

지시운동 수행동안 안구와 손의 시공간적 협응에 관한 연구

은혜인¹, 유미², 이아름¹, 김동욱³, 권대규^{3,4}, 김남균³

¹전북대학교 헬스케어공학과, ²전북대학교 의용생체공학과, ³전북대학교 생체정보공학과

⁴전북대학교 실버공학연구센터

(Received January 17, 2007. Accepted April 12, 2007)

Study on Spatio-Temporal Eye-Hand Coordination in Targeting Tasks

H. I. Eun¹, M. Yu², A. R. Lee¹, D. W. Kim³, T. K. Kwon^{3,4}, N. G. Kim³

¹Dept. of Healthcare Engineering, Chonbuk National Univ.

²Dept. of Biomedical Engineering, Chonbuk National Univ.

³Division of Bionics and Bio-informatics, Chonbuk National Univ.

⁴Bioengineering Research Center for the Aged, Chonbuk National Univ.

Abstract

In this study, we investigated spatio-temporal eye-hand coordination by the “Global effect paradigm”, a target-distracter configuration. Global effect is observed a variety of visual tasks, for example, during rapid automatic tracking, scanning for target detail, and the comparison of target configurations. Global effect used to investigate eye-hand coordination with a task that presents a target close to a distracter. Eight young subjects participated in the experiments. The experiments consist of using a distracter less eccentric than the target and using a distracter more eccentric than target. Each experiment consist of tasks which are making reference, pointing the target with watching visual stimulation(saccade) and pointing the target. The subject's task was to move towards the target as quickly as possible. We measured the eye movement by using EOG and the hand movement by using NDI Optotrak system. This study shows that eye and hand movement exists for global effect paradigm in spatio-temporal coordination.

Key words : Global effect, eye-hand coordination, saccade eye movement

1. 서 론

일상생활에서 감각과 운동의 효율적인 동작을 위해 인간은 머리, 몸, 눈, 손 등을 자신이 정한 목적에 따라 상호작용을 하면서 움직인다. 각 움직임의 양상은 독립적이지 않으며 각 양상이 협응하여 이루어진다[1]. 지금까지 안구와 손의 움직임 사이의 협응에 대한 연구들은 활발히 진행되고 있으며[2-9], 특히 손 운동 시스템은 시각 정보에 의존하기 때문에 안구와 손의 운동 시스템은 밀접하게 연관되어 있다. 이러한 연관성은 안구 또는 손이 타겟쪽으로 움직이기 전에 나타나는 반응지연시간과 타겟쪽을 가리킨 공간적 위치를 통하여 규명할 수 있다.

안구-손의 시공간적 협응을 연구하기 위해 안구-손의 협응을 연구하는데 사용되었던 패러다임에 주의를 기울였다. 그 패러다임은 “Global effect” 즉, 방해물 근처에 있는 타겟쪽으로 안구운동(saccade eye movement)을 수행할 때 나타나는 현상이다. 타겟과 방해물이 동시에 입력되는 조건에서, 단속성 안구운동을 수행하였을 때 안구는 타겟과 방해물의 사이를 주시하게 된다. 위에서 언급한 조건에서 단속성 안구운동을 수행 하였을 때, 안구로 타겟의 정확한 위치를 파악하는 것은 매우 어렵다. 이러한 효과를 “공간적 평균”, “중심효과”[15] 또는 좀 더 일반적으로 “Global effect”라고 한다[16]. 좀 더 명확하게 Global effect는 안구운동을 수행하기 이전에 안구가 타겟을 인식하고 주시하기 위한 판단 시간이 부족할 때 발생한다고 추측된다. 이는 타겟 제시 시간을 부족하게 주어서 타겟의 위치를 정확히 주시하지 못하게 하는 것이다. 만약 안구가 타겟의 위치를 정확히 인식하지 못한 상태에서 안구운동이 일어난다면 타겟 및 그 주변 방해물들과의 구별이 부족하며, 타겟과 방해물 사이에 안구가 머물게 된다[17,18].

본 연구는 2007년도 산업자원부지정 핵심연구개발사업 실버의료기기 핵심기술개발연구비에 의하여 연구되었음. (과제번호 : 10022722-2007-01)

Corresponding Author : 김남균
(561-756) 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14, 전북대학교 공과대학 생체정보공학부

Tel : 063-270-4061 / Fax : 063-270-2247

E-mail : ngkim@chonbuk.ac.kr

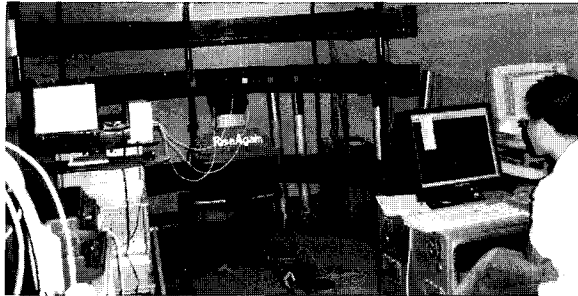


그림 1. 안구-손 협응 실험을 위한 시스템
Fig. 1. A system for eye-hand coordination experience

Prablanc, C.[10] 등은 타겟을 지시하는 안구와 손 운동 시스템의 시각적 반응에 관한 연구에서 자신이 정한 타겟을 손으로 가리킬 때, 안구는 손이 움직이기 바로 전에 이 타겟을 주시한다고 밝혔으며, Bekkering, H[11] 등은 단속성 안구운동 시스템에서 손 운동 시스템으로의 이동에 관한 연구에서 협응된 안구와 손 운동의 반응 시간은 타겟을 본 후 손의 움직임이 시작될 때와 관련있다고 밝혔다. 게다가 Neggers, S[14] 등은 타겟을 지시하는 안구와 손 움직임에서 시각과 체성감각 타겟 정보의 통합에 관한 연구에서 손 움직임의 정확성은 시선을 타겟에 맞추지 않았을 때 감소한다고 밝혔다. 이러한 메커니즘을 바탕으로 어떠한 타겟이 주어진 후 손으로 그것을 가리킬 때 안구와 손이 협응한다고 가정할 수 있다. 이와 같이 안구와 손의 시간적 연관성 즉, 반응지연시간에 관한 연구[10-14]는 많이 이루어지고 있는 반면, 공간적 연관성 즉, 타겟의 위치 인식에 관한 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 안구와 손의 시간적 연관성에 따라 안구로 타겟을 인식하는 것이 손이 그 타겟을 가리키는 반응지연시간에 영향을 주어 안구와 손이 협응함을 밝힌 바와 같이 안구와 손의 공간적 연관성에 따라 안구와 손이 얼마나 정확히 타겟의 위치를 지시하는가를 알아봄으로써 공간적으로도 안구와 손의 협응함을 밝히는 것 또한 필요하다.

안구와 손의 시공간적인 연관성을 고찰하기 위하여 본 연구에서는 Global effect 패러다임을 이용하여 안구와 손의 움직임에 대한 협응이 시공간적으로 어떠한 특성을 보이는지 분석하였다. 이를 위해 실험은 타겟과 동시에 입력되는 방해물이 있을 때 또는 없을 때, 타겟쪽으로 향하는 안구와 손의 움직임은 동시에(이중조건) 수행되며, 개별적으로(단일조건) 수행되며, 타겟만 제시되거나, 타겟을 중심으로 왼쪽 방해물(실험 1)과 오른쪽 방해물(실험 2)이 타겟과 동시에 제시하여 수행된다. 개별적인 손과 안구의 움직임의 경우 타겟-방해물 상관위치의 잠재적인 효과를 결정할 수 있으며, 왼쪽 방해물과 오른쪽 방해물을 사용함으로써 방해물의 존재에 의해 안구와 손의 공간적인 오차 변화를 분석할 수 있다. 이러한 분석을 통하여 본 연구에서는 손에 대한 Global effect는 어떠한 특징을 지니며, 안구와 손의 시공간적 협응에 따라 Global effect 패러다임에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

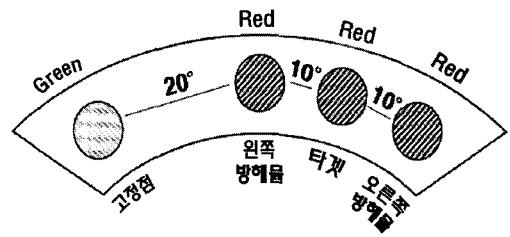


그림 2. 시각 자극 제시
Fig. 2. Representation of visual stimulation

II. 시각 자극 및 인체 측정 시스템

본 연구는 타겟과 동시에 입력되는 방해물 유무 과제에서 나타나는 시공간적인 안구-손 협응을 분석하기 위해 그림 1과 같은 시각 자극 및 인체 측정 시스템을 구성하였다.

A. 시각 자극 제시 장치

그림 2와 같이, 시각 자극으로 고정점을 나타내기 위한 녹색 LED(Luminescent diode, Eastern Technology Inc., Korea, Ø10mm)와 타겟 및 방해물을 나타내기 위한 적색 LED를 사용하였다. 시각 자극을 위한 LED의 배치에 대해 알아보면, 타겟을 중심으로 고정점은 왼쪽으로 30°방향에 위치하며, 방해물은 좌우 10°간격으로 위치한다. 고정점은 피험자의 눈높이 일직선상에 위치한다. 판넬은 LED가 피험자의 눈높이와 같게 조절 할 수 있다. 피험자는 반원형 판넬 중앙에서 125cm 떨어진 의자에 앉은 후 목을 움직일 수 없도록 패드로 고정하였다. LED의 전멸 시간 및 간격을 제어하도록 데이터 수집보드 DAQ pad-6020E (NI Co.,

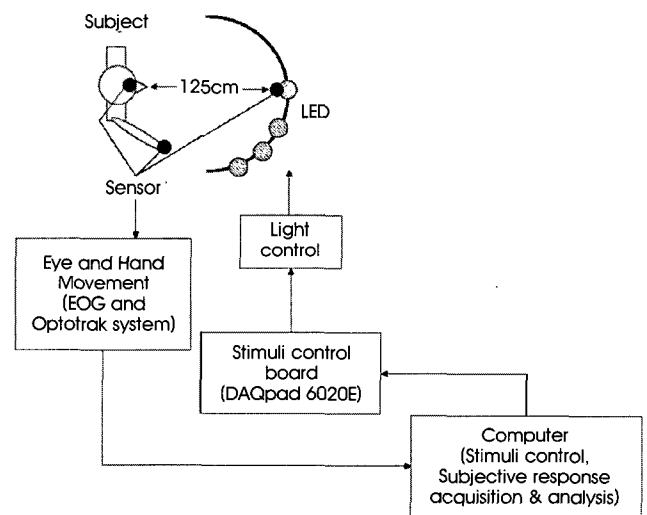


그림 3. 안구-손의 시공간적 협응 실험을 위한 시스템 블록선도
Fig. 3. Block diagram for eye-hand coordination experience

USA)를 연결하여 컴퓨터에서 제어명령을 인가하였다. 제어 프로그램은 LabVIEW 소프트웨어(NI Inc., USA)를 이용하여 자체 제작하였다[그림 3].

B. 안구와 손 움직임 측정 장치

본 피험자의 손 움직임을 측정하기 위해 피험자의 오른쪽 검지 손가락 끝, 오른쪽 어깨, 정수리에 3개의 마커를 부착하고, 3차원 동작분석기인 Optotrak Certus(Northern Digital Inc.)는 피험자 뒤에 설치하여 피험자가 타겟을 향하여 손을 뻗을 때 그 위치를 측정한다. 피험자의 수평적 안구 움직임을 측정하기 위해 피험자의 양쪽 관자놀이에 표면전극을 부착하여 BIOPAC 시스템(BIOPAC System Inc., MP100 module)을 이용하여 EOG(Electrooculogram)를 측정하였다[그림 3]. 시각 자극 제시 장치 및 안구와 손 움직임 측정 장치는 디지털 포트로서 연결되어 동기화를 시켰으며, 그 오차범위는 안구움직임 측정장치에서 반응시

간은 $10ms \pm 10\%$, 반응오차각도는 $0.5^\circ \pm 10\%$, 손움직임 측정장치에서의 반응시간은 $10ms \pm 10\%$, 반응오차각도는 $0.1^\circ \pm 10\%$ 로 나타났다.

III. 실험 방법

A. 실험대상

본 연구에서는 20대 성인 10명(남 : 5명, 여 : 5명, 평균연령 : 28.3 ± 0.8 세)을 대상으로 실험하였다. 이들은 정상 시력과 근골격 기능을 가지고 있으며, 모두 오른손잡이다. 또한 이들 모두는 이전에 본 연구와 유사한 실험에 참가한 경험이 없다.

B. 실험절차 및 조건

본 실험은 방해물의 위치에 따라 두 개로 나누었으며, 그 중 실험 1은 그림 4의 시각자극제시 방법과 같이 방해물의 위치를 타겟을 중심으로 왼쪽에 두고 실험하였다. 빗금표시는 LED가 켜진 상태를 나타낸 것이고, 흑색으로 나타낸 표시는 LED가 꺼진 상태를 나타낸 것이다. 과제 중 50%는 타겟이 왼쪽 방해물과 함께 50ms로 켜지며, 나머지 50%는 타겟만 50ms로 켜진다.

실험 2는 실험 1의 자극방법과 동일하나 그림 5의 시각자극제시 방법에서와 같이 방해물의 위치를 타겟을 중심으로 오른쪽에 두고 실험하였다.

실험 1과 2에서 동일하게 수행된 실험의 절차는 우선 EOG의 기준 값을 알아보기 위해 녹색 LED 고정점이 1500ms동안 나타난 후 고정점이 꺼지고 100ms 후에 적색 LED 왼쪽 방해물이 50ms 동안 나타난 후 왼쪽 방해물이 꺼지고 100ms 후에 적색 LED 타겟이 50ms동안 나타난 후 타겟이 꺼지고 100ms 후에 적색 LED 오른쪽 방해물이 50ms동안 나타난다. 이 과정은 과제를 수행하기 전 30초 동안 실시한다. 녹색 LED 고정점이 1500ms동안 나타난 후, 고정점이 꺼지고 100ms 후에 적색 LED 타겟 홀로 또는 적색 LED 타겟과 방해물이 동시에 50ms 동안 켜진다. 실험은 LED 타겟이 홀로 또는 타겟과 방해물이 동시에 켜졌을 때 가능한 한 빨리 타겟 쪽으로 안구와 손을 주시 또는 지시 운동을 하는 것이다. 실험은 손을 의자에 고정된 채, 타겟으로 주시운동만 수행(단일조건, 안구), 안구는 고정점에 고정된 채, 타겟을 향해 손으로 지시하는 운동만 수행(단일조건, 손), 타겟을 향해 안구를 주시하고 손으로 지시하는 운동을 수행(이중조건)과 같이 세 가지 조건으로 수행하였다. 마지막 조건에서 안구의 고정을 용이하게 하기 위해, 피험자는 LED가 다시 켜지기 전에 어떠한 안구의 움직임도 없어야 한다. 과제 수행 후 피험자의 안구와 손은 고정점으로 되돌아간 후 다음 과제를 수행하게 된다. 실험은 실험1과 2에 대한 방해물 조건(유, 무), 단일조건(안구, 손) 및 이중조건에 따라 1회에 30번으로 3회를 실시하였으며 총 18회를 수행하였다. 실험 1과 2의 조건들을 무작위로 선택하였으며, 실험 수행에 대해 안구와 팔의 피로를 감소시키기 위해 과제 수행 사이에 10분간의 휴식시간을 주었다.

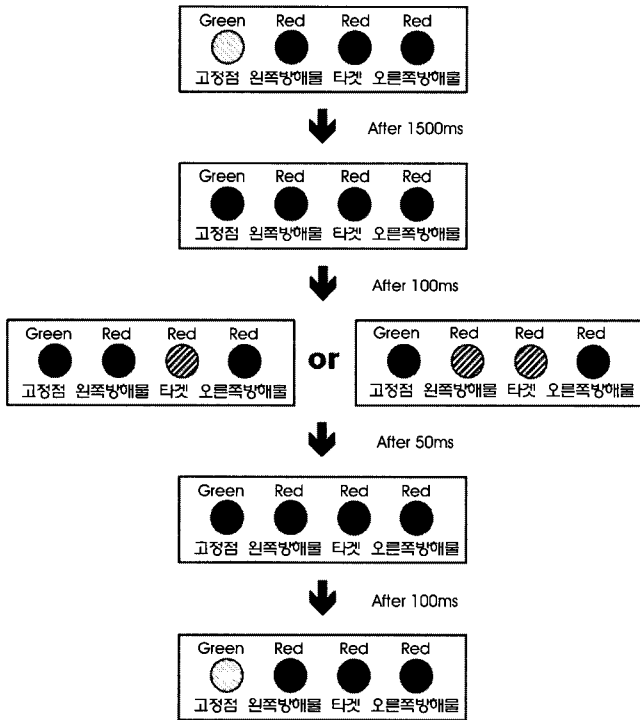


그림 4. 실험 1의 시각 자극 제시

Fig. 4. Representation of visual stimulation of exp. 1.

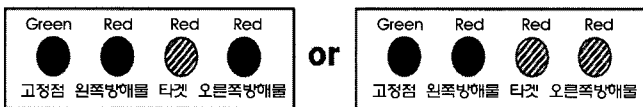


그림 5. 실험 2의 시각 자극 제시

Fig. 5. Representation of visual stimulation of exp. 2

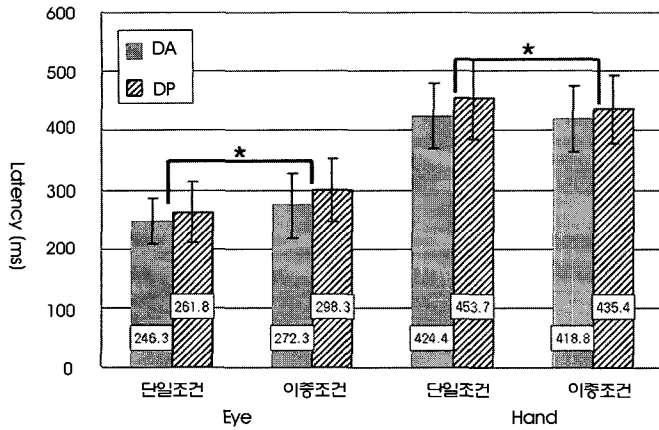


그림 6. 타겟(단일조건) 및 타겟과 왼쪽 방해물(이중조건)을 제시하였을 때 나타나는 안구와 손 움직임 반응지연시간 *p<0.1 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

Fig. 6. Eye and hand movement latencies during the representation of target(single condition) or target-left distracter(double condition) *p<0.1 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

C. 안구와 손의 반응지연시간과 공간오차 각도 측정

측정 파라미터로 안구와 손의 움직임의 특성을 분석하기 위해 안구와 손의 반응 지연시간 및 오차 각도를 측정한다.

반응 지연시간은 타겟이 커진 후 안구와 손이 반응하기까지 지연된 시간으로 정의한다. 공간 오차각도는 안구와 손이 주시 또는 지시할 때 나타나는 각도를 계산하여 타겟과 피험자가 가리킨 위치에 대한 차이를 산출한 값이다. 눈의 공간오차 각도는 고정점을 중심으로 20°(왼쪽 방해물), 30°(타겟), 40°(오른쪽 방해물)을 제시하였을 때 나타난 EOG 값을 각각 평균하여 과제를 수행하였을 때 나타난 EOG 값들과 비교하여 얻었다. 그림 3에서 나타난 바와 같이 손의 공간 오차각도는 동작분석기를 사용하여 타겟, 정수리, 검지손가락 끝의 각도를 측정하여 얻었다. 반응 지연 시간 및 오차 각도는 시각 자극을 제시하기 전 피험자가 먼저 눈 또는 손이 이동한 경우의 데이터는 제외하여 분석하였다.

IV. 실험 결과 및 고찰

안구와 손의 시공간적 협응에 대한 Global effect에 대해 분석하기 위하여 방해물의 위치에 따라 두 가지 조건으로 실험을 수행하고 피험자로 하여금 안구와 손으로 타겟을 주시 또는 지시하게 하였다. 이 실험을 통하여 피험자의 안구와 손의 움직임에 대한 반응 지연시간과 공간 오차각도를 구한다. 모든 결과 값은 SPSS 10.0 프로그램을 사용하여 ANOVA 분석기법을 통한 통계처리 분석을 하였다.

실험 1에서는 타겟만 주어지거나 타겟과 왼쪽 방해물이 동시에 주어졌을 때 피험자의 안구와 손의 반응지연시간 및 공간 오차각

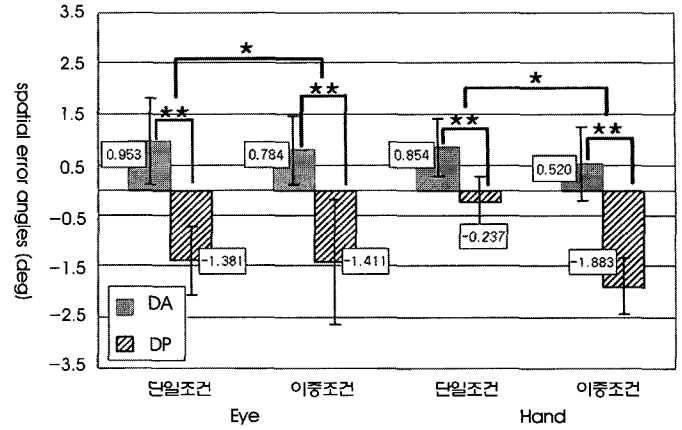


그림 7. 타겟(단일조건) 및 타겟과 왼쪽 방해물(이중조건)을 제시하였을 때 나타나는 안구와 손 움직임 공간오차각도 *p<0.1 **p<0.01 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

Fig. 7. Eye and hand movement amplitude spatial error angles during the representation of target(single condition) or target-left distracter(double condition) *p<0.1 **p<0.01 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

도를 알아보았다.

그림 6은 왼쪽 방해물이 타겟과 함께 제시될 때, 타겟쪽으로 안구와 손을 움직일 때 안구와 손의 움직임에 대한 반응지연시간을 나타내고 있다. 안구 움직임에 대한 반응지연시간은 방해물이 없을 때보다 있을 때가 높게 나타나는 경향이 보이며, 단일 조건보다 이중 조건에서 높게 나타나는 경향이 보인다(p<0.1). 이는 방해물이 타겟을 선택하기 위한 안구의 움직임을 방해함으로써 반응시간이 좀 더 오래 걸렸음을 의미하며, 손이 타겟을 가리키기 위해 이중 조건에서 안구의 반응지연시간이 좀 더 오래 걸렸음을 의미한다. 손 움직임에 대한 반응지연시간은 방해물이 없을 때보다 있을 때에 좀 더 높게 나타났으며, 이중조건보다 단일조건에서 좀 더 높게 나타났다. 이는 방해물로 인하여 손 움직임이 타겟을 향한 목적으로 계획하고 실행하는 것에 방해받았음을 의미하며, 이중조건에서는 손이 타겟을 가리키기 위한 과제를 안구와 협응하여 수행하므로 반응지연시간이 좀 더 적게 걸렸음을 의미한다.

그림 7은 왼쪽 방해물이 타겟과 함께 제시될 때, 타겟쪽으로 안구와 손이 움직일 때 공간 오차각도를 나타내고 있다. 양수(+)로 나타나있는 오차 값은 타겟을 중심으로 오른쪽으로 움직였음을 의미하고, 음수(-)값은 왼쪽으로 움직였음을 의미한다. 안구와 손의 공간 오차각도는 방해물이 없을 때보다 있을 때 왼쪽으로 치우쳐서 나타났다(p<0.01). 또한 방해물이 없을 때는 이중조건에서 작게 나타나는 경향이 보이며(p<0.1), 방해물이 있을 때는 단일조건에서 작게 나타나는 경향이 보인다(p<0.1). 이는 이중조건에서 안구와 손이 협응하여 공간 오차각도가 감소하였고, 안구와 손이 타겟과 왼쪽 방해물 사이에 정지하게 되어 Global effect를 보이게 됨을 의미한다. 실험 1을 통해 왼쪽 방해물은 피험자로 하여금

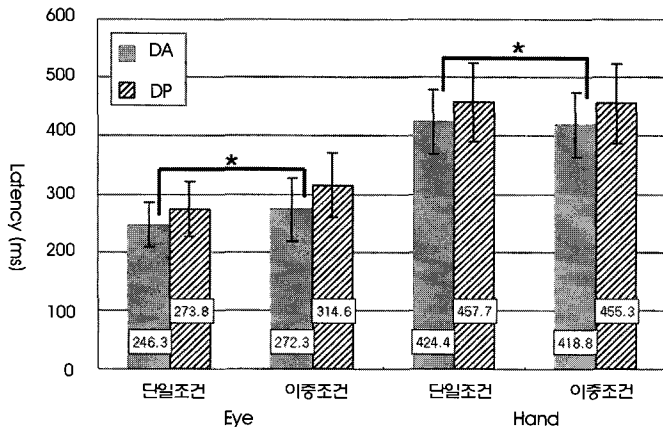


그림 8. 타겟(단일조건) 및 타겟과 오른쪽 방해물(이중조건)을 제시하였을 때 나타나는 안구와 손 움직임 반응지연시간 *p<0.1 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

Fig. 8. Eye and hand movement latencies during the representation of target(single condition) or target-right distracter(double condition) *p<0.1 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

Global effect를 유발하는 역할을 하였다. 방해물의 영향을 받은 눈과 손의 움직임은 타겟에 정확히 정지하지 못하였으며 타겟과 방해물 사이에서 명확한 공간적 평균, 즉 Global effect를 보여주었다. 이를 통해 방해물은 안구와 손 움직임에서 타겟을 가리키는데 큰 영향을 끼침을 알 수 있었고, 이중조건에서는 안구와 손의 공간오차각도가 적었으며 좀 더 정확했음을 알 수 있었다. 이는 안구와 손이 시공간적으로 협응 했기 때문에 타겟에 좀 더 정확히 접근했음을 알 수 있다.

실험 2에서는 타겟만 주어지거나 타겟과 오른쪽 방해물을 같이 주어졌을 때 피험자의 안구와 손의 반응 지연시간 및 공간 오차각도를 알아보았다.

그림 8은 오른쪽 방해물이 타겟과 함께 제시될 때, 타겟쪽으로 안구와 손을 움직일 때 안구와 손의 반응 지연시간을 나타내고 있다. 안구 움직임에 대한 반응지연시간은 방해물이 없을 때보다 있을 때가 높게 나타나는 경향이 보이며, 단일 조건보다 이중 조건에서 높게 나타나는 경향이 보인다(p<0.1). 이는 방해물이 타겟을 선택하기 위한 안구의 움직임을 방해함으로써 반응시간이 좀 더 오래 걸렸음을 의미하며, 손이 타겟을 가리키기 위해 이중조건에서 안구의 반응지연시간이 좀 더 오래걸렸음을 의미한다. 손 움직임에 대한 반응지연시간은 방해물이 없을 때보다 있을 때에 좀 더 높게 나타났으며, 이중조건보다 단일조건에서 좀 더 높게 나타났다. 이는 방해물로 인하여 손 움직임이 타겟을 향한 목적으로 계획하고 실행하는 것에 방해받았음을 의미하며, 이중조건에서는 손이 타겟을 가리키기 위한 과제를 안구와 협응하여 수행하므로 반응지연시간이 좀 더 적게 걸렸음을 의미한다.

그림 9는 오른쪽 방해물이 타겟과 함께 제시될 때, 타겟쪽으로

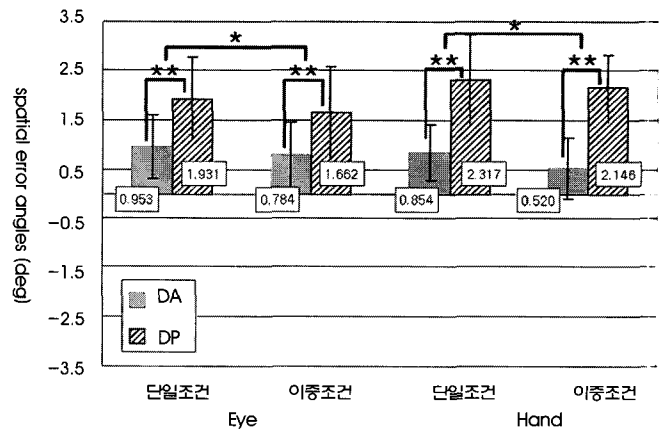


그림 9. 타겟(단일조건) 및 타겟과 오른쪽 방해물(이중조건)을 제시하였을 때 나타나는 안구와 손 움직임 공간오차각도 *p<0.1 **p<0.01 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

Fig. 9. Eye and hand movement amplitude spatial error angles during the representation of target(single condition) or target-right distracter(double condition) *p<0.1 **p<0.01 (DA : distracter absent, DP : distracter present)

안구와 손이 움직일 때 공간 오차각도를 나타내고 있다. 안구와 손의 공간 오차각도는 실험 1과 반대로 방해물이 없을 때보다 있을 때 오른쪽으로 치우쳐서 나타났다(p<0.01). 또한 방해물이 없을 때는 이중조건에서 작게 나타나는 경향이 보이며(p<0.1), 방해물이 있을 때는 단일조건에서 작게 나타나는 경향이 보인다(p<0.1). 이는 이중조건에서 안구와 손이 협응하여 공간 오차각도가 감소하였고, 안구와 손이 타겟과 왼쪽 방해물 사이에 정지하게 되어 Global effect를 보이게 됨을 의미한다.

실험 2를 통해 오른쪽 방해물은 피험자로 하여금 Global effect를 유발하는 역할을 하였다. 방해물의 영향을 받은 손 움직임은 타겟에 정확히 정지하지 못하였으며 타겟과 방해물 사이에서 명확한 공간적 평균, 즉 Global effect를 보여주었다. 이를 통해 방해물은 안구와 손 움직임에서 타겟을 가리키는데 큰 영향을 끼침을 알 수 있었고, 이중 조건에서는 안구와 손의 공간오차각도가 적었으며 좀 더 정확했음을 알 수 있었다. 이는 안구와 손이 시공간적으로 협응했기 때문에 타겟에 좀 더 정확히 접근했음을 알 수 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 지시운동 수행동안 안구와 손의 시공간적 협응에 대한 Global effect에 대해 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 이중조건에서 손의 움직임 반응지연시간은 단일조건보다 짧게 나타난 결과를 통해 안구와 손이 시간적 협응을 이루어 안구와 손이 협응했을 때 지시운동을 좀 더 효과적으로 수행할 수 있음을 알 수 있다.

(2) 왼쪽 방해물을 사용했을 때, 안구 움직임은 뚜렷한 Global

effect가 나타나는 반면, 손 움직임은 비교적 적은 Global effect가 나타났다. 오른쪽 방해물을 사용했을 때, 손 움직임은 타겟과 방해물 사이에서 명확한 Global effect를 보여주었다. 이는 안구 움직임에서도 유사하게 나타난다. 이러한 결과를 통해 안구와 손이 공간적 협응을 이루어 안구와 손이 협응할 때 타겟에 좀 더 정확히 접근할 수 있음을 알 수 있다.

(3) 방해물의 영향에 대해 안구와 손에서 유사한 결과 값은 안구와 손이 시간적 뿐만 아니라 공간적 협응이 이루어졌음을 알 수 있다.

REFERENCES

- [1] C. Gielen, P. J. Heuvel, J. A. Gisbergen, "Coordination of fast eye and arm movements in a tracking task," *Experimental Brain Research*, vol. 56, pp.154-161, 1984.
- [2] J. A. Mather, J. D. Fisk, "Orienting to targets by looking and pointing: Parallels and interactions in ocular and manual performance," *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, vol. 37A, pp.315-338, 1985.
- [3] T. Eggert, U. Sailer, J. Ditterich, A. Straube, "Differential effect of a distractor on primary saccades and perceptual localization," *Vision Research*, vol. 42, pp.2969-2984, 2002.
- [4] M. H. Fischer, J. J. Adam, "Distractor effects on pointing: the role of spatial layout," *Experimental Brain Research*, vol. 136, pp.507-513, 2001.
- [5] S. F. Neggers, H. Bekkering, "Ocular gaze is anchored to the target of an ongoing pointing movement," *Journal of Neurophysiology*, vol. 83, pp.639-651, 2000.
- [6] Sailer, U., Eggert, T., Ditterich, J., Straube, A., "Spatial and temporal aspects of eye hand coordination across different tasks," *Experimental Brain Research*, vol. 134, pp.163-173, 2000.
- [7] B. M. Sheliga, L. Riggio, & Rizzolatti, G., "Spatial attention and eye movements," *Experimental Brain Research*, vol. 105, pp.261-275, 1995.
- [8] J. F. Soechting, K. C. Engel, M. Flanders, "The duncker illusion and eye-hand coordination," *Journal of Neurophysiology*, vol. 85, pp.843-854, 2001.
- [9] S. P. Tipper, L. A. Howard, M. A. Paul, "Reaching affects saccade trajectories," *Experimental Brain Research*, vol. 136, pp.241-249, 2001.
- [10] C. Prablanc, J. F. Echallier, E. Komilis, M. Jeannerod, "Optimal response of eye and hand motor systems in pointing at a visual target," *Biological Cybernetics*, vol. 35, pp.113-124, 1979.
- [11] H. Bekkering, R. A. Abrams, J. Pratt, "Transfer of saccadic adaptation to the manual motor system," *Human Movement Science*, vol. 14, pp.155-164, 1995.
- [12] Frens, M. A., Erkelens, C. J., "Coordination of hand movements and saccades : evidence for a common and a separate pathway," *Experimental Brain Research*, vol. 85, pp.682-690, 1991.
- [13] J. L. Vercher, G. Magenes, C. Prablanc, G. M. Gauthier, "Eye-head-hand coordination in pointing at visual targets : spatial and temporal analysis," *Experimental Brain Research*, vol. 99, pp.507-523, 1994.
- [14] S. F. Neggers, H. Bekkering, "Integration of visual and somatosensory target information in goal-directed eye and arm movements," *Experimental Brain Research*, vol. 125, pp.97-107, 1999.
- [15] S. Coren, P. Hoenig, "Effect of non-target stimuli upon length of voluntary saccades," *Perceptual and Motor Skills*, vol. 34, pp.499-508, 1972.
- [16] J. M. Findlay, "Global visual processing for saccadic eye movements," *Vision Research*, vol. 22, pp.1033-1045, 1982.
- [17] C. Coeffe, J. K. O'Regan, "Reducing the influence of non-target stimuli on saccade accuracy: precictability and latency effect," *Vision Research*, vol. 27, pp.227-240, 1987.
- [18] A. P. Aitsebaomo, H. E. Bedell, "Saccadic and psychophysical discrimination of double target," *Optometry and Vision Science*, vol. 77, pp.321-330, 2000.
- [19] U. Sailer, T. Eggert, J. Ditterich, A. Straube, "Global effect of a nearby distractor on targeting eye and hand movements," *Experimental Psychology*, vol. 28, pp.1432-1446, 2002.