show conditioned response in massive trials per session paradigms. So, the purpose of this study is to investigate the roles of initial trials of NMR with two experimental groups and one control group. Experimental group I received one CS A (tone)-US sessions in phase I and five CS A+CS B (light)-US sessions in phase II. Experimental group II received five CS A-US sessions in phase I and five CS A+CS B-US sessions in phase II. Control group received only five CS A+CS B-US sessions. Then, two test sessions, each of which contains 40 CS A and 40 CS B presentations without US, were followed to compare the levels of blocking among three groups and to find the evidence of learning in initial trials. Results showed that significant differences of mean CR rate to CS B existed between control group and experimental groups I and II. It means there was an associative learning at the first session in experimental group I in spite of no CR performance. But it also means the learning was incomplete compared with the results of experimental group II. Results of the experiments were explained in terms of performance factor and preparatory and consummatory conditioning.