

인지양식에 따른 관찰 특성 분석 : MEG 연구

양일호 · 이순주¹ · 김은애 · 이소리* · 권석원²

한국교원대학교 · ¹대전지족중학교 · ²한국표준과학연구원

Analysis of Observation Characteristics by Cognitive Style : MEG Study

Yang, Il-Ho · Lee, Soon-Joo¹ · Kim, Eun-Ae · Lee, So-Ree* · Kwon, Suk-Won²

Korea National University of Education · ¹Daejeon Jijok Middle School · ²Korea Research Institute of Standards and Science

Abstract: The purpose of this study is to analyze the ERF components patterns of observers who have different cognitive styles using magneto-encephalography (MEG). The task was developed based on the CSA (Cognitive Style Analysis) program. Eight right-handed, healthy male college students participated in voluntarily. To investigate college students' ERF components during the task, an MEG system with block design was used to measure magnetic signals in their brains. For examining the observation characteristic by cognitive style, MEG ERF components were analyzed. As a result, four ERF components (M1, M2, M3, M4) were observed. Through the results of this study, the reason for different observation characteristics by cognitive styles was verified in the neurophysiological methods. This study will have implications to establish theories on scientific observation and cognitive styles.

Key words: observation, cognitive style, wholistic cognitive style, analytic cognitive style, MEG

I. 서 론

과학적 관찰은 관찰자가 감각기관을 통해 사물이나 자연 현상에 대한 정보를 수집하는 과정으로(AAAS, 1975; Norris, 1984, 1985; Padilla, 1990) 과학적 탐구의 출발점이며 과학 활동과 과학 교육 활동에서 가장 기본적이고 핵심적인 활동이다(Ahtee *et al.*, 2009; Covill & Pattie, 2002; Harlen, 2000; Macro & McFall, 2004; NRC, 1996; William & Lisa, 2001). 이 때, 관찰자의 사전 지식, 경험, 기대감, 관점 등은 감각기관을 통해 수집한 정보를 지각하고 처리하는 과정에 영향을 주며(Chalmers, 1982; Hanson, 1958; Haury, 2002; Hodson, 1986a) 이로 인하여 동일한 대상을 관찰하여도 관찰자에 따라서 다른 관찰 사실을 얻게 된다(Driver *et al.*, 1982; Hodson, 1986b). 이를 가리켜 관찰의 이론 의존성이라 한다(Hanson, 1958).

특히 관찰자가 지닌 인지양식은 관찰자가 정보를 습득하고 처리하는 과정에 매우 중요한 영향을 미친다(변정호 등, 2009; Messick, 1984). 이 때, 인지양

식은 사물, 현상, 정보를 지각하고 처리할 때 개인이 즐겨 사용하는 고유하고 일관된 정보 처리 방식이다(Tennant, 1988). 따라서 동일한 관찰 대상을 관찰하여도 관찰자마다 다양한 관찰 결과가 나타나는 원인을 밝히기 위해서는 관찰 결과에 영향을 주는 관찰자의 인지양식에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다(변정호 등, 2009).

과학적 관찰과 인지양식에 대한 지금까지의 선행 연구는 학습자의 인지 양식을 장의존적 집단과 장독립적 집단으로(Witkin *et al.*, 1977) 나눈 후, 각 집단의 학습자가 생물을 관찰할 때 나타나는 특징을 조사한 연구(임채성, 1999), 학습자가 정보를 어떻게 습득하고 조직하느냐에 따라 전체적 인지양식 집단과 분석적 인지양식 집단으로(Rayner & Riding, 1997) 나눈 후, 각 집단의 학습자가 생물 과제를 관찰할 때 나타나는 관찰 특성을 분석한 연구(김민경, 2009) 등이 있다. 하지만 이와 같은 인지 심리학적 연구들은 관찰자의 인지양식에 따라 관찰 활동의 과정과 결과가 달라진다는 연구 결과만 제시할 뿐 그러한 결과가 왜 나타나는지를 설명하기에는 부족하다. 따라서 단

*교신저자: 이소리(soundy@hanmail.net)

**2010.10.06(접수) 2010.12.04(1심통과) 2010.12.11(2심통과) 2010.12.12(최종통과)

순히 인지양식에 따른 관찰 활동의 과정과 결과에 초점을 맞춘 연구보다는 그러한 차이가 왜 나타나는지를 알아보는 연구가 이루어질 필요가 있다.

인간의 모든 인지 활동은 실질적으로 두뇌에 의해서 이루어지므로 인지 활동을 담당하는 뇌의 구체적인 부분을 확인하고 그 부분이 인지 활동에 어떤 영향을 주는가에 대한 인지 신경학적 연구가 이루어진다면 인지 활동을 보다 다양한 측면에서 이해할 수 있을 것이다(허명 등, 1997). 최근 다양한 신경생리학적 두뇌영상기법이 개발되어 인지활동이 일어나는 동안 두뇌의 실제적인 활성화 패턴을 살펴볼 수 있게 되었다(Cabeza & Nyberg, 2000; Stern, 2005). 이로 인하여 그 동안 인지 심리학적 연구를 통해 추론되어 왔던 인지과정에 대해 정량적이고 실증적인 분석이 가능해졌다(도경수 등, 2002; Baars & Gage, 2007). 특히 신경 생리학적 방법 중 뇌자도(Magnetoencephalogram; MEG)는 비접촉·비파괴적 방법으로 인체에 매우 안전하며 두뇌의 신경세포가 만드는 자기장을 1/1000s 단위 수준으로 측정할 수 있는 높은 시간 해상도를 가지고 있어 빠른 속도로 진행되는 두뇌의 인지 활동을 측정하기에 적절한 방법이다(권석원과 권용주, 2009; 이용호, 2009; Andrew, 2009; Baars & Gage, 2007; David *et al.*, 2006).

따라서 이 연구의 목적은 동일한 관찰 대상을 관찰하여도 관찰자마다 다양한 관찰 결과가 나타나는 원인을 밝히기 위해서 서로 다른 인지양식을 가진 관찰자가 관찰활동을 할 때 나타나는 유발자장 즉, MEG ERFs (Event Related Fields) components를 찾는

것이다. 이를 통해 관찰자 내부에서 일어나는 인지과정을 올바르게 이해하고 두뇌 기반 과학적 관찰 활동 프로그램 개발의 기초 자료를 얻고자 한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

이 연구를 위한 대상자는 남성 대학생 8명(연령 = 24±2)이다. 이들은 인지 양식 검사(CSA) (Riding, 1991)에 의해 전체적 인지양식으로 판명된 4명, 분석적 인지양식으로 판명된 4명이다. 최종 선정된 피험자의 인지 양식 검사 결과는 <표 1> 과 같다. 특히 쓰는 손의 차이에 의해 발생할 수 있는 두뇌 활성화의 차이(Gazzaniga *et al.*, 2002; Hamann & Canli, 2004)를 통제하기 위해 Edinburgh inventory for handedness (Oldfield, 1971)에 의해서 오른손잡이로 측정된 피험자만을 선별하였다. 선별된 피험자들은 교정없이 모두 바른 시야를 가지고 있으며, 정신병력, 신체 질병, 폐쇄 공포증, 체내 금속 물질 등의 이상을 가지고 있지 않았다. 또한 연구자와 한국표준과학연구원 MEG 연구소 측에서 제시한 연구 참여 동의서에 서명하였다.

2. 과제 개발

이 연구에서는 인지 양식에 따른 관찰 과제를 수행하는 동안 ERFs (Event Related Fields)

표 1
최종 선정된 피험자의 CSA 결과

	피험자	WA 비율	WA 속도	정확도
전체적 인지양식 집단	전체-A	0.74	5.83	98
	전체-B	0.87	10.88	98
	전체-C	0.76	12.18	63
	전체-D	0.74	11.89	78
	피험자	WQ 비율	WQ 속도	정확도
분석적 인지양식 집단	분석-A	1.92	5.77	98
	분석-B	1.60	5.61	100
	분석-C	2.38	2.48	90
	분석-D	1.64	9.82	100

components 패턴을 알아보기 위하여 전체적인 특성을 가진 과제 100개, 분석적인 특성을 가진 과제 100개로 총 200개의 과제를 개발하였다. 과제는 인지양식을 검사하는 CSA 검사 도구(Riding, 1991)를 기반으로 개발되었다. CSA는 도형과제로 이루어진 검사 도구로 단순한 도형 10개와 복잡한 도형 30개로 구성되어 있다. 전체적인 특성을 가진 과제는 복잡한 도형 2개를 동시에 제시하여 두 도형의 모양이 같은지 다른지를 관찰하고 판단하는 것이다. 분석적인 특성을 가진 과제는 단순한 도형과 복잡한 도형을 동시에 제시하고 단순한 도형이 복잡한 도형 안에 포함되는지를 관찰하고 판단하는 것이다. 전체적인 특성을 가진 과제와 분석적인 특성을 가진 과제의 예시는 <그림 1>, <그림 2> 와 같다. 개발된 과제는 한국표준과학연구원서 매달 실시한 과학 교육 분야, MEG 분야, 감성 분야, 정신의학 분야 등 여러 분야의 전문가 11명으로 구성된 학연협력 미니 네트워크 구축을 통한 융합·녹색기술 분야 기획 연구 세미나를 통해 타당도를 검증받았다.

3. 실험 설계

관찰 과제를 수행하는 동안 인지 양식에 따른 ERFs (Event Related Fields) components 패턴을 알아보기 위하여 블록 디자인(block design) 방법을 사용하여 실험을 설계하였다. 개발된 MEG 패러다임 예시는 <그림 3>과 같다. MEG 패러다임은 피험자가 무엇을 할지 알려 주는 지시문(message slide) 블록, 기저조건(baseline) 블록, 본 과제(main slide) 블록으로 구성되었다. 본 과제가 제시되는 동안 피험자는 도형을 관찰하고 판단이 끝났을 때 버튼을 누르도록 하였다. 버튼을 누르면 기저조건(baseline: 여기서는 fixation)이 2초동안 제시되도록 구성하였다.

4. MEG 측정

이 연구에 사용된 MEG 장비는 한국표준과학연구원 의 MEG 기기이다. 이 기기는 머리 전체의 자기장

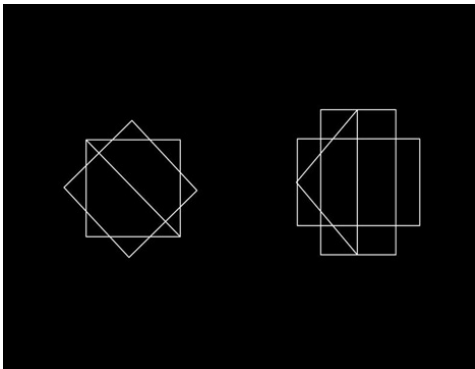


그림 1 전체적인 특성을 가진 과제 예시

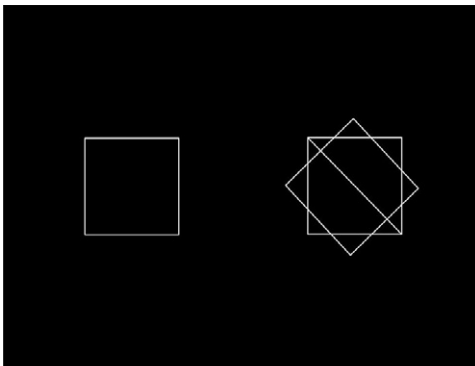
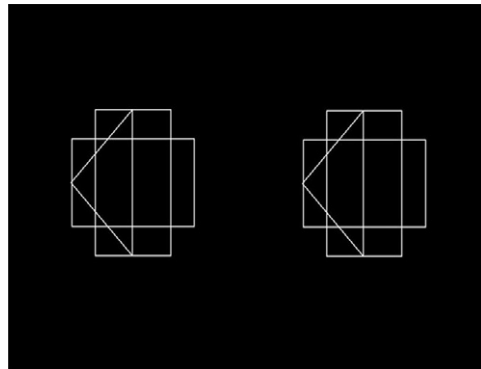


그림 2 분석적인 특성을 가진 과제 예시

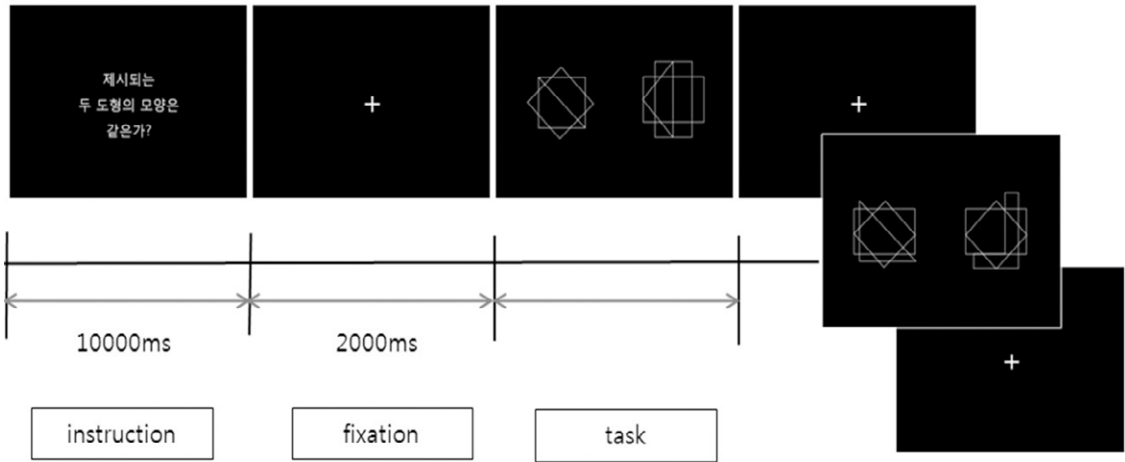


그림 3 전체적 특성을 가진 과제의 MEG 패러다임

을 측정할 수 있는 헬멧형 장치이며 152채널로 구성되어 있다. 각 채널에는 센서 출력 전압이 크고 구동 회로의 간편화 및 동작의 신뢰성을 향상시킨 제 2세대 방식의 초전도양자간섭소자(superconducting quantum interference device: SQUID)가 장착되어 있다. 이 SQUID는 두뇌 신경세포의 전기생리학적 인 활동에 의해 발생하는 자기장의 분포를 머리 밖에서 측정한다(이용호 등, 2002). 또한 SQUID 자기 센서의 검출 코일은 외부 자기잡음을 효과적으로 제거하면서 기계적 신뢰성 및 신호대 잡음비가 우수한 권선형 1차 미분계 방식으로 구성되어 있다. 미분계는 크기가 같은 두 개의 코일이 약 5cm 떨어져 있고 서

로 반대 방향으로 감긴 구조를 하고 있으므로 미분계에서 먼 거리로부터 발생하는 공간적으로 균일한 자기장은 두 개의 코일에 같은 크기로 검출되므로 서로 상쇄된다. <그림 4>는 세포내에서 활동전위, 시냅스 후전위 및 세포전류에 의해 발생하는 자기장을 측정하는 기본과정을 나타낸 그림이며, <그림 5>는 머리 전체를 측정할 수 있는 헬멧형 센서 배치를 나타낸 그림이다(이용호 등, 2002).

MEG 측정시 머리의 움직임에 의한 오차를 줄이고 머리와 SQUID 센서 사이의 상대적인 좌표를 알기 위하여 머리 표면에 코일을 3~4개 부착하여 각 피험자 머리의 해부학적 좌표를 측정하였다. 이 때, 미간, 양

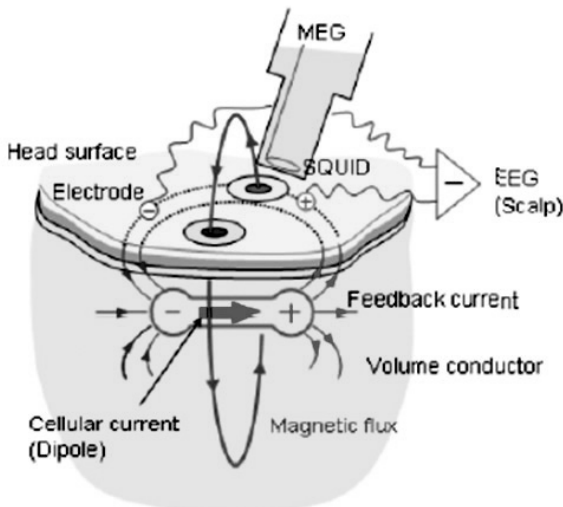


그림 4 자기장 측정의 기본 과정

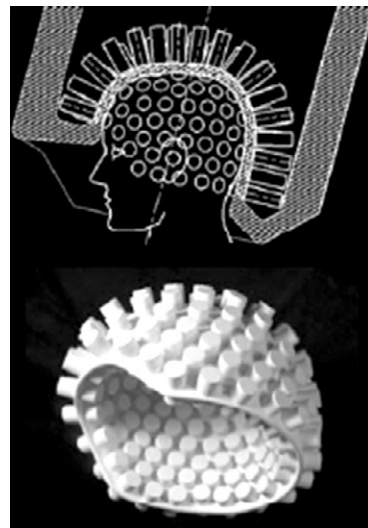


그림 5 헬멧형 센서의 배치

쪽 귀를 머리 좌표의 기준점으로 하고, 이들 기준점과 머리 표면 코일 사이의 상대적인 좌표를 3-D digitizer를 사용하여 측정한다(이용호, 2009). 머리 좌표 측정을 마친 피험자는 시계, 안경 등 금속 물체를 몸에서 제거한 후 자기 차폐실(shield room)에 설치된 MEG 기기에 앉아 MEG 측정을 시작한다. <그림 6>은 MEG 장비에서 피험자가 과제를 수행하는 모습이다. 피험자에게는 전체적인 특성을 가진 MEG 패러다임과 분석적인 특성을 가진 MEG 패러다임이 각각 제시되었고 하나의 패러다임을 수행하는데 약 5분 정도의 시간이 소요되었다.



그림 6 MEG 측정 모습

5. MEG ERFs 분석

과제 수행간 기록된 MEG 신호 중 0 ~ 500ms에 해당하는 부분을 분석에 포함시켰다. 이는 시각적 대상을 관찰하고 인식하는 선행 연구(Hauk *et al.*, 2007)에서 유의미한 두뇌 활성이 나타난 시간대이다. 과제별 100장의 수행 과제 중 눈 깜박임 등으로 왜곡된(artifacts) 자료를 제거하고, 남은 95개 이상의 자료들을 가산평균(averaging)하여 MEG ERFs components를 찾으려 하였다. 이를 위해 Butterfly plot 형태로 구축된 wave form을 좌우 각 전두(frontal), 측두(temporal), 두정(parietal), 후두

(occipital)의 8개 구역으로 나누어 확인하였다. 또한 bandpass는 0.1 ~ 40Hz를 유지하였다. 가산평균 과정을 거쳐 나온 신호 파형들의 RMS (Root Mean Square) 값과 Wave form 분석을 통해서 의미있는 값을 시각적으로 찾고 이를 두뇌의 자기장 분포와 비교하여 전류쌍극자(dipole)의 위치를 찾으려 하였다.

III. 연구 결과

1. 전체적 인지 양식을 가진 관찰자의 ERFs components

전체적 인지양식을 가진 관찰자 집단 전체-A, 전체-B, 전체-C, 전체-D에게 전체적인 특성을 가진 MEG 패러다임과 분석적인 특성을 가진 MEG 패러다임을 제시할 때 나타나는 MEG 과제 수행 간 원자료를 수집하고 이를 바탕으로 유발자장 즉, ERFs (Event Related Fields) 분석이 이루어졌다.

가. 전체적인 특성을 가진 MEG 패러다임 관찰시

전체적 인지양식을 가진 관찰자 집단 전체-A, 전체-B, 전체-C, 전체-D는 전체적인 특성을 가진 MEG 패러다임을 관찰했을 때 유사한 패턴의 ERFs components를 보였다. 시간대 별로 나타난 두뇌의 자기장 분포와 이를 이용하여 두뇌의 활성부위 즉, 전류쌍극자(dipole)의 위치를 찾은 결과 0~500ms (=0 ~0.5s) 사이에서 4개의 의미 있는 components를 찾을 수 있었다. 이를 각각 M1, M2, M3, M4로 명명하였다. 전체적 인지양식 집단에서 발견된 M1, M2, M3, M4 각각의 시간대는 <표 2>에 제시된 것과 같이 M1 components는 92.5~107ms, M2 components는 150~197ms, M3 components는 225~268ms, M4 components는 300~362ms로 나타났다.

표 2 전체적인 특성을 가진 패러다임 관찰시 나타나는 전체적 인지양식 집단의 ERFs components

피험자 \ ERF	M1 (92.5~107)	M2 (150~197)	M3 (225~268)	M4 (300~362)
전체-A	100	182	252	315
전체-B	92.5	177	225	320
전체-C	107	150	240	300
전체-D	102	197	268	362

(ms)

전체적 인지양식 집단 중 전체-D가 전체적인 특성을 가진 패러다임을 관찰할 때 나타난 MEG Butterfly plot을 통해 찾은 각 ERFs components와 이 때의 두뇌 자기장 분포 및 전류쌍극자(dipole)의 위치는 <그림 7>와 같다.

전체적 인지양식을 가진 전체-D는 전체적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 M1 components는 102ms에 나타났으며 후두(occipital) 영역이 활성화 되었다. M2 components는 197ms에 나타났으며 오른쪽으로 치우친 우반구 후두·측두(occipital-temporal) 영역이 활성화 되었다. 또한, M3과 M4 components에서 후두 영역에 활성이 나타났다. 전체-D가 전체적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 나타난 M1과 M2 components의 활성 부위는 전체적 인지양식 집단의 다른 피험자들에게도 동일하게 나타났으며, M3와 M4 components의 활성 부위는 전체적 인지양식의 일부 피험자들은 후두 영역뿐만

아니라 우반구 후두·측두 영역도 활성이 나타났다.

나. 분석적인 특성을 가진 MEG 패러다임 관찰시

전체적 인지양식을 가진 관찰자 집단 전체-A, 전체-B, 전체-C, 전체-D는 분석적인 특성을 가진 MEG 패러다임을 관찰했을 때 유사한 패턴의 ERFs components를 보였다. 전체적 인지양식 집단이 분석적인 특성을 가진 패러다임을 관찰할 때 발견된 M1, M2, M3, M4 각각의 시간대는 <표 3>에 제시된 것과 같다. M1 components는 100~130ms, M2 components는 177~192ms, M3 components는 177~192ms, M4 components는 300~378ms로 나타났다.

전체적 인지양식 집단 중 전체-B가 분석적인 특성을 가진 패러다임을 관찰할 때 나타난 MEG Butterfly plot을 통해 찾은 각 ERFs components와 이 때의 두뇌 자기장 분포 및 전류쌍극자(dipole)

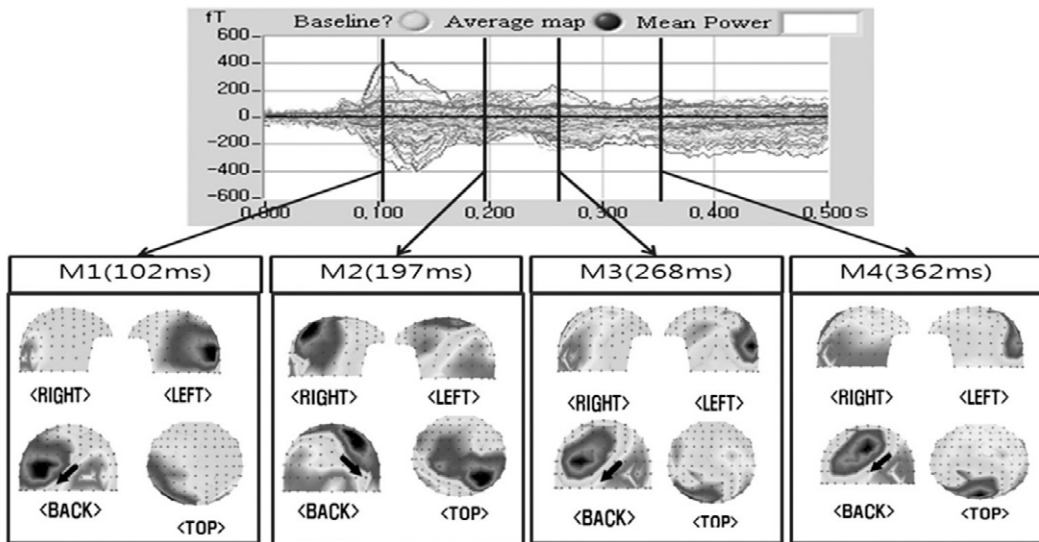


그림 7 전체적인 특성을 가진 패러다임에 대한 전체-D의 M1, M2, M3 M4 및 두뇌 자기장 분포

표 3 분석적인 특성을 가진 패러다임 관찰시 나타나는 전체적 인지양식 집단의 ERFs components

피험자	ERF	M1 (100~130)	M2 (177~192)	M3 (177~192)	M4 (300~378)
전체-A		110	192	260	358
전체-B		100	177	240	315
전체-C		122	177	265	300
전체-D		130	185	288	378

(ms)

의 위치는 <그림 8>와 같다.

전체적 인지양식을 가진 전체-B는 분석적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 M1 components는 100ms에 나타났으며 후두영역이 활성화 되었다. M2 components는 177ms에 나타났으며 오른쪽으로 치우친 우반구 후두·측두 영역이 활성화 되었다. 또한, M3와 M4 components에서 후두 영역에 활성화 나타났다. 전체-B가 분석적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 나타난 M1과 M2 components의 활성화 부위는 전체적 인지양식 집단의 다른 피험자들에게도 유사하게 나타났으며, M3와 M4 components의 활성화 부위는 전체적 인지양식의 일부 피험자들은 후두 영역뿐만 아니라 우반구 후두·측두 영역도 활성화 나타났다.

2. 분석적 인지 양식을 가진 관찰자의 ERFs components

분석적 인지양식을 가진 관찰자 집단 분석-A, 분석-B, 분석-C, 분석-D에게 전체적인 특성을 가진 MEG 패러다임과 분석적인 특성을 가진 MEG 패러다임을 제시할 때 나타나는 MEG 과제 수행 간 원자료를 수집하고 이를 바탕으로 유발자장 즉, ERFs (Event Related Fields) 분석이 이루어졌다.

가. 전체적인 특성을 가진 MEG 패러다임 관찰시

분석적 인지양식을 가진 관찰자 집단 분석-A, 분석-B, 분석-C, 분석-D는 전체적인 특성을 가진 MEG 패러다임을 관찰했을 때 유사한 패턴의 ERFs components를 보였다. 분석적 인지양식 집단이 전체적인 특성을 가진 패러다임을 관찰할 때 발견된 M1, M2, M3, M4 각각의 시간대는 <표 4>에 제시된 것과 같다. M1 components는 85~117ms, M2 components는 150~155ms, M3 components는 232~298ms, M4 components는 318~365ms로 나타났다.

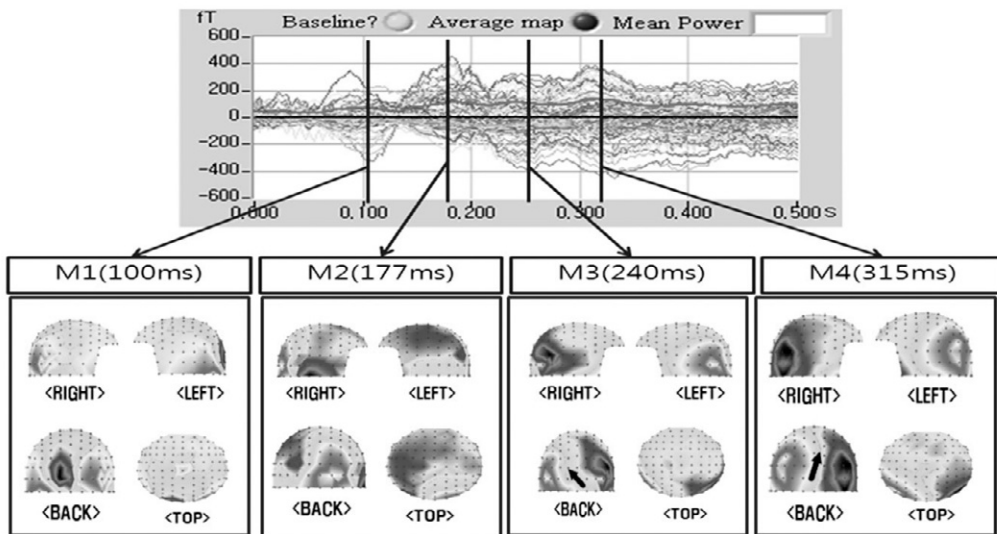


그림 8 분석적인 특성을 가진 패러다임에 대한 전체-B의 M1, M2, M3 M4 및 두뇌 자기장 분포

표 4 전체적인 특성을 가진 패러다임 관찰시 나타나는 분석적 인지양식 집단의 ERFs components

피험자	ERF	M1 (85~117)	M2 (150~155)	M3 (232~298)	M4 (318~365)
분석-A		117	155	232	342
분석-B		102	152	247	318
분석-C		85	150	298	365
분석-D		115	150	232	328

(ms)

분석적 인지양식 집단 중 분석-B가 전체적인 특성을 가진 패러다임을 관찰할 때 나타난 MEG Butterfly plot을 통해 찾은 각 ERFs components와 이 때의 두뇌 자기장 분포 및 전류쌍극자(dipole)의 위치는 <그림 9>와 같다.

분석적 인지양식을 가진 분석-B는 전체적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 M1 components는 102ms에 나타났으며 이 때 후두 영역이 활성화되었다. M2 components는 152ms에 나타났으며 왼쪽으로 치우친 좌반구 후두·측두 영역이 활성화되었다. 이는 전체적 인지양식 집단에서 M2가 우반구 후두·측두 영역에서 활성화된 것과 다른 결과이다. 또한, M3는 후두 영역, M4는 좌측 후두 측두 영역에 활성이 나타났다. 분석-B가 분석적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 나타난 M1과 M2 components의 활성 부위는 분석적 인지양식 집단의 다른 피험자들에게도 유사하게 나타났으며, M3와

M4 components의 활성 부위는 분석적 인지양식의 일부 피험자들은 후두 영역뿐만 아니라 좌반구 후두·측두 영역도 활성이 나타났다.

나. 분석적인 특성을 가진 MEG 패러다임 관찰시

분석적 인지양식을 가진 관찰자 집단 분석-A, 분석-B, 분석-C, 분석-D는 분석적인 특성을 가진 MEG 패러다임을 관찰했을 때도 역시 유사한 패턴의 ERFs components를 보였다. 분석적 인지양식 집단이 분석적인 특성을 가진 패러다임을 관찰할 때 발견된 M1, M2, M3, M4 각각의 시간대는 <표 5>에 제시된 것과 같다. M1 components는 87.5~122ms, M2 components는 145~165ms, M3 components는 225~292ms, M4 components는 312~387ms로 나타났다.

분석적 인지양식 집단 중 분석-C가 분석적인 특성을 가진 패러다임을 관찰할 때 나타난 MEG

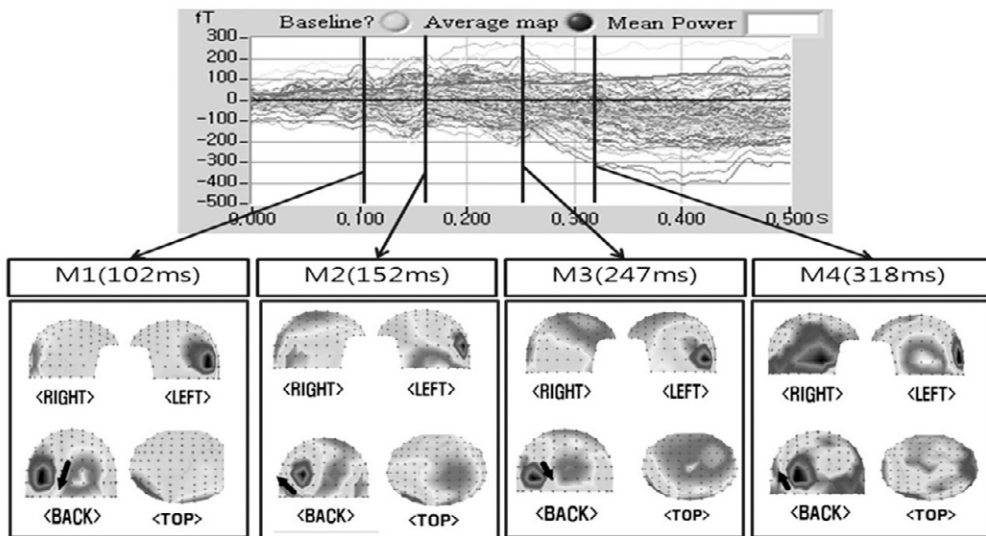


그림 9 전체적인 특성을 가진 패러다임에 대한 분석-B의 M1, M2, M3 M4 및 두뇌 자기장 분포

표 5 분석적인 특성을 가진 패러다임 관찰시 나타나는 분석적 인지양식 집단의 ERFs components

피험자 \ ERF	M1 (87.5~122)	M2 (145~165)	M3 (225~292)	M4 (312~387)
분석-A	117	165	225	360
분석-B	110	162	245	312
분석-C	87.5	145	292	387
분석-D	122	160	230	335

(ms)

Butterfly plot을 통해 찾은 각 ERFs components 와 이 때의 두뇌 자기장 분포 및 전류쌍극자(dipole)의 위치는 <그림 10>과 같다.

분석적 인지양식을 가진 분석-C는 분석적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 M1 components는 87.5ms에 나타났으며 이 때 후두 영역이 활성화되었다. M2 components는 145ms에 나타났으며 왼쪽으로 치우친 좌반구 후두·측두 영역이 활성화되었다. 이는 전체적 인지양식 집단에서 M2가 우반구 후두·측두 영역에서 활성화된 것과 다른 결과이다. 또한, M3, M4는 후두 영역 활성이 나타났다. 분석-C가 분석적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 나타난 M1과 M2 components의 활성 부위는 분석적 인지양식 집단의 다른 피험자들에게도 유사하게 나타났으며, M3와 M4 components의 활성 부위는 분석적 인지양식의 일부 피험자들은 후두 영역뿐만 아니라 좌반구 후두·측두 영역도 활성이 나타났다.

IV. 논 의

앞에서 제시된 연구 결과를 통해 전체적 인지양식 관찰자 집단이 전체적인 특성을 가진 패러다임과 분석적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 나타난 ERFs components의 특성이 유사함을 알 수 있다. 또한 분석적 인지양식 관찰자 집단도 각각의 패러다임에 대해서 유사한 ERFs components 특성을 나

타냈다. 즉, M1, M2, M3, M4의 시간대와 각각의 components에서 활성화된 두뇌 피질의 위치가 유사하였다. M1은 후두(occipital) 영역이 활성화 되었는데 후두 영역은 시각적 대상을 지각하는 일차시각피질(primary visual cortex)로 알려져 있다(Kolb & Whishaw, 2009; Purves *et al.*, 2008). 따라서 각 관찰자들이 M1의 시간대에 관찰 대상을 지각했음을 알 수 있다. M2는 후두·측두(occipital-temporal) 영역이 활성화 되었는데 이 영역은 시각적 대상에 대한 정보 인지(Cabeza *et al.*, 2000; Gazzaniga *et al.*, 2002) 및 도형의 차이점을 지각(Schultz *et al.*, 2008)하는 영역으로 알려져 있다. 따라서 각 관찰자들이 M2의 시간대에 제시된 두 도형의 차이점을 지각하고 각 관찰 대상의 정보를 인지했음을 알 수 있다.

이 연구 결과를 통해서 알 수 있는 것은 관찰하는 패러다임의 특성이 달라져도 각각의 패러다임을 수행하는 동안 활성화된 두뇌 영역은 유사하다는 것이다. 이는 전체적 인지양식 관찰자 집단과 분석적 인지양식 관찰자 집단이 관찰 활동을 수행할 때 과제의 특성에 영향을 받기 보다는 자신의 인지양식에 더 많은 영향을 받았기 때문에 나타난 현상으로 여겨진다. 왜냐하면 개인의 인지양식은 정보와 상황에 대처하는 그 사람의 습관적인 방법으로 시간이나 과제의 특성과 무관하게 안정적으로 나타나며 개인의 태도, 사고과정, 의사결정 등에 영향을 미치지 때문이다(Jonassen & Grabowski, 1993; Riding, 1991; Riding &

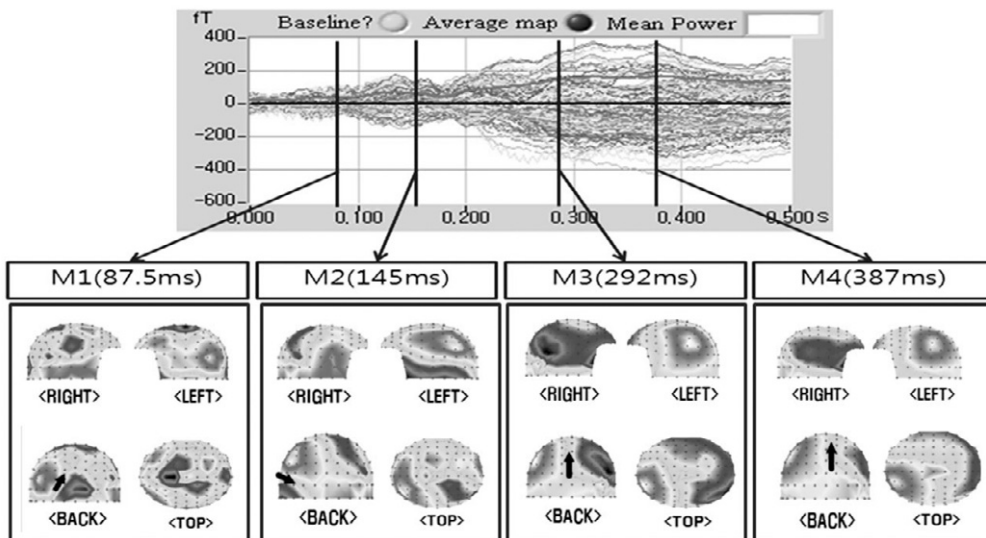


그림 10 분석적인 특성을 가진 패러다임에 대한 분석-C의 M1, M2, M3 M4 및 두뇌 자기장 분포

Rayner, 1997).

연구 결과에서 주목할 만한 전체적 인지양식 관찰자 집단과 분석적 인지양식 관찰자 집단의 두드러진 차이점은 M2의 후두·측두 영역 활성화에서 전체적 인지양식 관찰자 집단은 우반구가 우세하게 활성화되고 분석적 인지양식 관찰자 집단은 좌반구가 우세하게 활성화된다는 것이다. 두뇌의 두 반구가 기본적으로 다른 방식으로 정보를 처리한다는(Hall, 2006) 것은 널리 알려져 있으며, 특히 시각 정보를 처리하는 과정에 있어서도 두 반구의 처리 방식이 다르다는 선행 연구들이 많이 있다(Garoff *et al.*, 2005; Kosslyn, 1987; Koutstaal *et al.*, 2001; Simons *et al.*, 2003). 선행연구를 통해서 알 수 있는 두 반구의 시공간 정보 처리 방식은 우반구는 시공간 정보를 조직화하여 구체적이고 시각적으로 처리하며 좌반구는 시공간 정보를 의미화하여 추상적이고 언어적으로 처리한다는 것이다. 따라서 전체적 인지양식 관찰자 집단에서 우반구가 우세하게 활성화 되었다는 것은 전체적 인지양식을 가진 관찰자가 시각적 정보를 구체적인 시각적 형태로 받아들이며(Simons *et al.*, 2003) 복잡한 시각 정보를 세부적으로 조직화하여 처리한다는(Slotnick & Schacter, 2010; Slotnick *et al.*, 2001) 것을 말한다. 이러한 연구 결과는 전체적 인지양식을 가진 학습자가 정보를 습득하고 조직할 때, 전체적인 구조를 이해하고 하향적 접근법을 통해 복잡한 정보를 세부적으로 조직하여 획득한다는(Riding, 1991) 인지 심리학적 연구 결과와 일치한다. 또한 분석적 인지양식 관찰자 집단에서 좌반구가 우세하게 활성화 되었다는 것은 분석적 인지양식을 가진 관찰자가 시각적 정보를 의미화하여 받아들이며(Simons *et al.*, 2003), 단언적이고 추상적으로 처리한다는(Slotnick & Schacter, 2010; Simons *et al.*, 2003; Slotnick *et al.*, 2001) 것을 말한다. 이러한 연구 결과는 분석적 인지양식을 가진 학습자가 정보를 습득하고 조직할 때, 개념 요소들 간의 상호 관계를 의미화하여 결합하고 이러한 개념 구조를 추상적으로 점차 확장시켜 나가는 상향적 접근법을 통해 학습한다는(Riding, 1991) 인지 심리학적 연구 결과와 일치한다.

V. 결 론

이 연구의 목적은 동일한 관찰 대상을 관찰하여도 관찰자마다 다양한 관찰 결과가 나타나는 원인을 밝히기 위해서 서로 다른 인지양식을 가진 관찰자가 관찰활동을 할 때 나타나는 MEG ERFs 특성을 밝히는 것이다. 이를 위해 전체적인 특성을 가진 과제 100개, 분석적인 특성을 가진 과제 100개로 총 200개의 과제를 개발하였으며 MEG 패러다임에 맞추어 오른손잡이 남성 대학생 8명(연령 = 24 ± 2)을 대상으로 MEG 촬영을 실시하였다. 이 연구의 결과를 통해 얻을 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, 전체적 인지양식을 가진 관찰자와 분석적 인지양식을 가진 관찰자는 관찰 활동을 수행할 때 관찰 과제의 특성에 영향을 받기 보다는 자신의 인지양식에 더 많은 영향을 받는다. 따라서 동일한 관찰 대상을 관찰하여도 관찰자마다 다양한 관찰 결과가 나타나는 원인 중의 한 가지가 학습자 변인 중 인지양식이라는 것에 대한 정량적이고 실증적인 증거를 제시하였다.

둘째, 전체적 인지양식을 가진 관찰자와 분석적 인지양식을 가진 관찰자는 두뇌에서 시각 정보를 처리하는 과정이 다르다. 전체적 인지양식을 가진 관찰자는 우측 후두·측두 영역에서 시각 정보를 처리하였고 분석적 인지양식을 가진 관찰자는 좌측 후두·측두 영역에서 시각 정보를 처리하였다. 이를 통해 전체적 인지양식을 가진 관찰자는 시각 정보를 구체적인 시각적 형태로 받아들이며(Simons *et al.*, 2003) 복잡한 시각 정보를 세부적으로 조직화하여 처리하고(Slotnick & Schacter, 2010; Slotnick *et al.*, 2001) 분석적 인지양식을 가진 관찰자는 시각 정보를 의미화하여 받아들이며(Simons *et al.*, 2003) 단언적이고 추상적으로 처리한다(Slotnick & Schacter, 2010; Simons *et al.*, 2003; Slotnick *et al.*, 2001)는 것을 알 수 있다. 이와 같이 서로 다른 인지양식을 가진 관찰자는 시각 정보를 처리하는 과정이 다르므로 동일한 대상을 관찰하여도 서로 다른 관찰 결과를 얻게 되는 것이다.

이 연구는 서로 다른 인지양식을 가진 관찰자가 관찰활동을 할 때 나타나는 MEG ERFs 특성을 분석함으로써 관찰자 내부에서 일어나는 인지과정에 대한 이해의 기초를 마련하였다는데 의의가 있다. 이 연구

를 바탕으로 과학적 관찰 활동에 대해서 다음과 같은 교육적 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 관찰 활동은 관찰자의 인지양식에 큰 영향을 받으므로 개별 수준의 관찰 활동은 관찰 대상과 관찰 결과가 편향될 가능성이 있다. 따라서 개별 수준의 관찰 활동이 이루어진 후에 모둠 수준이나 학급 수준에서 관찰 결과를 주고 받을 수 있는 과학적 의사소통의 기회가 강조되어야 한다. 이러한 과학적 의사소통을 통해 개별 수준의 관찰 활동에서 관찰하지 못했던 다양한 관찰 관점과 결과를 공유할 수 있을 것이다.

둘째, 교사는 학생의 관찰 활동에 대해서 적절한 피드백을 제공해야 한다. 관찰 활동을 수행하는 학생들은 자신의 인지양식에 영향을 받아 자신이 선호하는 전략을 사용하여 관찰하게 된다. 이 때 교사는 학생이 생각하지 못한 관찰 관점을 제시하거나 학생의 관찰 결과에 대해서 적절한 피드백을 제공해 줌으로서 학생들의 관찰 활동이 객관적이고 다양하게 이루어질 수 있도록 안내해야 한다.

국문 요약

이 연구의 목적은 동일한 관찰 대상을 관찰하여도 관찰자마다 다양한 관찰 결과가 나타나는 원인을 밝히기 위해서 서로 다른 인지양식을 가진 관찰자가 관찰활동을 할 때 나타나는 MEG ERFs 특성을 밝히는 것이다. 이를 위해 인지양식을 검사하는 CSA 검사 도구(Riding, 1991)를 기반으로 전체적인 특성을 가진 과제 100개, 분석적인 특성을 가진 과제 100개로 총 200개의 과제를 개발하였으며 MEG 패러다임에 맞추어 오른손잡이 남성 대학생 8명(연령 = 24 ± 2)을 대상으로 MEG 촬영을 실시하였다. 이 들은 인지 양식 검사(CSA) (Riding, 1991)에 의해 전체적 인지양식으로 판명된 4명, 분석적 인지양식으로 판명된 4명이다. 연구 결과, 첫째 전체적 인지양식 관찰자 집단이 전체적인 특성을 가진 패러다임과 분석적인 특성을 가진 패러다임을 수행하는 동안 나타난 ERFs components의 특성이 유사하였다. 또한 분석적 인지양식 관찰자 집단도 각각의 패러다임에 대해서 유사한 ERFs components 특성을 나타냈다. 둘째 전체적 인지양식 관찰자 집단과 분석적 인지양식 관찰자 집단의 두드러진 차이점은 M2의 후두·측두 영역 활성화에서 전체적 인지양식 관찰자 집단은 우반구가

우세하게 활성화되고 분석적 인지양식 관찰자 집단은 좌반구가 우세하게 활성화된다는 것이다. 이러한 연구 결과를 통해 관찰 활동의 결과에 영향을 미치는 요인 중의 한 가지가 학습자 변인 중 인지양식이라는 것에 대한 정량적이고 실증적인 증거를 제시하였으며, 전체적 인지양식을 가진 관찰자와 분석적 인지양식을 가진 관찰자는 두뇌에서 시각 정보를 처리하는 과정이 다르다는 것을 알 수 있다. 이 연구는 과학적 관찰 활동에 대해서 다음과 같은 교육적 시사점을 줄 수 있다. 첫째, 개별 수준의 관찰 활동은 관찰 대상과 관찰 결과가 편향될 가능성이 있으므로 개별 수준의 관찰 활동이 이루어진 후에 관찰 결과를 주고 받을 수 있는 과학적 의사소통의 기회가 강조되어야 한다. 둘째, 교사는 학생의 관찰 활동에 대해서 적절한 피드백을 제공해 줌으로서 학생들의 관찰 활동이 객관적이고 다양하게 이루어질 수 있도록 안내해야 한다.

참고 문헌

- 권석원, 권용주(2009). 생명현상 관찰에서 나타나는 인과적 의문 생성의 ERF 특성: MEG 연구. 과학교육연구지, 33(2), 336-345.
- 김민경(2009). 초등학교생의 인지양식에 따른 생물 과제의 관찰 특성 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 도경수, 박창호, 김성일(2002). 인지에 관한 뇌 연구의 개괄적 고찰, 평가 및 전망. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 14(4), 321-343.
- 변정호, 이준기, 권용주(2009). 과학교육에서 제시하는 과학적 관찰의 의미와 과정에 대한 분석. 한국과학교육학회지, 29(5), 531-540.
- 이용호(2009). 뇌기능 측정을 위한 MEG 기술. 전자공학회지, 36(11), 1223 - 1232.
- 이용호, 권혁찬, 김기웅, 김진목, 박용기(2002). MEG를 이용한 기능성 뇌질환 진단연구. 한국뇌학회지, 2(2), 79-90.
- 임채성(1999). 초등학교 아동의 인지양식과 성별에 따른 생물 관찰 특성. 한국생물교육학회지, 27(2), 143-150.
- 허명, Anton E. Lawson, 권용주(1997). 과학적 추론 능력의 발달에서 전두엽 연합영역의 역할. 한국과학교육학회지, 17(4), 525-540.

Ahtee, M., Suomela, L., Juuti, K., Lampiselka, J., & Lavonen, J. (2009). Primary school student teachers' views about making observations. *Nordic Studies in Science Education*, 5(2), 128 – 141.

American Association for the Advancement of Science (1975). *Science: A process approach*. Lexington, MA: Ginn.

Andrew, C. P. (2009). *Clinical Magnetoencephalography and Magnetic Source Imaging*. Cambridge: Cambridge University Press.

Baars, B. J., & Gage, N. M. (2007). *Cognition, Brain, and consciousness*. London: Academic Press.

Cabeza, R., & Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI Studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 1–47.

Chalmers, A. F. (1982). *What is this thing called science? : an assessment of the nature and status of science and its methods*(2nd edition). London: University of Queensland Press.

Covill, M., & Pattie, I. (2002). Science skills The building blocks. *Investigating*, 18(4), 27–30.

David, O., Kiebel, S. J., Harrison, L. M., Mattout, J., Kilner, J. M., & Friston, K. J. (2006). Dynamic causal modeling of evoked responses in EEG and MEG. *Neuroimage*, 30, 1255–1272.

Driver, R., Gott, R., Johnson, S., Worsley, C., & Wylie, F. (1982). *Science in schools Age 15 : Report No. 1*. London : H.M.S.O

Garoff, R. J., Slotnick, S. D., & Schacter, D. L. (2005). The neural origins of specific and general memory: The role of the fusiform cortex. *Neuropsychologia*, 43, 847–859.

Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2002). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* (2nd ed). NY: W. W. Norton & Company, Inc, 62–576.

Hall, J. (2006). Neuroscience and Education. *Education Journal*, 84(3), 27–29.

Hamann, S., & Canli, T. (2004). Individual differences in emotion processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 233–238.

Hanson, N. R. (1958). *Patterns of discovery: An inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Harlen, W. (2000). *The teaching of science in primary schools*. London: David Fulton.

Hauk, O., Patterson, K., Woollams, O., Cooper-pye, E., Pulvermuller, F., & Rogers, T. T. (2007). How the Camel Lost Its Hump: The Impact of Object Typicality on Event-related Potential Signals in Object Decision. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(8), 1338–1353.

Haury, D. L. (2002). *Fundamental skills in science: Observation*. (Eric Digest EDO-SE-02-05). Columbus, OH. Educational Resources Information Center.

Hodson, D. (1986a). Rethinking the role and status of observation in science education. *Journal of Curriculum Studies*, 18(4), 381–396.

Hodson, D. (1986b). The nature of scientific observation. *School Science Review*, 68, 17–30.

Jonassen, D. H., & Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of individual differences, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2009). *Fundamentals of human neuropsychology*, 6th edition. New York: Worth Publishers.

Kosslyn, S. M. (1987). Seeing and imagining in the cerebral hemispheres: A computational approach. *Psychological Review*, 94, 148–175.

Koutstaal, W., Wagner, A. D., Rotte, M., Maril, A., Buckner, R. L., & Schacter, D. L. (2001). Perceptual specificity in visual object priming: Functional magnetic resonance imaging evidence for a laterality difference in fusiform cortex. *Neuropsychologia*, 39, 184–199.

Macro, C., & McFall, D. (2004). Questions and questioning: Working with young children. *Primary Science Review*, 83, 4 – 6.

Messick, S. (1984). The nature of cognitive styles: Problems and promise in educational practice. *Educational Psychology*, 19, 59–74.

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Norris, S. P. (1984). Defining observational competence. *science education*, 68(2), 129–142.

Norris, S. P. (1985). The philosophical basis of observation in science and science education. *Journal of Research in science teaching*, 22(9), 817–833.

Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 9, 97–113.

Padilla, M. J. (1990). *Science process skills*. National Association of Research in Science Teaching Publication: Research Matters – to the Science Teacher (9004).

Purves, D., Brannon, E. M., Cabeza, R., Huettel, S. A., LaBar, K. S., Platt, M. L., & Woldorff, M. G. (2008). *Principles of cognitive neuroscience*. Sunderland, MA: Sinauer.

Rayner, S., & Riding, R. J. (1997). Towards a categorisation of cognitive styles and learning styles. *Educational Psychology*, 17(1&2), 5–27.

Riding, R. J. (1991). *Cognitive styles Analysis user manual*. Birmingham: Learning and Training Technology.

Schultz, J., Chuang, L., & Vuong, Q. C.

(2008). A dynamic object-processing network: metric shape discrimination of dynamic objects by activation of occipitotemporal, parietal, and Frontal cortices. *Cerebral Cortex*, 18, 1302–1313.

Simons, J. S., Koutstaal, W., Prince, S., Wagner, A. D., & Schacter, D. L. (2003). Neural mechanisms of visual object priming: Evidence for perceptual and semantic distinctions in fusiform cortex. *NeuroImage*, 19, 613–626.

Slotnick, S. D., & Schacter, D. L. (2010). Conscious and nonconscious memory effects are temporally dissociable. *Cognitive neuroscience*, 1(1), 8–15.

Slotnick, S. D., Moo, L. R., Tesoro, M. A., & Hart, J. (2001). Hemispheric asymmetry in categorical versus coordinate visuospatial processing revealed by temporary cortical deactivation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 1088–1096.

Stern, E. (2005). Pedagogy meets Neuroscience. *Science*, 310(4), 745.

Tennant, M. (1988). *Psychology and adult learning*. London: Routledge.

William, F. M., & Lisa, S. M. (2001). The Expectancy effect in Secondary school biology laboratory instruction. *The American Biology Teacher*, 63(4), 246–252.

Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field dependent and field independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1–64.