

반구비대칭에서 직접-접근모델과 뇌량-전도모델의 검증

임 호 찬 진 영 선

경북대학교 심리학과

Zaidel(1983, 1991)은 단측시야에 제시된 자극을 처리하는 과정에서 반구비대칭성의 정도를 알아볼 수 있는 두 가지 모델을 제안하였다. 직접-접근 모델(direct-access model)은 각 반구가 독립적으로 과제를 수행하며, 뇌량-전도 모델(callosal-relay model)은 비전문 반구로 입력된 특정 자극은 전문 반구로 전달되어 처리될 것이라고 가정하고 있다. 본연구는 모델의 적합성 검증을 위해 3가지 실험을 실시하였다. 언어적 자극(실험 1:색단어)과 비언어적 자극(실험 2:색띠, 실험 3:그림문자)을 좌-우시야에 단측으로 제시하여, 왼손 중지와 인지 그리고 오른손 인지와 중지 각각에 한 가지 자극을 짝지워 상이-판단 과제를 수행하게 하였다. 그결과 대학생 피험자들은 시야간 차이는 없었지만 언어적 자극과 비언어적 자극조건에서 모두 반응손과 동측 시야에 제시된 자극을 더 빨리 처리하였다. 즉 반응손에 관계없이, 비교차 통로가 교차통로보다 더 빨랐다. 이는 좌-우반구가 자극특성에 따라 편재화의 정도만 다를 뿐 입력자극을 독자적으로 처리한다는 직접-접근 모델을 지지하는 증거이다. 그러나, 시야변인에 따른 반응간의 분석에서 우시야에 자극이 제시된 경우는 오른손반응이 유의하게 빨랐으나, 좌시야에 제시된 경우에는 왼손 이점이 없었다. 이는 직접-접근 모델의 가정 중 좌-우반구간의 운동명령 전도시간이 동일하다는 가정에 위배되는 결과이며, 추후 검증이 필요하다고 생각된다.

일반적으로 좌-우반구가 각기 다른 기능에 전문화되어 있다는 가정이 받아들여지고 있지만, 어떻게 비대칭성의 현상이 내재된 반구전문화를 반영하는지에 대한 설명근거는 아직 분명하지 못하다(Umiltá, Rizzolatti, Anzola, Luppino, & Porro, 1985).

자극이 단측시야에 제시될 경우 반응시간에 영향을 미칠 수 있는 요인은 두 가지이다. 첫째는 각 반구가 특정 자극을 더 잘 처리할 수 있으므로, 자극이 전문 반구로 투입되었을 경우 더 나은 수행을 보이게 된다. 따라서 좌반구는 언어/계열적(verbo-sequential) 기능에, 우반구는 시공간/통합적(visuospatial-holistic) 기능에 전문화되어 있다는 주장이 가능하게 된다. 그러나 오늘날에는 좌-우반구의 기능을 엄격

하게 이분법적으로 나누기보다는 양반구간에 기능적 연속성이 있어서, 양반구간의 차이는 질적인 측면이 아니라 양적인 면에서 서로 상이하다는 주장도 제기되었다(Bradshaw & Nettleton, 1981; 진영선, 1992).

둘째는 각 반구의 독립적인 처리자원이 수행의 차이를 나타낸다는 설명이다. 이런 설명은 두 반구가 비록 밀접하게 소통하기는 하지만, 분리된 독립적인 처리자원을 갖는다는 것이다(Friedman & Polson, 1981). 즉 과제요구가 양반구에 분할되어, 양쪽 반구의 자원을 동시에 같이 사용할 경우 더 나은 수행을 보이게 된다. 예를 들면, 자극입력을 받은 반구가 다른 과제(반응 혹은 동시과제)의 처리에 덜 관여될수록 처리우세성을 보이는 반면 자극입력과 반응실행

이 한쪽 반구만의 활동을 요구할 경우 간섭이 일어나게 된다(Green, 1984). Green은 언어적 자극(실험 1, 2, 3, 7, 8)과 비언어적 자극(실험 4, 5, 6)을 사용하여 제시시야와 반응손을 조작한 실험에서, 자극입력과 동측(ipsilateral)의 손반응(예, 우시야/오른손) 시간이 대측(contralateral)의 손반응 시간보다 느린 반면 반응부하를 적게 할수록 간섭이 줄어들음을 보고하였다.

반구간 지각적 처리의 비대칭에 대한 설명에는 대뇌반구의 기능 혹은 신경기제와 연관된 구조적 설명과 주의적 설명이 있다(Cohen, 1982). 구조적 설명은 편재화 효과가 대뇌피질의 해부-기능적 조직화의 결과라고 간주한다. 한편, 주의적 설명은 주의 편향이 전문 반구에서 더욱 강하게 일어나기 때문에 지각적 비대칭성이 나타난다고 한다(Kinsbourne, 1970). 구조적 설명에는 다시 시야간의 비대칭성이 반구간 전도시간을 반영한다는 반구간 전도모델(interhemispheric transmission model)과 양반구간의 상이한 처리속도를 반영한다는 처리속도 차이모델(differential processing model)로 구분된다.

반구간 전도모델은 시각적 자극이 전문 반구로 입력되었을 경우 더 빠른 수행을 보이고, 시야간 반응속도의 차이는 곧 뇌량전도에 필요한 시간을 반영한 것이라 본다. 이 모델은 시야간의 반응시간 차이가 단순 탐지반응 과제에서 얻어진 반구간 전도시간보다 더욱 길다는 이유로 도전 받고 있다. 하지만, 반구간 전도시 전달되는 정보의 질적인 측면이 반응시간에 영향을 미칠 수 있기 때문에 더 긴 전도시간을 나타내거나 시야간 오류율에 차이가 있을 수 있다고 한다(Berlucchi, 1972). 반면, 처리속도 차이모델은 인지적 기능이 한쪽 반구에 전적으로 편재화되어 있지 않다고 가정하기 때문에, 자극 입력을 받은 반구는 항상 그 자극을 처리하게 된다는 주장이다. 이 점은 양반구가 독립적인 처리자원을 갖는다는 주장과 다소 비슷하다. 따라서 지각적 비대칭은 곧 전문 반구와 비전문 반구간

신경단위의 효율성의 차이 때문이라고 본다. 주의적 설명은 특정 자극을 처리할 때에 전문 반구와 대칭되는 시야에 주의적 편향이 더 많이 일어나게 되어 지각적 비대칭성을 나타낸다는 설명이다.

반구비대칭성에 대한 대부분의 연구들은 주로 과제유형에 따른 편재화의 방향에만 관심을 두어 왔다. 만일 반구비대칭에 관한 연구시에 특정 과제에 대해 반응시간을 측정할 실험에서 우시야에 제시된 자극이 더 빨랐다고 하면, 해당 자극의 처리에 좌반구가 우세하거나 혹은 전문화되어 있다고 결론내렸다. 하지만 이런 설명은 반구비대칭에 대한 구조적 설명에 따라, 좌-우시야간의 차이는 반구간 전도로 인한 차이 또는 반구간 처리속도에 의한 차이 어느 것으로도 설명될 수 있다. 따라서 반구비대칭성을 더욱 자세히 알아보기 위해서는 비대칭의 방향뿐만 아니라 비대칭의 정도에 관한 문제도 함께 규명하는 것이 필요할 것이다. Bradshaw(1989)는 특정 자극을 한쪽 반구에서만 처리할 경우는 절대적 전문화, 좌-우반구가 어느 정도 동등하게 처리할 경우는 상대적 전문화로 비대칭성의 정도를 구분하여 기술하였다.

한편 Zaidel(1983, 1986, 1991)은 구체적으로 좌-우반구간의 전문화 정도는 과제유형과 제시시야 또는 제시시야와 반응손변인을 구분한 실험조건으로 특정 자극에 대한 전문화 양상을 검증하였다. 그는 양반구의 기능이 이분법적으로 구분되어 있는 것이 아니라 정도상의 차이만 다를 수 있음을 가정하여 특정 자극을 한쪽 반구만이 처리할 경우는 뇌량-전도 모델(callosal-relay model), 양반구가 어느정도 동등하게 처리할 경우는 직접-접근 모델(direct-access model)로 구분하였다.

Chiarello와 Nuding(1987)은 어휘유목을 기능단어(function words, 즉 "is", "since"), 내용단어(content words, 즉 "tea", "green"), 그리고 비단어로 나누어 좌-우시야에 제시한 후 어휘판단 시간과 읽기정확을

(Bradley & Garrett, 1983)을 측정된 결과, 좌반구는 우반구에 비해 기능단어와 내용단어에 대한 수행이 나았으나, 우반구는 내용단어에 비해 기능단어의 수행이 저조함을 관찰하였다. 이는 어휘유목에 따라 비대칭의 정도가 다름을 보여주는 것으로 내용단어의 경우는 기능단어에 비해 반구편재화의 정도가 미약함을 시사하는 것이다. 한편 Mohr, Pulvermüller, 및 Zaidel (1994)도 기능단어는 좌반구우세를 보인 반면에 내용단어는 좌-우반구간에 차이가 나타나지 않았다고 하였다. Rastter와 Loren(1988)은 고빈도 동사와 저빈도 동사에 대한 읽기과제에서 빈도와 시야간에 유의미한 상호작용을 보고하였다. 상호작용분석에서 고빈도 동사는 좌-우시야 차이가 유의미하였지만, 저빈도 동사는 좌-우시야간에 차이가 없었다. 즉, 고빈도 동사는 높은 친숙성으로 인해 우반구도 어휘처리 능력을 갖추고 있어서 독자적 처리가 가능하여 더 큰 시야차를 보였을 것이라고 설명하였다. 한편, 저빈도 동사는 우반구의 처리능력이 없기 때문에 시야차는 뇌량전도에 소요된 시간만큼만 나타났을 것으로 해석하였다. 위의 결과들은 어휘유목에 따라 좌-우반구간에 편재화 정도가 다르게 표상되어 있음을 시사하는 것이다.

제시시야와 반응손 변인을 분리하여 반응시간을 측정할 경우도 편재화의 정도에 따라 주효과와 상호작용효과가 달리 나타날 것이라는 가정도 있다(Bradshaw, 1989; Zaidel, 1983, 1986, 1991). 예를 들어 특정 자극에 대해 편재화의 비중에 클수록 전문 반구에서만 자극을 처리하므로, 비전문 반구로 자극이 입력된 경우는 뇌량전도를 거쳐 전문 반구로 전달되어 처리하게 된다(뇌량-전도 모델). 이런 경우 시야간에 주효과가 나타나야 하며, 시야와 동측손의 우세도 나타날 것으로 예상된다. 그러나 시야효과와 아울러 동측손의 우세까지 상정하는 것은 너무 강력한 예언이라는 지적도 있다(Braun, Sapin-Leduc, Picard, Bonnenfant, Achim, & Daigneault, 1994). 하지만 시야간에 주효과

없이 손반응간에 주효과만 보이거나, 손반응효과와 반대되는 방향으로 시야효과가 나타날 경우 뇌량-전도 모델을 지지하지 못한다.

반면에 특정 자극의 수행시 편재화 정도가 약하거나 동등할 경우는 시각입력을 받은 반구가 직접 자극을 처리한다고 가정한다(직접-접근 모델). 예를 들어 반응손과 동측시야에 자극이 제시될 경우(비교차통로), 뇌량전도를 거칠 필요가 없다. 따라서 대측시야에 제시된 자극(교차통로)보다 더 빨리 처리하게 된다. 교차조건이란 시각자극이 한쪽 반구에 입력되고 반응실행은 다른쪽 반구에서 이루어지는 조건을 의미하고, 비교차조건이란 시각입력과 반응실행이 동일 반구에서 이루어지는 조건을 말한다(Braun & Daigneault, 1994). 그러므로 자극입력을 받은 반구가 전문화에 관계없이 해당 자극을 처리할 경우는 시야와 반응손간에 상호작용 효과가 나타날 것이다. 그러나 과제부하가 높을 경우는 상호작용효과가 반대방향으로 즉, 교차통로가 비교차통로보다 더 빨리 처리된다고 가정하였다(Zaidel, 1986).

본연구는 과제특성에 따라 뇌량-전도 모델(절대적 반구전문화)과 직접-접근 모델(상대적 반구전문화)중 어느 모델이 더 타당한 설명력을 갖는지를 알아보려고 하였다. 이를 위해, 시야와 반응손을 짝지운 3가지 실험을 계획하였다. 실험 1은 단어, 실험 2는 색띠, 그리고 실험 3은 그림문자(pictogram)를 짝지워 반응하도록 하였다. 자극을 이렇게 설정한 이유는 이 모델들이 언어적 과제와 비언어적 과제에 일관성 있게 적용되는지를 검증하기 위해서이다.

실험 1

실험 1에서는 좌반구 우세과제인 단어를 사용하여 좌-우반구간의 편재화 정도를 알아보고자 하였다. 만일 단어에 대한 처리기제가 좌반구에만 이루어진다면, 반응손과는 관계없이 우시

야에 제시된 자극을 더 빨리 처리할 것이다. 아울러 시야우세 방향과 동측 손반응이 더 빠를 것이다. 그러므로 시야간에 주효과와 반응손 간의 주효과만 나타날 것이다. 이는 뇌량-전도 모델을 지지하는 것으로써 단어에 대한 처리는 전적으로 좌반구에서만 이루어진다고 할 수 있을 것이다. 반면에 좌반구나 우반구가 편재화 정도에서만 다를 뿐 우반구도 단어에 대한 처리기제를 어느 정도 갖추고 있을 경우는 시야와 반응손간의 상호작용효과가 나타날 것이다. 상호작용효과는 두 가지 형태로 나타날 수 있는데, 만일 과제부하가 낮을 경우는 단어가 좌반구에 입력되든지 혹은 우반구에 입력되든지 간에 손반응을 실행하는 쪽에 입력될 경우 더 빠른 반응을 보일 것이다. 그러나 과제부하가 클 경우 상호작용효과는 반응을 실행하는 반구와 반대쪽 반구에 자극이 입력될 경우 더 빠른 반응을 보이는 형태로 나타날 것이다.

방법

피험자. 본실험에 참여한 피험자는 모두 오른손잡이이며, 심리학 개론을 수강하는 경북대학교 학부생중 남자 12명과 여자 12명이었다. 손잡이 검사로는 Annette와 Oldfield의 검사를 번안한 것을 10문항으로 축약하여 사용하였다(박석호와 양병환, 1982). 피험자들 모두 10문항중 8문항 이상 오른손을 사용한다고 반응하였으며, 직계가족중에는 왼손잡이가 없었다. 이들의 나안 혹은 교정시력은 0.8 이상이었다.

자극. 사용된 색단어는 파랑, 보라, 빨강, 노랑이었다. 자극크기는 가로 0.9°, 세로 1.8°이며, 시각은 응시점에서 자극 중심부까지 2.5°이며, 응시점과 수평을 이루는 선에서 수직으로 2.3° 되는 위치에 제시하였다. 따라서 자극은 좌-우시야의 상단 또는 하단에 제시된다(그림 1). 자극은 한글 전문용 2.1에서 견고덕체(40포인트)를 세로로 출력하여 사용하였다.

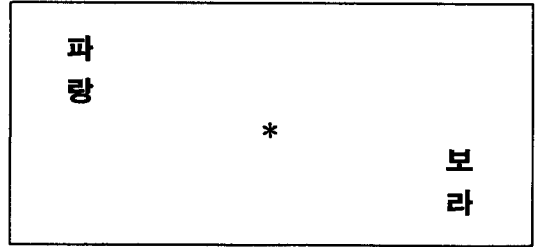


그림 1) 응시점을 기준으로 좌시야 상단 또는 우시야 하단에 제시된 자극에

실험장치. Gerbrand사의 3채널 순간노출기(model 1132), Logic(model G1159), Lamp Drive(model 403A), 그리고 개인용 컴퓨터 1대를 사용하였다. 반응스위치는 인터페이스를 통해 컴퓨터에 연결하였다. Turbo-C로 짠 프로그램을 사용하여 자극이 제시된 후 반응키를 누를 때까지 걸린 시간을 1/1000초 단위로 측정하였다.

절차. 피험자에게 개별적으로 실험의 개요를 설명하고, 제시되는 자극에 대해 왼손 및 오른손 인지와 중지예 각 색단어를 하나씩 짝지워 반응하게 하였다. 색단어와 반응손간의 대응은 4가지 조건으로 나누었다. 예를들어 조건 1은 왼손 중지는 파랑, 인지는 보라가 제시될 때 반응하고, 오른손 인지는 빨강, 중지는 노랑이 제시될 때 반응하도록 한 경우이다. 각 손가락이 4가지 단어에 대해 한번씩은 반응하도록 하였다. 총 시행수는 112시행으로써, 이중 연습시행이 32시행이고, 검사시행이 80시행이었다. 검사시행은 좌-우시야에 각 40시행씩으로 나누어지고, 이중 왼손반응 20회와 오른손반응 20회로 구성되었다. 연습시행이 끝난 후 2분 정도 휴식을 하고, 검사시행은 40시행씩 2구획으로 나누어 구획간에 2분정도 휴식을 취하게 하였다.

각 시행은 다음과 같은 순서로 진행된다. 먼저 "준비"라는 구두신호와 함께 응시점("*")이 나타나면 이를 응시하도록 사전에 지시하였다. 응시점은 1.2초 동안 제시하고, 응시점이 없어

짐과 동시에 색단어가 0.1초 동안 좌-우시야에 제시된다. 시행간 간격은 평균 3초 정도이며, 수동으로 조정하였다. 이때 피험자에게 가능한 한 빠르고 정확하게 해당 반응키를 누르도록 지시하였다. 연습시행 동안에는 반응의 정오를 알려주었지만, 검사시행에서는 알려주지 않았다.

결과

각 피험자별로 색단어와 손가락변인(인지 혹은 중지)은 분리하지 않고, 시야와 반응손 조건에 따른 중앙값을 대표측정치로 하였으며 각 조건의 평균 반응시간을 표1에 제시하였다. 시야(좌시야/우시야)와 반응손(왼손/오른손)을 집단 내 변인으로 하여 변량분석을 실시하였다.

표 1. 색단어 짝짓기 과제에서 시야와 반응손에 따른 반응시간(msec)

	좌시야	우시야
왼 손	663(4.8)	684(4.4)
오른손	677(4.2)	644(4.0)

()안은 오류율(%)

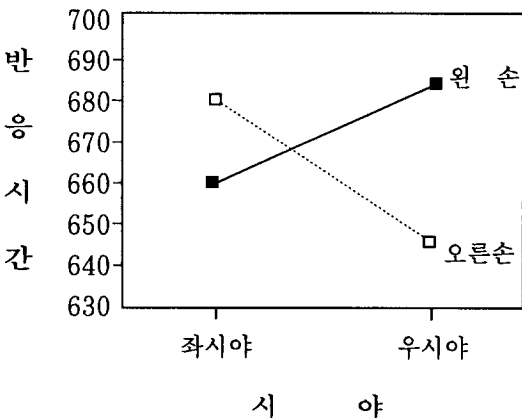


그림 2. 색단어 과제에서 시야와 반응손간의 상호작용효과

시야 및 반응손 조건에서 주효과는 나타나지 않았다. 그러나 시야와 반응손간의 상호작용은 유의미하였다, $F(1,23) = 14.16, p < .01$. 이 결과를 단순주효과 분석을 통해 살펴보면(그림 2), 먼저 왼손반응에서는 좌시야(비교차통로)에 제시된 자극이 우시야(교차통로)에 제시된 자극보다 21msec 더 빨랐다, $F(1,23) = 6.04, p < .025$. 반면에, 오른손반응에서는 우시야(비교차통로)가 좌시야(교차통로)보다 33msec 더 빨리 반응하였다, $F(1,23) = 9.26, p < .01$. 그리고 시야와 반응손 변인에 대한 오류율의 분석은 유의미한 차이가 없었다.

색단어에 대한 짝짓기 과제의 결과는 왼손이나 오른손 모두, 반응손과 동측시야의 반응(비교차통로)시간이 대측시야의 반응(교차통로)시간보다 더 빨랐다. 이는 자극제시 시야와 관계없이 자극입력을 받은 반구가 해당 자극을 처리하였음을 보여주는 것으로써 직접-접근 모델을 지지하는 결과이며, 단어에 대한 처리가 좌반구에만 절대적으로 전문화되어 있지 않음을 보여주는 것이다. 그러나 시야에 대한 반응손간에 주효과를 보면, 우시야-오른손반응과 우시야-왼손반응간에는 40msec로 유의미하였지만($p < .025$), 좌시야-왼손반응과 좌시야-오른손반응간에는 7msec로 유의차가 없었다. 어떤 요인 때문에 시야변인에 대한 반응손간의 차이가 대칭적이지 않은지에 대해서는 분명하게 설명하기가 곤란하다.

직접-접근 모델을 지지하는 입장에서는 시야 변인에 따른 반응손간의 시간차이는 곧 자극입력을 받은 반구가 자극을 처리한 후 반응실행을 하기 위한 반구간 전도시간을 반영한다고 간주한다. 이런 가정에 따르면 좌시야/우반구에 자극이 입력된 경우 오른손 반응을 실행하기 위해 좌반구로의 전도시간이 7msec인 반면에, 우시야/좌반구에 자극이 입력된 경우 왼손반응을 실행하기 위해 우반구로의 전도시간이 40msec인 것으로 계산된다. 이는 좌-우반구간에 운동실행의 전달 시간이 동일하다는 가정과 일치되지 않을 뿐만아

나라, 이러한 시간차이가 곧 우반구에서 좌반구로 혹은 좌반구에서 우반구로의 전도방향에 기인된 차이로 간주하기도 어려울 것이다.

이에 대한 한 가지 가능한 설명으로 반구간 전도가 요구되지 않는 조건간을 비교해보면, 오른손 반응시 비교차 통로(우시야/오른손)가 왼손 반응시 비교차 통로(좌시야/왼손)보다 19msec정도 빠르게 나타났다. 이 차이는 사후 비교에서 통계적 차이를 보이지는 않았다. 그러나 본실험에 사용한 자극이 언어자극이고 보면, 비록 본 실험결과에서 우반구도 색단어를 직접 처리하였지만, 좌반구의 처리효율성이 우반구보다 더 효과적일 수 있을 것이다. 또한 본실험의 피험자가 모두 오른손잡이이기 때문에 손순호에 따른 좌반구의 운동통제 효율성이 내재되었을 가능성도 있을 것으로 생각된다.

실험 2

실험 2에서는 우반구 우세를 보일 것으로 예상되는 색띠를 자극으로 사용하여 좌-우반구간의 편재화 정도를 검증하였다. 만일 색상에 대한 처리가 우반구에서 이루어진다면, 반응손과는 관계없이 좌시야에 제시된 색띠를 더 빨리 처리할 것이다. 또한 반응손 효과에서도 시야우세 방향과 동측인 쪽의 손반응이 더 빠를 것이다. 이는 뇌량-전도 모델을 지지하는 것으로써 색상에 대한 처리가 전적으로 우반구에서 이루어진다고 할 수 있을 것이다. 반면에 만일 색상에 처리가 좌-우반구의 편재화 정도가 다를 뿐 좌반구도 처리기제를 갖추고 있다면, 시야와 반응손간에 상호작용효과가 나타날 것이다. 이는 직접-접근 모델을 지지하는 결과가 되며, 이는 색상에 대한 처리가 한쪽 반구에만 편재화된 것이 아님을 반영한 것으로 설명할 수 있을 것이다.

방법

피험자. 실험 1이나 이와 유사한 실험에 참여한 경험이 없는 여자 16명과 남자 12명이 참가하였다.

자극. 파랑, 보라, 빨강, 노랑색의 띠를 사용하였다. 자극크기 및 시각은 실험 1의 자극과 동일하게 하였다.

실험장치. 실험 1과 동일.

절차. 왼손과 오른손 중지와 인지에 4가지 색상을 하나씩 짚지웠다. 반응조건은 실험 1과 마찬가지로 4가지 조건이 있다. 예를들어, 왼손 중지는 파랑, 인지는 보라, 그리고 오른손 인지는 빨강, 중지는 노랑색이 나타나면 해당 반응키를 누르도록 하였다. 각 조건은 피험자간 역균형화를 시켰다.

결과

종속측정치 및 분석방법은 실험 1과 동일하였다. 시야와 반응손 조건들간의 평균 반응시간을 표2에 제시하였으며, 시야(좌시야/우시야)와 반응손(왼손/오른손)을 집단내 변인으로 하여 변량분석을 실시하였다.

그결과, 시야 조건간의 주효과는 나타나지 않았다. 반응손간의 주효과는 오른손이 왼손에 비해 16msec정도 빨랐다, $F(1,27) = 4.78, p < .05$. 시야와 반응손간의 상호작용은 유의미하였다, $F(1,27) = 20.13, p < .001$. 이 결과를 단순 주효과로 분석을 통해 살펴보면(그림 3), 왼손 반응시에는 좌시야(비교차통로)가 우시야(교차통로)보다 31msec 빨랐다, $F(1,27) = 16.21, p < .001$. 그리고, 오른손 반응시에는 우시야(비교차통로)가 좌시야(교차통로)보다 16msec 빨리 반응하였다, $F(1,27) = 6.85, p < .025$. 그리고 시야와 반응손 변인에 대한 오류율의 분석에서는 유의한 차이가 없었다.

표 2. 색띠 짚기 과제에서 시야와 반응손에 따른 반응시간(msec)

	좌시야	우시야
왼 손	663(4.8)	684(4.4)
오른손	677(4.2)	644(4.0)

() 안은 오류율(%)

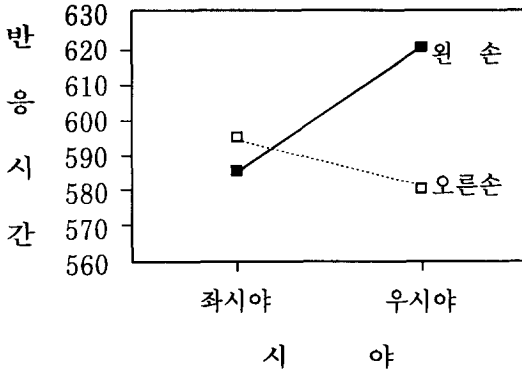


그림 3. 색띠과제에서 시야와 반응손간의 상호작용효과

본 과제에서도 왼손과 오른손 모두 반응손과 동측 시야의 반응이 유의미하게 빨랐다. 이 결과도 실험 1의 결과와 마찬가지로 왼손이나 오른손 모두 비교차통로가 교차통로보다 더 빨랐다. 이는 색상자극의 처리가 한쪽 반구에만 전적으로 전문화되어 있지 않음을 보여주는 것으로서 직접-접근 모델을 지지하는 증거이다. 시야에 따른 반응손간에 주효과에서도 실험 1의 결과와 마찬가지로, 좌시야 조건에서는 왼손과 오른손간에 차이가 7msec로 차이가 없었으나 우시야 조건에서는 우시야/오른손 반응이 40msec정도 더 빨랐다($p < .001$).

그러나 우반구 우세를 보일 것으로 기대한 색띠 자극에 대한 처리에서도 우반구의 우세가 나타나지 않았으며, 좌-우반구 모두 자극입력을 먼저 받은 반구가 우세한 처리를 보여주는 것으로 나타났다. 이는 색상의 처리에서는 우반구가 우세하다는 이전의 결과(Davidoff, 1976; Grant, 1980)와 일치하지 않는다. 또한 오른손 반응시 비교차통로(우시야/오른손)의 반응시간이 왼손 반응시 비교차통로(좌시야/왼손)의 반응시간보다 16msec 정도 빨랐다. 이는 색상처리에 대한 편재화의 정도도 실험 1의 결과와 유사하게 통계적으로 유의하지는 않았지만, 좌반구의 우세정도가 더 크다는 것을 시사하는 것이다.

실험 3

실험 3은 실험 2에서 사용된 자극보다 우반구의 처리우세성이 더 높을 것으로 기대되는 그림문자(pictogram)를 사용하여 반구비대칭의 정도를 알아보려고 하였다. 만일 그림문자에 대한 편재화가 우반구에 치우쳐 있다면, 좌시야 우세와 시야우세를 보인쪽과 동측의 반응손이 더 빠를 것이다. 이는 뇌량-전도 모델을 지지하는 결과로 그림문자에 대한 처리가 우반구에 전적으로 편재화 되어있다고 해석할 수 있을 것이다. 반면에 그림문자에 대한 편재화의 정도가 약할 경우 시야와 반응손간에 상호작용효과가 나타날 것이고, 이는 직접-접근 모델을 지지하는 결과로써 좌-우반구가 어느정도 동등하게 처리하였음을 반영한 결과로 해석할 수 있을 것이다.

방법

피험자. 이전에 이와 유사한 실험에 참가한 경험이 없는 여자 12명과 남자 12명이 참가하였다.

자극. 자극은 88올림픽에서 사용한 경기장 안내 그림문자를 사용하였다. 사용된 자극은 농구, 육상, 베드민트, 그리고 핸드볼 경기장을 나타낸 그림문자를 약간 변형하여 공이나 라켓을 삭제한 모양이다. 따라서 자극들을 구분할 수 있는 유일한 단서는 도식된 사람의 자세뿐이다. 자극크기는 그림에 따라 가로는 1.5°에서 1.7°까지이고, 세로는 1.2°에서 1.7° 사이이다. 시각은 실험 1과 동일하게 하였다.

실험장치. 실험 1과 동일.

절차. 실험 절차는 실험 1, 2와 동일하다. 자극과 반응손간의 짝짓기 조건은 4가지로 하였다. 예를들면, 조건 1의 경우 왼손 중지는 농구, 인지는 육상 그리고 오른손 인지는 베드민트, 중지는 핸드볼 경기장을 나타낸 그림문자가 나타날 경우 반응키를 누르도록 하였다. 각 조건은 피험자별로 역균형을 시켰다.

결과

종속측정치 및 분석방법은 실험 1, 2와 동일하였다. 시야와 반응손 조건들의 평균 반응시간을 표 3에 제시하였다.

표 3. 그림문자 짝짓기 과제에서 시야와 반응손에 따른 반응시간(msec)

	좌시야	우시야
왼 손	746(6.3)	767(6.9)
오른손	751(4.0)	720(5.5)

()안은 오류율(%)

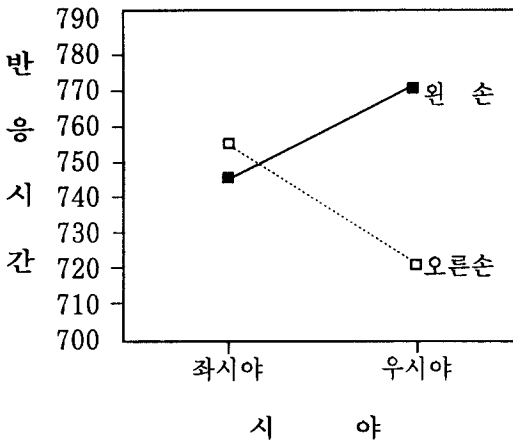


그림 4. 그림문자 과제에서 시야와 반응손간의 상호작용효과

시야 조건 및 반응손 조건간의 주효과는 유의미하지 않았다. 그러나 시야와 반응손간에 상호작용은 유의미하였다, $F(1,23) = 14.51, p < .01$. 이 결과를 단순주효과로 분석하면(그림 4), 왼손 반응시에는 좌시야(비교차통로)가 우시야(교차통로)보다 21msec 정도 빨랐으나, 경향성만 보였다, $F(1,22) = 3.41, p < .10$. 그리고, 오른손 반응시에는 우시야(교차통로)가 좌시야(비교차통로)보다 31msec 정도 빨랐으며, 이 차이는 유의미하였다, $F(1,23) = 13.66, p < .01$. 그리

고 시야와 반응손 변인에 대한 오류율의 분석에서도 유의한 차이가 없었다.

그림문자 과제에서도 왼손 반응은 동측 시야의 반응이 더 빠른 경향성을 보였고, 오른손 반응 경우에도 동측시야의 반응시간이 더 빨랐다. 이 결과는 그림문자를 자극으로 사용한 경우에도 제시시야에 관계없이 자극입력을 받은 반구가 효과적으로 처리함을 보여주는 것이다. 이는 그림문자에 대한 편재화의 양상도 절대적인 것이 아니라 상대적으로 편재화되어 있음을 나타내주는 것으로서 직접-접근 모델을 지지하는 것이다.

시야조건에 대한 반응손간의 주효과 분석에서도, 단어과제나 색깔과제와 동일하게 좌시야 조건에서는 왼손과 오른손 반응간에 차이가 5msec로 유의하지 않았으나 우시야 조건에서는 오른손 반응이 왼손 반응보다 47msec정도 더 빨랐다($p < .05$). 여기서도 대칭적인 차이를 보이지 않았으며, 이런 경향은 실험 1 및 실험 2의 결과와 동일한 것이었다.

이에 대한 한 가지 가능한 설명으로 반구간 전도가 요구되지 않는 조건간을 비교해 보면, 오른손 반응시 비교차 통로(우시야/오른손)가 왼손 반응시 비교차통로(좌시야/왼손)보다 20msec 정도 빠르게 나타났다. 이 차이는 사후비교에서 통계적으로 유의하지는 않았다. 그러나 이는 본실험에 사용한 그림문자에 대한 처리에서도 좌반구의 처리효율성이 우반구보다 다소 높았음을 보여주는 것이다. 아울러 본실험의 피험자가 모두 오른손잡이이기 때문에 손번호에 따른 좌반구의 운동통제 효율성이 내재되었을 가능성도 있을 것으로 생각된다. 그러나 우반구 우세를 더 많이 반영할 것으로 기대한 그림문자에 대한 처리에서도 우반구의 우세가 나타나지 않았으며, 좌-우반구 모두 자극입력을 먼저 받은 반구가 우세한 처리를 보여주었다.

논의

본 연구는 좌반구 우세를 반영한다고 알려진 언어적 자극(실험 1)과 우반구 우세를 반영할 것

으로 기대한 시공간적 자극(실험 2와 3)을 사용하여 편재화의 정도를 알아보려고 하였다. 그러나 단어, 색깔, 그리고 그림문자를 자극으로 사용한 결과는 모두 시야간에 주효과는 나타나지 않았고, 시야와 반응손간에 상호작용 효과만 의미하였다. 단순주효과 분석 결과 자극유형에 관계없이, 왼손 반응시에는 좌시야/우반구에 제시된 자극에 더 빨리 반응하였고 오른손 반응시에는 우시야/좌반구에 제시된 자극에 더 빨리 반응하였다. 이런 경향은 3가지 상이한 자극에 대해 일관성있게 나타났다. 이는 좌반구나 우반구 모두 자극 입력을 먼저 받은 반구가 효과적으로 처리하였음을 보여주는 것으로써, Zaidel(1983, 1986, 1991)이 제안한 모델 중 직접-접근 모델을 지지하는 증거라고 볼 수 있다. 즉 특정 자극에 대한 처리가 어느 한쪽 반구에만 전적으로 의존하는 것이 아니라 좌-우반구간 전문화 정도에만 차이가 있음을 시사해 주는 결과이다. 이는 좌-우반구의 수행이 질적으로 다른 자극(즉 언어 대 비언어)에 전문화 되어있는 것이 아니라, 다만 편재화의 정도 즉 양적 차이로 설명하는 것이 더욱 바람직하다는 주장을 지지하는 것이다(Bradshaw & Nettleton, 1981).

구체적으로 반응시간 차이를 비교하면, 왼손으로 반응하였을 경우는 비교차 반응(좌시야/우반구)조건과 교차 반응(우시야/좌반구)조건간의 시간차이가 색단어 자극인 경우는 21msec, 색깔 자극인 경우는 31msec, 그리고 그림문자 자극인 경우는 21msec로 비교차 반응 조건이 유의하게 빨랐다. 오른손으로 반응하였을 경우에도 색단어는 33msec, 색깔은 16msec, 그리고 그림문자는 31msec로 비교차 반응(우시야/좌반구)조건이 유의하게 빨랐다.

Milner, Jeeves, Ratcliff, 및 Cunnison(1982)등은 반응손과 동측시야(비교차통로)와 대측시야(교차통로)간의 시간차이를 교차-비교차 차이(crossed-uncrossed difference, CUD)로 정의하고, 이는 뇌량-전도시간을 반영하는 것이라고 보았다. 특정한 정보를 갖지 않

는 단순 자극(예를들면, 점이나 불빛)을 좌-우시야에 제시하고 왼손이나 오른손으로 탐지하도록 할 경우, 비교차 반응(좌시야-왼손 또는 우시야-오른손)조건과 교차 반응(좌시야-오른손 또는 우시야-왼손)조건간의 시간차이는 곧 반구간 전도시간을 반영하는 것이라 주장하였다(Bashore, 1981; Milner, 1986). 이러한 단순 자극에 대한 탐지반응시 비교차 반응조건과 교차 반응조건간의 시간차이는 대략 2-6msec로 보고하였다(Moscovitch, 1986). 한편 언어적 또는 비언어적 자극을 사용하여 선택반응과제(본 연구와 같이 짝짓기과제)를 수행하게 할 경우는 단순반응 과제보다 비교차-교차 차이가 더 크다고 한다(Bashore, 1981). Rizzolatti(1979)는 선택반응과제에서 뇌량 전도에는 대략 30msec정도가 소요된다고 하였다. 또한 과제 복잡성이 증가할수록 뇌량 전도 시간이 길어진다고 하였다(Zaidel, 1983). 이러한 결과들에 비추어 볼 때, 본연구에서 얻은 비교차 반응조건과 교차 반응조건간의 차이는 대략 16msec에서 33msec 정도, 곧 반구간 전도에 소요된 시간을 반영한 것으로 볼 수 있을 것이다.

시야조건에 대한 반응손간의 차이를 보면, 우시야/좌반구 조건에서는 오른손과 왼손간에 반응시간 차이가 유의미 하였으나(색단어 40msec, 색띠 40msec, 그림문자 47msec), 좌시야/우반구 조건에서는 반응손간에 유의한 차이가 없었다(색단어 7msec, 색띠 7msec, 그림문자 5msec). 자극이 좌반구 혹은 우반구로 먼저 입력되었을 경우 자극에 대한 짝짓기를 결정하고 반응실행을 하기위해 좌시야/오른손 반응 조건은 우반구에서 좌반구로 그리고 우시야/왼손 반응 조건은 좌반구에서 우반구로 전도되는데 소요되는 시간만큼 지연될 것이다. 이런 전도 과정이 맞다면 시야조건에 따른 반응손 간의 시간차이는 대칭적으로 나타나야 할 것이다. 그러나 본연구의 결과는 비대칭적인 양상으로 나타났다.

이러한 결과에 대해서는 다음과 같은 몇 가지

가능성을 생각해 볼 수 있다. 첫째 비교차 반응 조건간을 비교해보면, 우시야/오른손 반응 조건이 좌시야/왼손 반응 조건보다 유의미 하지는 않지만 다소 빨랐다(색단어 19msec, 색띠 9msec, 그림 문자 26msec). 자극이 좌반구에 먼저 입력된 조건이 다소 빠른 반응을 보인 것은, 본실험의 피험자들이 모두 오른손잡이이므로 오른손의 반응이 다소 효율적일 것이라던 점과 본실험에 사용한 자극에 대해 좌반구가 우반구에 비해 더욱 효율적으로 처리하였음을 반영하는 것으로 볼 수 있다. 둘째, 좌-우반구간의 시각정보 소통시 우반구에서 좌반구로의 전달이 좌반구에서 우반구로의 전달보다 더 빠르다고 한다(Hoptman & Davidson, 1994). Marzi, Bisiacchi 및 Nicoletti(1991)는 단측시야에 제시된 자극에 대해 한쪽 손으로 반응하게 한 실험들을 분석한 결과 우반구에서 좌반구로의 전도시간이 좌반구에서 우반구로의 전도시간보다 빠르다고 하였다. 본연구에서 좌시야/오른손 반응조건에서는 입력자극을 판단하고 난후 반응실행을 하기 위해서는 우반구에서 좌반구로 전달되어야 한다. 그러므로 시야에 따른 반응손간의 단순주효과에서 대칭적인 차이를 보이지 못한 것은 좌-우반구간의 전도시간이 서로 다름을 반영한 것으로 해석할 수도 있을 것이다. 셋째, Braun(1993)은 좌-우반구간의 전도통로에 두 가지, 즉 빠른 전달통로와 느린 전달통로가 있다고 가정하였다. 가령 특정 자극에 대해 어느 쪽 반구도 전문화되어 있지 않을 경우에는 양반구간의 전달은 느린 통로를 거치는 반면에 한쪽 반구에 더 많이 전문화되어 있을 경우는 빠른 통로를 거친다고 하였다. 이러한 관점에서 본실험에서 얻은 시간차이를 비교해 보면, 자극이 좌시야에 제시된 경우에는 우반구에서 좌반구로의 전달시간은 5-7msec 정도인 반면에 우시야에 제시된 경우에는 좌반구에서 우반구로의 전달시간이 40-47msec 정도인 것으로 나타났다. 따라서 본연구에서 사용한 자극에 대해 좌반구가 다소 효율적이라면 우반구에서 좌반구로의 전달은 빠른 통로를, 그리

고 좌반구에서 우반구로의 전달은 느린 통로를 거쳤을 가능성도 있을 것이다. 그러나 위와 같은 가능성을 지지하기 위해서는, 우반구 우세를 강하게 반영할 수 있는 자극을 사용하였을 경우 본실험에서 얻은 비대칭적인 차이(즉 좌반구에서 우반구로의 전달시간이 더 길게 나타나는 경우)가 반대방향으로 나타나는 지를 실증해 보여야만 할 것이다.

한편 Kinsbourne(1975)은 좌-우반구는 주의, 지향, 그리고 언어에 대해 상호 억제적인 기능을 갖는다고 하였다. 이는 좌반구로 주의가 편향될 경우에는 우반구의 기능이 억제되고, 우반구로 주의 편향이 일어날 경우에는 좌반구의 기능이 억제된다는 가정이다. 따라서, 행동적 비대칭성은 반구전문화의 간접적인 결과이며, 오히려 과제특성에 따른 기대로 인하여 반구비대칭성이 나타난다고 보았다. 예를들어 좌반구 우세과제일 경우, 좌반구가 더욱 활성화되어 더 잘 처리하게 되며 양반구간 뇌량은 상호 억제적인 소통을 하게 될 것으로 생각하였다. 따라서 좌반구에 입력된 자극이 반응실행을 위해 우반구로 전달될 때에는 억제적 소통으로 인한 지연이 생겼을 가능성이 있을 것이다. 이런 설명은 Braun(1993)이 제안한 두 가지 전달통로의 가정과 유사하나, 자극처리전의 주의적 편향을 강조한 점에서 다르다.

이와는 다른 측면에서, 지각적 비대칭성의 결과가 반구전문성의 반영이 아니라 자극-반응의 부호화 효과에 기인될 수도 있다고 한다(Levy, 1984). 이런 효과로는 자극-반응간의 공간적 양립성(Wallace, 1971), 그리고 자극-반응 위치(Simon, Hinrichs, & Craft, 1970) 양립성이 있다. 이는 우시야/오른손 반응의 경우는 자극과 반응이 신체를 중심으로 오른쪽으로, 좌시야/왼손 반응은 왼쪽으로 양립되기 때문에 더 빠른 수행이 일어난다는 설명이다(즉 공간적으로 양립하는 조건이 양립되지 않는 조건보다 더 빠름). 그러므로 본연구에서 반응손과 동측시야에 제시된 자극을 더 빨리 처리하였다는

것은 반구기능과는 관계없이 단지 공간적으로 양립되기 때문에 나타난 효과로 간주할 수도 있다. 그러나 단측시야에 제시된 자극에 대해 반응손을 교차시켜서 반응하게 하였을 경우에도 시야 우세가 지속되었기 때문에 자극-반응 양립성에 기인된 결과라기 보다는 좌-우반구간의 기능적 전문화에 의한 것이라는 주장도 있다(Anzola, Bertoloni, Buchtel, & Rizzolatti, 1977; Berlucchi, Crea, Di Stefano, & Tassinari, 1977). Zaidel의 모델에서는 자극-반응 부호화 효과를 고려하지 않았지만, 직접-접근 모델이 지지되는 결과에서는 공간적 양립성이 반구내 혹은 반구간 정보처리에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

Friedman과 Polson(1981)은 양반구가 어느 정도 독자적인 처리자원을 갖고 있어서, 과제부하가 처리자원의 용량을 넘느냐 그렇지 않느냐에 따라 간섭 혹은 촉진이 나타날 수 있다고 하였다. 즉 본연구의 결과와는 달리 반응실행을 해야 하는 반구에 자극이 입력될 경우(비교차조건)에, 오히려 간섭이 일어남을 보고한 결과들도 있다(Alwitt, 1981; Green, 1984). Green(1984)의 결과는 반응손과 동측시야(비교차통로)에 제시된 경우가 대측시야(교차통로)에 제시된 경우의 반응시간보다 더 느렸다. 본연구와 Green(1984)의 결과(4가지 영어철자 또는 4가지 얼굴자극에 대한 상이판단)간의 반응시간을 비교해 볼 때, 본연구에서의 반응시간이 더 길었다. 두 연구간의 실험절차상의 차이를 보면, 첫째, 본연구는 양손으로 반응하게 한 반면에 Green은 시행구획에 따라 왼손과 오른손 반응을 역균형화 시켰다. 둘째, 본연구는 실험시작 전에 4가지 자극에 대해 왼손과 오른손 인지와 증지에 한가지 자극씩을 짚지워 기억시킨 반면, Green은 동시제시를 하여 상이판단을 하게 하였다. 피험자들에게 부과된 기억부담의 정도와 양손반응을 하여야 하는 실험절차를 고려해 볼 때 Green의 실험에서 보다는 본연구의 피험자들이 더 큰 처리부하를 가졌다고 볼 수 있다. 반

구내에서 촉진 혹은 간섭을 나타낸 상반된 결과가 어떠한 요인에 의한 것인지에 대해서는 적절한 설명을 하기가 어렵다.

마지막으로 각 자극조건에 대한 반응시간을 비교하면, 색띠(593msec)자극에 대해 가장 빨리 반응하고 다음에 색단어(667msec)와 그림 문자(746msec)순으로 나타났다. 색띠와 단어에 대한 수행을 비교하면, 한광희와 감기택(1994)의 연구에서 색상이 단어보다 더 기초적인 처리속성을 가진다는 결과와 일치한다.

결론적으로, 언어적 자극과 비언어적 자극을 사용한 본연구의 결과는 일관성있게 직접-접근 모델을 지지하였다. 이는 적어도 대학생 연령집단의 경우에는 좌-우반구가 특정 자극에 대해 전문화되어 있다기보다는 편재화 정도만 다를 뿐 어느 정도 독자적인 기능을 수행함을 보여주는 것이다. 반구비대칭성에 대한 기존의 연구들은 편재화의 방향을 밝히는 측면에는 많은 노력이 있었지만, 편재화의 정도를 규명하려는 시도는 아직 부족한 상태이다. 이러한 관점에서 볼 때 반구간의 전문화의 정도를 알아보기 위해서는 본 연구에서와 같이 시야와 반응손 조건을 피험자내 변인으로 설정할 필요성이 있는 것 같다. 특정 과제에 대한 수행이 반구내에서 효과적인지 혹은 양반구가 같이 작용할 때에 더욱 효과적으로 처리되는 지를 밝히는 노력이 힘들기는 하지만, 이런 절차를 사용함으로써 반구비대칭성의 정도와 방향을 함께 알아볼 수 있는 방법이 될 것이다.

참고문헌

- 박석호, 양병환.(1982). 韓國學生들의 손잡이 (Handedness)에 대한 調査. 신경정신의학, 21, 33-38.
- 진영선.(1992). 언어자극의 특성과 대뇌의 기능적 비대칭성. 한국심리학회지:실험 및 인지, 4, 52-65.
- 한광희, 감기택.(1994). 대뇌반구간 한글 단어

- 처리와 색채처리 특성. 한글 및 한국어 정보 처리 학술대회 발표논문집, 57-63.
- Alwitt, L. F.(1981). Two neural mechanisms related to models of selective attention. *JEP:Human Perception and Performance*, 7, 324-332.
- Anzola, G. P., Bertoloni, G., Buchtel, H. A., & Rizzolatti, G.(1977). Spatial compatibility and anatomical factors in simple and choice reaction time. *Neuropsychologia*, 15, 295-305.
- Bashore, T. R.(1981). Vocal and manual reaction time estimates of interhemispheric transmission time. *Psychological Bulletin*, 89, 352-368.
- Berlucchi, G.(1972). Anatomical and physiological aspects of visual functions of corpus callosum. *Brain Research*, 37, 371-392.
- Berlucchi, G., Crea, F., Di Stefano, M., & Tassinari, G.(1977). Influence of spatial stimulus-response compatibility on reaction time of ipsilateral and contralateral hand to lateralized light stimuli. *JEP: Human Perception and Performance*, 3, 505-517.
- Bradley, D. C., & Garrett, M. F.(1983). Hemisphere differences in the recognition of closed and open class words. *Neuropsychologia*, 21, 155-159.
- Bradshaw, J. L.(1989). Hemispheric specialization and psychological function. John Wiley & Sons:Chichester.
- Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C.(1981). The nature of hemispheric specialization in man. *Behavioral and Brain Sciences*, 4, 51-91.
- Braun, C. M. J.(1993). Estimation of interhemispheric dynamics from simple unimanual reaction time to extrafoveal stimuli. *Neuropsychology Review*, 3, 321-364.
- Braun, C. M. J., Sapin-Leduc, A., Picard, C., Bonnefant, E., Achim, A., & Daigneault, A.(1994). Zaidel's model of interhemispheric dynamics:Empirical tests, a critical appraisal, and a proposed revision. *Brain and Cognition*, 24, 57-86.
- Braun, C. M. J., & Daigneault, S.(1994). Effects of a right hemi-field advantage on crossed-uncrossed differentials in simple reaction time: toward a new model of interhemispheric relay. *Acta Psychologica*, 85, 91-98.
- Chiarello, C., & Nuding, S.(1987). Visual field effects for processing content and function words. *Neuropsychologia*, 25, 539-548.
- Cohen, G.(1982). Theoretical interpretations of lateral asymmetries. In J. G. Beaumont(Ed.), *Divided visual field studies of cerebral organization*. Academic Press: London.
- Davidoff, J.(1976). Hemispheric sensitivity differences in the perception of colour. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 387-394.

- Friedman, A. & Polson, M. C.(1981). Hemispheres as independent resources systems: Limited-capacity processing and cerebral specialization. *JEP: Human Perception and Performance*, 7, 1031-1058.
- Grant, D. W.(1980). Visual asymmetry on a color-naming task: a developmental perspective. *Perceptual and Motor Skills*, 50, 475-480.
- Green, J.(1984). Effects of intrahemispheric interference on reaction times to lateral stimuli. *JEP: Human Perception and Performance*, 10, 292-306.
- Hoptman, M. J., & Davidson, R. J. (1994). How and why do the two cerebral hemispheres interact? *Psychological Bulletin*, 116, 195-219.
- Kinsbourne, M.(1970). The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. *Acta Psychologica*, 33, 193-201.
- Kinsbourne, M.(1975). The mechanism of hemispheric control of the lateral gradient of attention. In P. M. A. Rabbitt and S. Dornic (Eds.), *Attention and Performance V*. New York:Academic Press.
- Levy, J.(1984). Can a reaction time paradigm simultaneously index arm position effects, spatial compatibility effects and neural pathway effects? *Neuropsychologia*, 22, 95-97.
- Marzi, C. A., Bisiacchi, P., & Nicoletti, R.(1991). Is interhemispheric transfer of visuomotor information asymmetric? Evidence from a meta-analysis. *Neuropsychologia*, 29, 1163-1177.
- Milner, A. D.(1986). Chronometric analysis in neuropsychology. *Neuropsychologia*, 24, 115-128.
- Milner, A. D., Jeeves, M. A., Ratcliff, P. J. & Cunnison, J. (1982). Interference effects of verbal and spatial tasks on simple visual reaction time. *Neuropsychologia*, 20, 591-595.
- Mohr, B., Pulvermüller, F., & Zaidel, E.(1994). Lexical decision after left, right, and bilateral presentation of function words, content words and non-words: evidence for interhemispheric interaction. *Neuropsychologia*, 32, 105-124.
- Moscovitch, M.(1986). Afferent and efferent models of visual perceptual asymmetries: theoretical and empirical implications. *Neuropsychologia*, 24, 91-114.
- Rastatter, M. P., & Loren, C.(1988). Vocal reaction times to tachistoscopically presented high- and low-frequency verbs: Some evidence for selective minor hemisphere linguistic analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 66, 803-810.
- Rizzolatti, G.(1979). Interfield differences in reactions to lateralized visual stimuli in normal subjects. In I. S. Russell, M. W. Van Hoff & G. Berlucchi(Eds.), *Structure and function of cerebral commissures*.

- Baltimore:University Park Press.
- Simon, J. R., Hinrichs, J. V., & Craft, J. L.(1970). Auditory S-R compatibility: reaction time as a function of ear-hand correspondence and ear-response-location correspondence. *Journal of Experimental psychology*, 86, 97-102.
- Umilt, C., Rizzolatti, G., Anzola, G. P., Luppino, G., & Porro, C. (1985). Evidence of interhemispheric transmission in laterality effects. *Neuropsychologia*, 23, 203-213.
- Wallace, R. J.(1971). S-R compatibility and the idea if a response code. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 354-360.
- Zaidel, E.(1983). Disconnection syndrome as a model for laterality effects in the normal brain. In J. B. Hellige(Ed.), *Cerebral hemisphere asymmetry:Method, theory, and application*. New York: Praeger Publisher.
- Zaidel, E.(1986). Callosal dynamics and right hemisphere language. In F. Lepor, M. Ptito, & H. Jasper(Eds.), *Two hemispheres-one brain:Functions of the corpus callosum*. New York:A. R. Liss.
- Zaidel, E., Clarke, J. M., & Suyenobu, B.(1991). Hemispheric independence: a paradigm case for cognitive neuroscience. In A. Scheibel, & A. Wechler(Eds.), *Neurobiological foundations of higher cognitive function*. New York:Guildford Press.

The examination of Direct-access model and Callosal-relay model in hemisphere asymmetry

Ho-Chan Lim and Young-Sun Jin

Department of Psychology

Kyungpook National University

Zaidel(1983, 1986, 1991) proposed two models to explain the degree of hemispheric asymmetry in processing visual stimuli presented unilaterally. Direct-access model assumes that each hemisphere holds independent processing capacity without hemispheric specialization for a particular type of stimulus. Callosal-relay model presumes that if certain stimulus is presented to the nonspecialized hemisphere, it will be transmitted to the specialized hemisphere for the processing of the stimulus. Three experiments were administered to examine these two models. The subjects performed same-different matching task as verbal stimuli(Exp. 1: color words) and nonverbal stimuli(Exp. 2: color patches, Exp. 3: pictograms) were presented to the left or right visual field.

The results showed that interaction effects between the visual field and the response hand for both verbal and nonverbal stimuli, but not between the visual fields. Simple main effect analyses revealed that RTs were faster for the response hand in ipsilateral visual field for the stimulus presented. That is, regardless of the response hand, uncrossed pathway was always responded faster than crossed pathway. This means that left and right hemisphere can process input stimulus independently although the degree of hemispheric specialization is different.

But when the stimulus was presented to the right visual field, right hand RTs were significantly faster than RTs for the left hand, but the reverse was not true. This is an infraction of an assumption of the direct-access model, which hypothesizes that motor command transmission time is the same between the two hemispheres. This aspect should be examined further for the refinement of the model.