



## 서 론

공감이란 타인을 이해하는 인지적 과정이면서 상대방의 상황에 대한 이해 또는 정서에 대한 반응으로 객체에게서 유사한 반응이 유발되는 결과이기도 하다(박성희, 2004). 또한 공감은 타인의 내적 상태(예: 감정, 지각, 의도 등)에 대한 인지적 자각이면서 타인의 감정에 반응하는 정서적 상태(Hoffman, 2011)로 볼 수 있다. 공감은 진화론적으로도 인간의 적응적 행동에 영향을 미치는 요소로 알려져 왔고, 최근 국내에서도 공감과 친사회적 행동(권주현, 박영신, 2013; 박성희, 1996; 조은주, 정윤경, 2014), 공격성 중재(김정미, 2009), 사회적 대인관계(강유선, 박경, 2014), 학교생활적응(배은경, 2011)과 같은 사회적 적응과의 관계 연구가 발표되면서 사람들과 더불어 살아가는 현대 사회에 있어 공감의 중요성이 대두되고 있다. 공격성과 같은 사회의 부정적 이면 현상에 공감적 요소가 중요한 역할을 하고 있음을 고려해볼 때(김정미, 2009; 현지영, 김수영, 2015) 공감은 현대 사회를 살아가는 인간으로서 건강한 사회적 적응과 밀접한 관련이 있다는 것을 알 수 있다.

공감에 관한 연구는 행동 연구를 넘어서 두뇌 연구로도 확장되어 가고 있다. 공감의 구성요소는 타인의 태도와 행동을 예측하고 이해하는 인지적 현상과 그로인해 유발되는 정서적 현상이다. Shamay-Tsoory와 동료들(2009)은 인지적 공감과 정서적 공감의 차이를 확인하기 위해 복내측 전두엽(ventromedial PFC, 이하 vmPFC)이 손상된 환자와 하전두엽(inferior frontal gyrus, 이하 IFG)이 손상된 환자들의 대인관계지수를 비교한 결과 유의한 상호작용 효과가 있음을 보고하였다. 즉 vmPFC가 손상된 환자들은 인지적 공감 지수가 낮았고, IFG가 손상된 환자들은 유의하게 정서적 공감지수가 낮게 나타났다. 이 결과는 인지적 공감과 정서적 공감을 담당하는 두뇌 영역이 서로 다르게 작용하고 있음을 보여주는 것이다.

또한 Hoffman(2011)은 공감적 반응은 자신의 상태보다는 타인의 상태에 대한 감정 처리 과정이지만 공감의 과정을 자세히 나누어보면 자기에게 초점을 두는 경우와 타인에게 초점을 두는 두 가지 경우가 있다고 하였다. Batson, Early, 그리고 Salvarani(1997)는 공감 중에서도 특정 상황에서 타인이 겪고 있는 정서를 생각해 보는 것보다 그 상황이 자기 자신에게 발생했을 때를 생각해 보는 경우에 더 많은 공감적 정서를 경험한다고 하였고, 이렇게 서로 다른 공감 과정은 두뇌 활동의 차이로도 설명이 되었다. Lamm, Batson, 그리고 Decety(2007)는 피험자에게 고통스러운 자극에 처해있는 사람이 나오는 비디오클립을 보여주고 자신에게 일어났을 경우와 타인이 겪었다고 생각하는 경우를 다르게 상상하도록 하고 기능적자기공명영상(fMRI)을 촬영하였다. 그 결과 자기 자신에게 상황이 벌어졌다고 상상한 경우에는 연상회(supramarginal gyrus, 이하 SMG), 뇌섬(insula), 보조운동영역(supplementary motor area, 이하 SMA), 상측두엽(superior temporal gyrus), 중전두엽(middle frontal gyrus)이 활성화된 반면에, 타인이 겪었을 정서를 상상해본 경우에는 상두정엽(superior parietal lobe), 하두정엽(inferior parietal lobe), 각회(angular gyrus)가 활성화 되어 공감의 초점

이 다를 경우 두뇌의 움직임도 다르게 나타난다는 것을 제안하였다. Vogeley와 동료들(2001)의 연구에서도 타인의 마음을 이해해보는 경우에는 ToM관련 영역인 내측전두엽(medial frontal gyrus; 이하 mPFC)이 활성화된 반면, 자기 자신에게 초점을 맞춘 경우는 우측 측두두정엽의연합부(temporoparietal junction, 이하 TPJ)의 활성화를 보였다.

많은 공감 관련 연구들은 주로 상대방이 신체적 고통을 겪는 장면을 관찰하는 내용을 중심으로 진행되었다(Akitsuki & Decety, 2009; Jackson et al., 2005). 상대방이 처한 고통을 관찰하는 것은 1차적인 정서적 반응을 유도한다. 개인이 신체적 고통에 처했을 때 공감하는 과정을 공감 연구에서는 '개인적 고통(personal distress)'이라 하는데, 이와 관련한 두뇌 영역으로는 insula, SMA, 전대상회(anterior cingulate cortex, 이하 ACC) 영역이 주로 보고된다(Decety, 2015). 하지만 현실에서는 사람이 항상 상대방의 고통만을 관찰하는 것은 아니므로 공감을 고통과 관련된 정서적인 부분에만 맞추어 연구하는 것은 공감이라는 기본 개념을 이해하는데 한계가 있다.

공감의 또 다른 한 측면을 담당하는 인지적 공감은 타인이 처한 상황을 인지적으로 이해하는 과정이다. 인지적 공감 연구로 잘 알려진 Völlm과 동료들(2006)은 피험자들에게 만화 스틸 컷 내의 등장인물이 처한 상황을 이해한 후 그 뒤에 이어질 상호작용의 감정을 추론하도록 하였다. 그 결과 상대방의 마음을 추론하는 ToM과 관련해서 mPFC, middle frontal gyrus, middle temporal gyrus, cuneus의 활성화가 관찰되었다. 또한 Krämer와 동료들(2010)도 이미지 속에 주인공들이 처한 상황이 있는 자극을 피험자들에게 제시하여 상황에 대한 판단을 통해 유발되는 공감의 인지적인 부분에 대해 연구하였다. 공감 연구에서 많이 보고되는 mPFC 영역에 위치하는 paracingulate sulcus에는 영장류와 인간에게서 발견되는 spindle cell을 포함하고 있는데, 정서와 인지의 두 기능에 모두 관여한다고 알려져 있으며(Allman et al., 2001, Decety et al., 2004에서 재인용), 상대방의 의도를 읽거나, 생각을 이해하고, 정서를 공유하는 인지적 공감 역할을 하는 ToM과 관련한 연구에서 많이 보고된다(Decety et al., 2004; Frith & Frith, 2003; Gallagher & Frith, 2003; Krämer et al., 2010; Lamm et al., 2007; Shamay-Tsoory, 2011; Vogeley et al., 2001).

Preston과 de Wall(2002)은 공감이라는 것이 정서적이든 인지적이든지 간에 개인적인 평가 없이 바로 상대방의 정서에 자동적으로 반응하는 것이라고 했다. 그러나 맥락을 고려하지 않은 상황에서 항상 상대방에 대한 유사한 정서반응 작용이 발생하지는 않는다. 또한 Singer와 동료들(2006)은 공감이 상황적 변인에 의해 두뇌에서 다르게 작용한다는 것을 보고하는 연구로 공감을 유발하는 상대방이 도덕적으로 옳지 못한 행동을 했을 때 고통을 받는다면 동일한 고통과 관련한 정서가 유발되는 것이 아니라 오히려 보상중추인 측핵(nucleus accumbens, 이하 Nacc)이 활성화된다는 결과를 보고하였다. 이는 공감 과정이 상황에 관한 인지적 판단을 기저로 정서를 유발시키는 것을 의미한다.

기존의 공감에 관한 두뇌 연구는 주로 공감과 관련된 영역을 확인하거나, 인지적 공감과 정서적 공감의 네트워크를 알아내거나, 자극에 대한 판단이 자기참조적인지 타인참조적인지에 따라

다르게 반응하는 두뇌 영역을 확인하고 있다. Preston과 de Waal(2002)은 공감의 기제가 자동적인 반응이라고 하지만 Singer와 동료들(2006)의 연구결과처럼 공감 과정이 상황적 변인에 의해 영향을 받고 이에 따라 다른 정서를 유발할 수 있는 가능성이 있다는 것은 매우 새로운 접근이다. 이것은 개인이 처한 환경과 조건에 의해서 자동적인 반응도 다르게 인지 될 수 있기 때문이다.

이 연구에서 상황적인 변인으로 사용한 경쟁은 현대 사회에서 인간이 마주치는 가장 흔한 상황이다. 경쟁과 관련한 연구는 특히 경쟁구조가 잘 드러나는 스포츠 분야와 학습 상황에서 이루어졌다. 경쟁 구조는 사회적 비교를 기저로 하며, 그 결과에 따라 보상 취득 여부가 달라지고 경쟁에 실패할 경우에 객체에게 부정적 정서를 유발한다고 알려져 있다. 대표적으로 스포츠 상황에서 경쟁과 정서적 요인인 불안과의 관계에 대한 연구가 있고(예: 김운태, 홍승후, 2004; 이병기, 1998), 학습 분야에서는 인간의 동기와 인지평가 그리고 보상과의 관계 구조와 관련된 연구가 있다(예: Deci & Ryan, 1999). 그들의 연구는 경쟁과 보상 그리고 내적동기와의 관계를 다루고 있는데 경쟁은 외부에서 제공되는 보상과 같은 강화물로 인해 하고자 하는 행위의 내적동기에 부적 영향을 미친다고 하였다. 이와 유사하게, Chan과 Lam(2008)의 연구에서는 중국의 7학년 학생들을 대상으로 경쟁적인 학습 분위기의 교실과 경쟁적이지 않은 학습 분위기의 교실에 학생들을 무작위로 선정하여 은유와 직유를 사용한 글쓰기 과제를 시킨 결과 경쟁적인 상황을 유발하던 교실에서 학생들의 글쓰기 효능감이 하락할 뿐만 아니라 실제 수행 결과에 대해서도 경쟁적 환경 집단에 속해있던 학생들은 자신의 수행 수준을 가치 절하하여 평가하는 부적 효과를 낳았다고 보고하였다. 즉 경쟁 상황에서 발생하는 타인과의 불가피한 비교는 자아존중감을 하락시키고, 불안과 같은 부정적 정서를 유발시키며 수행수준에 영향을 미치는 것으로 보인다. 타인과의 비교를 통한 자기가치 보존적 측면 및 정서적인 측면에서의 부정적 영향뿐만 아니라, 경쟁은 경쟁 결과에 수반되는 보상구조에 따른 인지적·정서적 활동에도 영향을 미친다.

하지만 경쟁이 모든 상황에서 인간의 심리에 동일하게 작용하는 것은 아니다. 경쟁과 보상과의 관계를 연구한 것으로 고수일(2011)은 직장인을 대상으로 성과-보상이 주어지는 경우, 경쟁상황이 있는 경우 성취목표를 매개로 인간의 내재동기에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 또한 조영남과 배창식(2001)은 초등학생을 대상으로 경쟁 유무와 보상의 관계를 연구하였는데 보상조건은 동일할 때 집단 간 경쟁을 시킨 조건에서 학습자들의 수학성취가 유의하게 높게 나타났다. 경쟁과 보상과 내적동기의 관계를 연구한 Vansteenkiste와 Deci(2003)는 경쟁 구조에서 승리하는 사람은 내적동기가 높게 나타났고 심지어 졌을 경우에도 수행 규준을 충족시키는 경우에 긍정적 피드백을 주면 내적으로 동기화된다고 한다. 그러나 자신의 수행 수준에 맞게 피드백을 받는다 하더라도 그 보상이 수행-유관적(performance-contingent) 보상일 경우에 사람들은 내적으로 덜 동기화된다고 보고하였다. 또한 지각된 유능감(perceived competence)과 같은 동기적 요소가 경쟁이나 경쟁적인 결과에 대해 중재변인으로 기능하며(Reeve & Deci, 1996), 흥미 유발에 긍정적 영향을 미치기도 하고(Tauer & Harackiewicz, 1999), 경쟁을 도전으로 지각하는 경우 긍정적 정서를 경

힘하지만 경쟁을 위협으로 지각하는 경우에는 부정적 정서를 유발하는 등 경쟁에 대한 인식 또는 평가가 경쟁 지각에 영향을 준다(송춘현, 2012). 즉, 경쟁 자체가 가져오는 상황적 불안보다는 경쟁 상황이 개인 내적으로 인식되고 평가되는 방향에 따라서 인간의 정서도 변동적이라는 것을 알 수 있다.

이렇듯 경쟁 상황이 인간의 내적 활동과 수행에 다르게 작용하고 있다는 선행 연구들을 종합해 볼 때, 인간의 인지적·정서적 처리과정에 어떤 기제가 작용하는지를 보다 상세히 설명하기 위해서는 경쟁의 두뇌 활동 연구를 살펴볼 필요가 있다. 대표적으로 Decety와 동료들(2004)은 기능적자기공명영상(fMRI) 연구를 통해 인간이 경쟁할 때와 협동할 때 두뇌 활성화의 차이를 확인하였다. 연구 결과에 따르면 경쟁할 때와 협동할 때 일반적으로 전두-두정(frontoparietal) 네트워크를 활용하는 것이 확인되었는데, 이는 중앙집행처리기능이라고 일컬어지는 고차적 인지활동과 관련하여 활성화 되는 것으로 보인다고 설명하였다. 또한 경쟁 상황에서 차별적으로 관여하는 두뇌영역은 mPFC와 inferior parietal lobe 영역으로 나타났다. 또 다른 연구에서 스트룹(stroop)과제를 사용하여 사람과 사람, 사람과 컴퓨터를 경쟁시킨 결과 사람과 사람끼리 경쟁할 경우 상대방의 의도를 파악해야 하는 심리적 작용으로 인해 insula, fusiform gyrus, superior frontal gyrus 등의 영역 활성화를 보고하였다(Polosan et al., 2011). 그리고 ACC는 사회적 비교 구조에서 상대방이 이겼을 때 나타나는 부러움 등 경쟁상황에서 유발되는 정서와 관련해 나타나기도 한다(Dvash et al., 2010; Polosan et al., 2011).

선행 연구를 종합해보면 공감과 경쟁의 두 변인은 각자 연구되고 있을 뿐 경쟁 자체를 연구하는 신경학적 연구가 많지 않고, 경쟁이 야기하는 정서적 효과 및 인지과정에 미치는 영향에 대한 연구는 더더욱 국내외적으로 미흡한 상태이다. 또한 사회적 인지 측면에서 보면 상대방이 처한 상황에 대한 이해를 바탕으로 정서적 반응이 유발되고 이는 인간의 적응에 중요한 변인으로 작용한다는 많은 연구를 참작해 볼 때, 경쟁 상황에서 공감이 어떻게 변화하는가에 대한 연구는 인간을 이해하는데 있어 반드시 필요한 기초연구라고 할 수 있다.

공감은 기본적으로 타인을 이해하고 그에 알맞은 정서를 느낌으로써 공동체적 삶을 살아가는 인간의 적응 기제인 반면에, 경쟁은 학교에서 학생에게나 직장에서 성인에게나 현대사회에서 피할 수 없는 환경 조건이다. 경쟁이라는 환경은 기본적으로 심리적 불안을 야기하고 보상을 얻기 위해 타인을 이겨야만 하는 심리적으로 황폐한 환경이다. 이 연구는 ‘경쟁자로서 인식되는 타인이 겪는 상황과 정서에 대해 사람들은 그들을 이해하고 같은 정서를 느낄 수 있을 것인가? 경쟁은 인간의 적응적 행동인 공감 인지에 영향을 미칠 것인가? 라는 물음으로 시작되었다. 공감은 개념적으로 인지적 공감과 정서적 공감으로 나뉘며, 신경학적으로도 두 개념에 관여하는 두뇌 영역의 차이가 있다는 선행연구를 근거로 출발한 것이다. 선행 연구들은 과제 자극 속에 사람이 신체적으로 겪는 고통을 보고 유발되는 정서에 대한 공감 연구를 진행하였지만 실제 현실에서는 더 다양한 상황이 존재하므로 타인의 상황에 대한 이해를 바탕으로 정서가 유발되는 인지적

공감에 초점을 맞추어 연구를 진행하고자 하였다. 기존의 공감 연구와의 차별점은 공감의 인지적 과정에 있어서 경쟁을 상황변인으로 고려하여 현대인의 현실세계를 반영하고자 하였다. 본 연구의 목적은 경쟁이라는 상황변인이 공감 과정에서 우리 두뇌 사용에 어떤 차이를 가져오는지를 알아보하고자 하는 것이다.

이러한 연구 목적에 따라 다음과 같은 연구문제를 설정하였다. 첫째, 경쟁 노출 상황에서 공감 과제를 수행할 때 관련 있는 두뇌 영역과 경쟁이 아닌 상황에서 동일한 과제를 수행할 때 활성화되는 두뇌 영역은 차이가 있는가? 둘째, 경쟁과 비경쟁 상황에서 자기보고식으로 측정된 개인의 공감 수준에 따라 높은 상관을 보이는 영역은 무엇이며 조건에 따라 차이가 있는가?

## 방 법

### 연구대상

서울 및 경기도에 소재한 대학에 재학 중인 건강한 오른손잡이 대학생 22명이 연구에 참여하였다. 22명 중 전두엽의 해부학적 문제로 인해 영상신호획득에 오류를 보였던 대상자 1명을 제외하여 총 21명의 자료를 연구에 사용하였다. 정상시력, 정신과나 신경과의 병력 없음, 오른손잡이 등을 조건으로 지원자를 모집하였으며 구두와 설문으로 재확인 과정을 거쳤다. 피험자들의 연령은 20~26세 였으며 이 중 남학생은 9명(mean age=23.2  $SD=1.98$ )이고, 여학생은 12명(mean age=22.2  $SD=1.95$ )이었다. 연구를 위해 단국대학교 생명의학연구윤리심의위원회(DKU 2015-11-020)의 승인을 받았으며, 피험자들은 실험 전 참가동의서에 서명하였고 실험이 종료된 후 소정의 참가비를 지급받았다.

### 측정도구: 설문

일반적 공감능력을 측정하기 위해 Reniers와 동료들(2011)이 개발하고 강준(2013)이 번안·타당화하여 사용한 인지-공감정서 척도(Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy, QCAE)를 사용하였다. 하위구인으로 인지적 공감과 정서적 공감으로 구분되어 있으며 인지적 공감은 조망수용(perspective-taking)과 시뮬레이션(simulation)으로, 정서적 공감은 정서전염(emotional contagion), 근접 반응성(Proximal responsibility), 주변 반응성(peripheral responsibility)로 구성되어 있다. 4점 리커트 척도의 자기보고식이며, Cronbach  $\alpha$  계수로 산출한 문항 신뢰도는  $\alpha=0.87$  이었다.

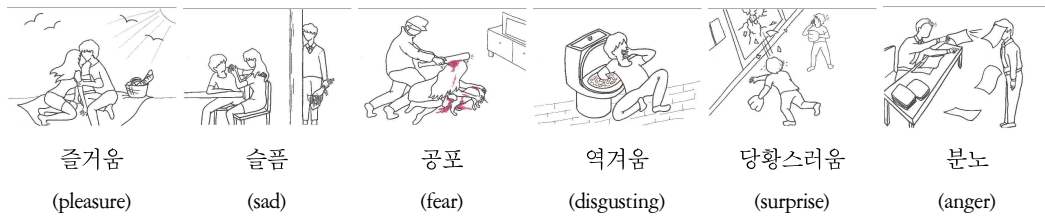
## 측정도구: 실험자극

실험자극을 개발하기 위해 기본적으로, 공감은 인지적 공감과 정서적 공감으로 나뉘며 두 공감 유형에 따라 서로 다른 두뇌영역을 사용한다는 Shamay-Tsoory와 동료들(2009; 2011)의 연구, 인지적 공감은 타인의 상황과 관점에 대해 이해하는 조망수용 능력과 그대로 그 상황을 시연해보는 시뮬레이션으로 나뉜다는 Reniers와 동료들(2011)의 선행연구에서 사용한 공감의 개념을 참조하였다. 다음으로, 공감은 상대방의 정서에 대한 자동적 반응이라고 했던 Preston과 de Waal(2002)의 연구를 근거로 Krämer와 동료들(2010)이 개발하여 사용한 자극에 기초하여 본 연구를 위한 실험자극을 개발하였다. 본 연구에 사용한 그림 자극은 일상생활에서 경험할만한 다양한 상황에 Nummenmaa와 동료들(2008)이 사용했던 6가지 정서[즐거움(pleasure), 슬픔(sad), 분노(anger), 역겨움(disgusting), 당황스러움(surprise), 공포(fear)]를 조합하여 제작하였다. 6개의 정서 중에서 긍정정서에 속하는 것은 ‘즐거움’ 하나이고, 나머지 5개 정서는 모두 부정정서이기 때문에 자극 제작에 있어서 긍정정서와 부정정서의 비율을 맞추기 위해 긍정적 정서는 52개의 이미지를 제작하였고, 부정정서는 각 정서별로 20~25개 정도의 그림을 제작하였다.

우선 일상생활에서 접할 수 있는 다양한 정서를 유발하는 상황에 기초하여 스토리를 구성하고, 연구에서 의도한 스토리 상황이 최적의 그림으로 표현될 수 있도록 미술전문가와 지속적으로 논의하여 수정·보완하는 과정을 거쳤다. 1차적으로 제작된 170개의 그림 중에서 공감 정도가 높은 자극을 선정하기 위해, 대학생 172명을 대상으로 예비조사를 수행하였다. 학생들은 한 장씩 제시되는 그림을 보고 상황을 이해한 후 주인공의 정서를 1인칭 시점(“당신이 그림 속 주인공이라면”)으로 판단하여 느껴지는 정서가 긍정적인지 부정적인지를 7점 리커트 척도로 평정하였다. 계획한 fMRI 실험 과정과 동일하게 조건화하기 위하여 평정 과정에서 4sec 동안 이미지를 제시하여 관찰하게 하고, 이어서 2sec 내에 반응하도록 하였다. 예비조사에서 5.5점 이상을 받은 자극을 선정하였으며, 긍정적 정서를 불러일으키는 자극 30개( $M=5.89$ ,  $SD=1.38$ )와 부정적 정서를 불러일으키는 자극 30개( $M=6.31$ ,  $SD=1.19$ )로 구성하였다. 5가지의 부정정서 중 슬픔, 역겨움, 공포만이 5.5점 이상의 기준에 충족되었고, 당황스러움과 분노의 정서는 평정 평점이 낮아 자극선정에서 제외하였다.

한편, 공감과 무관하게 정서 평정과 관련해 나타나는 인지활동을 통제하기 위해 사물을 표현한 그림 자극 49개를 1차 통제자극으로 제작하였다. 사물 자극 선정을 위해 대학생 60명을 대상으로 예비조사를 수행하였다. 학생들은 한 장씩 제시되는 사물 그림을 보고 주관적 관점에서 느껴지는 정서를 긍정 또는 부정으로 판단하고 7점 리커트 척도에 응답하였다. 연구에 사용할 사물 그림은 중립자극이지만 정서 판단에는 주관적인 평정이 적용되므로, 반응 빈도를 고려하여 긍정자극 15개( $4.52 \leq M \leq 6.21$ )와 부정자극 15개( $3.08 \leq M \leq 4.63$ )를 선정하였다(그림 1 참고).

<경쟁조건과 비경쟁조건에 사용한 정서별 그림 자극 예>



<통제자극으로 사용한 사물 그림 자극 예>

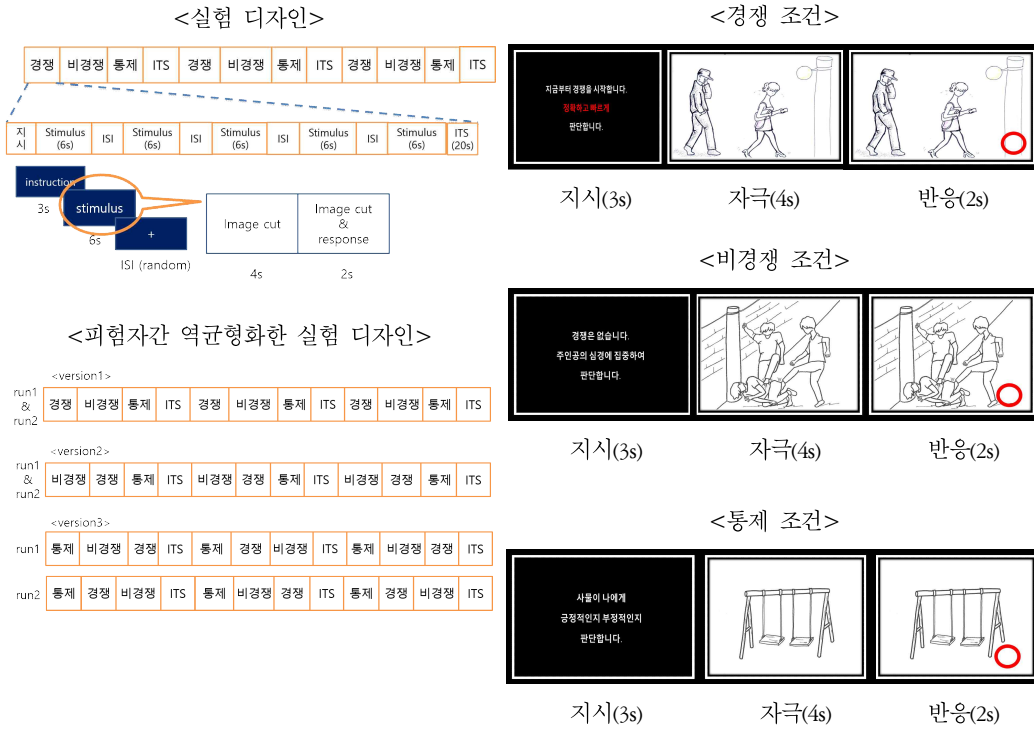


(그림 1) 실험에 사용된 6가지 정서별 자극과 통제조건에 사용된 그림 자극 예

### 실험 설계

fMRI 실험을 위해 본 연구에서는 mixed event-related and block design을 사용하였다. block 디자인은 연속적인 이벤트에 의한 혈류 내 산소 활동 신호의 강도를 강하게 잡는 장점이 있고, event-related 디자인은 개별 아이템들에 반응하는 신호를 잡아내는 장점이 있다. 두 디자인을 합친 mixed design의 경우 하나의 조건에서 여러 개별 과제를 진행하는 동안 관련 혈류 반응의 강도를 높게 관찰할 수 있다는 특징이 있다(Donaldson & Bucker, 2001). 본 연구에서 경쟁시의 공감 과정과 비경쟁시의 공감과정의 강도를 비교하기 위해 mixed design이 적절하다고 판단하였다. 각 피험자가 경쟁과 비경쟁 조건을 모두 경험하는 집단내 설계를 하였고, 조건이 돌아가며 제시되기 때문에 조건의 변화를 알리기 위해 3000ms 동안 제시되는 지시문을 사용하였다. 뒤이어 정서를 판단하는데 사용한 각각의 그림자극은 4000ms동안 제시되었고, 그 이후에 화면 우측 하단에 빨간색 동그라미가 2000ms 제시되는 동안 피험자들은 정서가를 판단하도록 하였다. 각각의 조건(경쟁, 비경쟁, 통제) 블록에는 5개의 그림 자극을 제시하였고, 총 2개의 run에 조건별로 각각 30개의 그림자극이 포함되도록 구성하였다. 그 과정에서 ISI는 2000ms에서 강력한 신호를 감지할 수 있다는 연구(Dale & Buckner, 1997)를 참고하여 2000ms 전후로 ISI가 변화하도록 설계하였고 각 block 내에서 사용된 ISI의 평균은 7.7 sec 이었으며, ISI동안에 ‘+’가 삽입된 화면을 제시하였다. 그림 2에서 보는바와 같이 피험자 간에 순서효과를 최소화하기 위해 역균형화한 여러 가지 버전이 다양하게 제시되도록 구성하였다. 하나의 run에서 경쟁·비경쟁·통제조건의 1세트를 실시한 후, 기저선 조건을 20sec동안 제시하여 혈역학반응(hrf)을 감소시킨 후 다음 조건을 다시 제시하였다. 실험은 총 2개의 run으로 구성하였고 각 조건은 ISI를 포함하여 40.7sec로 구성하고 각 run은 528sec동안 지속되어 각 run당 264개의 volume을 수집하였다.





(그림 2) 실험 디자인(좌측) 및 실험 과제(우측)의 구성

**실험절차**

피험자들은 자기공명영상을 촬영하기 전에 실험참가 동의서에 서명한 후 실험자로부터 과제의 목적, 수행방법, 주의사항에 대해 설명을 들었으며 실제 과제를 수행하기 전에 예시 과제를 수행함으로써 실제 과제에서 나타날 수 있는 혼동을 미리 피하도록 조치하였다. 경쟁조건과 비경쟁조건에서 수행하는 과제는 정서가 유발되는 그림자극으로(측정도구: 실험자극 부분에서 자세히 설명함) 피험자들은 제시되는 4sec 동안 제시되는 그림자극을 보면서 주인공이 처한 상황을 이해하고, 이를 바탕으로 1인칭 시점으로 주인공이 처한 상황에 대한 정서가 긍정적인지 부정적인지 판단하도록 하였다. 통제조건에서는 사물 자극이 제시되고 이에 대해서도 1인칭 시점으로 긍정적 정서인지 부정적 정서인지 판단하도록 지시하였다. 정서가를 판단하는 수행 과제는 조건마다 동일하지만, 경쟁의 유무가 상황적으로 제시되므로 경쟁 유무를 알리기 위해 조건을 알리는 지시문을 과제 시작 전에 3sec간 제시하였다. 그리고 피험자의 경쟁심을 조작하기 위해 경쟁자 역할을 맡아줄 실험보조자와 함께 실험에 임했으며 실험보조자에게는 사전에 실험에 대한 설명을 실시하고 그 역할에 대해 주지시켰다. 경쟁자 역할을 한 실험보조자는 실험 피험자가 실

험에 대해 지시를 받고 사전 연습과제를 시행하는 동안 동시에 실험에 임하는 연기를 하도록 하였고, 피험자와 함께 동시에 뇌영상 촬영실로 입장하였다. 경쟁 상황 조작은 두 사람이 수행한 과제에 대한 반응시간과 반응 정확도를 실험 종료 후 즉석에서 평가하여 승자에게 소정의 사례비 외에 추가 상금 10,000원을 제공하기로 하여 경쟁심을 유발하는 방법을 사용하였다. 경쟁자 역할을 수행하는 실험보조자는 성별효과를 배제하기 위해 남성 피험자에게는 남성 경쟁자를, 여성 피험자에게는 여성 경쟁자를 할당하였다. 비경쟁 조건에서는 과제 수행에 대한 평가를 진행하지 않는다고 지시하였으며 평가는 오직 경쟁 조건에서의 수행만으로 평가된다고 주지시켰다.

영상실에서 과제를 수행하기 위해 거울을 통해 과제를 수행해야 하는 자기공명영상과제의 특징상 모니터 화면의 사각 앵글이 모두 보이는지 확인하여 최적의 시각조건을 조정하였다. 피험자는 경쟁과 비경쟁 조건 및 사물에 대해 판단하는 통제조건에서 그림자극을 4sec간 응시한 후 유발되는 정서의 긍정 및 부정을 2sec 동안 판단하도록 지시받았다. 지속되는 과제는 8분 46초이며, 이 과제를 연이어 2번 실시하였다. 각 조건에는 5개의 그림자극이 제시되고, 한 run은 3개의 조건이 3번 반복되므로 피험자는 총 60개의 사람관련 정서자극과 30개의 사물 관련 통제자극에 대한 판단을 수행한다. 총 2개의 run을 수행하고 난 후에 실험이 종료되면 약 5분간 두뇌해부학적영상을 촬영하였다. 영상 촬영에 참여한 시간은 총 35분 정도이고, 영상 실험을 종료한 후에 피험자들은 자기보고식 공감 설문지(강준, 2013)를 작성하였고, 최종 실험이 모두 종료된 후에는 연구의 윤리성 차원에서 실험의 경쟁 상황이 부득이하게 조작된 것이었음을 알리고 양해를 구하였다. 그리고 실험 후 구두 인터뷰에서 피험자들은 실험 직전에 대기실에서 만난 경쟁자에게 이겨야겠다는 상당한 경쟁심을 느꼈음을 보고하였다. 실험 과제는 E-prime(version 2.0 professional, Psychology Software Tools, Inc, Pittsburgh, PA)을 사용하여 MRI 스캐너와 연동된 장치를 통해 800x600 pixels로 구성하여 시각적으로 제시하였다.

#### fMRI영상획득 및 분석

기능적자기공명영상 이미지(echo planar imaging; EPI)와 T1-weighted영상은 고려대학교 뇌영상센터의 Siemens 3.0 Tesla 스캐너를 이용하여 획득하였다. 각 EPI 영상은 interleaved방법을 이용하여 5mm 두께로 촬영하였고 TR=2000ms, TE=30ms, Field of View=200x200mm, matrix=64x64mm, flip angle=90° 조건으로 각 EPI 당 총 32 slices를 획득하였다. T1 강조 영상은 FOV=256mm, TR=1900ms, TE=2.52ms, flip angle=9°로 조건화하여, 1mm 두께로 촬영하였다.

획득한 영상은 MATLAB R2015a version 내에서 구동되는 SPM8(Statistical Parametric Mapping; Welcome Department of Cognitive Neurology, London, UK) 소프트웨어를 활용하여 분석하였고, 영상의 사전 처리(preprocessing)로 시간에 따른 차이교정(slice timing), 움직임 교정(motion correction), 기

능적 영상의 해부학적 영상에의 일치 및 표준화(normalization), 그리고 마지막으로 8mm 커널 크기로 평편화(smoothing)과정을 수행하였다. 사전처리를 마친 영상은 일반 선형 모델(general linear model)을 이용하여, 네 가지 시행유형(경쟁/비경쟁/통제/기저선)을 run1과 run2를 구분하여 24개(4개 시행 유형×3블럭×2run)의 사건을 각각 regressor로 그림 자극 제시 시점을 기준으로 분석하였다. 각 사건마다 혈역학반응함수(hemodynamic response function: hrf)의 진폭 대비영상(contrast image)은 A-B조건 형태의 감산기법을 이용해 산출하였다. 1차 개인분석 결과로 얻은 대비 영상을 근거로 one-sample t-test를 통해 경쟁 유무(경쟁 vs. 비경쟁)상황에 따른 경쟁 효과의 두뇌 활성화 영역에 대한 주효과를 확인하였으며, two-sample t-test를 통해 경쟁 유무 각 조건에서 공감의 인지 과정에 더 많이 관여하는 차별적인 뇌 영역을 알아보았다. 이 때 일반화를 위해 피험자를 무선 변인으로 간주하는 무선 변인 모델을 사용하였다. 마지막으로 Lamm, Batson, 그리고 Decety(2007)에서 실시한 행동 데이터와 두뇌 영역의 상관관계를 확인하는 분석 방식을 참고하여 본 연구에서도 multiple regression 분석 방법을 사용해 조건별 개인의 대비영상(contrast image)과 공감 설문에서 추출된 객관화된 지표와 두뇌 영역과의 상관관계를 확인하였다. 이러한 분석을 통해 첫 번째로 경쟁 상태와 비경쟁 상태에서의 인지 과정에 관여하는 두뇌 활성화 영역을 확인하였으며(표 2), 두 번째로 경쟁과 비경쟁 상황에서 사물에 대한 정서 판단의 인지적 처리 과정을 제거한 후의 공감의 인지 과정을 차별적으로 확인하였다(표 3). 그리고 세 번째로 개인의 공감 수준에 따라서 경쟁 유무 조건에 따라 높은 상관관계를 보이는 두뇌 영역을 알아보았다(표 4).

Multiple comparison을 위한 통계적 유의미 판단에  $p < .001$ 의 유의도 수준을 사용하는 이유는  $z$  값이 3.09 이상일 때 uncorrected  $p < .001$ 의 유의수준에 반응한다고 했으며, 이 같은 유의수준은 미묘한 인지과정을 측정하는 이전의 다양한 fMRI연구에서 폭넓게 사용되는 통계 수준이다(Völlm et al., 2006). 또한 다양한 공감과 관련한 연구에서(Lamm et al., 2007; Schnell et al., 2011) multiple comparison의 통계적인 유의미 판단을 위해  $p < .001$ (uncorrected)의 유의도 수준을 기본값으로 사용하였기 때문에 본 연구에서도 같은 유의수준을 사용하여 결과 분석 하였고 각 유의미한 덩이소의 최대 활성화 부피소의 MNI 좌표를 보고하였다. SPM에서 제공하는 MNI 좌표는 Yale BioImage Suite Package 프로그램(<http://sprout022.sprout.yale.edu/mni2tal/mni2tal.html>)을 이용하여 Talairach 좌표로 변환한 후, Talairach & Tournoux(1988)와 Talairach Daemon(developed by Jack Lancaster and Peter Fox, Research Imaging Institute, University of Texas Health Science Center, USA)를 이용하여 두뇌 영역에 대한 해부학적 명칭을 알아보았다.

피험자가 영상 촬영 동안 반응한 행동 데이터는 SPSS 21.0을 활용하여 경쟁과 비경쟁 조건에서 심리적 상태의 변화가 있는지 알아보기 위해 반응 시간(RT)에 대한  $t$ 검정을 실시하였다. 그러나 기술통계표(표 1)에 통제 조건에 대한 행동데이터 분석 결과를 제시하지 않았는데 그 이유는 통제 조건에 사용된 사물 자극은 중립 자극이지만 평정자의 주관적인 감정에 의해 정서가를 판단하여 정답이 없기 때문이다. 그러므로 사물의 긍·부정 정서의 판단에 정답이 존재하는 것은

아니기 때문에 데이터 해석에 큰 의미가 없다고 판단하여 행동반응분석에서 고려하지 않았다.

## 결 과

### 행동 데이터 결과

8분 46초 정도의 과제를 2회 시행하는 동안 첫 번째 과제와 두 번째 과제 수행에서 반응 시간의 연습효과가 나타나는지를 확인하기 위해 run1과 run2의 경쟁조건의 평균 반응시간에 대한 t-검정을 실시하였다. 그 결과 run1의 경쟁조건에서 수행한 과제의 반응시간( $M=276.62\text{ms}$ ,  $SD=59.56$ )과, run2의 반응시간( $M=278.69\text{ms}$ ,  $SD=48.98$ )의 차이검정에서  $t$  통계 값은  $-1.23(p=.583)$ 으로 유의수준 .05에서 시간에 따른 연습효과는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 반면에 경쟁 조건과 비경쟁 조건에서 피험자는 심리적 변화로 인한 반응시간의 차이를 나타냈다(표 1 참조). 경쟁 조건에서 보상을 놓고 상대방과 벌이는 반응시간( $M=277.66\text{ms}$ ,  $SD=48.14$ )의 빠르기는 경쟁이 아닌 조건에서 공감 과제에 집중하여 과제를 수행하는 반응시간( $M=385.47\text{ms}$ ,  $SD=97.87$ )보다 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하게 빠름을 확인하였다( $t=-4.530$ ,  $p=.002$ ). 정답 찾기의 정확도에 있어서는 두 조건 간에 유의한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 공감 과제가 모호하지 않고 명확한 정서가 나타나 있었기 때문에 긍정적인지 부정적인지를 판단하기가 수월했기 때문인 것으로 보인다.

〈표 1〉 조건(경쟁 vs. 비경쟁)에 따른 피험자의 반응시간과 정확도에 대한 t검정

	조건	평균( $M$ )	표준편차( $SD$ )	사례수( $n$ )	$t$	$p$
반응시간 (s)	경쟁	277.66	48.14	21	-4.530	.002
	비경쟁	385.47	97.87	21		
정확도 (%)	경쟁	98.27	2.49	21	0.006	.989
	비경쟁	98.26	2.27	21		

\*  $p < .05$

### 뇌영상 데이터 결과

#### 결과 1. 경쟁과 비경쟁 상황에서의 인지 과정의 차이

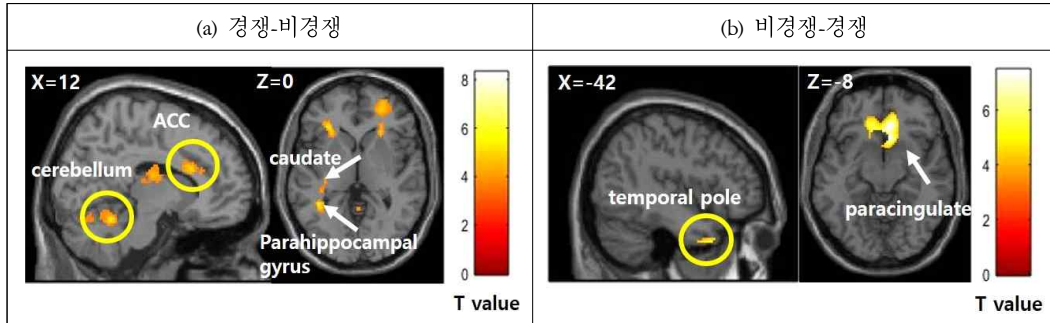
경쟁과 비경쟁 상황에서 공감의 인지과정이 발현될 때 차별적인 뇌 영역이 활성화되는지 알

아보기 위해 '경쟁-비경쟁', '비경쟁-경쟁'의 대비영상(contrast image)을 이용해 one sample t-test를 수행하였다. 경쟁에 노출되었을 때와 그렇지 않은 조건에서 활성화되는 뇌 영역이 다르게 나타났다(표 2 참조). 경쟁자와 수행 결과로 받을 수 있는 보상(돈)을 걸고 공감 과제를 수행하는 조건에서는 좌·우측 cingulate gyrus, cerebellum, superior frontal gyrus, 좌측 middle temporal gyrus/ parahippocampal gyrus, caudate, 좌측 middle frontal gyrus 영역이 활성화된 것을 관찰하였다. 반면에 경쟁 없이 타인이 처한 상황에 대해 공감하는 과정에서는 paracingulate(BA 32), temporal pole(BA 38), cuneus/superior occipital gyrus(BA 26), uncus/inferior temporal gyrus(BA 20/28)영역이 활성화 되었다. 특히 비경쟁 조건에서 활성화된 paracingulate영역은 peak voxel을 중심으로 BA32, BA11, BA47에 걸쳐 넓은 영역에서의 활성화를 보였다.

〈표 2〉 경쟁에 노출된 상황에서 공감 과제를 수행할 때, 비경쟁에 비해 더 활성화된 두뇌 영역(경쟁-비경쟁)과 비경쟁 조건에서 공감 과제를 수행할 때 경쟁에 비해 더 활성화된 두뇌 영역(비경쟁-경쟁)

영역	cluster size	BA	L/R	MNI좌표			T 값
				x	y	z	
<b>(경쟁 - 비경쟁)</b>							
cingulate gyrus (대상회)	4847	24	L	-20	8	28	8.29
cingulate gyrus (대상회)	4336	24	R	16	16	24	7.39
cerebellum (소뇌)	1236		R	2	-64	-20	5.95
parahippocampal gyrus/ middle temporal gyrus (해마겔이랑/중측두엽)	117	19	L	-38	-48	-2	5.93
superior frontal gyrus (상전두엽)	197	6	L	-6	2	64	4.98
caudate/middle temporal gyrus (미상핵/중측두엽)	36		L	-36	-32	0	4.41
middle frontal gyrus (중전두엽)	27	10	L	-26	52	8	3.86
<b>(비경쟁 - 경쟁)</b>							
paracingulate extended vmPFC (인접대상회)	1530	32	R	8	30	-10	7.46
temporal pole/superior temporal gyrus (측두극/상측두엽)	54	38	L	-42	14	-38	5.09
cuneus/superior occipital gyrus (췌기소엽/상후두엽)	26	19	R	34	-88	32	4.60
uncus/inferior temporal gyrus (구상회/하측두엽)	29	20/28	R	28	-2	-34	4.11

$p < .001$  uncorrected;  $k > 20$



〈그림 3〉 (a) 경쟁 조건에서 공감 과제를 수행할 때 더 많이 활성화된 두뇌 영역 ACC(x=12, y=18, z=24), cerebellum(x=12, y=-48, z=-20), caudate(x=-36, y=-32, z=0), parahippocampal gyrus(x=-38, y=-48, z=0). (b) 비경쟁 조건에서 공감 과제를 수행할 때 더 많이 활성화된 두뇌 영역 temporal pole(x=-42, y=14, z=-38)과 paracingulate(x=8, y=30, z=-8). 본 그림의 활성화는  $p = .001$ (uncorrected)수준에서 관찰한 것이며, MNI좌표를 기반으로 함.

**결과 2. 공감의 인지적 과정에서의 경쟁 효과**

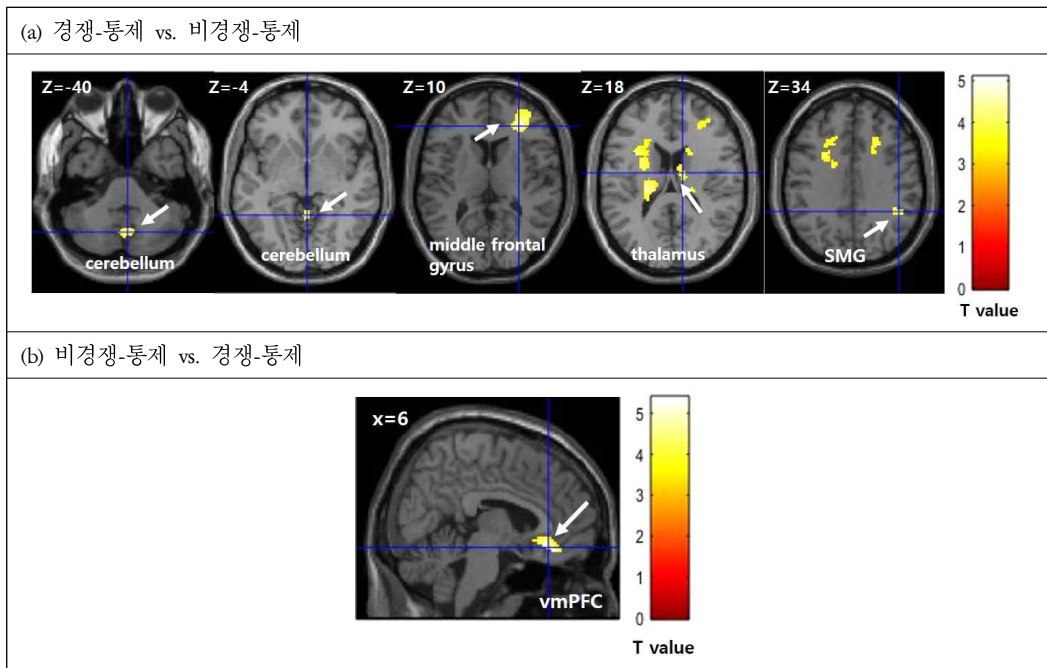
경쟁과 비경쟁 조건의 직접 비교는 정서적 판단 과정이 포함되어 있기 때문에 사물에 대한 긍정·부정의 정서적 판단과정을 제하고 경쟁 조건과 비경쟁 조건에서 공감의 인지적 과정을 알

〈표 3〉 경쟁과 비경쟁 조건에서 사물에 대한 긍정과 부정 정서 값의 인지적 판단과정을 제하고 타인의 상황에 대해 공감할 때 각각 활성화된 두뇌 영역

영역	cluster size	BA	L/R	MNI좌표			T 값
				x	y	z	
<b>(경쟁-통제) - (비경쟁-통제)</b>							
anterior cingulate gyrus (전대상회)	1283	32	L	-24	22	30	5.09
middle frontal gyrus (중전두엽)	838	10/46	R	30	38	10	4.86
cerebellum (소뇌)	118		R	4	-66	-40	4.32
supramarginal gyrus(SMG) (연상회)	115	40/39	R	46	-46	34	4.26
cerebellum (소뇌)	123		R	2	-50	-4	4.21
medial frontal gyrus(mPFC) (내측전두엽)	99	6	L	-4	2	60	4.14
cerebellum (소뇌)	75		R	2	-64	-20	4.13
thalamus extended caudate, Nacc (시상)	110		R	12	-8	18	3.90
<b>(비경쟁-통제) - (경쟁-통제)</b>							
vmPFC (복내측전두엽)	698	11	R	6	32	-14	5.38

$p < .001$  uncorrected;  $k > 20$

아보고자 two-sample t-test를 통해 [경쟁-통제]-[비경쟁-통제] 조건을 만들어 두뇌 활성화 영역을 확인하였다. 분석 결과, 경쟁 상황에서 사물 자극의 정서판단 과정을 제하고 공감하는 과정에서는 ACC(BA 32), middle frontal gyrus, SMG(BA 40), mPFC(BA 6), 그리고 caudate와 Nacc로 활성화가 확장된 thalamus가 활성화를 보였다. 반면에 비경쟁 조건에서 사물과 관련한 정서판단의 인지과정을 제한 공감 과정에서는 vmPFC(BA 11) 영역의 우세한 차별적 활동이 관찰되었다(표 3 참조).



〈그림 4〉 경쟁과 비경쟁 상황에서 사물과 관련한 정서 판단을 제하고 사람과 관련한 정서 판단의 인지적 공감에서 활성화 되는 영역. (a) 경쟁 상황에서 타인에게 공감하는 과정에서 활성화 된 영역 cerebellum ( $x=4, y=66, z=-40$ ), middle frontal gyrus( $x=30, y=38, z=10$ ), thalamus( $x=12, y=-8, z=18$ ), SMG( $x=46, y=-46, z=34$ ). (b) 비경쟁 상황에서 타인에게 공감하는 과정에 활성화된 영역 vmPFC( $x=6, y=32, z=-14$ ). 본 그림의 활성화는  $p=.001$ (uncorrected)수준에서 관찰한 것이며, MNI좌표를 기반으로 함.

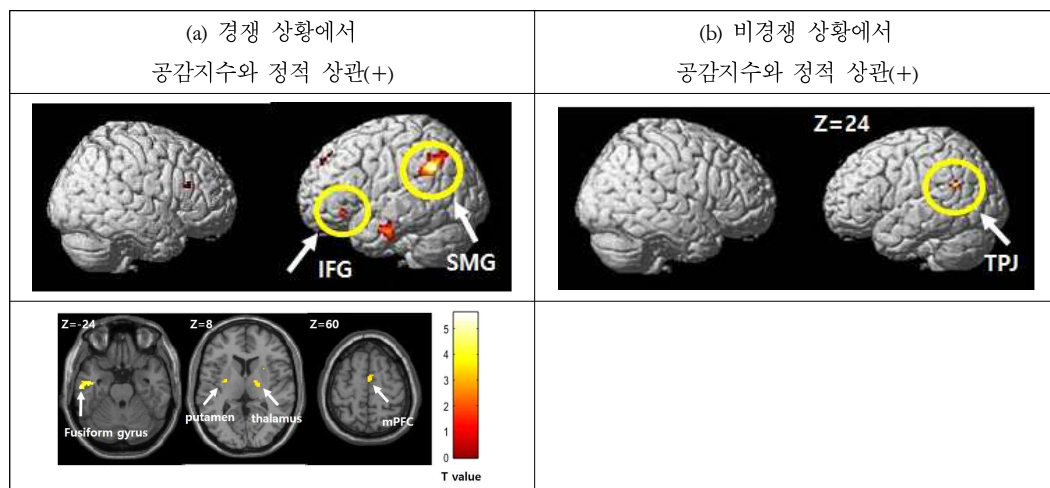
### 결과 3. 공감 지수와 상관을 보인 뇌 영역

경쟁 상황과 비경쟁 상황에서 개인의 공감적 수준에 따라 어떤 두뇌 영역이 관련하는지를 알아보기 위해 2차 그룹분석에서 multiple regression 통계방법을 이용하여 공감 지수 측정도구(QCAE) 값을 covariance로 사용하여 분석하였다. 그 결과 대비영상 [경쟁-비경쟁] 조건과 [비경쟁-경쟁] 조건에서는 유의수준  $p<.001$ 에서 상관을 보이는 영역이 나타나지 않았고, [경쟁-통제] 조건과 [비경쟁-통제] 조건에서 각각 개인의 공감 지수와 상관을 보이는 영역이  $p<.001$ 수준에서

〈표 4〉 multiple regression 분석에서 (경쟁-통제) 조건과 (비경쟁-통제) 조건에서 행동데이터인 개인의 공감 지수와 정적 상관을 보이는 두뇌 영역

영역	cluster size	BA	L/R	MNI좌표			T 값
				x	y	z	
<b>(경쟁-통제 조건)</b>							
supramarginal gyrus(SMG) (연상회)	506	40	L	-50	-46	30	5.61
fusiform gyrus/middle temporal gyrus (방추형회/중측두엽)	175	20/21	L	-58	-14	-24	5.38
inferior frontal gyrus(IFG) (하전두엽)	66	47	L	-42	30	-10	5.27
inferior frontal gyrus(IFG) (하전두엽)	54	45/44	R	38	22	20	4.57
medial frontal gyrus(mPFC) (내측전두엽)	29	10		-4	56	12	4.47
thalamus (시상)	37		R	18	-10	8	4.38
superior frontal gyrus (상전두엽)	26	8/9	L	-30	48	40	4.29
superior frontal gyrus (상전두엽)	31	9	L	-14	44	28	4.24
medial frontal gyrus (내측전두엽)	44	6	R	4	-4	60	4.18
claustrum (담장)	22		R	28	10	12	4.17
putamen (피각)	30		L	-26	-4	8	4.14
cerebellum (소뇌)	30		L	-6	-48	-14	3.86
<b>(비경쟁-통제 조건)</b>							
temporoparietal junction(TPJ) (측두두정연합부)	29	39	L	-50	-56	24	4.17

p < .001 uncorrected; k>20



〈그림 5〉 (a) 경쟁 상황에서 공감 측정도구(QCAE)의 지수와 정적 상관을 보이는 영역으로 피질부분에서는 SMG (x=-50, y=-46, z=30), IFG(x=-42, y=30, z=-10), mPFC(x=4, y=-4, z=60)영역과 피질하영역에서는 fusiform gyrus(x=-58, -14, -24), putamen(x=-26, y=-4, z=8), thalamus(x=18, y=-10, z=8), 그리고 cerebellum(x=-6, y=-48, z=-14)이 상관을 보임. (b) 비경쟁 상황에서 공감 지수와 정적 상관을 보이는 영역 TPJ(x=-50, y=-56, z=24). 본 그림의 활성화는 p=.001(uncorrected)수준에서 관찰한 것이며, MNI좌표를 기반으로 함.



나타났다. [경쟁-통제] 조건에서 개인의 공감 지수가 높을수록 SMG(BA 40), fusiform gyrus(BA 20/21), IFG(BA 47/45), mPFC(BA 10), thalamus, superior frontal gyrus(BA 8/9), claustrum, putamen, cerebellum 영역과 상관을 보였다. 반면에 [비경쟁-통제] 조건에서는 개인의 공감 수치가 높을수록 TPJ 영역이 높은 상관을 보였다(표 4 참조).

### 종합논의

이 연구에서는 인류의 적응적 행동기제인 공감의 인지과정이 타인과 경쟁을 해야 하는 상황에서 어떤 두뇌활동을 보이는지를 탐색해보고자 하였다. 이를 위해 대학생을 대상으로 그림자극의 긍·부정 정서를 판단하는 실험과제를 이용하여 fMRI 데이터와 자기보고식 공감설문지로 수집한 자료를 분석하였다. 첫 번째 연구 결과로, 경쟁 상황에서 유발된 인지과정에 관여하는 두뇌 영역으로 ACC(BA 24), parahippocampal gyrus/middle temporal gyrus(BA 19), middle frontal gyrus(BA 10)와 superior frontal gyrus(BA 6), caudate의 두뇌 활성화 양상을 관찰하였다. 반면에 경쟁이 없는 비경쟁 조건에서 활성화된 두뇌 영역은 paracingulate cortex(BA 32)와 temporal pole(BA 38), cuneus(BA 19), uncus(BA 20)였다. 두 번째 연구 결과로, 정서판단의 인지과정을 제한 후 경쟁 조건에서의 공감의 인지과정과 관련한 두뇌 활성화는 ACC(BA 32)와 SMG(BA 40), mPFC(BA 6), thalamus, cerebellum 영역에서 나타났고, 반대로 비경쟁 상황에서 발생하는 공감의 인지과정에는 유일하게 BA 11영역인 vmPFC가 기능하고 있음을 관찰하였다. 세 번째 연구 결과로, 개인의 공감 수치와 높은 상관을 보이는 두뇌영역은 경쟁 상황일 경우 개인의 공감수준이 높을수록 SMG(BA 40), IFG(BA 47/45), mPFC(BA 10), superior frontal gyrus(BA 8/9), putamen과 cerebellum 영역이 관련되어 나타났으며, 비경쟁 상황인 경우 TPJ 영역이 공감 수치와 높은 상관을 보였다.

본 연구의 결과를 이해하기에 앞서 본 연구에서 수행한 공감의 측면과 기존 연구의 공감 측면이 어떻게 다른지 이해하는 것이 중요하다. 기존 공감 연구는 주로 비디오나 사진 속의 주인공이 신체적 고통(예. 문에 끼임)을 겪는 것을 관찰하면서 발생하는 자동적 반응으로서의 정서적 공감 연구(예. Jackson et al., 2005)와 ToM의 개념으로 3단계 스토리의 만화를 보고 그 다음 장면을 추론하는 연구(예. Völlm et al., 2006), 만화로 이루어진 스틸 컷을 보고 주인공의 심경을 추론하는 연구(예. Ulike et al., 2011), 타인의 관점을 이해하는 조망수용 관점에서의 공감 연구(Lamm et al., 2007)등 상대방의 마음읽기 과정에서 유발되는 mentalizing과 관련한 인지적 공감 연구가 대부분이었다. 이렇듯 기존의 공감 연구는 단일적 변인으로 이루어진 상황에서 공감과 관련되는 두뇌 영역을 확인하고 그 기능을 알아본 것이다. 그러나 본 연구에서는 경쟁이라는 상황 변인이 추가됨으로써 경쟁적인 환경에서 공감의 인지과정이 어떻게 다른 차이를 보이는가를 알아보고자 한 것이 기존 연구와의 차별점이다.

### 경쟁 상황과 비경쟁 상황에서 나타나는 인지활동

경쟁을 fMRI 연구로 다루는 다양한 선행 연구들(Cikara et al., 2014; Decety et al., 2004; Gallagher et al., 2002; Halko et al., 2009; Polosan et al., 2011)은 공통적으로 경쟁에 관여하는 인지기능에 mentalizing을 언급한다. 사람과 사람 사이의 사회적 경쟁에서는 상대방의 전략과 의도를 읽어야 하는 ToM 과정이 필요하며 이러한 인지 과정에서 mPFC와 TPJ 영역이 관여한다고 한다. 특히 Polosan과 동료들(2011)의 연구에 따르면 사회적 경쟁(social competition) 과정에서 타인의 전략을 읽어내는 mentalizing 과정 중에는 특정 두뇌영역의 네트워크가 작동하는데 이때 직접적으로 활성화되는 두뇌 영역은 inferior/superior frontal gyrus, ACC, insula, superior/inferior temporal gyrus, hippocampus, fusiform gyrus, cuneus로 이루어져 있다고 하였다. 또한 경쟁 상황에서 결과에 따라 보상이 제공되는 경우에는 자신의 행동 뒤에 따르는 보상에 대한 예측 반응이 일어나는데 이에 는 중뇌의 도파민시스템에서 신호를 받아 움직이는 hippocampus 영역이 반응하며, caudate 영역도 보상 예측과 관련하여 활성화되기도 한다(Wittmann et al., 2005). 그러므로 관련 선행 연구를 종합해보면 본 연구의 [경쟁·비경쟁]의 조건이 동일한 공감 과제를 수행하는 경우에 경쟁의 유무에 따른 상황적 차이만 발생하기 때문에 공감의 인지과정이 제거된 상황임을 고려해볼 때, 활성화를 보여준 ACC, parahippocampal gyrus, superior temporal gyrus, caudate 영역은 경쟁의 인지적 과정에 국한된 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서 나타난 영역들은 경쟁의 mentalizing 과정에서의 네트워크를 주장했던 Polosan과 동료들(2011)의 연구결과와 유사하다. 보상 예측에 영향을 받는 피질하 영역의 활성화를 함께 고려할 때 경쟁 조건에서 보여진 영역들은 공감 활동 중에 타인의 상황을 파악하고 의도를 읽는 mentalizing 과정이라기보다, 경쟁자와 함께 과제를 수행하고 있음을 의식하는 활동과 더불어 자신의 과제 수행 이후에 발생할 과제 유관적 보상에 대한 기대로 인한 인지 활동으로 생각해볼 수 있다. 이와 더불어 과제 수행 중에 측정된 반응 시간에서도 비경쟁 조건의 수행보다 경쟁 조건에서 통계적으로 유의한 빠르기를 보여주어 보상에 대한 기대효과로부터 비롯되는 심적 상태가 행동의 차이를 유발하는 원인으로 작용하는 것으로 볼 수 있다.

반면에 비경쟁 상황에서는 공감 과제는 동일하게 수행했으나 경쟁 상황이 아니라는 것이 특징적이다. 즉, 경쟁 상황일 때와 비교해서 공감의 인지과정에 관여하는 영역들의 활성화를 확인할 수 있었다. Paracingulate gyrus는 mentalizing에 관여하는 영역으로 알려져 있으며(Gallagher & Frith, 2003) 뿐만 아니라 사람들이 현재 경험하는 자신의 정서에 대해 반응할 때도 활성화되는 영역이다(Gusnard et al., 2001; Lane et al., 1997). 그리고 temporal pole은 일반적으로 시각적 자극이나 청각적 자극에서 개인의 일화적 기억(episodic memory)을 회상하는 경우에 나타난다고 알려져 있는데, 예를 들면 이 영역은 자전적 기억 회상을 하는 중에 활성화를 보이기도 한다(Fink et al., 1996). 또한 이 영역은 정서(value)에 대한 판단 과정에서 나타나거나(Moll et al., 2002; Phan et al., 2002; Vuilleumier et al., 2001), 각성이 높을 때 활성화를 보이기도 한다(Lane et al., 1999). 그러

나 Frith와 Frith(2003)는 mentalizing의 맥락에서 temporal pole의 역할이 개인에게 의미있고 정서적 인의 과거 경험을 유발하는 과정과 관련 있다고 하였다. 즉 경쟁이 없는 상황이라면 타인이 처한 상황에 대해 공감하는 과정에서 temporal pole이 활성화되는 것으로 보아 개인이 경험하는 일화적인 기억을 떠올리는 과정이 포함되고(Frith & Frith, 2003; Gallagher & Frith, 2003), 이에 기반하여 공감의 mentalizing기능이 활성화 되는 것으로 보인다.

### 타인에 대한 공감의 인지과정에 있어서 경쟁 효과

본 연구에서 발견된 흥미로운 사실은 경쟁 상황에서 thalamus가 caudate 및 복측 선조체(ventral striatum)의 일부인 Nacc 방향으로 퍼져 함께 활성화를 보였다는 사실이다. Nacc는 보상에 대한 기대가 있을 때 활성화 되는 것으로 알려져 있는데(Ernst et al., 2004), 본 연구에서 보상에 대한 기대는 단순히 보상 수혜 여부가 아니라 보상의 상대성이다. 즉, 피험자들은 뇌영상을 촬영하기 전에 과제 지시를 받으면서 경쟁자와 서로 인사했다. 그리고 더 잘하는 사람에게 보상을 추가적으로 지급한다는 정보를 제시했다. 그들은 수행 결과 여부를 놓고 더 잘하는 사람이 추가 보상을 가져간다는 것을 인지하고 과제를 수행하였다. 사후 인터뷰에서도 대부분은 경쟁 조건에서는 더 잘해야 한다는 생각이 들었고 그로 인해 더 빨리 반응해야겠다는 생각이 들었다고 하였다. 즉, 상대평가에 의한 보상금 취득은 경쟁 조건에서 보상에 대한 기대를 유발시켰을 가능성이 있다. 그리고 특이한 점은 경쟁 조건에서만 나타난 thalamus의 활성화이다. Thalamus는 ToM을 다루고 있는 과제에서 사회적 비교 또는 사회적 상호작용으로 인한 기능수행으로 보고되고 있다(Shamay-Tsoory et al., 2007). 그러나 thalamus가 일반적으로 감각정보를 처리하는 루트로 알려져 있고, 정서정보처리 및 각성과 관련하여 그 기능이 보고되고 있으며(Anders et al., 2004; McCormick and Bal, 1997), 특히 우측 thalamus는 우측 전두엽과 함께 연합하여 인지적 공감의 정보처리와 관련해 나타난다(Nummenmaa et al., 2007)는 것을 함께 고려해볼 때 본 연구에서 mPFC와 함께 활성화된 thalamus는 경쟁 상황에서 유발되는 각성 조절 및 인지적 공감 처리와 관련이 있는 것으로 생각해볼 수 있다.

하지만 중요한 포인트는 “경쟁 상황이라는 조건에서 공감과제를 수행할 때 SMG의 활성화가 의미하는 것이 무엇인가?” 이다. SMG는 TPJ에 속하는 영역으로 superior temporal gyrus의 말미쪽과 배문측후두엽(dorsal-rostral parts of the occipital gyri)의 가장자리에 위치하는 영역이다(Decety & Lamm, 2007). SMG의 역할은 공감의 인지과정 중에서도 ToM과 같은 상대방의 의도를 읽는 고차원적 사회 인지에 중요한 역할을 하고 있다고 보고되며, 특히 우측의 SMG는 자기와 타인을 구분하고 타인으로부터 유발된 자극에 반응하는 것으로 알려져 있다(Decety & Sommerville, 2003; Farrer et al., 2003; Farrer & Frith, 2002). Decety와 Lamm(2007)이 수행한 TPJ에 대한 메타연구를 살펴보면, 다양한 연구들이 TPJ 영역 내에서도 인지기능에 따른 위치 차이를 보고하는 것을 볼 수 있다. 이들은 TPJ와 관련된 인지기능에 ToM, Agency, Empathy, Reorienting 등을 보고하는 연구들

을 정리하였는데 본 연구에서 보여진 SMG의 위치와 유사한 영역의 인지기능은 주로 Agency(예. Ruby & Decety, 2004)와 ToM(Decety et al., 2004)의 기능이다. 이것은 경쟁중인 상황에서도 타인에 대한 인지적 공감은 발생하고 있다는 사실을 고려해볼 수 있다. 그러나 우측 SMG가 1인칭 시점 보다는 3인칭 시점에서 나타나고(Ruby & Decety, 2004; Schnell et al., 2013), 자기참조적 판단보다는 타인참조적 반응에서 관찰된다는 선행연구를 참고해볼 때(Decety & Jackson, 2006; Decety & Lamm, 2007; Farrer et al., 2003; Farrer & Frith, 2002; Silani et al., 2013), 비경쟁 상황에서의 달리 경쟁 상황에서는 타인의 상황에 대한 인지적 이해만 있을 뿐, 그로 인해 정서적 공감까지는 유발되지 않는 것으로 보인다. 오히려 사회적 비교를 통해 보상의 상대성에 관해 차별적 인지기능을 연구한 결과 ventral striatum이 그 기능을 담당한다고 보고한 Fließbach와 동료들(2007)의 연구와 보상에 대한 예측과 관련하여 caudate의 기능을 보고하는 연구(Wittmann et al., 2005)를 고려할 때 경쟁 상황에서 thalamus, caudate, Nacc로 확장되는 영역들의 활성화가 경쟁조건에서는 보상에 대한 예측과 기대를 유발시켰을 가능성을 생각해볼 수 있다.

#### 경쟁과 비경쟁 환경에서 개인의 공감 수준의 효과

경쟁이라는 상황에 노출된 조건에서 공감과제를 수행하는 경우, 공감의 행동 데이터와 좌측 SMG가 thalamus, IFG, putamen, mPFC와 함께 높은 상관관을 보이는 영역으로 나타났는데 이는 Lamm, Batson, 그리고 Decety(2007)의 연구에서 3인칭 시점과 관련하여 나타난 공감의 영역과 유사하다. 그들의 연구에서는 과제 속 주인공이 고통을 겪고 있는 상황을 자기참조적 과정에서 관찰할 때 insula를 비롯하여 좌측 SMG, 전측중대상회(aMCC), putamen, thalamus 등이 함께 활성화되었다. 또한 Schnell과 동료들(2011)의 연구를 살펴보면 1인칭시점과 정서적인 판단 부분을 제외하고 3인칭 시점의 인지적 공감과 관련되어 나타난 영역으로 좌측 SMG, 그리고 putamen, claustrum, thalamus 등으로 보고하고 있는데 이 또한 본 연구의 '결과 3'에서 나타난 영역과 매우 유사하다. 이러한 결과는 경쟁 상황이라도 개인의 공감수준에 따라서 사회 인지가 다르게 작용할 수 있는 가능성을 보여준다. 특히 '결과 2'에서 thalamus가 보상 예측 관련 영역과 함께 활성화된 것과 달리, 우측 thalamus는 우측 전두엽과 함께 연합하여 인지적 공감의 정보처리와 관련해 기능하므로 높은 공감 수준과 thalamus와 우측 IFG(BA 47/45)의 상관관은 인지적 공감 처리와 관련이 있는 것으로 생각해볼 수 있다.

TPJ는 mPFC와 함께 공감 및 ToM 같은 사회 인지과정에서 중요한 역할을 수행한다고 보고되고 있다(Decety & Lamm, 2007; Ruby & Decety, 2004). 특히 공감적 판단을 할 때 타인에게 일어난 경우를 귀인할 경우 ToM 관련 영역 중에서도 mPFC가 관여하지만, 자기 자신에게 초점을 맞추어 판단할 경우 TPJ 부분의 활성화를 관찰할 수 있다(Vogeley et al., 2001). 측두엽의 후미쪽에 있는 하두정엽 영역은 SMG를 포함하는 TPJ 영역으로 공감과 조망 수용 능력을 포함하는 ToM의 고차원적 사회 인지과정에 중요한 역할을 하면서 자기로부터 비롯된 자극에 대해 반응하는 영

역(Decety & Lamm, 2007; Farrer & Frith, 2002; Jackson et al., 2005)으로 알려져 있는 것을 고려하면, 비경쟁 상황에서 공감이 높을수록 TPJ가 높은 상관을 보인다는 연구결과는 수용할 만하다.

본 연구는 경쟁 상황 노출 여부에 따라 공감 과제를 수행할 때 우리의 두뇌는 어떻게 다르게 작용하며, 또한 개인의 공감 수준이 경쟁 과정에서 유발되는 인지적 두뇌 활동과 어떤 상관성이 있는가에 대해 알아보고자 하였다. 연구 결과를 종합적으로 정리하면, 본 연구에서 비경쟁 상황에서 수행한 공감의 인지과정과 관련해 보이는 두뇌 영역은 기존의 공감 연구에서 제시하고 있는 temporal pole, paracingulate cortex, mPFC, vmPFC, TPJ 등의 활성화로 유사하게 나타났다. 반면에 경쟁이라는 상황이 보상 시스템과 함께 조성되면 인류의 적응적 인지기능과 행동으로 간주되어온 공감의 기제는 경쟁으로 인해 약간 다른 방식으로 나타난다. 비경쟁 상황에서 나타난 영역들은 주로 1인칭 시점의 자기참조적 판단에서 나타나는 공감의 영역인데 반해 경쟁 상황에서 보이는 영역들은 보상 예측과 관련한 limbic 영역의 활동이 일어나고 공감은 1인칭 시점보다는 3인칭 시점의 조망수용 인지기능과 관련한 두뇌 영역의 활성화를 보여준다. 그리고 개인의 공감 수준이 개인차 변인으로 작용하면 경쟁 상황에서도 인지적 공감과 관련한 기능 담당 영역이 높은 상관을 보이는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 제한점으로 경쟁상황에서 나타나는 정서 관련된 영역인 thalamus의 활성화가 긍정적 정서와 연관이 있는지, 부정적 정서와 연관이 있는지에 대해 설명하기 위해 피험자들의 과제 수행 후에 실시한 사후 인터뷰의 내용에 의존하는 수밖에 없었다. 경쟁 시 보상에 대한 욕구가 강하게 나타나 상대방을 이겨야 한다는 의지가 강했다는 의견이 다수로 나타났는데, 이는 정서 과제의 특성상 자신의 능력을 평가하고 위협하는 종류의 과제가 아니었고 상대방보다 판단과 행동이 빠른 경우에 보상을 취할 수 있었던 맥락적인 부분을 고려한다면 경쟁 조건에서 유발된 정서관련 정보처리하는 보상에 대한 긍정적 정서와 관련 있을 것으로 보인다. 하지만, 경쟁에 대한 지각과 평가가 달라지면 정서도 다르게 반응되기 때문에 경쟁에서 나타나는 정서 관련 정보 처리에 대해서는 보다 더 심층적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 경쟁 상황을 다루고 있는 Halko와 동료들(2009)의 연구에서 동료와 보상을 놓고 경쟁할 때 mentalizing 과정에 기능하는 좌우측 TPJ 영역이 IFG 영역과 함께 활성화됨을 보고하였는데, 특히 우측 IFG는 보상에 대한 지향성이 높을수록 높은 활동성을 보이는 결과를 참고할 때 TPJ와 IFG의 활동 네트워크가 공감적 활동과 경쟁적 상황에서 보상에 반응하는 활동과 어떤 차이가 있는지는 추가적 연구가 필요할 것으로 생각된다. 나아가 경쟁을 지각하는 정도(위협적 vs. 도전적)에 따라서도 종속변인의 결과가 달라지기 때문에 경쟁이 생존과 관련하여 더 위협적으로 지각되는 실제 현실 상황에서 인간의 공감이 어떻게 달라지는지 구체적으로 설명하기 위해서 연구를 더 확장하고 세분화할 필요가 있을 것으로 보인다.

## 참고문헌

- 강유선, 박경 (2014). 중학생의 공감과 또래관계 질에서 정서표현성의 매개효과. **한국청소년연구**, 25, 5-45.
- 강준 (2013). **정서 점화 효과에 기반한 공감의 개인차 연구**. 고려대학교 석사학위 청구논문.
- 고수일 (2011). 자율성, 성과-보상 연계성, 경쟁성이 내재적 동기에 미치는 영향: 목표지향성의 매개역할. **경영교육연구**, 69, 379-398.
- 권주현, 박영신 (2013). 마음의 이해와 공감이 독재자 게임에 나타난 아동의 친사회적 행동에 미치는 영향. **한국심리학회지: 발달**, 26, 117-138.
- 김운태, 홍승후 (2004). 운동과학편: 골프선수들의 성취목표성향과 경쟁상태불안, 자기효능감 및 수행결과와의 관계. **한국사회체육학회지**, 22(단일호), 379-390.
- 김정미 (2009). 고교생의 공감, 또래영향력, 사회적 지지와 공격성과의 관계. **교육학연구**, 47, 49-72.
- 박성희 (1996). 공감의 구성요소와 친사회적 행동의 관계연구. **교육학연구**, 34, 143-166.
- 박성희 (2004). **공감학**. 서울: 학지사.
- 배은경 (2011). 청소년의 공감능력이 자아존중감을 매개로 학교적응에 미치는 영향. **한국심리치료학회지**, 3, 85-100.
- 송춘현 (2012). 초등학생의 성취목표에 따른 경쟁에 대한 평가와 자아존중감 및 정서 간 인과관계. **한국초등체육학회지**, 18, 121-133.
- 이병기 (1998). 이전수행, 목표설정, 경쟁불안과 자기효능감 및 수행과의 관계. **한국스포츠심리학회지**, 9, 51-68.
- 조영남, 배창식 (2001). 집단보상 및 집단구성 방법에 따른 협동학습이 초등 수학과 학업성취에 미치는 효과. **초등교육연구**, 14, 119-136.
- 조은주, 정윤경 (2014). 아동의 의도적 통제와 공감능력이 친사회적 행동에 미치는 영향. **인간발달연구**, 21, 129-147.
- 현지영, 김수영 (2015). '공감의 뿌리'프로그램이 유아의 공감능력 향상과 공격성감소에 미치는 효과. *The Journal of Child Education*, 24, 313-328.
- Akitsuki, Y., & Decety, J. (2009). Social context and perceived agency affects empathy for pain: an event-related fMRI investigation. *Neuroimage*, 47, 722-734.
- Allman, J. M., Hakeem, A., Erwin, J. M., Nimchinsky, E., & Hof, P. (2001). The anterior cingulate cortex. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 935, 107-117.
- Anders, S., Lotze, M., Erb, M., Grodd, W., & Birbaumer, N. (2004). Brain activity underlying emotional valence and arousal: A response related fMRI study. *Human Brain Mapping*, 23, 200-209.

- Batson, C. D., Early, S., & Salvarani, G. (1997). Perspective taking: Imagining how another feels versus imagining how you would feel. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 23, 751-758.
- Chan, J. C., & Lam, S. F. (2008). Effects of competition on students' self efficacy in vicarious learning. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 95-108.
- Cikara, M., Jenkins, A. C., Dufour, N., & Saxe, R. (2014). Reduced self-referential neural response during intergroup competition predicts competitor harm. *NeuroImage*, 96, 36-43.
- Dale, A. M., & Buckner, R. L. (1997). Selective averaging of rapidly presented individual trials using fMRI. *Human Brain Mapping*, 5, 329-340.
- Decety, J. (2015). The neural pathways, development and functions of empathy. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 3, 1-6.
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2006). A social-neuroscience perspective on empathy. *Current Directions in Psychological Science*, 15, 54-58.
- Decety, J., Jackson, P. L., Sommerville, J. A., Chaminade, T., & Meltzoff, A. N. (2004). The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. *Neuroimage*, 23, 744-751.
- Decety, J., & Lamm, C. (2007). The role of the right temporoparietal junction in social interaction: how low-level computational processes contribute to meta-cognition. *The Neuroscientist*, 13, 580-593.
- Decety, J., & Sommerville, J. A. (2003). Shared representations between self and other: a social cognitive neuroscience view. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 527-533.
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125, 627.
- Donaldson, D. I. & Buckner, R. L. (2001). Effective paradigm design. In P. M. Matthews et al.(eds), *Functional Magnetic Resonance Imaging of the Brain: Methods for Neuroscience* (pp. 18-19). New York: Oxford University Press.
- Dvash, J., Gilam, G., Ben Ze'ev, A., Hendler, T., & Shamay Tsoury, S. G. (2010). The envious brain: the neural basis of social comparison. *Human Brain Mapping*, 31, 1741-1750.
- Ernst, M., Nelson, E. E., McClure, E. B., Monk, C. S., Munson, S., Eshel, N., Zarah, E., Leibenluft, E., Zametkin, A., Towbin, K., Blair, J., Charney, D., Pine, D. S. (2004). Choice selection and reward anticipation: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 42, 1585-1597.
- Farrer, C., Franck, N., Georgieff, N., Frith, C. D., Decety, J., & Jeannerod, M. (2003). Modulating the experience of agency: a positron emission tomography study. *Neuroimage*, 18, 324-333.
- Farrer, C., & Frith, C. D. (2002). Experiencing oneself vs another person as being the cause of an action: the neural correlates of the experience of agency. *Neuroimage*, 15, 596-603.
- Fink, G. R., Markowitsch, H. J., Reinkemeier, M., Bruckbauer, T., Kessler, J., & Heiss, W. D. (1996).

- Cerebral representation of one's own past: neural networks involved in autobiographical memory. *The Journal of Neuroscience*, *16*, 4275-4282.
- Fliessbach, K., Weber, B., Trautner, P., Dohmen, T., Sunde, U., Elger, C. E., & Falk, A. (2007). Social comparison affects reward-related brain activity in the human ventral striatum. *Science*, *318*, 1305-1308.
- Frith, U., & Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *358*, 459-473.
- Gallagher, H. L., & Frith, C. D. (2003). Functional imaging of 'theory of mind'. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 77-83.
- Gallagher, H. L., Jack, A. I., Roepstorff, A., & Frith, C. D. (2002). Imaging the intentional stance in a competitive game. *Neuroimage*, *16*, 814-821.
- Gusnard, D. A., Akbudak, E., Shulman, G. L., & Raichle, M. E. (2001). Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation to a default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *98*, 4259-4264.
- Halko, M. L., Hlushchuk, Y., Hari, R., & Schürmann, M. (2009). Competing with peers: Mentalizing-related brain activity reflects what is at stake. *Neuroimage*, *46*, 542-548.
- Hoffman, M. L. (2011). *Empathy and Moral Development: Implications for Caring and Justice*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others?. A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage*, *24*, 771-779.
- Krämer, U. M., Mohammadi, B., Doñamayor, N., Samii, A., & Münte, T. F. (2010). Emotional and cognitive aspects of empathy and their relation to social cognition—an fMRI-study. *Brain Research*, *1311*, 110-120.
- Lamm, C., Batson, C. D., & Decety, J. (2007). The neural substrate of human empathy: effects of perspective-taking and cognitive appraisal. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 42-58.
- Lamm, C., Decety, J., & Singer, T. (2011). Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *Neuroimage*, *54*, 2492-2502.
- Lane, R. D., Chua, P. M., & Dolan, R. J. (1999). Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures. *Neuropsychologia*, *37*, 989-997.
- Lane, R. D., Fink, G. R., Chau, P. M. L., & Dolan, R. J. (1997). Neural activation during selective attention to subjective emotional responses. *Neuroreport*, *8*, 3969-3972.
- McCormick, D. A., & Bal, T. (1997). Sleep and arousal: thalamocortical mechanisms. *Annual Review of Neuroscichology*, *20*, 185-215.



- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Bramati, I. E., & Grafman, J. (2002). Functional networks in emotional moral and nonmoral social judgments. *Neuroimage*, *16*, 696-703.
- Nummenmaa, L., Hirvonen, J., Parkkola, R., & Hietanen, J. K. (2008). Is emotional contagion special? An fMRI study on neural systems for affective and cognitive empathy. *Neuroimage*, *43*, 571-580.
- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage*, *16*, 331-348.
- Polosan, M., Baciuc, M., Cousin, E., Perrone, M., Pichat, C., & Bougerol, T. (2011). An fMRI study of the social competition in healthy subjects. *Brain and Cognition*, *77*, 401-411.
- Preston, S. D., & De Waal, F. B. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, *25*, 1-20.
- Reeve, J., & Deci, E. L. (1996). Elements of the competitive situation that affect intrinsic motivation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *22*, 24-33.
- Reniers, R. L., Corcoran, R., Drake, R., Shryane, N. M., & Völlm, B. A. (2011). The QCAE: A questionnaire of cognitive and affective empathy. *Journal of Personality Assessment*, *93*, 84-95.
- Ruby, P., & Decety, J. (2004). How would you feel versus how do you think she would feel? A neuroimaging study of perspective-taking with social emotions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*, 988-999.
- Schnell, K., Bluschke, S., Konradt, B., & Walter, H. (2011). Functional relations of empathy and mentalizing: an fMRI study on the neural basis of cognitive empathy. *Neuroimage*, *54*, 1743-1754.
- Shamay-Tsoory, S. G. (2011). The neural bases for empathy. *The Neuroscientist*, *17*, 18-24.
- Shamay-Tsoory, S. G., & Aharon-Peretz, J. (2007). Dissociable prefrontal networks for cognitive and affective theory of mind: a lesion study. *Neuropsychologia*, *45*, 3054-3067.
- Shamay-Tsoory, S. G., Aharon-Peretz, J., & Perry, D. (2009). Two systems for empathy: a double dissociation between emotional and cognitive empathy in inferior frontal gyrus versus ventromedial prefrontal lesions. *Brain*, *132*, 617-627.
- Silani, G., Lamm, C., Ruff, C. C., & Singer, T. (2013). Right supramarginal gyrus is crucial to overcome emotional egocentricity bias in social judgments. *The Journal of Neuroscience*, *33*, 15466-15476.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J. P., Stephan, K. E., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, *439*, 466-469.
- Talairach, J., & Tournoux, P. (1988). *Co-planar stereotaxic atlas of the human brain. 3-Dimensional proportional system: an approach to cerebral imaging*. New York, NY: Thieme Medical Publishers.
- Tauer, J. M., & Harackiewicz, J. M. (1999). Winning isn't everything: Competition, achievement orientation, and intrinsic motivation. *Journal of Experimental Social Psychology*, *35*, 209-238.

- Vansteenkiste, M., & Deci, E. L. (2003). Competitively contingent rewards and intrinsic motivation: Can losers remain motivated?. *Motivation and Emotion*, 27, 273-299.
- Vogeley, K., Bussfeld, P., Newen, A., Herrmann, S., Happé, F., Falkai, P., Maier, W., Shah, N. J., Fink, G. R., & Zilles, K. (2001). Mind reading: neural mechanisms of theory of mind and self-perspective. *Neuroimage*, 14, 170-181.
- Völlm, B. A., Taylor, A. N., Richardson, P., Corcoran, R., Stirling, J., McKie, S., Deakin, J. F. W., & Elliott, R. (2006). Neuronal correlates of theory of mind and empathy: a functional magnetic resonance imaging study in a nonverbal task. *Neuroimage*, 29, 90-98.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: an event-related fMRI study. *Neuron*, 30, 829-841.
- Wittmann, B. C., Schott, B. H., Guderian, S., Frey, J. U., Heinze, H. J., & Düzel, E. (2005). Reward-related FMRI activation of dopaminergic midbrain is associated with enhanced hippocampus-dependent long-term memory formation. *Neuron*, 45, 459-467.

1차 원고 접수 : 2016.07.18  
1차 심사 완료 : 2016.09.03  
2차 원고 접수 : 2016.09.19  
2차 심사 완료 : 2016.09.27  
3차 원고 접수 : 2016.09.29  
최종게재확정 : 2016.09.29.

(Abstract)

## Neural Bases of Empathy in Competitive vs. non-Competitive situation

Su-Young Hwang

Mi-Sun Yoon

Dankook University

This fMRI study is aim to investigate effects of competitive environment in cognitive empathic process in human brain. Empathy is known as a crucial factor for human's adaptive behavior in aspects of social cognition and it is almost automatic process, on the other hand competitive situation is psychologically devastated environment to win someone for getting rewards. We hypnotized that reading and understanding of other person's mind are a specific characteristic related to survival evolutionarily, however competition would have an effect on the empathic cognitive process because of mechanisms of competition. To manipulate the competitive atmosphere, one researcher took a role of competitor against participants and they were instructed to get monetary rewards when their performance was better than a competitor. 21 participants(9 males and 12 females) performed to judge the emotional valence of the empathic task consisted of illustrated images with various situation could be experienced in real world as on 1<sup>st</sup> person perspective in both competitive and non-competitive condition, and did same performance with objects stimulus in control condition. In order to examine the competition effects on empathic process,, hemodynamic response were obtained during fMRI session and the imaging data were analyzed to identify brain regions where responses to each condition across the two consecutive runs. Participants' reaction time in competitive condition was faster statistically significant than non-competitive one. Activation for competitive condition increased in the following areas: ACC, mPFC, SMG, thalamus extended caudate and Nacc, parahippocampal gyrus, and for non-competitive condition increased paracingulate gyrus, temporal pole, vmPFC, superior occipital gyrus. As a result of regression analysis using empathic scores as covariance, the rSMG, IFG, fusiform gyrus, thalamus, putamen were correlated with higher empathic levels, and TPJ were correlated with lower empathic scores. We suggest that these observations could mean competitive environment have an effect on neural base of cognitive empathic process.

*Key words : competition, empathy, cognitive empathy, ACC, SMG, TPJ, mPFC, thalamus, fMRI*