

## 단폭 및 장폭 가현운동의 상호작용

염 은 영 · 정 찬 섭

연세대학교 심리학과

단폭 및 장폭 가현운동 과정간의 상호 의존성을 알아보기 위하여 단폭과정의 처리 결과에 의존하는 장폭운동과 장폭-단폭 과정간의 상대운동 양상을 조사하였다. 가현운동을 Braddick의 기준에 따라 단폭과 장폭의 범주로 분류할 수 있도록 무선점 시네마토그램과 윤곽이 있는 자극을 사용하였으며 자극간 시간간격을 변화시켰다. 한쌍의 무선점 도형을 국소적으로 단폭운동시켰을 때 나타나는 자극도형을 장폭운동의 범주에 속하는 자극간 시간간격(ISI)과 이동거리를 두고 번갈아 명명시킨 결과 장폭운동이 지각되지 않았다. 상대운동에서는 표적자극과 그것을 포함하고 있는 틀이 다른 범주의 운동을 할 때보다 같은 범주의 운동을 할 때 틀의 운동방향을 참조하여 표적의 운동방향을 상대적으로 해석하여 지각하는 경향성이 높게 나타났다. 이러한 결과는 단폭 및 장폭의 두 가현운동 처리 기제간에 상호의존성이나 위계성이 존재할 가능성이 적으며 두 기제가 독립적인 채널로 구성되어 있을 가능성이 크다는 것을 암시한다.

가현운동의 두 과정설은 단폭과정(短幅過程: short-range process)과 장폭과정(長幅過程: long-range process)이라는 두가지 상이한 기제에 의해 가현운동이 발생된다고 설명한다. 일반적으로 단폭과정은 망막의 신경절 세포와 시각피질의 운동탐지단위의 작용에 의존하여 자극간 시간간격(Inter-Stimulus Interval: ISI)과 이동거리가 짧을 때의 가현운동을 맡고 있으며 장폭 과정은 시각피질이후의 고차적인 수준의 처리기제에 의존하여 ISI와 이동거리가 길 때의 가현운동을 맡고 있는 것으로 알려져 있다. 가현운동에 두가지 상이한 과정이 관여할 것이라는 가능성을 처음 제안한 사람은 Braddick(1974)이다. Braddick은 무선점 시네마토그램(Random-Dot Cinematogram: RDC)을 사용하여 무선점 도형으로 된 배경에 역시 같은 무선점 도형으로 되어있는 표적의 가현운동이 지각되려면 ISI가 65msec이하이며 표적간 거리가 15 min arc미만이어야 한다는 것을 발견하였다. 이와는 달리 자극이 단안으로 식별 가능한 점 하나로 되어있는 경우에는 ISI와 표적간

거리가 짧을 때는 물론 ISI가 500msec이상이 되고 표적간 거리가 10도 이상인 경우에도 가현운동이 지각되었다.

Braddick이 보고한 것처럼 단안으로 윤곽이 식별 가능한 하나의 점은 장폭과 단폭의 두가지 과정 모두에 의해 가현운동이 발생되지만, 배경과 표적간의 경계를 단안으로 전혀 식별할 수 없는 RDC에서는 단폭 과정의 성립 조건내에서만 가현운동이 발생된다. RDC에서 가현운동이 단폭 과정에서만 지각될 수 있는 까닭은 RDC를 구성하고 있는 무선점 도형의 구조적 특성을 통해 잘 이해될 수 있다. RDC에서의 표적은 단안으로 확인 가능한 윤곽이 없기 때문에 표적의 운동이 지각되기 위해서는 연속적으로 제시되는 두 표적의 구성점들간에 대응이 선결되어야 하는데 표적이 일정거리 이상 떨어져 있거나 ISI가 길어지게 되면 이러한 대응 문제가 성공적으로 해결될 수 있는 가능성이 급격히 떨어지게 된다. 이것과 같은 맥락에서 이해될 수 있는 현상으로서 RDC에서 ISI가 증가하면 가현운동이 지각될 수 있는 최대한의 표적간 거

리인 Dmax가 감소하게 된다. 단폭 가현운동을 연구할 때 RDC를 가장 보편적으로 사용하는데 그 이유는 바로 이와 같은 무선점 표적의 구조적 특성에 있다.

Braddick(1974)은 Dmax를 15~20 min arc라고 보았으나 후속 연구들은 Dmax가 그것보다 더 클 수도 있다는 것을 보고하고 있다. Baker와 Braddick(1985)은 응시점을 중심으로 무선점 도형이 제시되는 위치를 체계적으로 변화시킨 결과 무선점 도형이 응시점에서 멀어질수록 Dmax도 증가하여 응시점에서 10도 떨어진 곳에서는 Dmax가 90 min arc라는 것을 발견하였다. 응시점에서 멀어질 수록 Dmax가 증가하는 것은 망막의 주변으로 갈 수록 수용장(receptive field)의 크기가 증가되는 것과 밀접한 관계가 있을 것으로 추정된다(Cleary & Braddick, 1985; Cleary, 1988).

Braddick은 RDC와 윤곽이 있는 자극을 사용하여 단폭과 장폭 가현운동과정을 구분하였지만 Pantle과 Picciano(1976)는 윤곽이 있는 자극만으로도 두 운동과정의 구분이 가능하다는 것을 보고하고 있다. 이들은 그림 1에 있는 것과 같은 Ternus(1938)의 자극을 사용하여 ISI에 따라 두가지 다른 형태의 가현운동이 발생된다는 것을 발견하였다. 그림 1의 자극을 50msec 이상의 ISI를 두고 명멸시키면 Ternus가 원래 발견한 것과 같이 a, b, c가 b, c, d로 움직이는 것처럼 지각 된다. 그러나, 50msec이하의 ISI에서는 b와 c는 제자리에서 명멸하고 a만이 d로 움직이는 것처럼 지각된다. Pantle과 Picciano는 ISI가 50msec이하와 이상인 조건에서 관찰되는 이 두가지 형태의 가현운동을 Braddick의 용어를 그대로

로 빌어 각각 단폭운동과 장폭운동이라 불렀다.

가현운동의 처리에 서로 다른 두가지 과정이 개입된다는 것을 입증하는 또 하나의 현상으로서 Pantle과 Picciano는 그림 1의 a, b, c를 한쪽 눈에 제시하고 b, c, d를 다른 쪽 눈에 제시하면 모든 ISI조건에 걸쳐 a, b, c가 하나의 자극조가 되어 b, c, d로 움직이는 것으로 지각될 뿐 b와 c가 제자리에서 명멸하고 a가 d로 이동하는 것으로는 지각되지 않는다는 것을 발견하였다. Pantle과 Picciano는 이러한 실험 결과를 토대로 단폭과정은 대뇌의 시각 피질에서 양안 정보가 비교되기 전에 운동 정보를 처리하고 장폭과정은 양안 정보가 비교된 후에 운동 정보를 처리한다는 가설을 제시하였다.

지금까지의 논의는 우리의 시각 기관은 자극조건변수(parameter)가 무엇이나에 따라 운동정보를 단폭과 장폭의 두가지 과정으로 분리하여 처리한다는 것으로 요약될 수 있다. 만일 이러한 가현운동의 두가지 과정설이 맞다면 문제의 초점은 시각정보처리의 관점에서 본 두과정간의 관련성에 모아지게 된다. 단폭과정과 장폭과정은 독립적인가, 상호 보완적인가 아니면 위계적인가? 그 두 과정에 의해 발생된 운동의 지각표상은 어떤 질적 차이를 보이는가? 또 만일 한 자극상황에서 두가지 과정이 모두 활성화된다면 그 결과들이 어떻게 통합될 수 있겠는가? 이러한 질문들은 모두 두 가현운동 과정간의 관련을 밝히는데 유용한 단서를 제공해 줄 수 있다.

기존의 연구자들이 가정하고 있는 단폭 및 장폭 가현운동의 정보처리 과정에 대한 견해는 그림 1에 제시되어 있는 것과 같이 크게 네가지로 대별된다. 아마도 단폭 및 장폭 가현운동에 관한 가장 단순한 설명은 그림 2-1에서 볼 수 있는 것처럼 이 두 형태의 가현운동이 두가지 상이한 기체에 의해 처리되는 것이 아니라 하나의 동일한 기체에 의해서 처리된다는 가정일 것이다. 이 입장에 의하면 어떤 자극을 어떤 조건에 맞춰 제시하느냐에 따라 가현운동의 형태가 달라질 수 있지만 이러한 지각인상의 차이는 상이한 전달기체의 작용에서 비롯되기 보다는 단순히 하나의 기체에 입력되는 자극 조건의 차이에서 기인된다. 즉, 가현운동 처리기체는 단일한 방식으로 입력정보를 처리하지만 자극의 형태, ISI, 자극간 거리등이 달라짐에 따라 정보처리의 산물인 가현운동 형태에 변화가 초래될 수 있다는 것인데 이러한 가정은 가현운동의 지각이 자극 조건에 따라 연속적이며 체계적

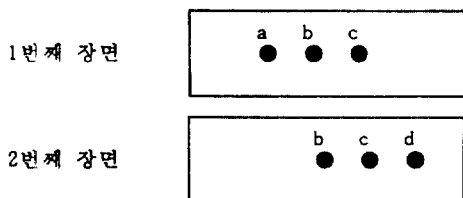


그림 1. Ternus(1938)의 실험 자극

인 변화를 초래 할 것이라는 예측을 허용한다. 단폭과 장폭 가현운동이 모두 지각될 수 있는 ISI가 있다는 Burt와 Sperling (1981)의 실험 보고는 이러한 예측과 부합된다. 그러나, Pantle과 Picciano (1976)의 예와 같이 대부분의 연구에서 ISI가 변화함에 따라 가현운동이 한 형태에서 전혀 다른 형태로 바뀌는 질적이며 단절적인 변화를 보이게 되는 것으로 미루어 단일 기제 이론은 설명력의 한계를 지닌다.

단폭 및 장폭 가현운동 기제에 관한 두번째 대안적 설명으로서 그림 2-2에 있는 것과 같이 두가지 상이한 기제가 있으나 이들간에 위계성이 있어 단폭과정의 산물이 장폭과정으로 입력되어 처리되는 경우를 가정해 볼 수 있다. Braddick(1972)과 Prazdny (1986)은 이러한 위계성 가정에 근거하여 두 과정설을 펴고 있다. 이들의 이론에 의하면 모든 가현운동 정보는 자극의 형태, ISI, 자극간 이동거리가 무엇이든지에 관계없이 일단 망막의 신경절 세포와 시각피질세포의 작용에 토대를 두고 있는 단폭과정에 의해 우선적으로 처리되도록 되어있다. 만일 제시된 자극의 ISI와 이동거리가 짧을 때는 단폭 과정만으로도 가현운동 발생이 충분하지만 그것들이 길 때는 장폭과정을 거쳐야만 가현운동이 발생될 수 있다. 이 모형은 단폭과정과 장폭과정이 모두 활성화되는 경우 전자의 결과물은 후자의 입력단서가 될 수 있지만 후자는 전자의 입력단서로 사용될 수 없다는 점에서 그림 2에 제시된 다른 3가지 모형들과 다르다.

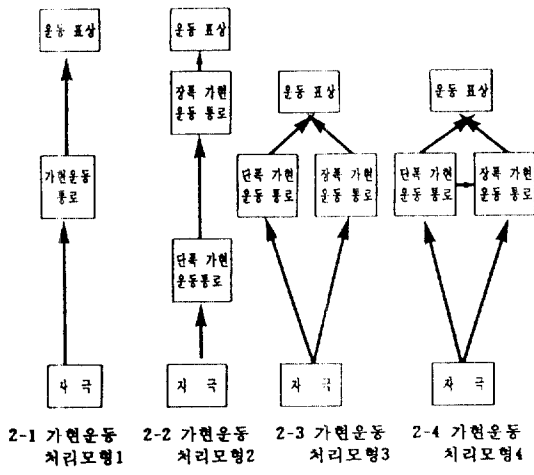


그림2 가현운동의 처리 모형

그림 2-3에 제시된 모형은 가현운동의 두과정이 동시에 활성화되어 독립적 및 병렬적으로 정보를 처리하는 경우를 나타내고 있다. Mather, Cavanagh 및 Anstis(1985)가 주장하고 있는 이 독립적 병렬 통로 모형에는 두 과정간의 영향력 교환 가능성이 완전 배제되어 있다. 그 결과, 만일 한 자극 상황이 단폭 및 장폭 과정을 모두 활성화시킨다고 할 때, 한과정의 처리결과물이 다른 과정의 처리결과물의 해석에 영향을 미칠 수 있거나 참조들의 역할을 할 수 있는 가능성이 희박하게 되어 있다.

단폭 및 장폭 과정간의 관계에 대한 4번째 가정은 그림 2-4에 있는 것과 같이 기본적으로 두 과정이 서로 다른 처리통로를 갖고 있지만 그들간에 서로 영향력을 교환할 수 있는 가능성을 상정하는 것이다. Petersik (1989)은 이 네번째 모형에 대한 대표적인 지지자이다. 그는 가현운동에 관한 기존 연구결과의 개관과 아울러 다양한 자극조건을 사용한 일련의 실험 결과를 토대로 단폭과 장폭과정은 기본적으로 독립성을 유지하지만 단폭에서 단폭 공간 통합 단계를 통해서 장폭으로 연결되는 위계적 통로가 있다고 가정함으로써 그림 2-4와 매우 유사한 다중 통로 모형을 제안하고 있다.

그림 2에 제시된 4가지 모형중에 어느 것이 두 가현운동 과정간의 관계를 더 그럴듯 하게 포착하고 있는가를 가리기 위해서는 두 과정을 가정하는 것의 타당성이나 두 과정간의 위계성 또는 독립성을 검토해 볼 필요가 있다. 본 연구에서는 가현운동 발생 기제로서 단폭과 장폭의 두 과정이 있다는 것을 전제로 한 과정의 정보처리 결과가 다른 과정의 정보처리에 영향을 미칠 수 있는가를 조사함으로써 그림 2에 제시된 네가지 모형의 타당성을 비교하고자 하였다.

### 실험 1

두 가현운동 과정간의 관계를 나타내고 있는 그림 2의 네가지 모형은 우선 두 과정 사이의 위계성 가정 여부에 따라 두 유목으로 나뉜다. 즉, 그림 2에서 알 수 있듯이 단일 과정 모형(그림 2-1)과 독립채널모형(그림 2-3)에서는 두 과정간의 위계적 관계를 가정하고 있지 않지만 직렬위계모형(그림 2-2)과 다중채널 모형(그림 2-4)에서는 두 과정간의 위계성을 가정하고 있다. 위계성을 가정하고 있는 두 모형은 모두 단

폭과정의 출력이 전부 또는 일부 장폭과정의 입력정보로 사용된다는 것을 가정한다.

두 과정간의 위계성 가정은 위계모형이 명시하고 있는 것과 같이 과연 단폭과정의 산물이 장폭과정의 입력정보로 쓰일 수 있는가를 조사해 봄으로써 검증할 수 있다. 이와 같은 검증작업에 RDC가 효과적으로 쓰일 수 있다. RDC에서 사용되는 무선점 도형은 앞에서도 언급한바가 있듯이 단폭과정에서는 가현운동을 발생시킬 수 있지만 장폭과정에서는 그것이 불가능하다. 이러한 제약을 해결하는 방법의 하나로써 단폭과정에 의해 먼저 이동 표적 도형이 나타나도록 만든 다음 장폭범위에 해당되는 ISI와 이동거리를 두고 다시 단폭과정에 의해 그 표적이 나타나도록 한다고 해보자. 만일 위계모형들이 가정하는 것이 맞다면 단폭과정에 의해 생겨난 표적도형이 장폭과정으로 입력되어 가현운동의 단서로서 사용될 수 있기 때문에 장폭 가현운동이 지각되어야 한다. 단일과정 모형은 이러한 자극 상황에서 어떤 결과가 발생할지를 예측할 수 있는 이론적 장치가 없지만 독립채널 모형은 단폭과정의 산물이 장폭과정으로 입력될 수 있는 가능성을 배제하고 있기 때문에 장폭 가현운동이 일어나지 않을 것을 규정한다.

실험 1에서는 장폭범위에 해당되는 일정한 ISI와 이동거리를 두고 단폭과정에 의해 발생하는 한 쌍의 표적도형이 번갈아 제시될 때 장폭 가현운동이 발생되는지를 알아봄으로써 독립채널모형이 타당한지 아니면 직렬위계모형이나 다중채널모형이 맞는지를 검증해 보고자 하였다. 실험에서 검증의 정밀도를 높이기 위하여 자극이 제시되는 망막의 위치가 체계적으로 변화되도록 하였다. 자극이 제시되는 부위가 중심와에서 벗어날수록 감각수용장이 커지고 그것에 비례하여 단폭 가현운동이 일어나는 ISI와 이동거리가 증가한다는 기존 연구의 보고(예; Cleary & Braddick, 1985; Cleary, 1988)의하면 실험에서 타당한 결론을 도출해 내기 위해서는 자극제시 부위의 통제가 필요하기 때문이다.

### 방법 및 절차

**피험자.** 연세대학교 교양심리학과목인 '현대 사회와 정신건강'을 수강하는 남녀 대학생 31명이 실험에 참가하였다. 피험자들은 교정시력 0.8이상으로 평소 운동지각에 이상이 없는 사람들만을 대상으로 하

였다.

**장치.** 자극의 제시를 포함한 모든 실험 절차를 통제하는데 IBM AT 호환기종의 컴퓨터가 사용되었다. 자극은 주사 속도가 초당 64회이며 최대 해상도가 1024 가 768 화소(pixel)인 칼라 모니터에 제시되었다. 피험자의 눈과 자극과의 거리를 일정하게 유지시키기 위하여 턱받이를 사용하였다.

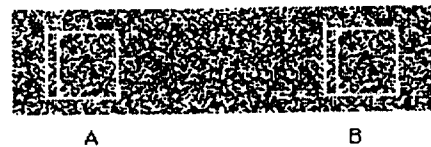
**자극.** 가현운동을 하는 표적자극으로서 사각형 도형을 사용하였다. 가현운동을 발생시키기 위하여 먼저 컴퓨터의 화면 왼쪽에 크기가 시각으로  $1.13^\circ \times 1.28^\circ$ 인 사각형을 51msec동안 명멸한 다음 200msec가 경과된 후에 오른쪽으로 시각  $4.16^\circ$  떨어진 곳에 다시 동일한 사각형을 제시하였다.

이동표적인 사각형은 윤곽 도형과 무선점 도형의 두가지 자극 유형을 사용하여 해상도가  $320 \times 200$ 인 컴퓨터의 화면에 제시하였다. 사각형이 단안으로 확인 가능한 윤곽을 갖고 있을 때(윤곽조건)는 그림 3-1과 같이 검은 바탕에 하나의 흰 사각형을 제시하였으며 사각형이 무선점으로 되어 있을 때(무선점 조건)에는 국소적인 단폭운동을 통해 그것을 단안으로

3-1. 윤곽 조건



3-2. 무선점들이 이동 전. 후가 100% 상관



3-3. 무선점들이 이동 전. 후가 0% 상관

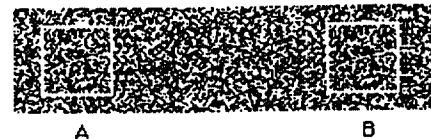


그림3. 실험1의 자극 제시도

1. 윤곽조건. A에서 B의 거리는 70화소, 시각으로 4.16도, 자극간 시간간격은 66msec.
2. 무선점들이 이동 전, 후가 100% 상관인 조건. A의 위치에서 오른쪽으로 2화소씩 이동(단폭가현운동)한 후 70화소, 시각으로 4.16도 이동하여 B위치에서 다시 오른쪽으로 2화소 이동.
3. 무선점들이 이동 전, 후가 0% 상관인 조건. 무관한 무선점들이 A와 B의 고정된 한 위치에서 6회 반복 제시된 후 70화소 시각으로 4.16도 이동.

식별할 수 있도록 하였다. 즉, 무선점 시각형을 만들기 위하여 그림 3-2에 있는 것과 같이 그것에 해당되는 부위가 17msec의 ISI와 7'arc의 이동거리를 두고 무선점 배경 위에서 우좌우로 이어지는 3회의 국소적인 단폭운동을 하도록 만들었다. 무선점의 밀도는 50%였다.

단폭운동 전후의 시각형에 해당되는 무선점들의 동일성 여부가 가현운동의 지각에 미칠 수 있는 영향을 평가하기 위하여 무선점 조건을 다시 둘로 나누어 한 조건에서는 운동전후의 무선점들이 100% 상관되도록 하였고(RDC 100% 상관 조건) 다른 조건에서는 그림 3-3과 같이 전혀 상관이 없도록 하였다(RDC 0% 상관 조건). RDC 100% 상관 조건에서는 이동 표적 시각형 전체가 단폭운동을 하게 되어 있는데 반하여 RDC 0%조건에서는 무선운동을 하는 점들로 시각형이 출현할 뿐 시각형 전체의 단폭운동은 지각될 수 없다. 따라서 만일 단폭운동이 장폭운동과정의 입력정보로 사용될 수 있다면 RDC 0% 상관조건보다 100% 상관 조건에서 가현운동이 더 분명할 것으로 예측된다. 자극이 제시되는 망막의 부위 효과를 통제한후 가현운동 양상을 조사하기 위하여 세가지의 응시 조건이 사용되었다. 세조건에 해당되는 응시점은 이동 전후의 자극간 중심점으로부터 수직방향으로 각기 시각으로 2.51도, 7.18도, 그리고 14도가 되도록 하였다.

절차. 실험은 암실에서 한사람씩 개별적으로 실시하였다. 실험에 앞서 피험자들에게 지시문을 들려 준 뒤 실험 절차에 익숙해지도록 27회의 연습 시행을 하였다. 실험 중에는 눈의 위치를 고정시키는 것이 중요하기 때문에 피험자들은 실험이 모두 끝날 때까지 턱받이에 턱을 대도록 하였다. 본시행은 총 27회(자극유형 3가지 × 응시조건 3가지 × 반복 측정 3번)이었는데 한 시행에서 피험자를 어떤 조건에 노출시키는가는 완전히 무선적이 되도록 하였다. 한 시행에 대해 반응을 하면 2.6초 후에 '빽'소리가 나고 약 1초 후에 다음 시행이 시작되었다. 피험자의 실험과제는 응시점 왼쪽에 제시된 자극이 응시점 오른쪽으로 움직이는 느낌의 정도를 평정하는 것이었는데 3점 척도를 사용하여 만일 실제 움직이는 것 같으면 3점, 움직이는것 같기도 하고 움직이지 않는것 같기도 하면 2점, 움직이지 않는 것으로 보이면 1점으로 평정하도록 하였다. 피험자는 평정치를 언어적으로 보고하도록 하였다.

## 결과 및 논의

실험에서 수집된 자료는 세가지 자극 조건과 세가지 응시점 위치의 조합에서 나온 9개의 조건에 대해 3번씩 반복 측정된 가현운동 움직임의 정도에 대한 평정치였다. 이렇게 해서 구해진 9개의 측정치들을 각 실험 조건별로 31명의 피험자에 대해 평균하여 그 평균값들간의 차이를 3×3 반복 측정 방안에 의하여 변량분석하였다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 자극 조건에 따른 가현운동 움직임의 평균은 윤곽 조건(2.46 ± 0.80)이 RDC 100% 상관 조건(2.11 ± 0.81)이나 RDC 0% 상관 조건(2.02 ± 0.85)보다 유의하게 높은 것으로 나타났다,  $F(2, 29) = 7.26, p < 0.0028$ . 각 조건별 평균의 차이를 사후 검증한 결과 윤곽 조건과 RDC 0% 상관 조건( $F(1, 30) = 14.98, p < 0.0005$ ), 윤곽 조건과 RDC 100% 상관 조건( $F(1, 30) = 8.73, p < 0.0060$ )간의 평균차이는 유의한 반면에 RDC 0% 상관 조건과 RDC 100% 상관 조건간의 평균차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 장폭과정만이 문제가 되는 윤곽조건에서는 가현운동이 지각되지만 국소단폭과정의 처리 결과에 의존하는 RDC조건에서는 가현운동의 지각여부가 모호하다는 이와 같은 실험 결과는 Braddick(1972)이나 Prazdny(1986)의 직렬모형이나 Petersik(1989)의 다중채널모형보다는 Mather등(1985)의 독립채널모형을 지지하는 것으로 해석할 수 있다. 그 이유는 만

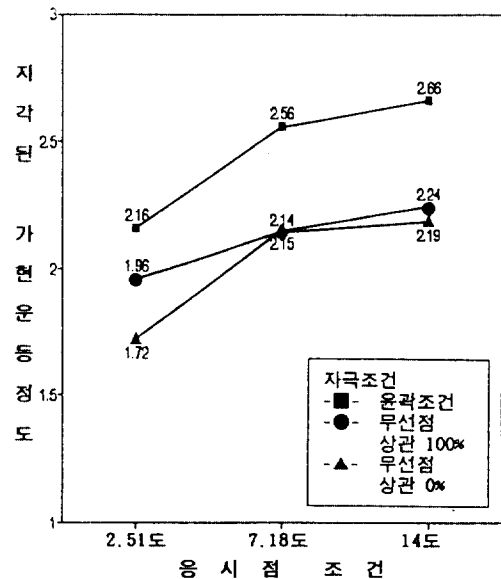


그림 4. 응시점과 자극 조건에 따라 지각된 가현운동 정도. 응시점에서 자극이 멀리 떨어져 있을 수록 가현운동이 더 잘 지각. 이러한 경향성은 자극조건에 관계없이 일정.

일 전자의 두 위계 모형이 맞다면 국소 단폭운동에 의해 발생하는 표적의 모양에 대한 정보가 장폭과정에 입력되어지게 되어 있어 윤곽조건에서와 마찬가지로 수준의 가현운동이 지각되어야만 하기 때문이다. RDC 100% 상관 조건과 0% 상관 조건간에 유의미한 차이가 없었다는 것은 단폭운동이 위계적인 채널을 거쳐 장폭운동과정의 입력정보로 사용될 수 있는 가능성이 적다는 것을 다시 한번 확인시켜주는 결과라 할 수 있다.

응시점 위치별 분석에서는 그림 4에서 볼 수 있는 것과 같이 14도 ( $2.37 \pm 0.77$ ), 7.18도 ( $2.28 \pm 0.81$ ), 2.51도 ( $1.95 \pm 0.87$ )의 순으로 응시점의 위치가 높아질수록 즉, 자극이 망막의 주변부위에 제시될수록 가현운동이 유의하게 더 잘 지각되는 것으로 나타났다,  $F(2, 29) = 8.63$ ,  $p < 0.0011$ . 응시점 조건간의 평균 차이에 대한 사후검증 결과, 응시점이 시각으로 14도와 7.18도인 조건 모두가 2.51도인 조건에서 보다 가현운동이 유의하게 더 잘 지각되는 것으로 나타났으나 (각각,  $F(1, 30) = 14.48$ ,  $p < 0.0006$  과  $F(1, 30) = 15.94$ ,  $p < 0.0004$ ) 14도와 7.18도 간의 평균차이는 유의하지 않았다. 이처럼 자극 제시부위가 망막의 주변으로 갈수록 가현운동이 더 잘 지각된다는 것은 기존 연구보고 (Cleary & Bradick, 1985; Cleary, 1988)와 일치한다. 그림 4에서 알 수 있듯이 자극유형과 응시점 위치간의 상호작용은 통계적으로 유의하지 않았는데 이것은 모든 응시점 조건에서 단폭운동의 결과가 장폭과정으로 입력될 가능성이 희박하다는 것을 암시한다. 결론적으로 실험 1의 결과는 두 가현운동과정이 서로 위계적인 관계를 맺고 있기 보다는 독립적인 채널을 이루고 있을 가능성이 크다는 것을 지지한다.

## 실험 2

실험 1에서 윤곽조건에 비해 무선점 조건에서 가현운동의 지각이 유의하게 낮다는 결과를 토대로 위계 모형보다는 독립채널모형이 더 타당하다는 결론을 내렸으나 무선점 조건에서의 평균이 '움직인것 같기도 하고 아닌것 같기도 하다'는 2점 척도 보다 약간 높아 (RDC 100%와 0%에서 각각 2.11과 2.02) 그러한 결론의 근거를 약화시키는 인상을 주고 있다. 실험 2에서는 실험1과 다른 형태의 조사를 통하여 실험

1의 결과를 재확인하기 위한 목적으로 실시되었다.

가현운동의 단폭과정과 장폭과정의 관련성을 알아볼 수 있는 다른 한가지 방법은 한 과정에 의해 발생된 가현 운동이 다른 과정에 의해 발생된 가현운동의 지각에 영향력을 행사할 수 있는가를 조사하는 것이다. 상대운동 (relative motion)은 이러한 연구 문제를 조사할 수 있는 이상적인 도구 역할을 할 수 있다. 운동지각에서는 매우 잘 알려진 정설로서, 한 표적의 운동은 객관적이며 절대적인 공간좌표상에서의 이동으로 해석되는 것이 아니라 그 표적을 포함하고 있는 주변 또는 배경 요소의 운동이 참조되어 상대적으로 해석된다. 그 한 예로, 달리는 기차 위에서 공을 위로 던지면 공이 기차의 운동방향울 따라 대각선의 방향으로 운동하는 것처럼 지각되지 않고 기차를 배경으로 곧장 위로 운동하는 것처럼 지각된다. 이러한 원리를 이용하여 배경과 표적이 모두 운동을 하는 자극상황을 만들고 배경은 단폭운동을, 표적은 장폭운동을 하도록 만든다고 하자. 이때 기차의 예에서와 같이 표적의 운동이 배경의 운동에 참조되어 해석되어지기 위해서는 두 가현운동 과정간에 상호작용이 있어야만 한다. 따라서, 만일 실험에서 상대운동의 출현 유무는 두 과정간의 상호작용 유무를 암시하는 증거로서 간주할 수 있다.

### 방법 및 절차

**피험자.** 연세대학교 심리학과 학부과목인 실험심리학을 수강하는 남녀 대학생 15명이 실험에 참가하였다. 피험자들은 교정시력 0.8이상으로 평소 운동지각에 이상이 없는 사람들만을 대상으로 하였다.

**자극.** 상대운동의 여부를 알아 보기 위하여 사용된 자극은 그림 5에 있는 것과 같이 가현운동을 하는 두 개의 크고 작은 사각형이었다. 큰 사각형의 크기는 시각으로  $2.83^\circ \times 3.4^\circ$ 였고, 작은 사각형의 크기는 시각으로  $0.8^\circ \times 0.9^\circ$ 였다. 큰 사각형은 좌에서 우로 움직이도록 했으며, 작은 사각형은 큰 사각형을 따라 움직이되 큰 사각형의 아래 부분에서 윗부분으로 움직이도록 하였다.

가현운동을 하는 두 크기의 사각형은 윤곽도형 아니면 무선점 도형을 사용하여 만들었다. 상대운동을 조사하기 위한 가현운동의 조합형태는 윤곽 및 무선점자극 유형별로 각각 세가지가 사용되었다. 첫번째 가현운동의 조합형태에서는 그림 5-1과 5-4에 있는 것과 같이 상대운동의 배경 또는 참조틀이 되는 큰

사각형은 단폭 가현운동을 하고, 그 내부의 작은 사각형은 장폭 가현운동을 하도록 되어 있었다. 두번째 가현운동의 조합형태에서는 그림 5-2와 5-5에 있는 것과 같이 배경과 표적 사각형 둘 다 단폭 가현운동을 하도록 되어 있었다. 세번째 가현운동의 조합형태에서는 그림 5-3에 있는 것처럼 배경과 표적 모두가 장폭 가현운동을 하도록 하였는데, 무선점 도형으로는 장폭운동을 하도록 만들 수 없기 때문에, 그림 5-6에 있는 것과 같이 무선점으로 된 배경과 표적으로 된 두 이동 평면이 먼저 단폭 가현운동을 하도록 만든 다음 이때 나타나게 되는 무선점 윤곽자극을 이용하여 장폭 가현운동이 발생되도록 하였다.

자극을 단폭운동 또는 장폭운동을 하도록 만드는 것은 Braddick(1974)의 기준에 따라 구분하였다. 즉, 단폭운동일 때는 ISI를 60msec이하, 이동거리를 15에서 20min arc이하로 했으며 장폭운동일 때는 ISI나 이동거리를 그보다 길게 하였다. 자극 도형들은 300×200화소의 해상도로 만들어져 컴퓨터 화면을 통해 피험자에게 제시되었다. 무선점 도형의 요소들은 흰 점과 검은 점의 비율이 각각 50%가 되도록 하였다. 피험자의 눈과 자극간의 거리는 약 70cm였다.

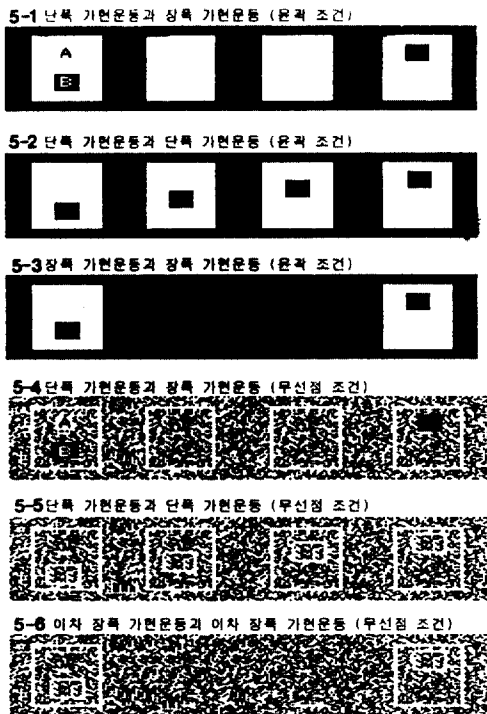


그림5. 실험2의 자극 제시도

**절차.** 실험은 실험 1에서와 같이 암실에서 한사람씩 개별적으로 실시하였다. 실험에 앞서 피험자들에게 지시문을 들려 준 뒤 실험 절차에 익숙해지도록 48회의 연습 시행을 하였다. 실험 중에는 눈의 위치 및 자극과 눈과의 거리를 고정시키는 것이 중요하기 때문에 피험자들은 실험이 모두 끝날 때까지 턱받이에 턱을 대도록 하였다. 본시행은 총 48회 (자극유형 2가지 × 가현운동 조합형태 3가지 × 반복 측정 8번)이었는데 한 시행에서 피험자를 어떤 조건에 노출시키는가는 완전히 무선적이 되도록 하였다. 한 시행에 대해 반응을 하면 2.6초 후에 '뿅'소리가 나고 약 1초 후에 다음 시행이 시작되었다. 피험자의 실험 과정은 자극이 사라진 후에 컴퓨터 자판의 양쪽 끝에 있는 'Z'키와 '/'키를 이용하여 참조틀 내의 작은 사각형이 틀안에서 위로 움직이는 것으로 지각되면 왼쪽 키인 'Z'키를 누르고, 틀과는 독립적으로 대각선 방향으로 움직이는것으로 지각되면, 오른쪽 키인 '/'키를 눌러 강제선택 반응을 하는 것이었다.

### 결과 및 논의

실험에서 수집된 각 피험자의 자료는 자극유형과 가현운동조합형태의 6가지 조건 별로 분류된 왼쪽(상대운동)과 오른쪽(절대운동)의 키누름 반응의 빈도였다. 이 빈도 반응은 상대운동 키를 누른 경우에는 '0'으로, 절대운동인 경우에는 '1'로 전환하여 각 조건별 평균점수를 계산하는데 사용되었다. 따라서 한 조건에서 절대운동이 어느정도 우세하게 지각되었느냐에 따라 점수가 0과 1사이에 분포가 되도록 하였다. 이렇게 구해진 각 피험자당 6개의 측정치들은 2원 반복 측정 방안에 의하여 변량분석되었다.

자극유형별 분석 결과 윤곽자극 ( $0.41 \pm 0.49$ )이 무선점자극 ( $0.53 \pm 0.5$ )보다 위로 움직이는 것으로 보이는 상대운동 경향이 유의하게 큰것으로 나타났다,  $F(1, 14) = 9.25, p < 0.0088$ . 이것은 윤곽자극이 무선점자극보다 표적의 운동을 참조틀에 비교하기가 용이했기 때문으로 볼 수 있다.

그림 6에서 볼 수 있듯이 작은 사각형이 아래에서 위로 움직이는 것으로 지각하는 상대운동의 경향은 단폭-단폭 조건 ( $0.16 \pm 0.37$ )에서 가장 컸으며, 그 다음이 장폭-장폭 조건 ( $0.53 \pm 0.5$ ), 단폭-장폭조건 ( $0.72 \pm 0.45$ ) 순으로 유의하게 다른 것으로 나타났다,  $F(2, 13) = 15.37, p < 0.0004$ . 두 이동평면의 가현운동조건에 대해 대비값(contrast)을 주어 사후

검증한 결과, 단폭-장폭, 장폭-장폭 조건( $F(1, 14) = 10.74, p < 0.0055$ )과, 단폭-단폭, 장폭-장폭 조건( $F(1, 14) = 10.92, p < 0.0052$ )간의 평균 차이가 각각 유의하였으며, 단폭-장폭, 단폭-단폭 조건 간의 평균 차이도 유의하여,  $F(1, 14) = 27.44, p < 0.0001$ , 세 조건간 차이가 모두 유의한 것으로 나타났다.

장폭-단폭 조건에서보다 장폭-장폭 또는 단폭-단폭 조건에서 상대운동의 지각 경향이 유의하게 높았다는 것은 단폭과 장폭 가현운동 처리 기제간에 상호작용이 없다는 것을 지지하는 증거라고 볼 수 있다. 상대운동이 이 연구에서 가정하고 있는 것과 같이 두 가현운동과정간의 상호작용을 알아 볼 수 있는 타당한 조사 방법이라 할 때 실험에서 얻은 결과는 Burt와 Sperling (1981)의 모형(그림 2-1), Braddick (1972) 및 Prazdny (1986)의 모형(그림 2-2), 또는 Petersik (1989)의 모형(그림 2-4)보다는 Mather, Cavanagh 및 Anstis (1985)의 모형(그림 2-3)을 지지한다. 이와 아울러 참조틀과 표적이 동일한 형태의 가현운동을 할 때 단폭-단폭 조건에서 장폭-장폭 조건보다 상대운동 지각경향이 유의하게 높았다는 것은 장폭운동보다 단폭운동이 상대운동지각에 더 유리한 조건을 내포하고 있다는 것을 암시한다. 단폭과정이 상대운동 지각에 더 유리한 것은 아마도 표적의 운동을 참조틀에 비교할 수 있는 정보의 가용량이 더 풍부했기 때문이었을 것으로 추정된다. 이런 맥락에서 보면 본 실험은 두 가현운동과정간의 상호작용효과 뿐 아니라 상대운동 지각 가용 정보량의 효과에

의해서도 영향을 받을 수 있도록 되어 있었다. 그러나 상대운동 지각 가용 정보가 동일한 장폭-장폭조건과 단폭-장폭조건을 비교할 때 장폭-장폭조건에서 상대운동 지각경향이 유의하게 높았다는 것은 두 가현운동 과정이 독립적이라는 것을 직접적으로 시사하는 결과라 할 수 있다.

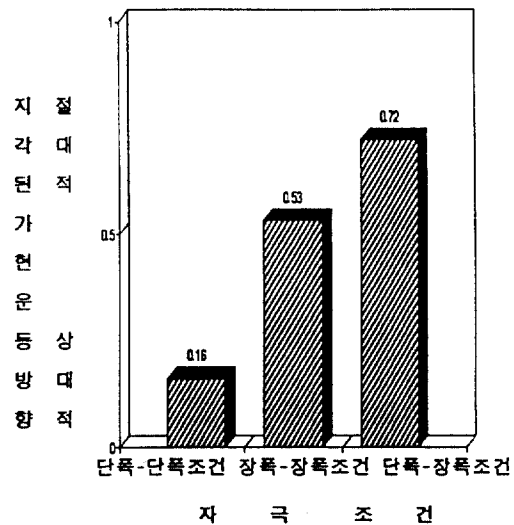


그림6. 자극조건에 따라 지각된 가현운동 방향  
큰 사각형은 단폭 가현운동을 하고, 그 안에 포함된 작은 사각형은 장폭 가현운동을 하는 경우에는 실제 이동방향인 대각선 방향으로 움직이는 것으로 지각하였다. 두 사각형이 모두 단폭 또는 장폭 가현운동을 하는 경우에는 큰 사각형이 작은 사각형의 참조틀이 되어 작은 사각형은 큰 사각형 내에서 위로 움직이는 것으로 지각하였다.

표1. 자극유형과 가현운동 조합에 따른 상대운동의 지각 정도

자극유형	가현운동조합			총계
	단폭-단폭	장폭-장폭	단폭-장폭	
윤곽조건	0.18 (± 0.39)	0.47 (± 0.50)	0.58 (± 0.50)	0.41 (± 0.49)
무선점조건	0.14 (± 0.35)	0.58 (± 0.49)	0.85 (± 0.36)	0.53 (± 0.50)
총계	0.16 (± 0.37)	0.53 (± 0.50)	0.72 (± 0.45)	



표 1에서 볼 수 있듯이 두가지 자극유형과 세가지 가현운동조합의 쌍에서 평균 상대운동정도가 가장 높은 조건은 무선점 조건과 단폭-단폭 조건 ( $0.14 \pm 0.35$ )이었고, 평균 상대운동정도가 가장 낮은 조건은 무선점 조건과 단폭-장폭조건 ( $0.85 \pm 0.36$ )이었으며, 자극유형에 따라 가현운동 조합에서의 상대운동의 정도가 유의하게 달리 지각되는 자극유형과 가현운동조건간의 상호작용 효과가 나타났다,  $F(2, 13) = 6.13, p < 0.013$ . 무선점자극의 상대운동 경향은 단폭-장폭조건에서는 윤곽자극조건보다 크게 낮았고, 단폭-단폭 조건에서는 높았다. 이것은 상대운동이 지각되는 단폭-단폭 조건에서 표적과 참조틀이 무선점으로 이루어져 있는 무선점자극의 경우 역시 무선점들로 이루어져 있는 참조틀의 운동과 비교하기 위한 정보량의 측면에서 윤곽자극보다 우위에 있기 때문으로 풀이될 수 있다.

## 종합 논의

실험1의 결과는 단폭운동으로 나타난 자극들을 근거로 장폭운동이 발생될 수 있는 가능성이 희박하다는 것을 보여주며 실험 2의 결과는 두 가현운동 과정의 산물이 서로 참조되어 상대운동이 발생될 수 있는 가능성이 희박하다는 것을 보여준다. 두차례의 실험을 통해서 밝혀진 이와 같은 조사결과는 두 가현운동 과정이 직렬 위계구조를 이룬다는 Braddick(1972)과 Pradzny(1986)의 모형이나 두과정이 별개의 채널을 갖지만 단폭과정의 산물이 장폭과정으로 입력된다는 Petersik(1989)의 모형이 예측하는 것과 정면 배치된다. 즉, 직렬 위계 구조 모형이 맞다면 단폭 가현운동의 처리결과가 장폭 가현운동 과정의 입력정보로 쓰일 수 있기 때문에 당연히 실험 1에서는 단폭 가현운동의 결과로 나타난 사각형 윤곽이 장폭 가현운동을 할 수 있어야 하며 실험 2에서는 상대운동이 지각될 수 있어야 한다. 한편, 두 과정이 독립된 별개의 채널을 각각 소유한다는 Mather등(1985)의 모형은 본 연구의 두 실험 결과에서 나타난 것과 같이 단폭운동에 근거를 둔 장폭운동이나 장폭-단폭간 상대운동이 발생되지 말아야 한다. 결론적으로 본 연구의 두차례에 걸친 실험결과는 독립채널모형이 다른 두 모형보다 두 가현운동과정간의 관계를 더 정확하게 포착하고 있다는 것을 암시한다.

## 참고문헌

- Burt, P., & Sperling, G. (1981). Time, distance, and feature trade-offs in visual apparent motion. *Psychological Review*, 88, 171-195.
- Braddick, O. J. (1974). A short range process in apparent motion. *Vision Research*, 14, 519-527.
- Mather, G., Cavanagh, P., & Ansis, S. M. (1985). A moving display which opposes short-range and long-range signals. *Perception*, 14, 163-166.
- Pantle, A. J., & Picciano, L. (1976). A multistable movement display: Evidence for two separate motion systems in human vision. *Science*, 193, 500-502.
- Petersik, J. T., Hicks, K. I., & Pantle, A. J. (1978). Apparent movement of successively generated subjective figures. *Perception*, 7, 371-383.
- Pradzny, K. (1986). Three-dimensional structure from long-range apparent motion. *Perception*, 15, 619-625.
- Petersik, J. T. (1989). The two-process distinction in apparent motion. *Psychological Bulletin*, 106, 107-127.
- Ternus, J. (1938). The problem of phenomenal identity. In W. D. Ellis (Ed.), *A source book of Gestalt psychology*. London: Routledge & Kegan Paul.

## Do the Two Processes of Apparent Motion Really Interact?

Eun-Young Yum and Chan-Sup Chung

Yonsei University

The aspects of relative motion and the 2nd-order long-range motion were examined to investigate the interdependency between the two different processes of short-range and long-range apparent motion. Random-dot cinematograms and contoured stimuli were used to help classifying an observed motion into the two different categories of apparent motion following the Braddick's criterion. In the relative motion, the tendency of perceiving the motion direction of a target stimulus relative to that of the frame was greater when the processes involved in the target and frame motion were in the same category than when they were in different categories. This result was interpreted as an indication of the independence of the short-range and the long-range processes. In the 2nd-order long-range motion which was defined as the long-range apparent motion of a stimulus patch depicted by a pair of random-dot cinematograms, no evidence was found that the output of the short-range process is hierarchically fed into the long-range process as an input stimulus for the further processing. In conclusion, the results of the current study suggest that there be neither processing dependency nor hierachical relationship between the mechanisms of short-range and long-range apparnet motion.