

관점 획득과 관련된 청소년에서의 뇌 활성화 : 성인과의 차이

온유한정신건강의학과,¹ 충북대학교 의과대학 정신건강의학교실,² 충북대학교 심리학과,³ 충북대학교병원 정신건강의학과⁴
박성경¹ · 손정우² · 이승복³ · 김혜리³ · 이상익² · 신철진² · 김시경² · 주가원⁴

Brain Activation Related to Perspective-Taking in Adolescents : Differences from Adults

Seong Kyoung Park, MD,¹ Jung-Woo Son, MD,² Seungbok Lee, PhD,³ Hei-Rhee Ghim, PhD,³
Sang-Ick Lee, MD,² Chul-Jin Shin, MD,² Siekyeong Kim, MD,² Gawon Ju, MD⁴

¹Onyourhan Psychiatric Clinic, Cheongju, Korea

²Department of Neuropsychiatry, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

³Department of Psychology, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

⁴Department of Psychiatry, Chungbuk National University Hospital, Cheongju, Korea

Objectives The purpose of this study was to investigate the differences between adolescents and adults, in the perspective-taking ability, as well as the brain activation patterns during the perspective-taking situation.

Methods We recruited healthy adolescents aged 13 years to 15 years (n = 20) and adults aged 19 years to 29 years (n = 20). All the subjects were scanned while performing the perspective-taking task, in which an emotional situation was presented in the form of statements comprising first person, as well as third person perspectives. Differences in brain activation between groups were assessed by contrasting neural activity during the tasks.

Results In the between-group analysis, while performing the third-person perspective-taking task, the adolescent group showed greater neural activities in the middle frontal gyrus and precentral gyrus as compared to the adult group. Positive correlation was observed between the activity in the frontal areas (Brodmann area 6/9) and the score of scales related to perspective-taking and social cognition in the adolescent group.

Conclusions This study suggests that several frontal brain areas of adolescents needs to be overactivated in order to compensate for low perspective-taking ability when they ought to take another person's point of view.

Key Words Adolescence · Social cognition · Perspective-taking · Brain · fMRI.

Received: April 29, 2019 / Revised: June 12, 2019 / Accepted: July 12, 2019

Address for correspondence: Jung-Woo Son, MD

Department of Neuropsychiatry, College of Medicine, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju 28644, Korea

Tel: +82-43-269-6187, Fax: +82-43-267-7951, E-mail: mammosss@hanmail.net

서 론

청소년기는 아동기에서 성인기로 점진적으로 이행되는 과도기적 시기로 정의할 수 있다. 청소년기 동안에는 몇몇 특징적 행동이 드러나는데, 그 중 하나가 또래 지향적인 사회적 상호작용의 증가이다.¹⁾ 이러한 사회적 상호작용 과정에서 획득한 인지 및 행동 양식을 통해 청소년은 부모로부터 독립된 개인으로서의 자아정체성을 확립한다.

'관점 획득(perspective-taking)'은 사회적 인지 영역에서 중요한 개념 중 하나이며, 다른 사람의 관점을 취하여 그 사람

의 관점에서 생각하거나 느낄 수 있는 능력이다.^{2,3)} 청소년의 사회적 행동 및 인지의 발달에 관점 획득 능력은 매우 중요하다. Ha와 Edwards⁴⁾의 연구는 초기 청소년들에게서 관점 획득 능력이 우수할수록 부모에 대한 친사회적 행동이 증가함을 보여주었다. 한편 Han⁵⁾은 청소년의 위험 행동이 사회적 인지 능력과 연관되어 있으며, 관점 획득 능력의 발달이 이러한 위험 행동을 방지하는 데 효과가 있다고 하였다. 이와 같은 특성들을 고려할 때 관점 획득 능력은 청소년에게 매우 중요하다고 할 수 있다.

관점 획득은 자신의 주관적인 정신 상태에 대한 인식, 즉

1인칭 시점의 관점과 다른 사람의 정신 상태에 대한 인식인 3인칭 시점의 관점 모두를 필요로 한다. 이를 기반으로 하여, 기존의 연구들에서는 주로 자신의 관점과 다른 사람의 관점을 비교하는 방식을 채택하였고, 생각이나 믿음과 연관되는 상황,⁶⁾ 행동을 모방하는 상황,⁷⁾ 정서를 유발하는 상황,^{8,9)} 타인의 고통을 관찰하는 상황¹⁰⁾ 등 다양한 상황의 과제를 제시하고 각각의 관점에서 이를 해결하도록 하였다.

Ruby와 Decety⁸⁾는 일반 성인을 대상으로 1인칭 관점과 3인칭 관점에서 정서 상황과 연관된 관점 획득의 차이를 확인하는 연구를 진행하였다. 1인칭 관점에서는 상전두회(superior frontal gyrus)의 내측 영역과 왼쪽 상측두구(superior temporal sulcus) 등의 영역이 더 활성화되는 반면 3인칭 관점에서는 중심후회(postcentral gyrus)가 활성화되었다. 한편 Schnell 등¹¹⁾은 일반 성인을 대상으로 정서적/논리적 추론에 대해 1인칭 관점과 3인칭 관점을 시행하도록 하여 기능적 뇌 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging, fMRI)을 촬영하였는데, 그 결과 3인칭 관점에서 중전두회, 상측두회, 설전부 등의 영역이 활성화되었다.

관점 획득 능력의 변화가 청소년기에 어떠한 양상으로 이뤄지는지에 대한 연구들도 진행되었다. Choudhury 등¹²⁾은 아동기와 청소년기, 성인기에서의 관점 획득 능력 차이를 확인하기 위해 8~32세의 일반 인구 집단을 대상으로 1인칭 관점과 3인칭 관점에서 감정적 상황을 판단하도록 하는 과제를 제시하고 각각에 소요되는 시간 차이를 대상으로 청소년과 성인 간 차이가 있는지를 확인하였는데, 그 결과 성인과 달리 청소년기에는 1인칭 관점과 3인칭 관점 획득 간 소요되는 시간의 차이가 성인보다 큰 경향을 확인하였고, 이를 통해 청소년기 동안 점진적으로 관점 획득의 효율성이 발달할 가능성을 제시하였다. 한편 Dosch 등¹³⁾은 타인의 선호와 관심에 대해 인지적으로 추론하는 상황을 제시하고 1인칭과 3인칭 관점 획득 과정에서 8~10세의 아동 집단과 성인 집단이 어떤 차이를 보이는지를 fMRI를 이용하여 분석하였으며, 그 결과 3인칭 관점을 처리할 때 성인의 효율성이 더 높았고, 또한 타인의 관점을 획득할 때 활성화되는 뇌 영역이 전두 영역에서 후방 영역으로 이동하는 것을 확인하였다.

이러한 아동 청소년과 성인의 비교 연구들은 모두 서양인들을 대상으로 하였다. 그러나 사회적 인지는 개인이 속한 문화의 영향을 배제할 수 없다. Zhu 등¹⁴⁾의 연구는 서양인과 동양인 간 제3자로 여기는 대상의 범위에 차이가 있으며 이로 인한 뇌 활성화 패턴의 차이가 있음을 보고하였다. 이를 고려할 때 한국 청소년의 관점 획득 능력 및 이와 연관된 뇌 활성화 패턴은 서양의 청소년들의 양상과 다른 특성을 보일 가능성이 있다. 그럼에도 불구하고 관점 획득 능력과 연관된 뇌 활

성화 패턴이 한국의 청소년과 성인에서 어떤 차이를 보이는지에 대한 연구는 아직 없었다.

본 연구에서는 정서를 유발하는 상황에서 국내 청소년이 1인칭 관점 혹은 3인칭 관점을 취할 때의 뇌 활성화 정도가 성인과 어떤 차이를 보이는지를 fMRI를 통해 확인하고, 뇌 영역의 활성화도가 이들의 관점 획득 능력, 공감 능력 등 개인의 사회적 인지 능력과 어떤 연관을 보이는지를 함께 조사하고자 하였다. 본 연구의 가설은 다음과 같다. 1) 3인칭 관점 상황에서 청소년은 성인보다 부정확한 판단을 보이거나 더 오랜 시간을 소요할 것이다. 2) 3인칭 관점 상황에서 청소년과 성인의 뇌 활성화 패턴은 유의한 차이를 보일 것이다. 3) 3인칭 관점에 대한 뇌 활성화 정도와 관점 획득 능력, 공감 능력 간의 상관관계가 청소년과 성인에서 다르게 나타날 것이다.

방 법

대 상

본 연구에 참여한 피험자는 충청 지역에서 온라인 광고 및 전단 등을 통해 모집되었다. 성인군의 경우 만 19~29세 사이의 연령으로 정신과 질환 병력과 내외과적인 질환이 없고 Mini International Neuropsychiatric Interview 6.0.0¹⁵⁾을 통한 면담 시 모든 진단 기준에 해당되지 않는 사람을 선정하였다. 청소년군의 경우 만 13~15세 사이의 연령으로 정신과적 질환 병력과 내외과적 질환이 없으며 Kiddie-Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia-Present and Lifetime Version-Korean Version을 통한 면담 시 모든 진단 기준에 해당되지 않는 사람을 선정하였다. 피험자는 모두 오른손잡이였다. 또한 지능지수 70 미만이거나, 체내에 금속 물질이 삽입되어 있거나, 폐소공포증이 있는 경우 등은 제외하였다. 양안 시력 보정이 필요한 경우에는 MRI 촬영 직전 양안 시력을 확인하고 보정 시력 1.0으로 조정된 촬영용 안경을 착용하게 하였다. 피험자들은 모두 지능검사 및 선별검사를 위한 면담에 참여하였고 평가용 설문지를 작성하였다. MRI 촬영 시에 머리 흔들림으로 인해 탈락하지 않은 피험자들을 분석 대상으로 하여 최종적으로 총 20명의 청소년군, 20명의 성인군이 분석되었다. 성비는 각 군에서 남성 10명과 여성 10명으로 동일하였다. 본 연구는 충북대학교 생명윤리위원회의 승인을 얻어 진행하였다(CBNU-201701-BM-403-01). 만 19세 이상의 피험자는 본인에게, 만 19세 미만의 피험자는 본인과 부모에게 연구의 목적, 방법에 대해 확실히 설명을 한 후에 동의서 작성을 완료하게 하였다.

성별이 공감 및 사회적 인지에 영향을 줄 수 있어¹⁶⁾ 이번 연구에서는 최종 분석까지 참여한 사람들을 대상으로 각 군의

남성의 비율이 동일하도록 조정하였다. 또한 우성반구의 차이에 의한 오차를 배제하기 위해 모집 과정에서 오른손잡이만 대상으로 선발하였다.

평가 방법 및 도구

지능검사

본 연구에 참여한 청소년은 한국판 웨슬러 아동용 지능검사(Wechsler Intelligence Scale for Children, WISC)의 변안 버전인 Korean WISC III의 단축형을 통해 지능을 평가하였고, 이를 위해 사용한 소검사는 ‘공통점 찾기’, ‘빠진 곳 찾기’, ‘산수’, ‘토막짜기’의 네 가지였다. 성인 피험자의 경우 한국판 웨슬러 지능검사 III(Korean-Wechsler Intelligence Scale III)의 단축형을 사용하여 지능을 평가하였는데, 사용한 소검사는 ‘기본 지식’, ‘빠진 곳 찾기’였다.

사회적 인지 능력 평가를 위한 설문지

공감 지수(Empathic quotient)

Empathic quotient(EQ)는 Baron-Cohen과 Wheelwright¹⁷⁾에 의해 개발된 척도이며 타인의 마음을 이해하고 공감하는 능력과 성향을 평가한다. 총 60문항으로 구성되어 있는데, 이 중에서 20문항은 배점이 없었고, 21문항은 ‘매우 동의한다.’를 선택할 경우 2점, ‘약간 동의한다.’를 선택할 경우 1점, ‘약간 동의하지 않는다.’와 ‘매우 동의하지 않는다.’는 0점으로 채점하는 정문항이며 19문항은 그 반대로 채점하는 역문항이다. 총점은 0~80점으로 높은 점수를 받을수록 다른 사람의 마음을 이해하고 배려하는 능력이나 성향이 우수한 것으로 평가한다. 본 연구에서는 Kim과 Lee¹⁸⁾가 번역한 한국어판을 사용하였고 점수에 포함된 40개 검사문항의 내적 합치도(Cronbach's α)는 0.89였다.

대인관계 반응성 척도(Interpersonal Reactivity Index)

Interpersonal Reactivity Index(IRI)는 대인관계 능력을 다차원적으로 측정하기 위해 고안된 자기보고식 설문지이다.¹⁹⁾²⁰⁾ 총 21문항 중 관점 획득 부척도(perspective-taking subscale, IRI-PT)는 다른 사람의 관점을 취하고 이해하는 능력을 측정하며, 공감적 관심 부척도(empathic concern subscale, IRI-EC)는 다른 사람에 대한 연민이나 걱정의 정도를 확인한다. 공상 부척도(fantasy subscale, IRI-FS)는 허구의 이야기 속 등장인물에 몰입되는 정도를 측정하며, 개인적 고통 부척도(personal distress subscale, IRI-PD)는 타인의 고통을 관찰할 때 느끼는 주관적 불안이나 불편감을 측정한다.

각각의 부척도는 7문항이며, 1~5점으로 응답하도록 되어 있어 점수가 높을수록 부척도가 반영하는 영역의 능력이 우수한 것으로 평가할 수 있다. 본 연구에서 28개 검사문항의 내적 합치도(Cronbach's α)는 0.74였다.

fMRI 실시 계획 및 데이터 분석

fMRI 수행 시의 과제 자극 및 설계

이번 연구에서는 Ruby와 Decety⁸⁾의 선행 연구를 기반으로 Oh 등⁹⁾이 제작한 정서적 상황 과제 자극을 일부 수정하여 새롭게 제작하였다. 해당 자극은 블록 디자인으로 E-prime 2.0 (Psychology Software Tools, Sharpsburg, PA, USA)를 기반으로 하여 제작 및 구동되었다.

모든 자극은 피험자들 자신(1인칭 관점)이나 자신의 어머니의 관점(3인칭 관점)에서 특정한 정서적 상황을 바라보도록 요구하는 방식이었다. 한 블록은 18초로 구성되었다(그림 1). 모든 화면은 한글로 작성되었다. 각 블록의 첫 화면에서는 앞으로 제시될 과제의 관점을 안내(4.0초)하고, 두 번째 화면에서 정서를 유발하도록 설계된 문장 자극을 제시(5.0초)하였다. 이어지는 세 번째 화면에서는 ‘1. 기쁨 것이다., 2. 슬플 것이다., 3. 화날 것이다., 4. 보통일 것이다.’의 총 4가지 선택지가 제시되며(2.0초) 그 상황에 맞는 정서를 고르도록 하였다. 네 번째 화면에서는 두 번째 화면과 다른 문장 자극을 제시(5.0초)하였고, 다섯 번째 화면에서는 세 번째 화면과 동일한 4가지 선택지를 제시(2.0초)하여 역시 그 상황에 맞는 정서를 고르게 하였다. 예를 들어 1인칭 관점의 기쁨 블록이라면 첫 화면에서는 ‘당신 자신을 떠올리세요.’가 제시되고, 두 번째 화면에서 ‘당신은 제일 좋아하는 옷을 선물받았습니다.’라는 문장이 제시된 뒤, 세 번째 화면에서 이에 적합한 감정의 종류를 피험자가 선택하도록 하였다. 네 번째 화면은 정서와 관련된 다른 문장이 제시되고, 다섯 번째 화면은 세 번째 화면과 동일한 구성의 선택지가 제시되고 피험자가 적합한 답을 선택하게 하였다. 세 번째 화면과 다섯 번째 화면에서 질문에 대한 선택지를 고를 때, 피험자는 패드를 쥐고 있는 손의 손가락으로 4가지 답 중 해당하는 패드의 버튼을 눌러 답을 선택하였다.

3인칭 관점을 획득하도록 설계된 자극의 경우에는 선행 연구들과 동일한 방식으로 3인칭에 피험자의 어머니를 대입하여 과제를 구성하였다. 이때 3인칭 관점에서 정서를 유발하도록 제시된 상황은 1인칭 관점에서 사용된 종류와 동일하였다. 각 블록 사이에는 휴식기(18.0초)가 할당되었다.

한 블록 내에서 제시되는 두 가지의 문장 자극을 동일한 정서로 통일한 조합은 총 8가지로 1인칭 관점의 경우 1인칭 관점의 기쁨, 1인칭 관점의 분노, 1인칭 관점의 슬픔, 1인칭 관점의

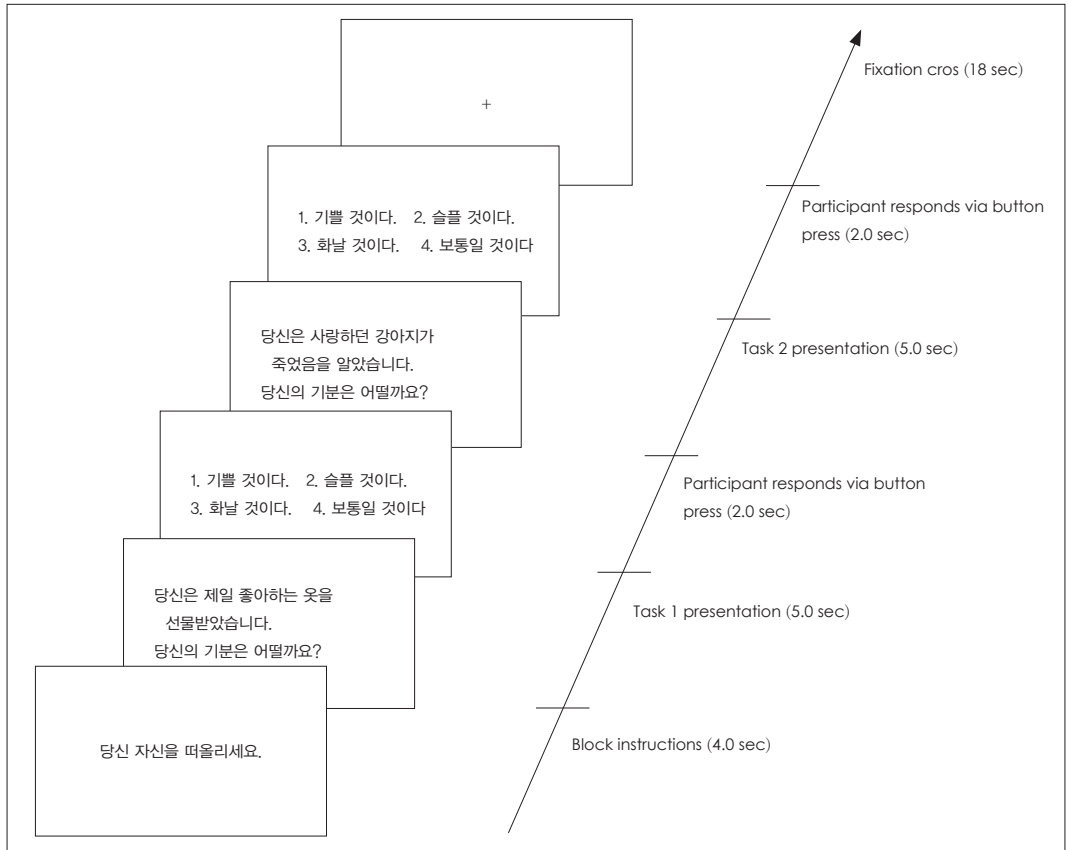


Fig. 1. Schematic of the perspective-taking task. Stimuli were presented in blocks of 22. Each block was composed of 2 tasks, and introduced by a instruction indicating a perspective of the block.

보통 정서의 4가지 조합, 3인칭 관점의 경우 3인칭 관점의 기쁨, 3인칭 관점의 분노, 3인칭 관점의 슬픔, 3인칭 관점의 보통 정서의 4가지 조합이었다. 각 관점-정서 조합당 2개의 블록이 배정되어 총 16개의 블록이 분석 대상으로 설정되었다. 그러나 같은 정서의 문장 자극이 이어지는 블록만 반복될 경우 피험자가 과제를 수행하는 동안 자극 제시의 규칙성을 학습하여 첫 번째 정서 자극의 답에서 두 번째 정서 자극의 정답을 미리 유추할 가능성이 있었다. 이를 배제하기 위하여 서로 다른 정서 자극이 조합된 6개의 블록을 생성하였고 이를 기존 16블록과 함께 무작위 순서로 제시하여, 최종적으로 각각의 피험자에게 22개 블록이 제시되었다.

모든 피험자는 fMRI 촬영 전 과제 진행에 대한 설명을 들은 후 연습 과제를 충분히 시행하였다. 특히 각 블록의 첫 화면에서 1인칭 관점이나 3인칭 관점을 먼저 획득하고 이후의 상황에 대해 판단하도록 반복하여 훈련하였다. 연습 시에는 다른 정서가 조합된 형태의 자극만 사용하였고, 실제 촬영 시에 제시되는 자극 중 동일 정서로만 이루어진 블록이 있다는 것은 알리지 않고 과제를 진행하여, 피험자가 사전에 규칙성을 학습하는 것을 방지하고자 하였다.

자기공명영상 실시

자기공명영상 실시는 한국기초과학지원연구원 오창센터에 위치한 3.0T Achieva MRI scanner(Philips Medical Systems, Best, Netherlands)를 이용하였다. 뇌 촬영 시 먼저 T1-weighted 영상을 획득한 후 fMRI를 촬영하였다. Echo planar imaging sequence를 이용한 blood oxygenation level dependent 기법을 통해 fMRI를 촬영하였고, 각 영상의 슬라이스 두께는 4 mm였으며 그 사이의 간격은 주지 않았다. 자기공명 변수(MR parameter)는 repetition time(TR) = 2000 ms, echo time(TE) = 28 ms, flip angle = 80°, field of view = 240 × 240 mm, matrix = 256 × 256이었다. T1 강조 영상 촬영 시 슬라이스의 두께는 1 mm이고, 그 사이의 간격은 주지 않았다. 자기공명 변수는 TR = 6.7 ms, TE = 3.2 ms, flip angle = 9°, field of view = 256 × 240 mm, matrix = 256 × 240이었다.

결과 분석 방법

촬영 결과 얻은 영상 자료의 분석은 MATLAB R2017a version(The MathWorks Inc., Natick, MA, USA)과 SPM8(Wel-

come Department of Cognitive Neurology, London, UK) 소프트웨어를 이용하였다. 얻어진 뇌 영상 자료들에 대해 움직임에 대한 교정(motion correction)을 시행하였고, 얻은 영상의 좌표를 표준 뇌 좌표와 일치시키는 표준화(normalization)와 편평화(smoothing) 과정을 거친 후 분석하였다. 편평화 시 커널의 크기는 8 mm로 설정하였다. 본 연구의 활성화 영역 판정 기준은 한 부피소(voxel) 수준에서 $p < 0.005$ 의 역치(uncorrected)를 넘으면서 20개 부피소의 범위를 넘는 경우였다. 총 22개의 블록 중 동일한 정서 자극 조합으로 이루어진 16개의 블록만 최종 분석에 포함되었다.

실험 조건은 1인칭 관점 조건(F)과 3인칭 관점 조건(T) 2가지로 설정하였다. 분석 대상이 된 대조 조건은 [1인칭 관점 조건-3인칭 관점 조건](F-T 대조 조건)과 [3인칭 관점 조건-1인칭 관점 조건](T-F 대조 조건)으로 설정하여, 1인칭 관점에서 상대적으로 더 활성화되는 영역(F-T 대조 조건)과 3인칭 관점에서 상대적으로 더 활성화되는 영역(F-T 대조 조건)을 확인하고자 하였다. 먼저 각 피험자별로 개별 수준의 분석(first level analysis)을 실시하였다. 이를 바탕으로 집단 내 분석을 실시하여 앞서 설정한 F-T 대조 조건, T-F 대조 조건에 대하여 청소년군, 성인군의 각 집단 내에서 유의미하게 활성화된 영역을 확인하였다. 또한 집단 간 분석을 실시하여 T-F 대조 조건에서 두 집단 간의 뇌 활성화 영역의 차이가 있는지 비교하였다.

뇌 영역의 활성화 정도를 조사하기 위해 집단 내 분석 및 집단 간 분석에서 두 군 간의 유의한 차이를 보이는 뇌 활성화 영역을 모두 관심 영역(region of interest)으로 설정하였고, 관심영역에 대한 각 피험자들의 뇌 활성화 정도를 조사하였다. 이렇게 나타난 활성화 정도를 수치화하기 위하여, SPM 기반의 MarsBaR 프로그램(<http://marsbar.sourceforge.net>)을 이용하여 가장 활성화가 높은 부피소로부터 반경 8 mm 이내 활성화 정도를 추출하였다. 이후 각 관심 영역에서 추출된 뇌 활성화 정도와 EQ, IRI 등 설문지를 통하여 조사한 피험자의 사회적 인지 능력 간의 상관관계를 확인하기 위해 피어슨 상관분석을 시행하였다.

기타 통계 분석

청소년군과 성인군의 연령, 지능지수, 설문지 점수, 제시된 과제에서의 반응 시간, 과제의 반응 정확도 간의 비교는 정규성 검정을 거쳐 정규분포를 따를 경우 독립표본 t-검정, 따르지 않을 경우 Mann-Whitney's U 검정을 시행하였다. 통계적인 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였고 Windows용 SPSS Statistics 21(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 통계 분석을 시행하였다.

결 과

피험자들의 연령, 지능지수, 손잡이 비율과 설문지 점수 (표 1)

성인군과 청소년군에서 설문지 결과를 비교하였을 때 EQ 점수는 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 IRI 총점의 경우 성인군은 102.15 ± 8.27 , 청소년군은 94.35 ± 7.86 으로 청소년군이 성인군에 비해 유의하게 낮았다($t = 3.057$, $p = 0.004$).

Table 1. Demographic and other characteristics of adolescent group and adult group

Characteristics	Adult group (n = 20)	Adolescent group (n = 20)	t	p
N (%) of male	10 (50)	10 (50)		
Age	24.40 ± 2.72	14.20 ± 0.83	16.023	0.000 [†]
IQ	99.30 ± 6.55	100.39 ± 9.33	-0.426	0.673
EQ	43.10 ± 9.42	38.10 ± 10.53	1.583	0.122
IRI-total	102.15 ± 8.27	94.35 ± 7.86	3.057	0.004*
IRI-PT	27.30 ± 2.74	23.75 ± 2.86	4.009	0.000 [†]
IRI-FS	25.25 ± 4.20	24.30 ± 3.51	0.776	0.443
IRI-EC	26.45 ± 2.61	23.60 ± 3.15	3.117	0.003*
IRI-PD	23.15 ± 4.22	22.70 ± 3.40	0.371	0.713

Data are presented as mean ± standard deviation unless otherwise indicated. * : $p < 0.005$, † : $p < 0.001$. IQ : Intelligence quotient, EQ : Empathy quotient, IRI : Interpersonal Reactivity Index, IRI-total : Total score of the IRI, IRI-PT : Perspective-taking subscale of the IRI, IRI-FS : Fantasy subscale of the IRI, IRI-EC : Emotional concern subscale of the IRI, IRI-PD : Personal distress subscale of the IRI

Table 2. Rating accuracy and reaction time of adolescent group and adult group

Characteristics	Adult group (n = 20)	Adolescent group (n = 20)	t or U	p
Accuracy (%)				
F	81.88 ± 7.16	84.06 ± 11.11	-0.740	0.464
T*	80.63 ± 7.63	75.86 ± 10.58	-1.344 [†]	0.183
Reaction time				
F	777.42 ± 120.57	784.41 ± 212.27	-0.128	0.899
T	795.71 ± 151.96	822.56 ± 197.06	-0.483	0.632

Data are presented as mean ± standard deviation unless otherwise indicated. * : Comparison by Mann-Whitney test, † : Mann-Whitney's U. F : First person perspective condition with 4 emotional situations, T : Third person perspective condition with 4 emotional situations

IRI의 부척도를 살펴보았을 때, IRI-PT 척도 역시 청소년군(23.75 ± 2.86)이 성인군(27.30 ± 2.74)에 비해 유의하게 낮았으며(t = 4.009, p < 0.001), IRI-EC 척도 역시 청소년군(23.60 ± 3.15)이 성인군(26.45 ± 2.61)에 비해 유의하게 낮았다(t = 3.117, p = 0.003). 반면 IRI-FS, IRI-PD 척도의 경우 두 군 간 차이가 유의하지 않았다. 지능지수의 경우 성인군(99.30 ± 6.55)과 청소년군(100.39 ± 9.33)의 차이는 유의하지 않았다(t = -0.426, p = 0.673).

fMRI 과제 수행 시 반응 정확도 및 반응 시간 비교(표 2)

성인군과 청소년군에서 제시된 관점에 따른 수행 정확도와 반응 시간을 살펴보았을 때, 1인칭 관점과 3인칭 관점 모두 성인군과 청소년군 간의 차이가 유의하지 않았다.

fMRI 촬영 결과

전체 뇌 분석

집단 내 분석 결과(표 3)

청소년군의 경우 F-T 대조 조건에서 우측 후대상회[Brodmann area(BA) 29] 영역의 활성화를 보였고, T-F 대조 조건에서는 우측 중측두회(middle temporal gyrus, BA 39), 우측 상측두회(superior temporal gyrus, BA 22), 양측 설회(lingual gyrus, BA 18), 좌측 소뇌 경사(declive), 양측 중전두회(middle frontal gyrus, BA 6/9), 양측 중심전회(precentral gyrus, BA 6), 좌측 해마방회(parahippocampal gyrus, BA 19) 영역이 활성화되었다(그림 2).

반면 성인군의 경우 F-T 조건에서 좌측 미상회 미부(caudate tail), 좌측 횡측두회(transverse temporal gyrus, BA 41) 영역이 활성화되었다. 그러나 T-F 조건에서 유의하게 활성화된 영역은 나타나지 않았다(그림 3).

Table 3. The results of within-group analyses

Region	Side	BA	MNI coordinates (mm)			Peak t	Cluster size (voxels)
			x	y	z		
Adolescent							
F-T							
Posterior cingulate	Right	29	18	-49	10	4.13	25
T-F							
Middle temporal gyrus	Right	39	60	-58	14	4.62	44
Superior temporal gyrus	Right	22	51	-55	18	3.77	
Lingual gyrus	Left	18	-15	-82	-2	4.37	284
Declive	Left		-36	-76	-18	3.86	
Lingual gyrus	Right	18	9	-91	-2	3.85	
Middle frontal gyrus	Left	9	-57	20	30	4.03	96
Precentral gyrus	Left	6	-57	5	42	3.53	
Precentral gyrus	Right	6	45	2	30	3.94	143
Precentral gyrus	Right	6	36	8	34	3.78	
Middle frontal gyrus	Right	6	45	14	42	3.58	
Parahippocampal gyrus	Left	19	-18	-58	-2	3.46	22
Parahippocampal gyrus	Left	19	-24	-52	-6	3.43	
Adult							
F-T							
Caudate tail	Left		-18	-40	18	4.13	98
Transverse temporal gyrus	Left	41	-39	-37	10		
T-F							
(No significant results)							

Thresholded at p < 0.005 uncorrected voxel level, extent threshold 20 voxels. x, y, and z : the MNI coordinates corresponding to the left-right, anterior-posterior, and inferior-superior axes, respectively, F-T : First person perspective condition compared to third person perspective condition, T-F : Third person perspective condition compared to first person perspective condition, BA : Brodmann area, MNI : Montreal Neurological Institute

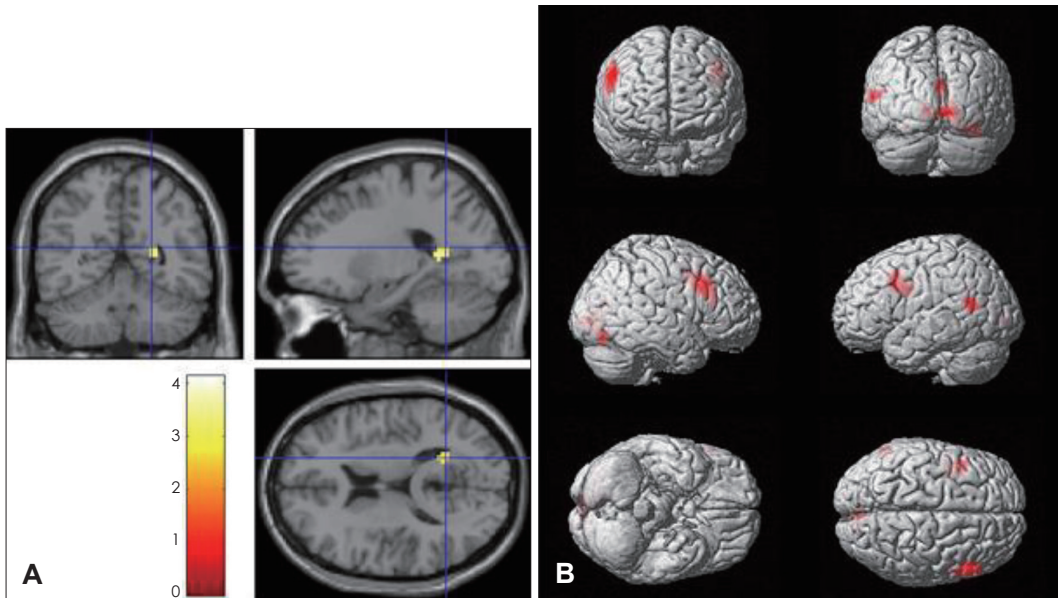


Fig. 2. Significantly activated brain regions of within-group analysis in adolescent group. (A) In F-T contrast, adolescent group exhibited significant activation in the right posterior cingulate (BA 29). (B) In T-F contrast, adolescent group exhibited significant activation in the right middle temporal gyrus (BA 39), the right superior temporal gyrus (BA 22), the bilateral lingual gyrus (BA 18), the left declive of cerebellum, the bilateral middle frontal gyrus (BA 6/9), the bilateral precentral gyrus (BA 6), and the left parahippocampal gyrus (BA 19). Thresholded at $p < 0.005$ uncorrected voxel level, extent threshold 20 voxels. F-T : First person perspective condition compared to third person perspective condition, T-F : Third person perspective condition compared to first person perspective condition, BA : Brodmann area.



Fig. 3. Significantly activated brain regions of within-group analysis in adult group. In F-T contrast, adult group exhibited significant activation in the left caudate tail, and the left transverse temporal gyrus (BA 41). In T-F contrast, there's no significant activated region of within-group analysis in adult group. Thresholded at $p < 0.005$ uncorrected voxel level, extent threshold 20 voxels. F-T : First person perspective condition compared to third person perspective condition, T-F : Third person perspective condition compared to first person perspective condition, BA : Brodmann area.

집단 간 분석 결과(표 4)

T-F 조건에서 성인군이 청소년군에 비해 더 활성화된 뇌 영역은 관찰되지 않았다. 반면 청소년군에서 성인군에 비해 더 활성화된 뇌 영역은 우측 중심전회(BA 6), 양측 중전두회(BA 6/8/9)로 나타났다(그림 4).

상관 분석 결과

청소년군의 상관 분석 결과

집단 내 분석의 T-F 조건에서 청소년군이 유의한 활성화를 보였던 영역을 관심 영역으로 설정한 후 이 영역들의 활성화 정도와 청소년군의 설문지 점수 간의 상관관계를 조사하였다. 그 결과 우측 중전두회(BA 6)에서의 활성화와 정도는 EQ 점수, IRI-PT 점수와 각각 양의 상관관계를 보였고($r = 0.493, p = 0.027$, 그림 5A; $r = 0.591, p = 0.006$, 그림 5C), 좌측 중전두회(BA 9) 영역의 활성화 정도와 IRI-EC 점수가 양의 상관관계를 보였다($r = 0.473, p = 0.035$).

성인군의 상관 분석 결과

집단 뇌 분석의 F-T 조건에서 성인군이 유의미하게 활성화된 영역을 관심 영역으로 지정하였을 때 성인군의 여러 심리적 특성들과 유의미한 상관관계는 관찰되지 않았다. 그러나 청소년군이 T-F 조건에서 활성화를 보였던 영역을 관심 영

Table 4. The results of between-group analyses, when third-person perspective condition compared to self-perspective condition (T-F contrast)

Region	Side	BA	MNI coordinates (mm)			Peak t	Cluster size (voxels)
			x	y	z		
Adult > Adolescent (No significant results)							
Adolescent > Adult							
Precentral gyrus	Right	6	36	2	30	3.75	55
Middle frontal gyrus	Left	9	-57	20	34	3.63	40
Middle frontal gyrus	Left	8	-54	17	42	3.39	
Middle frontal gyrus	Left	6	-57	8	42	3.16	

Thresholded at $p < 0.005$ uncorrected voxel level, extent threshold 20 voxels. x, y, and z : the MNI coordinates corresponding to the left-right, anterior-posterior, and inferior-superior axes, respectively, BA : Brodmann area, MNI : Montreal Neurological Institute

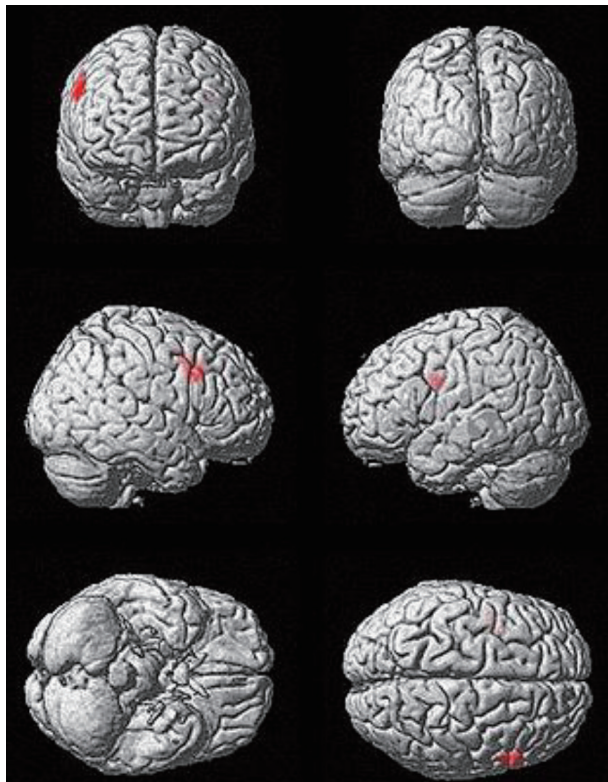


Fig. 4. The brain regions that adolescent group showed greater activity than adult group in T-F contrast. During T-F contrast, adolescent group exhibited more activation in right precentral gyrus (BA 6) and left middle frontal gyrus (BA 6/8/9) than adult group. Thresholded at $p < 0.005$ uncorrected voxel level, extent threshold 20 voxels. T-F : Third person perspective condition compared to first person perspective condition, BA : Brodmann area.

역으로 지정하였을 때, 성인군에서 우측 중측두회(BA 39)의 활성화 정도와 EQ 점수 간에 음의 상관관계를 보였고($r = -0.487, p = 0.030$), 우측 중전두회(BA 6)의 활성화 정도와 IRI 총점 사이에서도 음의 상관관계가 관찰되었다($r = -0.455, p = 0.044$). 좌측 중전두회(BA 9), 우측 중심전회(BA 6) 활성화 정도와 IRI-PT 점수 간에도 음의 상관관계를 보였다($r = -0.493, p = 0.027$, 그림 5B; $r = -0.526, p = 0.017$, 그림 5D).

고 찰

본 연구에서 설문지를 통해 조사한 결과를 보면 청소년군의 IRI 총점, IRI-PT 부척도 점수, IRI-EC 부척도 점수는 성인군보다 유의하게 낮았다. IRI-PT는 본 연구에서 과제로 채택한 관점 획득과 직접적으로 연관되는 부척도이며, IRI-EC는 공감적 관심을 평가하는 척도이다. Hawk 등²¹⁾의 연구에서는 평균 연령 13세의 집단과 평균 연령 18세의 집단 간 IRI를 비교하였는데 평균 연령 13세의 집단에서 IRI 하부 척도 중 IRI-PT 척도의 점수가 낮고, IRI-PD 척도의 점수는 높은 경향을 보였다. 이는 아동 및 청소년이 관점 획득 능력이 필요한 상황에서 상대적으로 취약성을 보이며, 주관적 스트레스는 오히려 높다는 것을 의미한다. 본 연구의 결과 역시 이와 같은 맥락에서 해석할 수 있다. 청소년과 성인의 사회적 인지 능력은 거의 유사하지만, 타인의 관점을 획득하는 과정이나 타인에 대해 공감적 관심을 보이는 정도에서 청소년이 성인에 비해 취약하다고 할 수 있다.

한편 fMRI 과제를 수행하는 동안 과제에 대한 반응 시간 및 응답의 정확도를 살펴보았을 때 두 군 간 유의한 차이는 없었다. Choudhury 등¹²⁾의 연구에서는 정서적 상황에서 1인칭과 3인칭 관점 획득 과제를 시행하도록 하였고 이를 통해 1인칭 관점과 3인칭 관점 획득 과정에서 소요되는 시간의 차이가 청소년에서 성인보다 큰 경향성이 있음을 확인하였다. 이에 대해 저자들은 청소년이 성인에 비해 관점 획득 과정이 비효율적이기 때문으로 설명한 바 있다. 본 연구에서는 청소년이 성인에 비해 3인칭 관점 획득 과정의 평균 정확도가 낮고 소요 시간이 길었으나 이것이 통계적으로 유의한 값을 얻지는 못했다. 이러한 차이는 두 연구에서 제시된 과제의 차이일 수 있을 것으로 보인다. 해당 연구에서는 각각의 감정에 대한 카툰 이미지를 사용하여 두 가지 감정 중 하나를 고르도록 하였는데, 이는 본 연구에서 사용하였던 4종류로 문자화된 감정 선택지보다 단순하다. 이러한 감정 제시 방식의 차이로 인

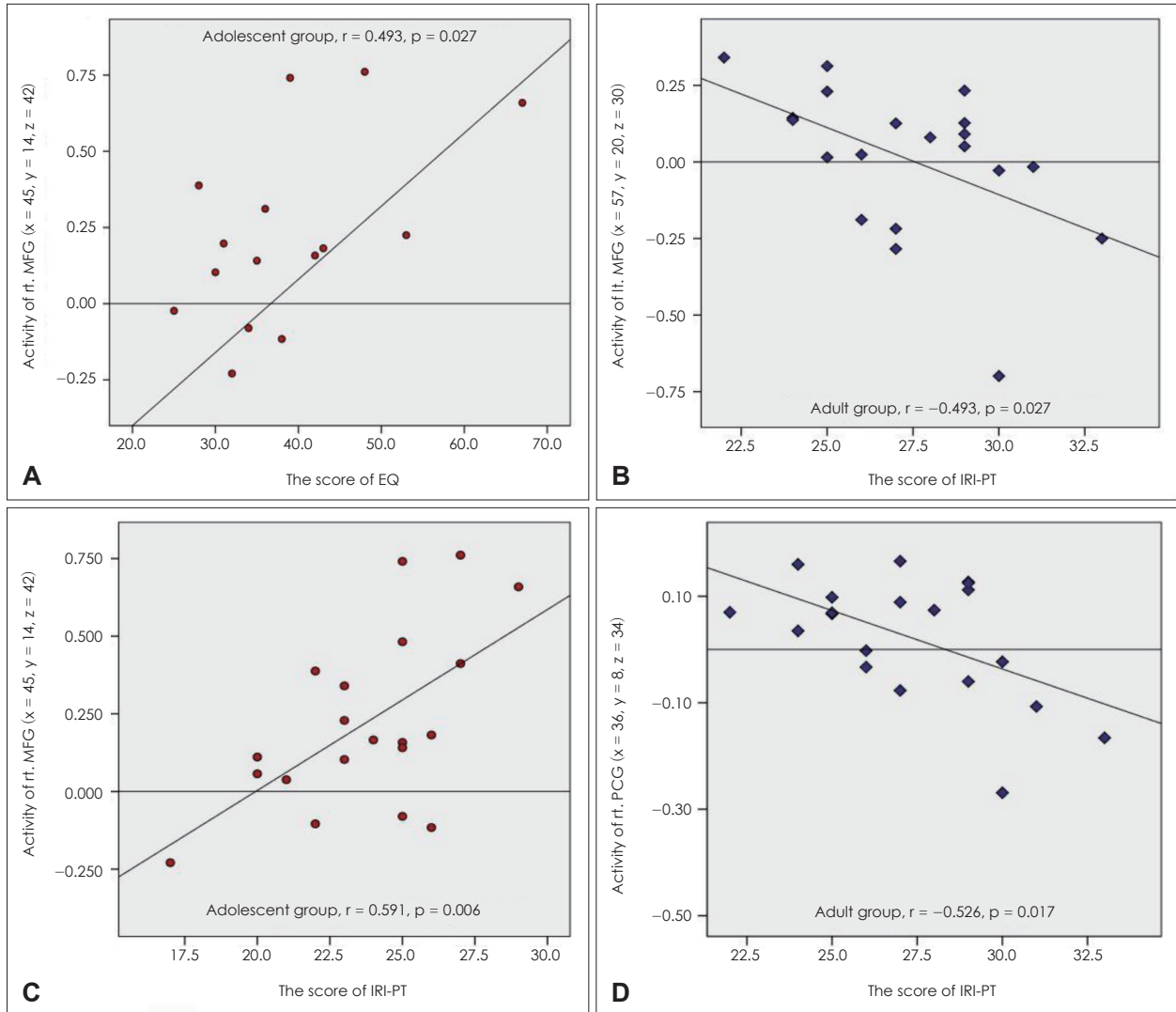


Fig. 5. Correlation analyses between brain areas showing activity and scales. (A) Correlation between right MFG ($x = 45, y = 14, z = 42$) activation (% signal change) and the score of EQ on condition of T-F contrast in adolescent. (B) Correlation between left MFG ($x = 57, y = 20, z = 30$) activation (% signal change) and the score of IRI-PT on condition of T-F contrast in adult. (C) Correlation between right MFG ($x = 45, y = 14, z = 42$) activation (% signal change) and the score of IRI-PT on condition of T-F contrast in adolescent. (D) Correlation between right PCG ($x = 36, y = 8, z = 34$) activation (% signal change) and the score of IRI-PT on condition of T-F contrast in adult. EQ : Empathy quotient, IRI-PT : Perspective-taking subscale of the Interpersonal Reactivity Index, MFG : Middle frontal gyrus, PCG : Precentral gyrus, x, y, and z : The MNI coordinates (mm) corresponding to the left-right, anterior-posterior, and inferior-superior axes, respectively. MNI : Montreal Neurological Institute.

해 과제를 해석하는 과정에서 생기는 시간의 영향이 줄어들었고, 결과적으로 두 집단 간 차이가 더 명료히 드러났을 수 있다. 본 연구에서 비록 반응 시간 및 응답의 정확도의 차이는 유의하지 않았으나 관점 획득과 관련된 청소년의 낮은 척도 점수를 고려할 때, 연구 디자인을 보완할 경우 기존 연구에서와 같은 맥락의 결과를 얻을 가능성이 높으며 향후 이에 대한 추가적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

뇌 활성화 분석에서도 여러 유의한 결과들이 도출되었다. 청소년군의 집단 내 분석에서 T-F 대조 조건하 활성화된 영역은 우측 중측두회, 우측 상측두회, 양측 설회, 좌측 소뇌 경

사, 양측 중전두회, 양측 중심전회, 좌측 해마방회(BA 19) 영역이었다. 중측두회(BA 39)는 마음 이론에서 주요하게 다뤄지는 영역이며, 인지적 관점 획득 및 정서적 관점 획득에서 휴식기에 비해 모두 활성화가 증가하는 것으로 보고된 바 있다.²²⁾ 한편 상측두회(BA 22)는 인지 공감과 연관된 영역으로 알려져 있고²³⁾ 타인의 의도를 귀인하는 과정에서 활성화 증가를 보였다는 연구 결과가 있다.²⁴⁾ 소뇌 경사의 활성화는 기존 연구들에서 인지적 공감²⁵⁾ 과정 및 청소년의 인지적 정서 조절²⁶⁾과 연관된 것으로 보고된 바 있으며, 설회(BA 18)는 시각적 자극에 대해 감정적 균형을 조절하고 주의를 집중하는 과정²⁷⁾과

연관되어 있고, 해마방회(BA 19)는 다른 사람의 마음을 추정하는 과제에서 활성화되었다는 보고가 있다.²⁸⁾ 또한 중전두회와 전중심회도 3인칭 관점 획득 과제를 수행하는 동안 청소년에서 유의미한 활성화를 보였다.

이러한 마음 이론이나 타인의 의도 추론, 인지적 정서 조절과 관련된 영역들의 활성화는 청소년이 타인의 관점을 획득해야 하는 상황에 처했을 때 사회적 인지와 관련되는 뇌 영역들이 보상적으로 더 과잉 활성화되어야 할 필요가 있음을 의미한다. Elkind²⁹⁾의 자아중심성 이론에 따르면 성인과 달리 아동과 청소년은 자아중심적인 경향을 보이며, 이러한 경향으로 인해 '자신의 시점과 타인의 시점을 구분하거나 구별하는 것을 실패'한다. 따라서 청소년이 3인칭 관점을 획득하는 과정에는 1인칭 관점을 획득하는 데보다 더 높은 강도의 타인의 정서에 대한 인지적 집중이 요구된다. 본 연구에서 3인칭 관점 획득 시 청소년의 뇌에서 마음 이론 및 타인의 의도 추론, 인지적 정서 조절과 관련된 영역들이 과잉 활성화된 것이 이를 뒷받침한다고 볼 수 있다.

청소년군의 집단 내 분석을 시행하였을 때, F-T 대조 조건에서 우측 후대상회(posterior cingulate gyrus) 영역이 활성화되었다. 해당 영역은 가치와 관련된 판단을 수행하는 과정과 연관이 있다고 알려져 있으며³⁰⁾ 의도적 인과 관계를 추정하는 과제 시 활성화가 보고된 바 있다.³¹⁾ 주목할 점은 후대상회 영역이 디폴트 모드 네트워크(default mode network) 내에서 중추적 역할을 맡고 있다는 점이다.³²⁾ 후대상회를 포함한 디폴트 모드 네트워크는 개인이 삽화적이고 자서전적인 정보를 회상할 때 활성화된다고 알려져 있으며,³³⁾ 과거에 경험했던 주관적 느낌을 재경험하는 과정과도 관련이 있다.³⁴⁾ 본 연구에서 사용한 과제는 문장을 통해 정서적 반응을 이끌어내는 것으로, 제시된 문장은 일상에서 흔히 접할 수 있는 상황들로 구성되었다. 이를 통해 볼 때 청소년들은 3인칭 시점일 때보다 1인칭 시점일 때 주어진 상황과 관련된 자신의 기억을 더 많이 회상하고, 그때 겪었던 정서를 재경험하는 방식으로 과제를 해결한 것으로 보인다.

한편 성인군에서 집단 내 분석을 시행하였을 때 3인칭 관점 획득 시와 비교하여 1인칭 관점 획득 과제에서 좌측 미상핵미부(caudate tail), 좌측 횡측두회 영역이 더 활성화되는 양상을 보였다. 미상핵 미부는 카테고리화 및 연관된 정보를 학습하는 과정과 연관되어 있고³⁵⁾ 주어진 과제를 처리하는 과정에서 더 활성화된다는 보고가 있다.³⁶⁾ 횡측두회 영역의 활성화는 감정의 지각 및 귀인 과정,³⁷⁾ 시각 언어 수용과 연관되어 있으며³⁸⁾ 자서전적 기억 회상에서 활성화³⁹⁾된다는 보고도 있다. 이를 통해 볼 때 성인군은 1인칭 관점 획득 과제 상황에서 이전의 기억을 회상하는 등 주어진 과제 상황에 이입하였고

그 과정에서 감정 지각 및 해석과 관련된 영역이 더 활성화된 것으로 생각된다.

T-F 조건에 대하여 두 군의 집단 간 분석을 시행하였을 때 청소년군에서 성인군에 비해 우측 중심전회(BA 6), 양측 중전두회(BA 6/8/9) 영역이 활성화되었는데, 해당 영역들은 모두 청소년군의 집단 내 분석 시 3인칭 관점에서 보다 유의한 활성화를 보였던 영역들이었다. 이는 기존 연구들의 결과와 유사한 면이 있다. Lamm 등⁴⁰⁾의 연구에서 중심전회의 활성화와 감정 전염이 연관되어 있다는 보고가 있었고, 의사 결정 과정에서의 감정 처리와 중심전회의 활성화 정도가 연관되어 있다는 기존 연구⁴¹⁾도 있었다. 한편 Fretton 등⁴²⁾은 해당 영역이 자신의 기억 회상 과정에서 활성화됨을 보고하였다. 중전두회는 관심 공유(joint attention) 과정,⁴³⁾ 감정적 자극의 처리⁴⁴⁾와의 연관성이 보고된 바 있으며, 해당 영역이 3인칭 관점의 감정 및 상황 추론 과정에서 활성화되는 것을 보고한 연구들도 다수있다.⁴⁵⁾¹¹⁾ 이렇게 청소년에서 전두 영역이 활성화된 양상에 대해, Yurgelun-Todd와 Killgore⁴⁶⁾는 청소년의 감정 처리 과정의 성숙이 전두엽의 점진적 기능적 활성화 증가와 연관되어있다고 설명하였다. 또한 Blakemore³¹⁾에 따르면 감정과 관련된 주의 집중이나 정신화와 관련된 전두엽 기능은 청소년에서 성인기로 이행되는 시기에 발달하며 이는 청소년기에 발생하는 전두엽의 구조적 변화와 사회적 인지 기능의 변화와 연관되어있는데, 특히 본 연구에서 활성화의 주요한 차이를 보인 중전두회의 경우 청소년기에 특히 두드러진 구조 변화를 보이는 대표적 영역들 중 하나로 언급된 바 있다.

상관관계 분석 결과에서 청소년군의 경우 우측 중전두회(BA 6)에서의 활성화 정도는 IRI-PT 점수, EQ 점수와 각각 양의 상관관계를 보였는데, 이는 타인에 대한 공감 능력을 반영하는 지표이다. 이는 청소년에서 해당 영역의 활성화가 관점 획득 및 이와 연관된 사회적 인지 능력을 반영한다는 것을 의미한다. 반면 성인군에서 전두 영역과 중측두회의 활성화 정도는 IRI 총점 및 IRI-PT 점수, EQ 점수와 음의 상관관계를 보였다. 이와 같이 청소년에서 타인에 대한 공감 능력을 반영하는 지표가 전두엽의 활성화 정도와 양의 상관관계를 갖는 반면, 성인에서 공감 능력을 반영하는 지표는 전두엽 및 중전두회 영역의 활성화 정도와 음의 상관관계를 보이는 경향이 있었는데, 이러한 결과는 분석 조건의 특성을 고려하여 주의 깊게 해석할 필요가 있을 것으로 보인다. 청소년의 경우 자기중심성으로 인한 낮은 효율성을 보상하기 위해 타인의 관점을 획득하는 과정에서 전두 영역을 과잉 활성화시킨다. 따라서 이러한 보상 과정이 활발히 이루어질수록 관점 획득 능력이 상대적으로 우수한 경향을 보이게 된다. 본 연구에서 관점 획득 능력이 우수할수록 전두 영역 활성화 정도가 증가하는 양의

상관관계를 보인 것은 이와 같은 맥락에서 설명할 수 있다. 한편 성인에서 공감 능력을 반영하는 지표는 전두엽 및 중전두회 영역의 활성화 정도와 음의 상관관계를 보였다. Nichelli 등⁴⁷⁾은 PET 연구를 통해, 일반인보다 체스 전문가일수록 뇌 활성화도가 낮음을 확인하였고, 초보자일수록 적절한 처리 영역을 찾지 못해 불필요한 영역을 활용하기 때문으로 이를 설명하였다. Kim⁴⁸⁾의 보고에 따르면 복잡한 사고를 요구하는 과제에서 전문가는 오히려 낮은 뇌 활성도를 보이는데, 이는 반복적인 경험을 통해 뇌 신경회로의 동기화가 유발되어 뇌가 효율적으로 사용되는 과정을 반영한다. 이와 같은 맥락에서 관점 획득 능력이 우수한 성인은 경험이나 학습 등을 통해 3인칭 관점 획득 과정과 관련된 뇌 영역의 효율적 전문화가 이루어졌다고 생각할 수 있으며, 이로 인해 관점 획득 능력이 우수할수록 낮은 활성을 보이는 음의 상관관계가 나타난다고 볼 수 있다.

결국 본 연구에서 드러난 청소년과 성인의 관점 획득 효율성의 차이와 뇌 활성화 패턴의 차이를 통해 볼 때, 관점 획득 능력은 청소년기와 성인기 사이에 발달 과정을 거치기 때문에 두 집단 사이의 차이가 생긴다고 생각할 수 있으며, 이는 특히 전두 영역의 뇌 구조적 발달과 관련되어 있다고 추론할 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 만 13~15세의 초기 청소년과 만 19~29세까지의 초기 성인을 대상으로 하였다. 따라서 15~20세까지의 후기 청소년이 어떤 특성을 가지고 있으며 다른 군과 어떤 차이를 보이는지에 대해서는 본 연구를 통해 설명할 수 없다. 그러나 본 연구에서 초기 청소년과 초기 성인만을 대상으로 한 것은 한편으로 두 집단의 명확한 연령 차이로 인해 두 집단 간 차이가 분명하게 드러날 수 있다는 점에서 장점으로 작용한 부분도 있다. 이러한 부분을 반영하여 차후 해당 연령 집단에 대한 추가적 연구가 필요할 수 있을 것으로 보인다.

둘째, 성별 간 차이를 비교하지 않은 것 역시 이 연구의 한계이다. 기존 사회적 인지와 관련된 연구들을 살펴볼 때 성별 간 차이를 보인 경우도 있었으나⁴⁶⁾ 차이가 분명하지 않은 경우도 있었다.¹²⁾¹³⁾ 본 연구에서는 남성과 여성의 인원을 동일하게 모집하여 성별로 인한 변수를 최소화하려고 노력하였다.

셋째, 본 연구에서는 군당 20명으로 총 40명의 인원을 모집하였다. 임상적 특성 및 뇌 활성화 분석 결과를 통해 볼 때, 참여 인원이 더 많았을 경우 통계적으로 유의한 결과들이 더 증가하였을 가능성이 있다. 그러나 기존 다수의 뇌 영상 연구에서 20명 안팎의 인원으로 유의한 결과를 보고한 바 있음을 고려할 때,³¹⁾⁴⁹⁾ 본 연구의 결과 역시 어느 정도 의미가 있다고 생각할 수 있을 것이다.

이상의 제한점에도 불구하고 이 연구에서는 청소년이 성인

에 비해 관점 획득 능력이 저하되어 있음을 확인하였으며, 특히 정서적 관점 획득을 요하는 상황에서 청소년에서는 성인에 비해 3인칭 관점 상황에서 전두 영역이 더욱 과잉 활성화되는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 청소년기의 관점 획득 능력이 다소 비효율적이며, 이러한 비효율성이 청소년기의 뇌 발달과 연관되어 있을 가능성을 시사한다. 본 연구에서 드러난 청소년의 특성을 이해하고 이를 청소년의 치료 및 교육에 적용하기 위해서 향후 해당 주제에 대한 보다 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

중심 단어: 청소년·사회적 인지·관점 획득·뇌·기능적 뇌 자기공명영상.

Acknowledgments

이 논문은 석사 학위 논문 과정에서 진행한 연구 성과 일부를 수정 보완한 내용임. 이 연구의 요지는 2018년 4월 대한신경정신의학회 춘계학술대회에서 구연 발표되었음. 이 연구의 축약본은 2018년 11월 대한소아청소년정신의학회 추계학술대회에 포스터 발표되었음.

Conflicts of interest

The authors have no financial conflicts of interest.

Author Contributions

Conceptualization: Seong Kyoung Park, Jung-Woo Son, Seungbok Lee, Hei-Rhee Ghim, Sang-Ick Lee, Chul-Jin Shin, Siekyeong Kim, Gawon Ju. Data curation: Seong Kyoung Park, Jung-Woo Son. Formal analysis: Seong Kyoung Park, Jung-Woo Son. Funding acquisition: Seong Kyoung Park, Jung-Woo Son. Investigation: Seong Kyoung Park. Methodology: Seong Kyoung Park, Jung-Woo Son, Seungbok Lee, Hei-Rhee Ghim. Project administration: Jung-Woo Son, Sang-Ick Lee, Chul-Jin Shin, Siekyeong Kim, Gawon Ju, Hei-Rhee Ghim, Seungbok Lee. Software: Seong Kyoung Park, Jung-Woo Son. Supervision: Sang-Ick Lee, Chul-Jin Shin, Siekyeong Kim, Gawon Ju. Visualization: Seong Kyoung Park. Writing—original draft: Seong Kyoung Park. Writing—review & editing: Seong Kyoung Park, Jung-Woo Son, Sang-Ick Lee, Chul-Jin Shin, Siekyeong Kim, Gawon Ju.

ORCID iDs

Jung-Woo Son	https://orcid.org/0000-0003-4972-3923
Seong Kyoung Park	https://orcid.org/0000-0001-9345-9547
Seungbok Lee	https://orcid.org/0000-0002-3771-7457
Hei-Rhee Ghim	https://orcid.org/0000-0002-9455-3268
Sang-Ick Lee	https://orcid.org/0000-0001-5134-8064
Chul-Jin Shin	https://orcid.org/0000-0001-7618-7201
Siekyeong Kim	https://orcid.org/0000-0001-8466-9649
Gawon Ju	https://orcid.org/0000-0002-5358-4578

REFERENCES

- 1) Spear LP. The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neurosci Biobehav Rev* 2000;24:417-463.
- 2) 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.
- 3) Blakemore SJ, Choudhury S. Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *J Child*

- Psychol Psychiatry 2006;47:296-312.
- 4) **Ha YH, Edwards GP.** The effect of parents attachment, socioeconomic status, and perspective-taking on early adolescents' prosocial behavior toward parents and siblings. *Korean J Cult Soc Issues* 2005; 11:43-57.
 - 5) **Han SC.** Risk Behavior during the Adolescence: peer relation and role transitions within family. *Korean J Youth Stud* 1998;5:45-62.
 - 6) **Mounoud P.** Perspective taking and belief attribution: from Piaget's theory to children's theory of mind. *Swiss J Psychol* 1996;55:93-103.
 - 7) **Ruby P, Decety J.** Effect of subjective perspective taking during simulation of action: a PET investigation of agency. *Nat Neurosci* 2001; 4:546-550.
 - 8) **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.
 - 9) **Oh IK, Son JW, Lee SB, Ghim HR.** The difference of neural activity in viewing between one's own emotional situation and other's: a neuroimaging study about perspective-taking. *Korean J Biol Psychiatry* 2009;16:159-169.
 - 10) **Lamm C, Nusbaum HC, Meltzoff AN, Decety J.** What are you feeling? Using functional magnetic resonance imaging to assess the modulation of sensory and affective responses during empathy for pain. *PLoS One* 2007;2:e1292.
 - 11) **Schnell K, Bluschke S, Konradt B, Walter H.** Functional relations of empathy and mentalizing: an fMRI study on the neural basis of cognitive empathy. *Neuroimage* 2011;54:1743-1754.
 - 12) **Choudhury S, Blakemore SJ, Charman T.** Social cognitive development during adolescence. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2006;1:165-174.
 - 13) **Dosch M, Loenneker T, Bucher K, Martin E, Klaver P.** Learning to appreciate others: neural development of cognitive perspective taking. *Neuroimage* 2010;50:837-846.
 - 14) **Zhu Y, Zhang L, Fan J, Han S.** Neural basis of cultural influence on self-representation. *Neuroimage* 2007;34:1310-1316.
 - 15) **Yoo SW, Kim YS, Noh JS, Oh KS, Kim CH, Namkoong K, et al.** Validity of Korean version of the mini-international neuropsychiatric interview. *Anxiety Mood* 2006;2:50-55.
 - 16) **Lennon R, Eisenberg N.** Gender and age differences in empathy and sympathy. In: Eisenberg N, Strayer J, editors. *Empathy and Its Development* (Cambridge Studies in Social and Emotional Development). New York, NY: Cambridge University Press;1987. p.195-217.
 - 17) **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.
 - 18) **Kim JH, Lee SJ.** Reliability and validity of the Korean version of the empathy quotient scale. *Psychiatry Investig* 2010;7:24-30.
 - 19) **Davis MH.** Measuring individual differences in empathy: evidence for a multidimensional approach. *J Pers Soc Psychol* 1983;44:113-126.
 - 20) **Kang I, Kee SW, Kim SE, Jeong BS, Hwang JH, Song JE, et al.** Reliability and validity of the Korean-version of interpersonal reactivity index. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2009;48:352-358.
 - 21) **Hawk ST, Keijsers L, Branje SJ, Graaff JV, Wied Md, Meeus W.** Examining the Interpersonal Reactivity Index (IRI) among early and late adolescents and their mothers. *J Pers Assess* 2013;95:96-106.
 - 22) **Hynes CA, Baird AA, Grafton ST.** Differential role of the orbital frontal lobe in emotional versus cognitive perspective-taking. *Neuropsychologia* 2006;44:374-383.
 - 23) **Frith C, Frith U.** Theory of mind. *Curr Biol* 2005;15:R644-R646.
 - 24) **Brunet E, Sarfati Y, Hardy-Baylé MC, Decety J.** A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task. *Neuroimage* 2000;11:157-166.
 - 25) **Kim JI.** Cognitive and emotional empathy in adolescent ADHD: an fMRI study [dissertation]. Cheongju: Chungbuk National University;2015.
 - 26) **McRae K, Gross JJ, Weber J, Robertson ER, Sokol-Hessner P, Ray RD, et al.** The development of emotion regulation: an fMRI study of cognitive reappraisal in children, adolescents and young adults. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2012;7:11-22.
 - 27) **Lane RD, Chua PM, Dolan RJ.** Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures. *Neuropsychologia* 1999;37:989-997.
 - 28) **Goel V, Grafman J, Sadato N, Hallett M.** Modeling other minds. *Neuroreport* 1995;6:1741-1746.
 - 29) **Elkind D.** Egocentrism in adolescence. *Child Dev* 1967;38:1025-1034.
 - 30) **Zysset S, Huber O, Ferstl E, von Cramon DY.** The anterior fronto-medial cortex and evaluative judgment: an fMRI study. *Neuroimage* 2002;15:983-991.
 - 31) **Blakemore SJ.** The social brain in adolescence. *Nat Rev Neurosci* 2008;9:267-277.
 - 32) **Fransson P, Marrelec G.** The precuneus/posterior cingulate cortex plays a pivotal role in the default mode network: evidence from a partial correlation network analysis. *Neuroimage* 2008;42:1178-1184.
 - 33) **Kim H, Daselaar SM, Cabeza R.** Overlapping brain activity between episodic memory encoding and retrieval: roles of the task-positive and task-negative networks. *Neuroimage* 2010;49:1045-1054.
 - 34) **Cabeza R, St Jacques P.** Functional neuroimaging of autobiographical memory. *Trends Cogn Sci* 2007;11:219-227.
 - 35) **Seger CA, Cincotta CM.** The roles of the caudate nucleus in human classification learning. *J Neurosci* 2005;25:2941-2951.
 - 36) **Seger CA.** The visual corticostriatal loop through the tail of the caudate: circuitry and function. *Front Syst Neurosci* 2013;7:104.
 - 37) **Wicker B, Perrett DI, Baron-Cohen S, Decety J.** Being the target of another's emotion: a PET study. *Neuropsychologia* 2003;41:139-146.
 - 38) **Pekkola J, Ojanen V, Autti T, Jääskeläinen IP, Möttönen R, Tarkiainen A, et al.** Primary auditory cortex activation by visual speech: an fMRI study at 3 T. *Neuroreport* 2005;16:125-128.
 - 39) **Freton M, Lemogne C, Bergouignan L, Delaveau P, Lehericy S, et al.** The eye of the self: precuneus volume and visual perspective during autobiographical memory retrieval. *Brain Struct Funct* 2014;219: 959-968.
 - 40) **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.
 - 41) **Deppe M, Schwindt W, Kugel H, Plassmann H, Kenning P.** Nonlinear responses within the medial prefrontal cortex reveal when specific implicit information influences economic decision making. *J Neuroimaging* 2005;15:171-182.
 - 42) **Freton M, Lemogne C, Bergouignan L, Delaveau P, Lehericy S, Fossati P.** The eye of the self: precuneus volume and visual perspective during autobiographical memory retrieval. *Brain Struct Funct* 2014; 219:959-968.
 - 43) **Williams JH, Waiter GD, Perra O, Perrett DI, Whiten A.** An fMRI study of joint attention experience. *Neuroimage* 2005;25:133-140.
 - 44) **Bermpohl F, Pascual-Leone A, Amedi A, Merabet LB, Fregni F, Gaab N, et al.** Attentional modulation of emotional stimulus processing: an fMRI study using emotional expectancy. *Hum Brain Mapp* 2006;27:662-677.
 - 45) **Moriguchi Y, Ohnishi T, Mori T, Matsuda H, Komaki G.** Changes of brain activity in the neural substrates for theory of mind during childhood and adolescence. *Psychiatry Clin Neurosci* 2007;61:355-363.
 - 46) **Yurgelun-Todd DA, Killgore WD.** Fear-related activity in the prefrontal cortex increases with age during adolescence: a preliminary fMRI study. *Neurosci Lett* 2006;406:194-199.
 - 47) **Nichelli P, Grafman J, Pietrini P, Alway D, Carton JC, Miletich R.** Brain activity in chess playing. *Nature* 1994;369:191.
 - 48) **Kim SI.** Brain-based learning science: what can the brain science tell us about education? *Korean J Cogn Sci* 2006;17:375-398.
 - 49) **Blakemore SJ.** Imaging brain development: the adolescent brain. *Neuroimage* 2012;61:397-406.