

자신 혹은 타인의 정서적 상황에 대한 뇌 활성도의 차이 : 관점 획득에 관한 신경영상학적 연구*

오인경¹⁾ · 손정우^{1)†} · 이승복²⁾ · 김혜리²⁾

The Difference of Neural Activity in Viewing between one's own Emotional Situation and Other's : A Neuroimaging Study about Perspective-Taking*

In-Kyung Oh, M.D.,¹⁾ Jung-Woo Son, M.D., Ph.D.,^{1)†} Seung-Bok Lee, Ph.D.,²⁾ Hei-Rhee Ghim, Ph.D.²⁾

ABSTRACT

Objectives : This study aimed to investigate the difference of brain activities in viewing a common emotional situation according to perspective-taking.

Methods : Using fMRI, brain activities were measured while performing the task viewing a common emotional situation on either self-perspective or third-person perspective in fourteen healthy men. The relatively activated brain areas on each perspective were investigated, then the relationship between the activated brain regions and the scores of self report about some emotion or empathic ability were explored.

Results : The relatively activated brain areas on self-perspective were bilateral paracentral lobule(BA 5), right postcentral gyrus(BA 3), right precentral gyrus(BA 4), left superior temporal gyrus(BA 22), left medial frontal gyrus(BA 6), whereas on third-person perspective right inferior frontal gyrus(BA 47), left caudate body and tail, right superior temporal gyrus(BA 38), right medial frontal gyrus(BA 8) were activated. The relative activity of left superior temporal gyrus on self-perspective was positively correlated with the score of Beck Depression Inventory.

Conclusion : This study demonstrated that the activated brain region according to perspective-taking were different while viewing a common emotional situation. The depressive feeling would have an influence on the brain activity related to perspective-taking.

KEY WORDS : Perspective-taking · Emotion · fMRI.

*이 논문은 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

¹⁾충북대학교 의과대학 신경정신과학교실

Department of Neuropsychiatry, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

²⁾충북대학교 심리학과

Department of Psychology, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

[†]교신저자 : 손정우, 361-763 충북 청주시 흥덕구 개신동 산 48

전화) (043) 269-6182, 전송) (043) 267-7951, E-mail) jwsonn@chungbuk.ac.kr

서 론

인간 및 영장류의 '사회적 인지(social cognition)'에 대한 연구는 인류학, 동물행동학, 기타 여러 영역에서 활발히 진행되어 오고 있다. 진화심리학자들에 의하면 오랜 진화의 과정 속에서 타 동물보다 복잡한 사회적 관계를 잘 유지하고 살아가기 위해서는 개개인에게 상당한 인지적 부하(cognitive demand)가 요구될 수밖에 없고 결국 이것이 진화적 선택압으로 작용하여 인간 및 영장류의 상대적 뇌용량이 매우 증가하였다고 한다.¹⁾

정신과 영역의 여러 질환에서도 정신병리적 증상의 상당 부분이 사회적 인지와 연관된다. 정신분열병은 그 발현 양상에서 환청, 망상 등의 양성 증상뿐만 아니라 사회성의 결핍, 대인관계 형성 문제 등의 음성 증상이 매우 두드러지는 질환이다.^{2,3)} 또한 자폐증에서 나타나는 눈맞춤의 부재, 타인과의 관심 공유(shared attention)의 부재 등도 사회성 부재의 대표적 증상들이다.⁴⁾ 이외의 정신과적 질환들인 조울증,⁵⁾ 치매,⁶⁾ 주의력 결핍 과잉 행동장애,⁷⁾ 성격장애⁸⁾ 등 정신과 질환과 사회적 인지 능력은 밀접한 관계를 지니고 있다. 특히 Baron-Cohen 등⁹⁾이 자폐증 환자의 기본적 문제로 '마음 이론(theory of mind)' 기체의 문제를 보고한 이래로, 마음 이론 문제는 여러 정신과 질환의 사회적 인지 문제와 관련된 가장 대표적인 연구 주제로 다루어지고 있다.

지난 2~30여 년 간 사회적 인지 관련 연구가 계속 발전되면서 점차 마음 이론 이외의 사회적 인지 영역도 관심을 받게 되었는데, 이러한 영역들 중에서 '관점 획득(perspective-taking)'이 새롭게 주목을 받고 있다.^{10,11)} 사실 관점 획득 이론은 마음 이론 개념이 나오기 전부터 사회적 인지의 중요 영역으로 다루어지던 주제이다.^{12,13)}

관점 획득에 대한 사회심리학적 모델에 의하면, 인간이 사회생활을 하면서 얻게 되는 의미들의 사회적 구성(social construction of meaning)은 결국 타인들의 생각, 느낌, 삶에 대한 암묵적 추론에서 비롯되는 것이므로 타인의 마음 상태에 대한 이해는 결국 그 사람이 갖고 있는 여러 관점-시각적, 정서적, 개념적 영역 등에서-의 이해를 요구하게 된다.¹⁴⁾ 또한, 인간은 타인의 관점을 평가할 때 자주 오류를 범하게 되는데 이러한 오류가 인간 자신의 관점을 무의식적으로 타인에 귀인시키기 때문이라는 것이 연구로 입증된 바 있다.¹⁵⁾ 이처럼 타인의 관점에 대한 자기중심적 가정(egocentric assumption)

으로 인한 왜곡을 교정하기 위해서는 타인이 자신과 무엇이 다를 것인가에 대한 가능성을 고려할 수 있는 인지적 유연성(cognitive flexibility)이 요구된다. 이러한 인지적 유연성을 위해 인간은 우선 자신과 타인의 생각을 뚜렷이 구별할 수 있어야 하고 또한 자기 중심성(egocentricity)에 얽매이지 않아야 한다.

이러한 면에서 관점 획득 개념은 마음 이론에 대한 몇 가지 가설 중 '모사 이론(simulation theory)' 가설¹⁶⁾을 지지한다. 마음 이론에 대한 가설로서 1990년대까지 가장 인정받던 가설은 '이론-이론(theory-theory)' 가설¹⁷⁾이었는데, 이에 의하면 인간은 타인의 행동을 관찰한 뒤 그의 의도 및 믿음에 대한 이론을 세우고, 그 이론을 뒷받침하는 증거를 찾으며, 증거가 그 이론을 뒷받침하지 않으면 이론을 수정하는 방식으로 마음 이론이 수행된다는 것이었다. 그러나 모사 이론 가설에 의하면, 인간은 타인의 마음을 이해하기 위해 1) 우선 타자의 처지 및 입장으로 자신을 모사하여 어떠한 상황을 바라보면서, 2) 스스로 일정 생각, 느낌, 감정 등을 체험하고, 3) 그러한 체험을 통해 타자의 심리 상태를 추론, 이해한다는 것이다. 이러한 모사가 가능하기 위해서는 결국 관점 획득 능력이 필수적이라 할 수 있는 바, 실제로 Howlin 등은 5단계의 관점 획득 개념 발달 단계를 제시하였으며¹⁸⁾ 한편 다른 연구자들은 마음 이론의 발달과 자기중심성 조절 능력 간에 상당한 연관성이 존재한다고 보고하였다.¹⁹⁻²¹⁾ 결국, 관점 획득 능력은 인간 발달이라는 측면에서 자아 중심성 및 자아 탈중심성(ego-centric vs. ego-decentric)의 조화 및 조절에 필수적인 심리 능력이 된다.

지금까지의 이러한 사회심리적 연구 결과를 근거로, 관점 획득에 관하여 기능적 자기공명영상 기법(functional magnetic resonance imaging, 이하 fMRI)과 양전자 단층촬영 기법(positron emission tomography, 이하 PET) 등의 뇌영상 기법을 이용하여 여러 연구가 진행되어 왔다. 이러한 연구에서는 주로 자신의 관점(이하 자신-관점) 혹은 다른 사람의 관점(이하 제 3자 관점)에서 어떤 과제를 수행하게 한 뒤 자신-관점 처리에 상대적으로 활성화가 높은 뇌영역 및 제 3자 관점 처리에 상대적으로 활성화가 높은 뇌영역을 찾게 된다. 이럴 때 꼭 고려해야 할 점은, 관점 획득 기체가 발휘되는 상황이 매우 다양하다는 것이다. 예를 들어 어떤 생각 혹은 믿음과 연관되는 상황, 행동 모방 상황, 정서 유발 상황, 고통 유발 상황 등 매우 다양한 상황에서 자신-관점과 제 3자 관점

에서의 판단이 요구되기 때문이다. 따라서 매우 다양한 종류의 상황 자극에 대해서 뇌의 활성화 영역이 공통 특성을 갖는지 그렇지 않은지를 알아볼 필요가 있다. 이에 대해서는 몇몇 연구자들이 보고를 하고 있는데, 특히 Decety의 연구들이 주목받고 있다. 예를 들어 '믿음'에 대한 관점 획득 연구에서는 믿음에 대한 자신-관점 처리시에 중심후이랑(postcentral gyrus)이 활성화되며 제 3자 관점 처리시에는 상측 전두이랑(superior frontal gyrus), 좌측 상측측두고랑(superior temporal sulcus) 주변, 우측 하두정엽(inferior parietal lobe) 등이 활성화되고 또한 자신-관점과 제 3자 관점 처리를 동시에 담당하는 영역도 나타났다.¹⁴⁾ 이러한 결과들은 행동 관찰 상황²²⁾ 및 행동 모방 상황²³⁾에서도 반복되기도 하면서 동시에 새로운 관련 영역들이 발견되기도 하였다.

관점 획득이 중요한 다양한 상황 중 특히 '정서적 상황'은 특별하다 할 수 있는데, 나 혹은 타인의 정서에 대한 관점을 취하는 것은 결과적으로 타인에 대한 공감(empathy) 능력의 가장 기초적 조건일 것이기 때문이다. 이점에 착안하여 Ruby와 Decety²⁴⁾는 PET을 이용하여 6개 '사회적 정서(social emotion)' 상황이 포함된 과제에서의 관점 획득 연구를 실시하였는데, 상기 믿음 관련 상황 제시의 경우¹⁴⁾와 유사한 결과가 확인되었으며 또한 자신-관점 및 제 3자 관점 모두 사회적 정서에 대해 편도(amygdala)의 활성화가 증가함을 밝힌 바 있다.

그러나, 이에 대한 후속 연구는 거의 보고되고 있지 않다. 아마도 정서에 대한 뇌영상학적 연구가 그동안 매우 활발하게 진행되었음에도 불구하고²⁵⁻²⁷⁾ 관점 획득이란 측면에서 정서와 사회 인지를 중요하게 다루지 못한 것 같다. 한편 Ruby와 Decety의 연구에서 제시한 사회적 정서(예; 당황, 자신감, 부끄러움, 죄책감 등)들은 Ekman과 Friesen이 제시한 정서의 분류²⁸⁾에서 '복합 정서'에 해당되며, 반면 일반적으로 기본 정서로 분류되고 있는 기쁨, 슬픔, 분노 등의 정서는 자극으로 제시되지 않았다. 이때문에 이 연구에서는 정서 자극에 대한 피험자 응답의 정답률이 42%로 저조한 편이었다. 또한 이들은 상기 사회적 정서 자극과 중립적 사실에 대한 자극을 같이 제시하였으며, 중립적 사실에 대한 자극도 그 사실에 대한 정서적 판단을 요구하는 자극이 아니라 그 사실을 믿는지 믿지 않는지를 응답하게 하는 자극이었다.

따라서, 모든 자극이 기본 정서 및 중립적 정서(예; 기쁨, 분노, 슬픔, 보통)로 이루어진 일반적 정서 상황 과제를

제시할 경우에 정서 자극에 대한 정답률을 현저히 증가시킬 수 있으며, 이를 통해 과제 수행과 보다 일치되는 뇌 활성화를 유발하여 관점에 따른 뇌영역의 차이가 더욱 유의해질 것으로 판단하였다. 또한, 복합 정서는 개인적-문화적 경험의 영향을 더 받을 수 있고 인지적 평가가 수반되는 반면²⁸⁾ 기본 정서는 인간이 문화와 교육의 영향을 받지 않고 보편적으로 인지하거나 표현할 수 있는 정서이므로, 이에 대한 관점 획득 기제의 두뇌 상관물에 대한 조사가 반드시 필요하다고 판단하였다. 한편, 다른 관점 획득 상황과 달리 정서적 관점 획득 상황은 그 개인이 처한 개인의 우울, 불안 등의 기본 상태 등에 영향을 받을 수 있고 또한 개인의 공감 능력과도 보다 더 관련될 수 있다.

이에 본 연구에서는 fMRI를 이용하여 일반 성인 대상군에게 일반적 정서를 유발하는 상황을 자신-관점 혹은 제 3자 관점에 의해 보게 하는 과제를 제시하면서 뇌 활성화 영역에서 차이가 있는지를 조사하고, 활성화된 뇌영역의 활성화도가 실험 대상군의 기분 상태 및 공감 능력과 어떠한 관련이 있는지도 알아보고자 하였다.

방 법

1. 대 상

본 연구는 2008년 충청 지역의 1개 대학의 의예과 및 의과대학에 재학 중인 남학생을 대상으로 하였다. 우선 내외과적인 질환이 없고 정신과적 질환의 병력이 없는 건강한 만 19세 이상이면서, 정신장애 진단 및 통계편람 4판(DSM-IV)의 축 1 장에 진단을 위한 구조화된 임상적 면담-비환자용판(Structured Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient)²⁹⁾ 시에 역치 미만에 해당되는 경우를 대상군으로 선정하였다. 또한 생부, 생모가 모두 존재하고 부모의 이혼 혹은 재혼 경력이 없는 경우만을 선택하였다. 자기공명영상 촬영시에 신체적인 문제가 없는지를 확인하기 위해 수술 여부, 금속 물질 삽입 여부 등을 모두 확인하였으며, fMRI 촬영시 주어지는 자극의 시각적 해독이 가능하기 위한 조건으로 양안 시력 0.5 이상인 경우인지를 확인하였다. 이들에게는 서면으로 된 설명서를 통하여 설명하고, 서면으로 동의를 얻었다. 이들 중 Edinburgh Handedness Inventory³⁰⁾로 평가시 오른손잡이에 해당하는 경우만을 최종 연구 대상으로 선정하였다. 이 과정으로 왼손잡이에 해당된 1명이 탈락하여

최종 연구 대상은 14명이었다. 한편 본 연구의 방법과 계획은 충북대학교병원 의학연구윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 인준을 받았다.

2. 심리적 평가 도구

1) 공감 지수(Empathy Quotient, 이하 EQ)

공감 능력을 평가하기 위하여 Baron-Cohen³¹⁾이 개발한 설문지의 한국어 번역본을 사용하였다.³²⁾ 총 60개 문항(예 ; 나는 다른 사람의 입장에서 보는 것이 별로 어렵지 않다)으로 이루어져 있으며, 정문항 20문항, 역문항 20문항, 점수를 주지 않는 20문항 등으로 구성되어 있다. 점수가 높을수록 공감 능력이 높음을 의미한다. EQ의 신뢰도와 타당도에 대한 국내 연구는 아직 이루어지지 않았으나, Lawrence 등³³⁾ 및 Baron-Cohen과 Wheelwright³⁴⁾의 연구에서 EQ의 신뢰도와 타당도 검증이 이루어졌다.

2) Beck 우울 척도(Beck Depression Inventory, 이하 BDI)

임상적으로 나타나는 우울 상태 및 증상에 의해 우울 증을 자가 평가할 수 있는 도구이다. 총 21개 문항을 포함하고 있으며 본 연구에서는 Lee와 Song³⁵⁾이 표준화한 척도를 사용하였다. 총점이 높을수록 우울 정도가 높음을 의미한다.

3) Beck 불안 척도(Beck Anxiety Inventory, 이하 BAI)

불안 증상 수준을 평가하기 위해 개발된 척도로 Yook과 Kim³⁶⁾이 번안하였으며, 총 21개 문항으로 구성되어 있다. 한 주 동안 개인이 경험한 불안 증상의 정도를 0점부터 3점까지 4점 척도로 평가하게 하였다. 총점이 높을수록 불안 정도가 높음을 의미한다.

3. fMRI 실시 계획 및 데이터 분석

1) fMRI 수행시의 과제 자극 및 설계

fMRI 실시시에 주어지는 과제 자극은 Ruby와 Decety²⁴⁾의 선행 연구에서 이용한 정서적 상황 자극을 응용하여 작성하였다. 과제 자극을 작성하기 위해 E-prime software (Version 1.1, Psychology Software Tools)를 이용하였으며, 모두 문장 자극으로 구성하였다. 과제 자극

은 기본적으로 피험자들 자신 혹은 자신의 어머니의 관점에서 특정 정서 상황을 바라보게 하는 방식으로 이루어졌으며, block 방식을 선택하였다. 선행 연구에서도 정서적 상황을 자신 혹은 제 3자의 관점에서 확실히 구분하여 바라볼 수 있을 가능성을 극대화시키기 위하여 제 3자의 선정을 모호한 '타인' 대신 자신의 '어머니'로 선택하였고,²⁴⁾ 이번 연구에서도 이러한 방식을 채택하였다. 한편 질문에 대한 응답시에 마우스의 좌우 버튼을 오른손가락으로 눌러지게 지시하였다.

우선, 한 block은 특정 관점(자신-관점 혹은 제 3자 관점)에서의 특정 정서(기쁨, 분노, 슬픔, 보통) 하나에 해당되며, 이때 동일한 정서의 2개 자극이 주어진다. 한 block은 5개의 화면으로 구성되는데, 예를 들어 자신-관점의 기쁨 block이라면 첫 화면은 '당신 자신을 떠올리세요'로(4.0초) 두 번째 화면은 '당신은 크고 멋진 차를 샀습니다/당신의 기분은 어떨까요?'로(5.0초) 세 번째 화면은 '1) 기쁨 것이다/화날 것이다. 2) 슬플 것이다/보통일 것이다'로(2.0초) 네 번째 화면은 '당신은 잃어버렸던 강아지를 찾았습니다/당신의 기분은 어떨까요?'(5.0초), 다섯번째 화면은 세 번째 화면의 반복(2.0초)으로 구성된다. 이 경우 피험자는 세 번째 화면과 다섯 번째 화면을 볼 때 그 자극이 기쁨 혹은 분노에 해당되는 경우 마우스의 왼쪽 버튼을, 슬픔 또는 보통의 기분에 해당될 경우 마우스의 오른쪽 버튼을 눌러지게 된다. 한 block 당 총 18.0초의 자극 시간이 소요되었다.

한편, 제 3자 관점에 대해서는 선행 연구에서와 마찬가지로 '당신의 어머니를 떠올리세요', '당신의 어머니는...', '당신의 어머니의 기분은 어떨까요?' 등 피험자의 어머니의 관점과 관련된 질문 화면들을 구성하였다.

이러한 방식을 통해 자신-관점의 기쁨, 자신-관점의 분노, 자신-관점의 슬픔, 자신-관점의 보통 기분, 제 3자 관점의 기쁨, 제 3자 관점의 분노, 제 3자 관점의 슬픔, 제 3자 관점의 보통 정서에 해당하는 총 8개 종류의 block을 구상하였고, 각 종류당 2개의 block을 작성하여 이후 최종 분석에서 실제로 이용될 16개의 block이 완성되었다.

그러나, 이 block들만을 제시할 경우 피험자가 실험 시간이 경과하면서 각 block의 첫 번째 정서 자극을 통해 두 번째 정서 자극의 정답을 미리 예상할 수 있음을 고려하여, 서로 다른 정서 자극이 짝지어진 6개의 block을 더 작성한 뒤 이를 상기 16개의 block과 함께 무작위로 순

서를 할당하여 제시하였다. 즉 총 22개 block이 제시되었으며, 각 block당 18초, 이후 휴식기 18초가 할당되었다. 모든 제시 자극은 RF 코일내에 설치된 LCD 프로젝터(IFIS)로 제시되었으며, 주변의 시야는 봉쇄되었다.

피험자 모두 fMRI 촬영 전에 연습 block 과제를 충분히 시행케 하였으며, 특히 각 block의 첫 화면을 통하여 자신-관점과 타인-관점을 먼저 충분히 취득케 한 뒤 이후의 정서 상황에 대해 판단하도록 반복 훈련하였다. 또한, 연습시에는 각 block의 정서 자극은 동일 정서의 짝이 아닌 다른 정서의 짝으로만 구성하였고, 실제 촬영시에 제시되는 자극 중 동일 정서의 짝으로 이루어진 block이 있음은 미리 알리지 않았다. 이를 통해 피험자가 실제 촬영에서 모든 제시 자극에 최대한 집중할 수 있게 하였다.

2) 자기공명영상 실시

자기공명영상 실시는 한국과학기술원(KAIST) 뇌과학연구소에 있는 3.0 테슬라 세기의 MR 기기(Oxford magnet, Varian console, ISOL)를 이용하였다. 뇌 촬영은 우선 fMRI의 촬영 뒤 T1-weighted 영상을 얻었다. fMRI 촬영시는 echo planar imaging(이하 EPI) sequence에 의한 blood oxygenation level dependent(이하 BOLD) 기법을 적용하였으며, 각 영상 슬라이스의 두께는 5mm이고, 그 사이의 간격은 주지 않았다. 다른 자기공명 변수(MR parameter)는 TR=3,000ms, TE =35ms, flip angle=80°, Field of View=220×220mm, matrix=64×64였고, 축 방향 횡단면(axial section image)으로 30장의 슬라이스를 얻었다. 또한 T1-weighted 영상에서의 자기공명영상 변수는 TR=2,800ms, TE =16ms, flip angle=80°, Field of View=192×220mm, matrix=192×256이었다.

3) 결과 분석 방법

얻어진 뇌 활성화도는 SPM2(Welch Department of Cognitive Neurology, London, UK) 소프트웨어를 이용하여 분석하였다. 얻어진 자료들을 움직임에 대한 교정(motion correction)과 동시기록(coregistration), 기능적 영상의 해부학적인 위치를 파악하기 위해 표준 뇌 좌표와 실험에서 얻은 영상 자료를 일치시키는 표준화(normalization)와 편평화(smoothing) 과정을 거쳐서 분석하였다. 편평화 커널의 크기는 7mm로 하였다. 또한

본 연구에서는 한 부피소(voxel) 수준에서 p<.001의 역치(uncorrected)를 넘는, 10개 부피소의 범위를 넘는 경우를 활성화 영역으로 판정하였다. 다만 뇌 활성화 영역과 자가설문 점수간의 상관관계 분석에서는 p<.001 조건에서 유의한 활성화 영역이 나타나지 않아 p<.005 조건에서 한 번 더 분석하였다.

총 22개 block 중 실제로 최종 분석에 이용한 block은 동일 정서의 짝으로 이루어진 16개의 block이었다. 개별 수준 분석으로 우선[(자신-관점 조건)-(제 3자 관점 조건)] 대조(이하 S-T 조건)를 실시하였고, [(제 3자 관점 조건)-(자신-관점 조건)] 대조(이하 T-S 조건)도 실시하였다. 이 개별 수준 분석 결과들에 대해 집단 분석으로 일 표본 t-검정 분석(one-sample t-test)을 S-T 조건 및 T-S 조건하에 실시하였다. 또한, 이 분석에서 활성화된 영역과 대상군의 EQ, BDI, BAI 점수간의 관련성을 알아보기 위해 SPM2상의 단순 회귀 분석(simple regression analysis)을 실시하였다.

결 과

1. 설문지 결과 및 fMRI 촬영시의 과제 수행 결과(표 1)

대상군(N=14)의 연령은 21.29±1.14세로 19세 1명 및 23세 1명을 제외하고는 모두 20~22세에 해당되어, 연령 분포에서 편차가 크지 않았다. 대상군의 EQ 점수는 37.71±9.18점이었으며 BDI는 3.86±3.42점, BAI는 6.92±6.46점이었다.

대상군의 fMRI과제 수행 결과에서는 우선 자신-관점에 대해서는 20.85±1.34점, 제 3자 관점에 대해서는

Table 1. Age, the scores of all scales and the results of fMRI task

	Mean	SD
Age (years)	21.29	1.14
Empathy quotient	37.71	9.18
Beck depression inventory	3.86	3.42
Beck anxiety inventory	6.92	6.46
The score of the task about self-perspective	20.85	1.34
The score of the task about third-person perspective	20.77	1.24
The RT of the task about self-perspective	857.53	223.85
The RT of the task about third-person perspective	804.57	194.11

SD : standard deviation, RT : reaction time(msec)

20.77±1.24점을 보여 과제에 대한 수행 정확률이 각각 94.8%, 94.4%였고 관점간의 수행 점수에서도 유의한 차이는 없었으며($t=.221, p=.829$), 수행 속도에서도 자신-관점(867.53±223.85msec) 및 제 3자 관점(804.57±194.11msec)간에 유의한 차이는 보이지 않았으나($t=1.873, p=.086$) 제 3자 관점인 경우에 자극에 대한 반응 속도가 자신-관점에 비해 약간 빠른 경향을 보이고 있었다.

2. 자신-관점 자극에서의 제 3자 관점 자극에서의 fMRI 영상 분석 결과

우선 S-T 조건에서 일 표본 t-검정 상 유의한 활성화 증가를 보인 영역은 양측 중심엽소엽(bilateral paracentral lobule, BA 5), 우측 중심후이랑(right postcentral gyrus, BA 3), 우측 중심전이랑(right precentral gy-

rus, BA 4), 좌측 상측측두이랑(left superior temporal gyrus, BA 22), 좌측 내측전두이랑(left medial frontal gyrus, BA 6)이었다(표 2, 그림 1).

이와는 반대로 T-S 조건에서 일 표본 t-검정 상 유의한 활성화 증가 소견을 보인 영역은 우측 하전두이랑(right inferior frontal gyrus, BA 47), 좌측 미상핵의 머리 및 꼬리 부분(left caudate body and tail), 우측 상측측두이랑(right superior temporal gyrus, BA 38), 우측 내측전두이랑(right medial frontal gyrus, BA 8)이었다(표 3, 그림 1).

3. 설문지 결과와 상관관계를 보이는 뇌 구조물

S-T 조건하에서의 상기 뇌 활성화 영역 중 EQ, BDI, BAI 점수와 유의한 상관관계를 보이는 영역에 대해 조사하였다. 이때, uncorrected $p<.001$ 조건에서는 유의한

Table 2. Significantly activated areas when self-perspective conditions was compared to third-person perspective conditions(S-T condition)

Location	Equivk	Coordinates			Z value	Region	BA
		X	Y	Z			
Right	449	4	-44	58	4.18	Paracentral lobule	5
Left	-	-2	-30	50	4.11	Paracentral lobule	5
Right	-	16	-34	60	4.04	Precentral gyrus	4
Left	25	-52	0	4	3.93	Superior temporal gyrus	22
Left	12	-6	-8	52	3.65	Medial frontal gyrus	6
Right	15	32	-24	46	3.62	Postcentral gyrus	3

The statistical analyses were done by one sample t-test. All significant regions identified at voxel-level significance of $p<.001$ for a spatial extent of at least 10 consecutive voxels. Coordinates are in the space of Talairach Daemon.³⁷⁾ Equivk : cluster size, BA : Brodmann's area

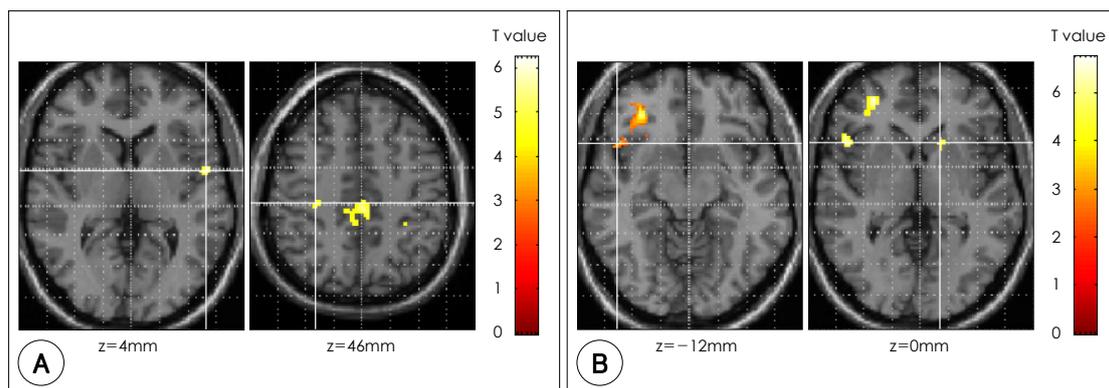


Fig. 1. Regions showed significantly activated areas. A : S-T condition : The activated areas of left super temporal gyrus($z=4\text{mm}$) and right postcentral gyrus($z=46\text{mm}$) are seen. The activated area of bilateral paracentral lobule is also seen in the second slice. B : T-S condition : The activated area of right superior temporal gyrus($z=-12\text{mm}$) and left caudate head($z=0\text{mm}$) were seen. The activated area of right inferior frontal gyrus is also seen in both slices. The activated area of right superior temporal gyrus is also seen in the second slice.

Table 3. Significantly activated areas when third-person perspective conditions was compared to self-perspective conditions(T-S condition)

Location	Equivk	Coordinate			Z value	Region	BA
		X	Y	Z			
Right	-	32	30	-18	4.90	Inferior frontal gyrus	47
Right	-	38	16	-14	4.22	Inferior frontal gyrus	47
Left	34	-12	10	6	4.07	Caudate	Caudate body
Left	-	-14	18	0	3.64	Caudate	Caudate head
Right	-	50	18	-12	3.83	Superior temporal gyrus	38
Right	24	2	32	40	3.47	Medial frontal gyrus	8

The statistical analyses were done by one sample t-test. All significant regions identified at voxel-level significance of $p < .001$ for a spatial extent of at least 10 consecutive voxels. Coordinates are in the space of Talairach Daemon.³⁷⁾ Equivk : cluster size, BA : Brodmann's area

상관관계를 보이는 영역은 관찰되지 않았다. uncorrected $p < .005$ 로 낮은 경우 좌측 상측측두이랑(x, y, z=-52, 0, 4, BA 22) 영역과 같은 BA 영역(x, y, z=-60, -26, 4, Z score=3.26, BA 22) 및 BDI 점수 간에 유의한 양의 상관관계가 관찰되었다. 즉, S-T 조건에서는 BDI 점수가 높아질수록 이 부위의 활성화도가 증가하였다.

또한 T-S 조건하에서의 상기 뇌 활성화 영역 중 EQ, BDI, BAI 점수와 유의한 상관관계를 보이는 영역에 대해 조사하였으나, uncorrected $p < .001$ 조건이든 uncorrected $p < .005$ 조건이든 유의한 상관관계를 보이는 영역은 관찰되지 않았다.

고 찰

본 연구의 대상자들은 19세 1명 및 23세 1명을 제외하고는 모두 20세에서 22세의 남자들로 구성되었기 때문에, 연령 차이에 따른 뇌용적의 차이에 대해서는 크게 고려하지 않아도 되었다. 또한 모두 의과대학 혹은 의예과에 재학중인 학생이었기 때문에 IQ 등 인지 기능의 피험자 간 차이는 그다지 크지 않을 것으로 판단하였다.

자신-관점과 제 3자 관점에서의 fMRI 과제 수행 정답률은 94%로 나타나 정서 자극을 이용하였던 선행 연구²⁴⁾에 비해 상당히 높은 수준이었다. 또한 각 관점에서의 과제 수행 점수에서는 유의한 차이가 발견되지 않았다. 다만 제 3자 관점에서의 자극에 대한 반응 속도가 자신-관점에서의 반응 속도에 비해 약간 빠른 경향을 보였다. 이는 관점 획득에 관한 기존 연구들에서도 관찰되고 있다.¹⁴⁾²²⁻²⁴⁾ 만약 향후 유사 연구들에서 동일한 결과가 나타난다면 한번 이러한 결과의 원인을 고려해보아야 할

것이다.

본 연구에서 S-T 조건에서 유의한 활성화 증가를 보인 영역은 양측 중심엽소엽(BA 5), 우측 중심후이랑(BA 3), 우측 중심전이랑(BA 4), 좌측 상측측두이랑(BA 22), 좌측 내측전두이랑(BA 6)이었으며, T-S 조건에서는 우측 하전두이랑(BA 47), 좌측 미상핵의 머리 및 꼬리 부분, 우측 상측측두이랑(BA 38), 우측 내측전두이랑(BA 8)으로 나타났다.

S-T 조건의 결과에서 주목할 것은 우선 선행 연구에서 계속 보고되었던 우측 중심후이랑의 활성화와, 본 연구에서 처음 나타난 우측 중심후이랑 인접 영역의 활성화를 들 수 있다.

우측 중심후이랑은 행동 모방²²⁾에서의 S-T 조건, 믿음에 대한 S-T 조건,¹⁴⁾ 사회적 복합 정서에 대한 S-T 조건²⁴⁾ 모두에서 유의한 활성화를 보였던 부위이다. 중심후이랑은 원래 체성 감각 영역(somatosensory area)에 해당되는데 실제 촉감 자극 입력이 없었음에도 불구하고 이 부위가 S-T 조건에서 반복적으로 나타난다는 것은 이 부위의 다른 기능을 추론케 한다. 또한, 최근의 거울 뉴런(mirror neuron) 연구에서도 이 부위는 중요하게 다루어지는 바, Iacoboni 등³⁸⁾은 우측 중심후이랑이 자기 개념(sense of self)의 보존과 연관되는 부위로 언급하였다.

이번 연구에서는 이러한 우측 중심후이랑뿐만 아니라 인접 영역인 양측 중심엽소엽, 우측 중심전이랑까지, 좌측 내측전두이랑(BA 6)까지 활성화 소견을 보였는데 이 영역들은 주지하는 바와 같이 체성감각연합 영역(somatosensory association area), 1차 운동 영역(primary motor area), 보조운동 영역(premotor and supplementary

motor area)에 해당된다. 이러한 결과가 나온 것은 아마도 다음의 이유들 때문으로 판단된다. 첫째, 이번 연구에서 과제 수행의 정답률은 약 94%로서 선행 연구보다 매우 높은 편으로, 피험자들이 과제 수행시 정서적 상황에 상당히 몰입하였다. 둘째, 기본 정서의 자극 강도(strength)가 복합 정서에 비해 매우 높고, 특히 자신 관점에서 보다 강렬하게 작용하였을 가능성이 있다. 특히 관점 획득 관련 선행 연구 중 운동 관련 영역들의 활성화가 나타난 연구³⁹⁾를 살펴보면, 이 연구에서는 새로운 치료로 인한 고통을 보이는 환자에 관한 동영상을 자신-관점 및 제 3자 관점에서 시청하게 한 뒤 뇌 활성화의 차이를 보고하였는데 S-T 조건에서의 여러 활성화 영역 중 이번 연구와 마찬가지로 우측 중심전두이랑, 우측 보조운동영역이 포함되었다. 물론 고통스런 상황에서 반드시 기본 정서만을 느끼게 되는 것은 아니겠지만 놀람이나 공포, 혹은 분노 등의 기본 정서가 동반되어 나타났을 가능성이 매우 높다. 따라서, 어떠한 정서적 상황-특히 기본적인 정서가 유발되는-이 강렬해지면 특히 자신 관점에서 제 3자 관점에 비해 운동 관련 영역들이 보다 활성화될 수 있다고 유추할 수 있다. 최근 들어 정서 심리 연구자들이 주장하고 있는 '감정적 체화(emotional embodiment)' 개념 역시 인간의 감정적 상황 지각, 감정에 대한 생각은 그 감정과 호응하는 지각적, 체감각적, 운동적 재체험이 동반된다는 것이므로,⁴⁰⁾ 이번 연구 결과 역시 감정적 체화 개념으로 설명할 수 있을 것이다. 특히 이 개념은 왜 기본 정서가 복합 정서에 비해 운동 관련 부위에 대한 뇌 활성화를 더 자극할 수 있는지를 설명할 수 있다.

좌측 상측측두이랑(BA 22)의 활성화는 아마도 마음 이론의 활성화 혹은 사회적 인지의 전반적인 활성화와 연관되는 것으로 추론된다. 즉, 자신-관점의 정서 자극 처리시에도 이러한 사회적 인지 기능이 활성화될 수 있음을 시사한다.

한편 T-S 조건에서의 전두엽 영역의 활성화는 우측 내측전두이랑(BA 8) 및 우측 하전두이랑 영역에서 나타났다. 우선 우측 내측전두이랑 영역은 선행 연구에서도 활성화되었던 영역으로 내측 전두 영역(medial frontal area)의 하나이며, 특히 마음 이론(theory of mind)과 매우 관련이 높은 영역이다.⁴¹⁾ 인간이 마음 이론을 갖는다는 것은 결국 자신 이외의 타인이 스스로의 믿음, 바람 등을 내재하고 있다는 것을 알게 되는 것이므로, 이런 경

우 제 3자 관점이 당연히 필요하게 된다. Brüne⁴²⁾에 의하면 내측 전두피질이 자신이나 제 3자의 의도, 욕구, 신념과 같은 정신 상태를 현실과 분리하여 표상하는 역할을 담당한다고 한다. Brunet-Gouet와 Decety⁴¹⁾ 역시 내측 전두이랑이 계획, 반응 선택, 단기 기억에 관여할 뿐만 아니라, 범위를 넓혀 자신과 다른 사람의 관점을 바꾸어 생각하는 것, 반응의 억제 등의 사회 인지에 관여한다고 하였다. 따라서, 이번 연구 결과는 제 3자 관점에서 정서 상황을 볼 때의 뇌 활동시 마음 이론 관련 부위가 동시에 활성화되는 것을 보여준다 하겠다.

우측 하전두이랑(BA 47)의 활성화는 선행 연구에서 보고된 적은 없다. 우측 하전두이랑은 억제 조절을 담당하는 여러 전전두 영역 중의 하나이며 최근 이 영역이 반복되는 과제의 전환시에 걸리는 시간(switch cost),⁴³⁾ 기억 회상시의 억제⁴⁴⁾ 등 보다 특화된 억제 조절과 연관된다는 보고가 있었다.⁴⁵⁾ 이러한 억제 조절은 결국 실행 기능의 하나인 바, Welsh와 Pennington⁴⁶⁾은 제 3자 관점을 취한다는 것은 결국 실행 기능을 필요로 한다고 하였다. 특히 발달심리학 관련 연구에서는 마음 이론의 발달과 표현에 있어 억제 조절이 매우 중요한 관련 요인일 것이라는 주장이 있어왔다.²⁰⁾⁴⁷⁾ 따라서, 이번 연구에서 T-S 조건에서 우측 내측전두이랑과 우측 하전두이랑이 동시에 활성화되었다는 것은 타인의 정서적 관점을 취할 때 억제 조절과 마음 이론 기능이 동시에 활성화 필요함을 보여준 결과인 셈이다. 또한 미상핵 부위도 같이 활성화된 것은, 아마도 억제 조절 활성화시에 우측 하전두이랑과 기저핵 부위가 상호작용⁴⁸⁾을 하기 때문일 것으로 추측된다.

또한 T-S 조건에서 상측측두엽 부위(BA 38)가 활성화되었는데 이는 상측측두극 영역에 해당되므로 복합 정서를 이용한 선행 연구²⁴⁾에서의 결과와 유사한 소견이다. 또한 이 부위가 감정 처리(emotional processing) 과제 및 마음 이론 과제 모두에서 활성화 되었다고 한다.⁴⁸⁾⁴⁹⁾

이 모든 것을 종합할 때, T-S 조건에서는 정서 상황에 대한 판단이 필요할 때 마음 이론 영역 및 이와 연관되는 억제 조절 영역, 감정처리 과제 영역 등의 동시 활성화가 필요한 것으로 추론해 볼 수 있다.

대상군의 공감 및 우울, 불안 점수와 상기 뇌 활성화 영역 중 유의한 상관관계를 보이는 영역에 대해서는 S-T 조건에서 우울 점수와 좌측 상측측두이랑의 활성화도간에 유의한 상관관계가 관찰되었다. 즉, 우울감이 상승할수록 좌

측 상측측두이랑의 활성화도가 높아지는 것인데 상기한 대로 상측측두이랑은 마음 이론 및 기타 사회적 인지 전반에 걸쳐 자주 거론되는 부위이다. 이번 결과는 한 개인의 우울감은 자신의 관점에서 정서적 판단이 필요한 상황에서 뇌의 활성화도에 유의한 영향을 끼칠 수 있음을 시사한다. 특히 좌측 상측측두이랑이 사회적 인지의 전반적 과정에서 늘 거론되는 부위임을 고려한다면, 우울 정도가 높아질수록 상측측두이랑 등을 통해 사회적 인지과정 처리에 심적 에너지가 더 부여된다고 할 수 있겠다. 그러나 이번 연구의 대상군은 임상적으로 유의한 우울증 환자 등이 포함된 군이 아니므로, 이러한 상관관계 결과가 주요우울증 환자군에서도 반복될 것으로 확대 해석할 수는 없다.

한편, 공감 점수와 상기 뇌 활성화 영역 중 유의한 상관관계를 보이는 영역이 발견되지 않았는데, 이는 이번 연구에서 S-T 및 T-S 조건하의 활성화도와 공감 점수 간의 상관관계만을 조사한 것도 한 가지 이유일 것으로 추측된다. EQ를 이용한 한 선행 연구³⁹⁾에서는 이번 연구의 두 조건 대신 제 3자 관점-기준 상태 조건에서의 뇌 활성화도와 EQ 점수와의 상관관계를 조사하여 몇 가지 영역에서 상관관계가 존재한다는 것을 밝혀낸 바 있다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 대상군의 수가 14명으로 크지 않았다는 점이다. 그러나 통상적 방식의 fMRI 연구에서 alpha값 0.05에서 80% 이상의 power를 얻기 위해서는 최소 12명의 인원이 필요하다는 보고⁵⁰⁾도 있듯이, 이번 연구의 분석 기준상 해석에 문제가 따르는 수준의 대상군 수는 아니었던 것으로 판단된다. 둘째, 남성으로만 이루어진 대상군이었기 때문에 이번 연구 결과를 여성에게도 확대 적용하는 데는 무리가 있다. 여성의 경우 남성보다 공감 능력이 더 높다는 보고들이 많으며 이때문에 특히 사회적 인지에 관한 연구에서는 성별에 의한 영향을 늘 고려하고 있다. 셋째, 4개의 정서 상황에 대한 판단을 위해 4개 버튼으로 이루어진 키패드를 쓰지 못하고 컴퓨터 마우스를 이용하여 연구하였다. 이에 대한 보완책으로, 전술한 바와 같이 fMRI 촬영 전에 연습 block 과제를 충분히 시행케 하여 2개의 답가지가 완전히 기억될 정도로 훈련하였고, 답가지 화면 제시 전에 정서 판단을 미리 해 놓은 뒤 답가지 화면이 제시되면 바로 응답이 될 수 있게 훈련하였다. 그 결과, 응답 수행 속도가 자신-관점에서 867.53±223.85msec, 제 3자 관점에서 804.57±194.11msec로 나타났는데 이런 점은 피

험자가 답가지를 본 이후에 4개 감정 중 감정을 고르는데 뇌가 활성화되었을 가능성이 상당히 떨어진다고 판단된다. 그럼에도 불구하고 피험자가 동시에 두 가지 감정이 적혀 있는 답을 선택해야 한다는 점은 교란 변수로 작용할 가능성이 있어, 향후 추시될 연구에서는 이러한 점이 보완되어야 할 것이다. 넷째, 대상군에게 실시한 공감 지수 및 정서 관련 설문지는 자가 보고 설문지였으므로, 대상군을 면담자가 직접 면담하면서 파악하는 방식에 비해 평가의 정확도가 떨어질 가능성도 배제할 수 없다.

그럼에도 불구하고 이번 연구에서는 정서에 대한 자신-관점과 제 3자 관점에서의 판단시에 뇌의 활성화 패턴이 달라지며, 일반 정서 상황에서는 뇌 활성화가 다른 상황에서는 달라지는 것도 확인하였다. 이러한 결과가 향후 정신분열병, 자폐 스펙트럼장애, 정동장애 등 신경정신과 영역의 여러 질환에서 정서에 대한 관점 획득 기제 및 뇌 활성화 영역의 차이에 대한 연구로 발전되어, 신경정신과 질환의 사회적 인지에 관한 신경과학적 메커니즘을 규명할 수 있는데 기여되기를 기대한다.

중심 단어 : 관점 획득 · 정서 · fMRI.

참고문헌

1. Dunbar RIM. The social brain hypothesis. *Evol Anthropol* 1998;6:178-190.
2. Liddle P, Carpenter WT, Crow T. Syndromes of schizophrenia. *Br J Psychiatry* 1994;165:721-727.
3. Andreasen NC. Negative symptoms in schizophrenia. Definition and reliability. *Arch Gen Psychiatry* 1982;39:784-788.
4. Mundy P, Sigman M, Ungerer J, Sherman T. Defining the social deficits of autism: The contribution of non-verbal communication measures. *J Child Psychol Psychiatry* 2006;27:657-669.
5. Cavanagh JT, Van Beck M, Muir W, Blackwood DH. Casecontrol study of neurocognitive function in euthymic patients with bipolar disorder: an association with mania. *Br J Psychiatry* 2002;180:320-326.
6. Lough S, Gregory C, Hodges JR. Dissociation of social cognition and executive function in frontal variant frontotemporal dementia. *Neurocase* 2001;7:123-130.
7. Maedgen JW, Carlson CL. Social functioning and emotional regulation in the Attention Deficit Hyperactivity Disorder subtypes. *J Clin Child Psychol* 2000;29:30-42.
8. Dolan M, Fullam R. Theory of mind and mentalizing ability in antisocial personality disorder with and without psychopathy. *Psycho Med* 2004;34:1093-1102.
9. Baron-Cohen S, Leslie AM, Frith U. Does the autistic

- child have theory of mind? *Cognition* 1985;21:37-46.
10. Krauss RM, Fussell SR. Perspective-taking in communication: representations of other's knowledge in reference. *Soc Cogn* 1991;9:2-24.
 11. Krauss RM, Fussell SR. Social psychological models of interpersonal communication. In: Higgins ET, Kruglanski A, editors. *Social psychology: handbook of basic principles*. New York: Guilford Press;1996. p.655-701.
 12. Mead GH. *Mind Self and Society*. Chicago: University of Chicago Press;1934.
 13. Ford ME. The construct validity of egocentrism. *Psychol Bull* 1979;86:1169-1188.
 14. Ruby P, Decety J. What you believe versus what you think they believe: A neuroimaging study of conceptual perspective-taking. *Eur J Neurosci* 2003;17:2475-2480.
 15. Fong GT, Markus H. Self-schemas and judgements about others. *Soc Cogn* 1982;1:191-204.
 16. Gallese V, Goldman AI. Mirror neurons and the simulation theory. *Trends Cogn Sci* 1998;2:493-501.
 17. Gopnik A, Wellman HM. Why the child's theory of mind really is a theory. *Mind & Language* 1992;7:145-171.
 18. Howlin P, Baron-Cohen S, Hadwin J. *Teaching Children With Autism to Mind-read: a Practical Guide*. Chichester: Wiley;1999.
 19. Stove VE, Baron-Cohen S, Knight RT. Frontal lobe contributions to theory of mind. *J Cogn Neurosci* 1998;10:640-656.
 20. Perner J, Lang B. Development of theory of mind and executive control. *Trends Cogn Sci* 1999;3:337-344.
 21. Carson SM, Moses LJ. Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Dev* 2001;72:1032-1053.
 22. Ruby P, Decety J. Effect of subjective perspective taking during simulation of action: a PET investigation of agency. *Nat Neurosci* 2001;4:546-550.
 23. Jackson PL, Meltzoff AN, Decety J. Neural circuits involved in imitation and perspective-taking. *Neuroimage* 2006;31:429-439.
 24. Ruby P, Decety J. How would you feel versus how do you think she would feel? A neuroimaging study of perspective-taking with social emotions. *J Cogn Neurosci* 2004;16:988-999.
 25. Phan KL, Wager T, Taylor SF, Liberzon I. Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage* 2002;16:331-348.
 26. Phan KL, Wager TD, Taylor SF, Liberzon I. Functional neuroimaging studies of human emotions. *CNS Spectr* 2004;9:258-266.
 27. Sergerie K, Chochol C, Armony JL. The role of the amygdala in emotional processing: a quantitative meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neurosci Biobehav Rev* 2008;32:811-830.
 28. Ekman P, Friesen WV. *Emotion in the human face system*. 2nd ed. San Francisco: Cambridge University Press; 1982.
 29. Han OS, Hong JP. *Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis I Disorders*. Seoul: Hana Medical;2000.
 30. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 1971;9:97-113.
 31. Baron-Cohen S. *The Essential Difference: male and female brains and the truth about autism*. New York: Basic Books;2003.
 32. Park EH. *Individual differences in empathizing and systemizing [dissertation]*. Chungbuk: Chngbuk National Univ.;2008.
 33. Lawrence EJ, Shaw P, Baker D, Baron-Cohen S, David AS. Measuring empathy: Reliability and validity of the Empathy Quotient. *Psychol Med* 2004;34:911-919.
 34. Baron-Cohen S, Wheelwright S. The Empathy Quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. *J Autism Dev Disord* 2004;34:163-175.
 35. Lee YH, Song JY. A study of the reliability and the validity of BDI, SDS, and MMPI scales. *Korean J Clin Psychol* 1991;10:98-113.
 36. Kim ZS, Yook SP. A clinical study of the Korean version of Beck Anxiety Inventory: comparative study of patients and non-patient. *Korean J Clin Psychol* 1997;16:185-197.
 37. Lancaster JL, Summerlin JL, Rainey L, Freitas CS, Fox PT. The talairach daemon, a database server for Talairach atlas labels. *NeuroImage* 1997;5:S633.
 38. Iacoboni M, Woods RP, Brass M, Bekkeing H, Mazziotta J, Rizzolatti G. Cortical mechanism of human imitation. *Science* 1999;286:2526-2528.
 39. Lamm C, Batson CD, Decety J. The neural substrate of human empathy: effects of perspective-taking and cognitive appraisal. *J Cogn Neurosci* 2007;19:42-58.
 40. Niedenthal PM. Embodying emotion. *Science* 2007;316:1002-1005.
 41. Brunet-Gouet E, Decety J. Social brain dysfunction in schizophrenia: a review of neuroimaging studies. *Psychiatry Res* 2006;148:75-92.
 42. Brüne M. "Theory of mind" in schizophrenia: a review of the literature. *Schizophr Bull* 2005;31:21-42.
 43. Aron AR, Fletcher PC, Bullmore ET, Sahakian BJ, Robbins TW. Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nat Neurosci* 2003;6:115-116.
 44. Levy BJ, Anderson MC. Inhibitory processes and the control of memory retrieval. *Trend Cogn Sci* 2002;6:299-305.
 45. Aron AR, Robbins TW, Poldrack RA. Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends Cogn Sci* 2004;8:170-177.
 46. Welsh MC, Pennington BF. Assessing frontal lobe functioning in children: views from developmental psychology. *Dev Neuropsychol* 1988;4:199-230.
 47. Carlson SM, Moses LJ. Individual differences in inhibi-

- tory control and children's theory of mind. *Child Dev* 2001;72:1032-1053.
48. **Decety J, Chaminade T.** Neural correlates of feeling sympathy. *Neuropsychologia* 2003;41:127-138.
49. **Frith U.** Mind blindness and the brain in autism. *Neuron* 2001;32:969-979.
50. **Desmond JE, Glover GH.** Estimating sample size in functional MRI (fMRI) neuroimaging studies: statistical power analyses. *J Neurosci Met* 2002;118:115-128.