



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

심리학박사 학위논문

노년기 실제 사회관계와 배제실험에서
관찰된 신경반응성의 관계

Association between Real-world Social
Relationship and Neural Responses to Social
Exclusion in Older Adults

2021 년 2 월

서울대학교 대학원
심리학과 임상심리학전공
김혜린

노년기 실제 사회관계와 배제실험에서
관찰된 신경반응성의 관계

지도 교수 최진영

이 논문을 심리학박사 학위논문으로 제출함
2021년 2월

서울대학교 대학원
심리학과 임상심리학전공

김혜린

김혜린의 심리학박사 학위논문을 인준함
2021년 2월

위원장 최인철



부위원장 염유식

Yeosik
Youn(인)

위원 최진영

(인)

위원 이준영

(인)

위원 설선희

(인)

초 록

노년기는 일생에 걸쳐 형성한 사회관계 및 역할이 점차 축소되어 사회적 고립에 취약해지기 쉬운 시기이다. 노년기 사회적 고립은 다양한 질환의 발생 위험과 사망률을 높이는 것으로 알려져 있다. 가상의 공놀이 실험(Cyberball paradigm)은 고립에 대한 정서 및 신경학적 반응을 측정할 수 있는 실험 패러다임이다. 그러나 지금까지 가상의 공놀이 실험은 대부분 청소년 및 젊은 성인을 대상으로 실시되어 왔다. 또한 가상의 공놀이 실험은 가상의 인물로부터 배제당하는 패러다임에 기반하고 있어, 실제 사회에서 나타나는 사람들 간의 상호작용을 충분히 반영하지 못하는 한계를 가지고 있다. 본 연구에서는 Korean Social Life, Health and Aging Project 에 참가하는 88 명의 노인(평균연령: 71.06 세)을 대상으로 자기공명영상장치 안에서 가상의 공놀이 실험을 실시하였다. 같은 마을에 살고 있는 사람들로부터 배제당하도록 설계된 가상의 공놀이 실험을 활용하여, 참가자가 배제를 주도하는 사람과 맺고있는 관계가 고립에 따른 부정적 정서 및 신경반응성에 어떤 영향을 미치는지 살펴보았다. 이에 더하여, 완전사회연결망 분석(global social network analysis)을 활용해서 개인이 평소에 마을에서 맺고 있는 사회관계 특성이 배제에 따른 신경반응성에 미치는 영향을 살펴보았다. 신경반응성은 가상의 공놀이를 하는 동안 나타나는 관심 뇌 영역의 활성화 수준으로 측정이 되었으며, 관심영역은 사회적 고통과 관련된 뇌 영역(전대상피질, 전측 섬엽)과 사회적 정보 및 다른 사람의 의도를 추론할 때 관여하는 마음추론 영역(배내측 전전두 피질, 복내측 전전두 피질, 측두정엽, 췌기앞소엽)으로 설정하였다. 사회연결망 분석을 통해 개인이 서로를 모르는 사람들을 연결시켜주는 사회적 위치를 점하고 있는지(중개자 역할) 그리고 중요한 일을 상의하는 사람의 수가 많은지(사회 연결망 크기)에 대한 정보를 얻었다. 가상의 공놀이에서 아는 사람들로부터 배제를 당하는 경우 모르는 사람들로부터 배제를 당했을 때보다 사회적 고통과 관련된 영역($t = -$

2.26, $p = 0.03$)과 마음추론과 관련된 영역($t = -2.55, p = 0.01$)의 활성화 수준이 낮았다. 해당 효과는 함께 참여하는 나머지 두 사람의 관계, 참가자의 배우자 포함 여부, 그리고 개인의 성격 특질을 고려한 결과이다. 배제를 주도하는 사람들과의 관계에 따라 부정적 정서반응의 차이는 관찰되지 않았지만 아는 사람들에게 배제당할 때 신경반응성이 더 낮게 나타난 것은 아는 사람들 사이에서 경험하는 사회적 고립이 덜 위협적인 상황으로 인식되었을 가능성을 시사한다. 또한, 마을 내에서 사회연결망 크기가 큰 사람들과 ($t = 2.28, p = 0.03$), 중개자 역할을 많이 하는 사람들($t = 2.65, p = 0.01$)은 사회적 배제에 따른 사회적 고통 영역의 활성화 정도가 더 큰 것으로 나타났다. 부정적 정서 및 마음 추론과 관련된 뇌영역에서는 이에 따른 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 효과는 가상의 공놀이 상황에서 관찰된 상황적 사회관계와는 별개로 나타났기 때문에, 평소에 더 풍부한 사회연결망 특성을 가진 사람들이 순간적인 고립을 경험했을 때 위협을 더 크게 지각했을 가능성을 시사한다. 본 연구 결과는 사회적 고립경험에서 사회적 관계가 매우 중요한 역할을 하고 있으며, 아는 사람들로부터 일시적 고립을 경험하는 것은 모르는 사람들로부터 배제 당하는 것 보다는 강도가 낮은 사회적 위협으로 여겨질 가능성을 시사하였다. 동시에 더 풍부한 사회연결망 특성을 가진 사람들이 어떤 사람들로부터 배제당하는지와 관계없이 사회적 고통과 관련한 뇌 영역에서 더 큰 반응을 나타낸다는 점은 이들이 평소에 고립상황에서 다른 사람들 보다 더 큰 사회적 위협의 신호를 지각 할 가능성을 시사하였다.

주요어 : 노인, 사회적 배제, 사회관계, 사회적 고통

학 번 : 2017-32407

목 차

서 론	6
1. 가상의 공놀이 실험연구	8
2. 사회적 고립에 대한 반응	11
3. 고립 상황에서 사회관계의 역할	15
4. 연구목적.....	21
방 법	24
1. 연구 참가자.....	24
2. 가상의 공놀이 실험	26
3. 뇌 영상 획득 및 전처리	30
4. 사회관계 조사.....	33
5. 심리설문	37
6. 연구문제분석	38
결 과	44
1. 가상의 공놀이에서 관찰된 사회적 관계	44
2. 마을 내 사회적 관계	48
3. 가상의 공놀이 실험 처치 효과 확인.....	49
4. 배제 경험에 따른 신경반응성.....	51
5. 연구문제 분석 결과	56
논 의	69
1. 배제를 주도하는 대상과의 관계와 배제에 따른 반응성	70
2. 마을 내 사회관계와 배제에 따른 반응성	73
3. 한계 및 종합논의	75
참 고 문 헌	78

표 목차

[표 1] 연구 참가자의 인구 통계학적 특성	25
[표 2] 배제조건-참가조건 단일표본 t 검정 결과	54
[표 3] 배제조건-참가조건 독립표본 t 검정 결과	55
[표 4] 배제에 따른 사회적 고통영역의 활성화 수준을 예측하는 상황적관계	58
[표 5] 배제에 따른 마음 추론영역의 활성화 수준을 예측하는 상황적관계 ..	58
[표 6] 영역별 결과	59, 60
[표 7] 배우자가 포함되지 않은 상황적 사회관계 결과	63
[표 8] 성격, 외로움, 우울수준을 고려한 결과.....	64
[표 9] 사회 연결망 크기가 사회적고통영역의 신경반응성에 미치는 영향 ...	67
[표 10] 중개자 역할정도가 사회적고통 영역의 신경반응성에 미치는 영향 ..	67
[표 11] 사회 연결망 크기가 마음추론 영역의 신경반응성에 미치는 영향.....	68
[표 12] 중개자 역할정도가 마음추론 영역의 신경반응성에 미치는 영향.....	68
[표 13] 배우자 포함 여부에 따른 사회연결망의 효과.....	70
[표 14] 상황적 사회관계에 따른 사회연결망의 효과.....	71

그림 목차

[그림 1] 가상의 공놀이 실험 패러다임 및 참가자의 화면.....	26
[그림 2] fMRI 를 활용한 가상의 공놀이 실험구조	28
[그림 3] 상황적 사회관계의 변수화.....	34
[그림 4] 사회연결망 크기와 중개자 역할	37
[그림 5] 가상의 공놀이 실험 1 st level GLM 예시	39
[그림 6] 참가자의 인구통계학적 정보 분포.....	44
[그림 7] 가상의 공놀이에서 관찰가능한 관계	45
[그림 8] 가상의 공놀이에서 관찰된 관계의 종류.....	45
[그림 9] 관계의 종류에 따른 알고지낸 기간 및 친밀감	46
[그림 10] 가상의 공놀이에서 관찰된 관계 범주화 및 분포.....	47
[그림 11] 마을 내 사회관계 변수의 분포	48
[그림 12] 배제에 따른 부정적 정서에 관한 설문 응답 분포.....	50
[그림 13] 배제조건-참가조건 단일표본 t 검정 결과.....	52
[그림 14] 배제조건-참가조건 독립표본 t 검정 결과.....	53

서론

사회적 고립은 개인이 속한 사회에서 충분한 관계를 맺지 못하는 상태를 의미하는데, 노년기는 사회적 고립에 취약한 시기로 여겨진다. 노인들은 일생에 걸쳐 형성한 사회관계나 중요한 사회적 역할이 점차 사라지는 경험을 하게 된다(Li & Ferraro, 2006; Thoits & Hewitt, 2001). 자녀의 독립, 배우자의 사망, 그리고 은퇴는 사람들과의 교류를 줄어들게 만든다(Cornwell et al., 2008; Ferraro, 1984; Wrzus et al., 2013). 이에 더하여, 노화와 관련된 신체 건강 문제는 활발한 사회활동 참여를 제한한다(Warner & Adams, 2016). 사회적 고립이 사망 및 다양한 질환의 발생 위험을 높인다는 사실이 다양한 연구를 통해 밝혀져 왔다. 구체적으로, 사회적으로 고립되어 있는 사람들은 높은 사망률(Berkman & Glass, 2000; Brummett et al., 2001; Uchino et al., 1992), 가파른 노년기 인지감퇴(Barnes et al., 2004; Wilson et al., 2007), 그리고 더 심각한 우울증상(Heikkinen & Kauppinen, 2004)을 나타내는 것으로 보고되었다. 그리고 고립과 관련된 건강문제는 노년기에 더 심각한 형태로 발생한다고 알려져 있다(Illiffe et al., 2007). 따라서 노년기 사회관계가 고립경험에 미치는 영향과 그 신경학적 기전에 대해 탐색하는 것은 개인의 심리 및 신체건강 보호에 기여할 수 있다. 또한 이를 통해 질병부담을 감소시키고 노년기 사망률이나 자살률 감소를 위한 방안을 모색할 수 있도록 하는 등 사회적 고립에 관한 연구는 공중보건의 관점에서도 중요한 함의를 가지는 것으로 여겨진다(Jeste et al., 2020).

지금까지 대다수 사회적 고립 연구는 고립이 노인들에게 ‘어떤’ 영향을 미치는지 규명하는데 집중해왔다. 이를 위해 고립과 건강의 상관관계를 밝히는 기술방법론(descriptive method)이 주로 사용되었다. 그러나 사회적 고립이 노인들에게 ‘어떻게’ 영향을 미치는지는 상대적으로 덜 밝혀진 영역이다. 심리학자들은 ‘어떻게’ 라는 문제에 답하기 위해 사회적 고립이 일어나는 순간의

인지 및 정서 반응에 초점을 맞췄다. 예를 들어, 연구자들은 실험을 통해 참가자가 사회적 고립감을 느낄 수 있는 상황을 만들고 고립에 따른 정서 및 뇌 반응을 관찰하였다. 고립은 부정적 정서 그리고 고통과 관련한 뇌 영역인 전대상 피질(dorsal anterior cingulate cortex) 및 섬엽(insular cortex)의 활동을 촉발시켰다(Eisenberger, 2003). 이러한 결과는 사회적 고립이 어떤 신경학적 기전을 바탕으로 부정적 정서를 촉발시키는지에 대한 단서를 제공하였다.

사회적 고립 실험은 고립이 발생하는 맥락을 실험적으로 조작할 수 있기 때문에 어떤 상황에서 고립에 대한 반응이 가장 크게 발생하는지 탐색할 수 있다는 이점이 있다. 선행연구에서는 배제를 주도하는 가상의 인물들과 참가자의 관계에 주목 하였다. 고립을 주도하는 사람들의 성별, 인종, 그리고 연령에 따라서 고립에 대한 부정적 정서나 신경반응성이 다르게 나타나는지 살펴보았다(Krill & Platek, 2009; Wirth & Williams, 2009; Wittenbaum et al., 2010). 선행연구는 참가자와 유사한 인구통계학적 정보를 가진 사람들로부터 배제 당하는 것이 더 큰 부정적 정서를 촉발 시킬 것이라고 가정하였으나, 메타연구 결과에 따르면 외집단 또는 외집단으로 부터 배제 당할 때 느끼는 부정정서 크기의 차이가 관찰되지 않았다(Hartgerink et al., 2015). 아직 일관된 결과가 정립되지는 않았지만, 이러한 시도는 사회적 고립이 유발하는 부정적 영향이 언제 완화되거나 증폭될 수 있는지에 대한 단서를 제공 하였다.

그러나 실험을 활용한 대부분의 선행연구는 청소년 및 젊은 성인들을 대상으로 이루어졌다. 특히, 대표적인 고립 유발 실험인 가상의 공놀이 실험을 활용한 뇌영상연구는 노인들을 대상으로 실시된 적이 없다. 노인은 노화에 따라 다양한 신경학적 변화를 경험하며 이는 인지과정에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Fjell et al., 2011). 뿐만 아니라, 노인은 정서적으로도 젊은 성인과 다른 특성을 나타낸다고 보고되어왔다(Charles & Carstensen, 2010). 따라서 노인을

대상으로 하는 사회적 고립실험은 사회적 고립이 노인들에게 ‘어떻게’ 영향을 미치는지 밝히기 위해 필요하다.

1. 가상의 공놀이 실험 연구

가상의 공놀이 실험(Cyberball)은 사회적 고립에 따른 행동 및 신경반응성을 측정하기 위해 가장 많이 사용된 실험 패러다임이다(Hartgerink et al., 2015). 참가자들은 버튼을 이용하여 다른 참가자들과 공을 주고 받는 게임이라고 안내를 받은 후 실험에 참가한다. 화면에는 참가자와 다른 두 명의 참가자를 대변하는 아바타가 등장하고, 게임은 고립감을 유발하기 위해서 일정 시점이 지난 이후부터 참가자에게는 아무도 공을 던져주지 않도록 프로그램 되어있다. 그리고 나머지 두 사람끼리만 공 던지기를 지속한다. 대부분의 사람들은 이 시점에서 서운한 감정 또는 배제되었다는 기분을 느낀다(Zadro et al., 2004). 가상의 공놀이 실험은 이런 점을 활용한다. 실험적으로 사회적 고립을 유발 시키고 그에 대한 반응을 측정하는 것이다(Williams et al., 2000). 이 절에서는 가상의 공놀이 실험을 활용해서 고립의 기전을 밝힌 선행연구를 고찰할 예정이다. 선행연구의 디자인과 결과를 바탕으로 노년기 사회적 고립에 따른 반응성을 탐구하기 위해 보완 할 수 있는 점을 논의하고자 한다.

1.1 노인을 대상으로 한 연구 필요성

가상의 공놀이 실험은 주로 고립에 따른 정서반응과 신경반응을 측정한다. 컴퓨터 게임 상황에서 겪은 고립경험이지만 참가자들은 낮은 자존감과 결핍감 같은 부정적 정서를 보고하였다(Zadro et al., 2004). 또한 이러한 부정적 정서경험에 대한 신경학적 기반이 탐색되었는데, 사회적 고통(social pain)과 관련 있는 뇌 영역들(배측전대상피질, 전측섬엽)과 (Eisenberger, 2003;

Eisenberger & Lieberman, 2004) 마음추론 과정(mentalizing)에 관여하는 뇌 영역(배내측 전전두 피질, 복내측 전전두 피질, 측두정엽, 췌기앞소엽)의 활동이 가장 대표적이다(Schmälzle et al., 2017; Wasylyshyn et al., 2018).

가상의 공놀이 실험은 사람들이 일상에서 흔히 경험 할 수 있는 작은 무시나 배제에도 민감하게 반응 할 수 있음을 시사한다. 이는 성인에서 뿐만 아니라(Williams & Jarvis, 2006), 대인관계에 가장 예민한 시기인 청소년들에게서도 확인되었다(Masten et al., 2011; Schmälzle et al., 2016). 그러나 노인들은 사회적 역할이 축소됨에 따라 사회적 배제에 가장 취약한 계층이 되기 쉬움에도 불구하고, 노인들을 대상으로 한 가상의 공놀이 실험 연구는 매우 드물다. 한 연구에서 노인은 젊은 성인보다 가상의 공놀이에서 배제에 따른 부정적 정서를 더 작게 보고했다고 밝혔다(Hawkley et al., 2011a). 연구자들은 노년기가 되면 부정적 정서를 더 적게 보고하고, 불쾌한 상황과 마주하더라도 긍정적인 측면에 주의를 기울이게 된다는 사회감정적 선택이론(socioemotional selectivity hypothesis)에 기반하여 결과를 해석하였다(Charles & Carstensen, 2008; Mather & Carstensen, 2005). 그러나 이 연구에서는 정서적 보고만 측정했다는 한계를 지니고 있다. 따라서 노인연구에서도 뇌 영상 연구 기법을 도입한 가상의 공놀이 실험을 통해 사회적 배제에 따른 신경반응성을 측정하여 부정적 정서경험의 기전을 밝힐 필요성이 있다.

1.2 실제 사회의 정보를 포함하는 자극 활용의 필요성

가상의 공놀이 실험은 사회적 상호작용이 표준화된 방식으로 구현될 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 가상의 속성(virtual nature)은 현실감을 저해한다. 가상의 공놀이 실험에서는 공을 던지는 주체에 대한 정보가 제공되지 않고 배제를 주도하는 사람들의 언어적 또는 비언어적 표현이 결여된 채로

고립감을 유발하기 때문에 실제 사회에서 경험하는 고립과는 분명한 차이가 존재한다(Godwin et al., 2014). 이에 연구자들은 참가자들에게 가상의 공놀이 상황에서 배제를 주도하는 타인의 성별, 인종, 연령 정보를 제공하기도 하였다(Krill & Platek, 2009; Wirth & Williams, 2009; Wittenbaum et al., 2010). 참가자와 배제를 주도하는 주체의 인구통계학적 특성이 같은 경우 내집단원이라는 사회적 정보를 가진다. 연구자들은 이때 사회적 정보가 고립에 따른 부정적 정서의 강도를 변화시킬지에 주목 하였다. 그러나 120 개의 가상의 공놀이 실험결과를 포괄하는 메타 연구 결과 외집단과 내집단에 따른 부정적 정서 경험의 강도 차이가 뚜렷하지 않았다(Hartgerink et al., 2015).

연구자들이 외집단 및 내집단과 같은 추상적 개념을 활용하여 관계를 정의한 것은 실험의 잡음(noise)을 최소화하기 위한 시도이다. 연구자들은 실험적 처치 효과를 정확히 측정하기 위해 처치 이외의 요소들을 잡음으로 여겼다. 가상의 공놀이 실험에서 대표적인 잡음 중 하나는 실험에 선행하는 사회관계이다. 참가자가 따돌림을 주도하는 사람을 이미 알고 있는 경우 그렇지 않은 경우와 실험의 결과가 다를 수 있다. 하지만 선행하는 사회관계에 따른 효과와 실험으로 유발된 배제의 효과는 완전히 분리하기 어렵다. 따라서 연구자들은 실제 사회의 정보를 최대한 배제한 가상의 인물을 활용하였다.

실제 사회의 정보를 잡음으로 통제하지 않고 실험 자극으로 활용하면 현실과 더 유사한 사회적 상호작용을 관찰할 수 있다는 주장이 제기되었다(Zaki & Ochsner, 2009). 최근 연구자들은 실제 사회의 정보를 실험 자극(naturalistic stimuli)으로 적극 활용하기 시작했다. 잡음이라고 여겨지던 부분을 관심변수로 활용하는 것이다. Parkinson 과 연구자들(2017)은 대학에서 같은 학년 학생들이 나와 자기소개 하는 영상을 fMRI 실험 자극으로 활용하여 영상에 나오는 사람과 참가자의 사회적 거리가 뇌에서 어떻게 표상되는지 밝혔다. 즉, 이 연구에서는 조작적 정의에 기반한 사회관계 자극(예: 성별, 인종)이 아닌 실제 사회관계를

표상하는 자극을 사용하였다. 이러한 시도는 지금까지 방법론적 한계로 인하여 제약되어 있던 생태학적 타당도를 증대시킬 수 있었고 실제사회에서 나타나는 신경학적 반응에 가까운 신호를 얻을 수 있다는 장점을 가진다(Parkinson et al., 2017; Zaki & Ochsner, 2009).

가상의 공놀이에도 실제 사회관계를 실험자극으로 도입할 필요가 있다. 가상의 인물(virtual other)과 아는/모르는 사람(not anonymous/anonymouse other)은 실재하지 않는 것과 실재하는 것이라는 차이점이 있다. 실재하는 사람들과 상호작용하는 것은 실제 사회의 상호작용과 좀 더 유사한 속성을 지니며, 실험에 선행하는 사회관계를 실험 자극으로 활용하여 생태학적 타당도가 높은 고립 실험이 가능하다.

2. 사회적 고립에 대한 반응

어떤 집단에 소속되고자 하는 욕구(belongingness)는 인간에게 중요한 원동력이다(Lester et al., 1983). 소속감에 대한 욕구가 중요한 이유는 생존의 문제와 관련되어 있기 때문이다(Eisenberger, 2013). 갓 태어난 인간은 타인의 보호 없이는 삶을 지속하기 어렵다. 연약한 포유류에서 스스로를 보호할 만한 수준으로 성장한 뒤에도 사회에 소속되는 것은 여전히 중요하다(Baumeister & Leary, 1995). 원시 시대에는 인간보다 힘이 센 맹수의 공격을 피해 무리생활을 하였다. 현대사회에서는 더 이상 맹수의 공격을 피할 필요가 없음에도 집단이 제공하는 이점은 정보의 제공 및 사회적 지지와 같이 더욱 강력하고 다양해졌다(Portes, 1998). 따라서 인간은 타인과 끊임없이 관계를 맺고 그 안에서 사회적 동물로 살아간다. 이러한 관점에서 사회적 고립은 인간이 가진 중요한 동기가 좌절되는 순간으로 볼 수 있기 때문에 연구자들은 고립에 따른 반응에 주목하였다. 선행연구에서는 고립을 사회적 스트레스 상황으로 바라보고

그에 따른 생리적반응, 정서반응, 그리고 뇌 반응을 살펴보았다. 이 절에서는 사회적 고립에 따른 생리적 반응을 살펴보고 이를 바탕으로 각 연구자들이 정리한 사회적 고립에 대한 이론을 고찰하고자 한다.

2.1 사회내분비학(social endocrinology)적 접근

인간은 고립을 사회적 위협 상황으로 지각한다(J. T. Cacioppo et al., 2015). 위협 상황에서 관찰되는 가장 대표적인 생리적 반응은 시상하부-뇌하수체-부신 축(hypothalamic-pituitary-adrenal axis, 이하 HPA axis)의 활성화이다. HPA axis는 뇌가 위협 상황을 지각했을 때 가장 민감하게 반응하며, 신체, 행동, 그리고 건강에 직접적으로 영향을 미친다(Hostinar et al., 2014; McEwen & Gianaros, 2011). HPA axis 활성화는 코티졸(cortisol)과 같은 호르몬이 분비되도록 자극하여, 혈압과 심박수를 높이고 우리의 몸이 스트레스에 대응할 수 있는 상태, 즉 싸우거나 도망갈 수 있는 상태(fight or flight)로 만든다. 사회적 고립은 즉각적으로 해결되기 어려운 경우가 많으며, 만성적인 양상을 나타낸다. HPA axis의 만성적인 활성화가 나타나는 경우 과도한 염증반응이 관찰되는데, C-reactive protein 과 같은 염증 지표는 관상동맥 질환의 진단지표이다(Hänsel et al., 2010). 지속적인 HPA axis의 활성화는 수면장애, 합성대사 저하, 인지부하 증가, 집행기능 감퇴 등과 같이 뇌와 신체의 기능을 방해하여 전반적인 병적 상태를 악화하고, 궁극적으로 사망의 위험을 높인다(Aisa et al., 2007; Chrousos et al., 2000; Silverman & Sternberg, 2012). 따라서 HPA axis의 활성화는 사회적 고립이 건강에 부정적 영향을 미치는 생물학적 기전으로 여겨진다.

그러나 사람들은 스트레스 상황에서 다른 방식의 대처를 보이기도 한다. 스트레스 상황에서 함께 모여서 지지와 편안함을 추구하는 것을 통해 스트레스를 감소시키기도 한다. 이는 보호-친교(tending-befriend)반응이다(Taylor, 2006).

보호-친교 반응은 옥시토신(oxytocin) 호르몬의 역할을 기반으로 한다. 옥시토신은 친교 활동을 촉진시키고, 사회적 위협에 따른 스트레스 반응을 감소시킨다. 그리고 HPA axis 의 과도한 활성화로 유발된 교감신경계 반응, 높은 혈압, 그리고 코티졸의 수준을 낮춰주는 것으로 알려져 있다.(Heinrichs et al., 2003; Insel, 1997; Light et al., 2005). 이처럼 옥시토신이 친교 활동을 증진시킴으로써 사회적 위협에 따른 스트레스 반응을 감소시키는 것으로 알려져 있지만 옥시토신은 사회적 스트레스 상황에서 상호작용하는 타인과의 관계에 따라 그 효과가 역설적으로 나타날 수도 있다. 옥시토신 수준이 높은 여성의 경우 스트레스 상황에서 함께하는 타인이 충분한 지지를 제공하지 못하고 오히려 부정적인 상호작용을 하는 관계라면 스트레스 반응이 훨씬 더 증폭될 수 있는 것으로 나타났다(Taylor, 2006).

2.2 사회적 고통(social pain)

사회적 고통을 유발하는 가상의 공놀이 실험에서 사람들은 서운함, 거절당한 기분, 그리고 낮은 자존감을 보고하였다(Zadro et al., 2004). 사회적 고통(social pain)은 고통에 따른 부정적 정서들을 포괄하는 개념이다(Eisenberger, 2012). 연구자들은 뇌 영상 연구를 통해 사회적 고통의 신경상관자(neural correlate)를 밝혔다. 배측전대상피질(dorsal anterior cingulate cortex)과 섬엽피질(insular cortex)의 활동은 사회적 고통 상황에서 증가하는 것으로 알려져 있다. 배측전대상피질은 갈등이나 대립이 발생하는 것을 알아채고 주의를 기울이는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Botvinick et al., 2004). Eisenberger(2012)는 사회적 고통을 사회적 관계의 양상이 기대하던 바에 미치지 못하는 경험으로 이해할 수 있다고 주장하였다. 그리고 배측전대상피질의 활동을 관계에 대한 기대와 그에 미치지 못하는 현실의 대립을 포착하는

과정으로 보았다. 사회적 고통의 신경상관자는 사회관계를 지속적으로 모니터링 하는 역할을 한다고 볼 수 있다.

사회적 고통과 관련한 뇌 반응은 HPA axis 의 활성화와 관련되어 있는 것으로 여겨진다. 가상의 공놀이 상황에서 전대상피질 및 섬엽의 활성화 정도는 사회적 스트레스 상황에서 관찰된 염증 수준(tumor necrosis factor- α)과 정적 상관관계를 나타냈다(Slavich et al., 2010b). 이는 시상하부와 긴밀하게 연결되어있는 전대상피질 및 섬엽의 활동이 내분비계를 자극하여 염증반응을 촉발시킬 가능성을 시사하였다(Öngür et al., 1998).

사회적 고립을 경험했을 때 나타나는 일련의 인지반응을 탐지(detect), 평가(appraisal), 조절(regulation)로 나누어서 보기도 한다(Kawamoto et al., 2015). 지금까지 살펴본 배측전대상피질 및 섬엽의 활동은 가장 대표적인 고립의 탐지체계이다(Eisenberger, 2012). 사회적 고립에 관한 인지모델에 따르면, 개인이 사회적 고립을 지각한 이후에는 다시 연결되고자 하는 욕구와 사회적 위협에 대한 민감성이 높아지는 것으로 알려져 있다(S. Cacioppo et al., 2015). 일련의 인지반응 중 고립 상황에 대한 평가는 고립 상황에서 관찰되는 마음추론(mentalizing)과 관련된 활동과 연결지어 생각해 볼 수 있다. 마음추론능력은 자신과 타인의 마음(mental state)을 추론하고 이해하는 능력이다(Schurz et al., 2014). 사회적 고립상황에서 나타나는 마음추론과 관련된 뇌 활동은 배제를 주도한 타인의 의도를 추론하고 상황을 이해 및 평가하기 위한 것으로 볼 수 있다(Schmälzle et al., 2016). 뇌 해부학적 영역으로는 배내측 전전두 피질(dorsomedial prefrontal cortex; dmPFC), 복내측 전전두 피질(ventromedial prefrontal cortex; vmPFC), 측두정엽(temporoparietal junction; TPJ), 중측두엽 (middle temporal gyrus; MTG), 그리고 췌기앞소엽(precuneus)영역을 포함한다.

2.3 정서적 무감각(emotional numbness)

사회적 고립 상황에서 부정적 정서를 경험하고 표현하는 사람들도 있지만, 역설적이게도 고립상황에서 어떤 감정도 느끼지 못하는 것(emotional numbness) 역시 고립에 대한 대표적인 반응 중 하나이다. DeWall 과 Baumeister (2006)에 따르면 사회적 고립을 경험하는 것은 충분한 사회관계를 맺고자 하는 욕구가 좌절되는 스트레스 상황이다. 정서적 무감각(emotional numbness)은 스트레스 대처 방식에서 기인한다. 예를 들어, 사회적으로 연결되고자 하는 욕구를 가진 개인이 있다. 고립 상황에서 욕구의 좌절로 인해 스트레스와 마주하게 되었을 때 개인은 자신의 욕구가 기반하고있는 인지체계를 붕괴(cognitive deconstruction)시킨다. 자신은 원래 사회적연결에 대한 욕구가 별로 없었고, 중요하지 않다고 여기는 것이다. 인지체계의 변화에 따라 고립 상황을 문제로 지각하지 않기 때문에 고립에 대해 반응하지 않는 것이다. 고립상황에서 관찰되는 무감각해진 정서(emotional numbness)는 건강한 대응 방식이 아니라고 여겨진다. 정서적 무감각이 발생한 이후에 공감 능력이 감소하고, 이는 타인과의 상호작용에도 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되기 때문이다(Baumeister et al., 2007; Maner et al., 2007).

3. 고립상황에서 사회관계의 역할

앞서 고찰한 선행연구에서 사회적 고립에 따른 반응은 다양한 형태로 관찰되었다. 사회적 고립에 대한 반응을 연구할 때 어떤 실험 패러다임을 사용했는지에 따라서 반응이 다르게 나타날 수 있다(Bernstein & Claypool, 2012a). 가상의 공놀이를 사용한 선행연구에서도 민감한 고통반응 부터 둔감화된 반응에 이르기까지 다양한 결과가 관찰되었다(Baumeister et al., 2007; Bernstein & Claypool, 2012b; Eisenberger, 2012). 이 절에서는 고립에 대한

반응성의 차이를 발생시킬 수 있는 요인에 대한 선행연구를 고찰하고자 한다. 특히 실제 사회에서 사회적 고립은 사회관계의 맥락에서 발생한다는 점에 주목하여 고립에 대한 반응성에 영향을 미칠 수 있는 사회관계 요인을 살펴보고자 한다.

3.1 배제를 주도하는 대상과의 사회관계

Cyberball 이라고 불리는 가상의 공놀이 실험(virtual ball-tossing game)은 실험실에서 고립상황을 재현하고 정량화된 방식으로 측정하게 해준다는 장점을 가진다. 그러나 가상의 속성(virtual nature)은 가상의 공놀이 실험의 가장 큰 한계점 중 하나이다(Godwin et al., 2014). 참가자는 다른 참가자를 실제로 볼 수 없다. 배제를 주도하는 사람들의 표정, 언어와 같은 사회적 정보들이 제거된 채 공놀이를 통해서 고립을 경험한다. 이 부분은 실제 사회에서의 사회적 고립과 가장 큰 차이점이라고 볼 수 있다. 최근 연구자들은 실제 사회의 정보를 실험 자극(naturalistic stimuli)으로 도입하였다(Parkinson et al., 2017; Zerubavel et al., 2015). 앞에서 소개한 Parkinson 등(2017)의 연구에서는 MRI 스캐너 안에서 같은 학년의 학생들이 나와서 짧은 자기소개를 하는 동영상을 보여주는 실험을 하였다. 실험을 통해 영상에 나오는 사람과 참가자의 사회적 거리가 뇌에서 표상되는 방식을 밝혔다. 개념적으로 조작된 사회적 정보가 아닌, 실제 사회적 거리에 대한 정보가 처리되는 방식에 대한 신경학적 기반을 제공하였다. 이는 실험상황에서 지나치게 단순화 된 사회적 정보가 가지는 한계를 보완한다(Zaki & Ochsner, 2009). 실제 사회에 기반한 실험자극은 생태학적 타당도를 높이고 실제사회에서 나타나는 것과 유사한 신경학적 반응을 측정할 수 있도록 도움을 준다. 따라서 실제와 가까운 고립에 대한 반응성을 측정하기 위해서는 실제 사회관계를 바탕으로 한 실험자극이 도입될 필요성이 있다.

실제 사회관계는 매우 복잡하고 다양하다. 따라서 선행연구는 조작적으로 정의된 사회관계를 사용하였다. 연구자들은 참가자에게 가상의 공놀이 실험에 등장하는 다른 참가자들의 성별, 인종, 연령 등에 대한 정보를 제공하였다(Krill & Platek, 2009; Wirth & Williams, 2009; Wittenbaum et al., 2010). 실험 참가자의 입장에서 배제를 주도하는 사람들과 자신의 인구통계학적 특성이 일치한다면 내집단원으로부터 배제당하는 경험이라고 가정하였다. 그 반대의 경우 외집단원으로부터 배제당하는 것으로 보았다. 대부분의 연구는 내집단 구성원으로부터 배제를 당했을 때 더 큰 부정적 정서를 경험할 것이라는 가정을 바탕으로 진행되었다. 하지만 120 개의 가상의 공놀이 실험결과를 포함하는 메타 연구 결과는 이를 지지하지 않았다. 내집단으로부터 따돌림을 당했을 때와 외집단으로부터 따돌림을 당했을 때 고립에 대한 정서반응 크기 차이가 유의미하지 않았다(Hartgerink et al., 2015).

실제 사회관계를 실험에 도입하면 외집단 또는 내집단과 같이 추상적인 정의를 사용하지 않아도 사회관계가 고립에 미치는 영향을 알 수 있다. 가상의 타인(virtual other)에서 나아가 모르는 사람(anonymous other)과 아는 사람(not anonymous other)로 구분이 가능하다. 아는 사람으로부터 고립을 경험하는 것과 모르는 사람으로부터 고립을 경험하는 것의 차이는 일상에서 마주하는 다양한 고립경험에 대한 이해를 높일 수 있다.

실제 사회관계를 바탕으로 어떤 사회관계에서 고립에 따른 부정적 반응이 가장 크게 나타나는지는 알려진 바가 없다. 사회적 고립과 관련된 연구는 아니지만 선행연구는 사회관계가 상호작용의 결과에 영향을 미친다는 사실을 밝히고 있다. 평소에 잘 아는 사람에게 괴롭힘 당하는 것이 해롭다는 주장도 있지만(Nocentini et al., 2010), 모르는 사람에게 괴롭힘 당하는 것이 무기력, 좌절을 유발하고 더 치명적이라는 주장이 제기되어왔다(Dooley et al., 2009; Sticca & Perren, 2013). 또한 서로 모르는 관계로 이루어진 집단의 경우 사회적

신호에 더 민감하게 반응하는 것을 보고하기도 하였다(Aral & Alstynne, 2011; Burt et al., 2013; Cornwell, 2009). 이는 서로 공유되어 있는 신뢰가 없고, 언제든지 와해될 수 있는 불안정한 관계이기 때문이다(Burt, 2002; Kramer et al., 2014; Moody & White, 2003).

사회관계의 맥락은 사회적 상호작용에 따른 개인의 반응에 영향을 미치기 때문에(Aral & Alstynne, 2011; Dooley et al., 2009) 고립에 대한 개인의 반응에도 영향을 미칠 가능성이 높다. 선행연구의 결과가 혼재되어 있긴 하지만, 상호간의 신뢰가 부족하거나 모르는 상태에서 부정적인 사회적 상호작용이 나타났을 때 더 치명적일 수 있음을 시사된다. 따라서 가상의 공놀이 패러다임을 활용하여 모르는 사람들로부터 배제되는 경험이 더 큰 부정적 정서와 관련된 신경반응성을 유발하는지 알아볼 필요가 있다.

3.2 배제를 당하는 사람의 평소 사회관계

개인을 둘러싼 사회관계의 속성은 다양한 방식으로 개인에게 영향을 미친다(Smith & Christakis, 2008). 이는 가상의 공놀이에서 배제를 주도하는 사람들과 같이 상호작용에 참여하고 있는 사람들과 맺고 있는 관계의 영향과는 구분된다. 개인이 평소에 가진 사회적 관계는 사회적 자원(social capital)으로 개념화되기도 한다(Coleman, 2009). 사회관계가 생산성을 높여주거나 건강에 긍정적인 영향을 미치는 것과 같이 도움을 주기 때문이다.

접촉의 빈도부터 친밀감을 바탕으로 한 것 까지 사회관계에 대한 정의는 광범위하다(Holt-Lunstad et al., 2015). 따라서 다양한 설문을 통해 측정된다. 사회관계 조사에서 가장 빈번하게 쓰이는 방법은 응답자 중심 방식(respondent-centered method)이다. 응답자 중심 방식은 각 응답자에게 자신의 사회연결망 구성원을 말하도록 하고, 이를 바탕으로 사회연결망을 구성한다. 응답자 중심 방식 설문은 수집이 용이하지만 응답자의 보고에만 의존하기 때문에 응답의

편향과 부정확성이 발생할 수 있다는 단점을 가진다(James et al., 2011). 완전사회연결망(complete social network) 방식은 이러한 단점을 보완할 수 있다. 하나의 마을과 같은 특정 모집단에 소속된 모든 구성원들의 사회연결망 정보를 수집하고, 모든 사람들 사이의 관계를 포함하는 연결망을 생성한다(Youm et al., 2014). 완전사회연결망은 응답자가 제공한 정보와 더불어 응답자가 관계를 맺는 사람들로부터 받은 정보를 포함하기 때문에 관계의 상호성까지 고려한 정보를 얻을 수 있다(Smith & Christakis, 2008).

완전사회연결망 기법을 사용하기 위해서는 하나의 모집단을 전수조사해야 한다. 전수조사가 쉽지 않기 때문에 많은 선행연구가 있지는 않다. 하지만 완전사회연결망을 통해 얻은 사회적 지표는 신체 및 뇌 건강과 관련된 것으로 나타났다(Baek et al., 2016; Joo et al., 2017; Kwak et al., 2018; Sohn et al., 2017). 뿐만 아니라, 개인의 사회연결망 특성에 따라 사회적 정보처리 과정에서 차이가 관찰되기도 하였다. 예를 들어, 사회연결망 안에서 인기가 많은 사람들의 경우 인기가 많은 타인의 얼굴을 볼 때 복내측전두피질(ventromedial prefrontal cortex), 복측선조체(ventral striatum), 편도체(amygdala)와 같이 가치(value)와 관련된 영역에서 더 큰 신경반응이 관찰되었다. 연구자들은 인기있는 사람들은 다른 사람들의 인기도와 같은 정보에 더 민감하게 반응한다고 보고하였다(Zerubavel et al., 2015). 한국인의 삶, 건강한 노화에 대한 조사(Korean Social life, Health and Aging Project; KSHAP)는 하나의 마을에 거주하는 만 60 세 이상 노인들을 전수조사하여 완전연결망을 수집한 대표적인 패널이다. 완전연결망은 하나의 마을 단위로 구성되기 때문에 마을 내 사회관계라고 여겨지기도 한다. 완전연결망을 활용하여 마을 내에서 사회연결망의 크기가 크거나 작은지 또는 다른 사람들을 연결해주는 중요한 위치를 점하고 있는지와 같은 정보를 알 수 있다. 완전연결망을 사용한 대표적인 노인 연구로 사회연결망의 크기(Kwak et al., 2018)나 다른 사람들을 이어주는

중개자 역할(Kim et al., 2019)을 하는 사람들이 노년기에 더 큰 회백질 부피를 가지고 있다는 사실이 확인되었다.

개인이 가진 사회관계의 특성은 사회적 정보를 처리하는 인지과정에 영향을 미친다(Mizuruchi & Marquis, 2006; Newman et al., 2002; Schmäzle et al., 2016). 사회적 배제와 같은 중요한 사회적 정보를 처리할 때도 사회연결망의 속성에 따라 차이가 나타날 수 있다. 그러나 노인들을 대상으로 완전사회연결망의 특성에 따라 사회적 상호작용 과정에서 신경학적 반응의 차이가 나타나는지 살펴본 연구는 없다. 또한 사회적 고립에 대한 반응이 개인의 사회연결망 특성에 따라 다른지 밝힌 연구도 없다. 따라서 가상의 공놀이에서 사회적 고립에 대한 반응을 관찰할 때 참가자의 사회연결망 특성에 따라 다르게 나타나는지 밝힐 필요가 있다.

4. 연구목적

뇌 영상 기법을 활용한 가상의 공놀이 실험은 고립에 대한 정서반응 및 신경학적 기반을 밝힌 중요한 도구이다(Eisenberger, 2003; Williams & Jarvis, 2006). 그러나 실험은 주로 청소년 및 젊은 성인들을 대상으로 실시되었으며(Eisenberger, 2003; Schmäzle et al., 2016), 노인들을 대상으로 한 연구는 아직 없다. 현대 사회는 노년기 사회적 고립과 관련된 다양한 문제와 마주하고 있다(Nicholson, 2012). 노인들의 사회적 고립 경험에 대한 이해를 넓히기 위해 뇌 영상 연구를 사용한 가상의 공놀이 실험을 노인을 대상으로 실시할 필요성이 있다. 따라서 본 연구는 한국인의 삶, 건강한 노화에 대한 조사(Korean Social life, Health and Aging Project; KSHAP)에 참여하는 노인들을 대상으로 기능적 자기공명영상 촬영을 포함한 가상의 공놀이 실험을 실시하여 고립상황에서 정서 및 뇌 반응을 탐색하였다.

본 연구는 기존의 가상의 공놀이 실험 패러다임이 가진 한계점을 보완하여 실험의 생태학적 타당도를 높이고자 하였다. 기존의 가상의 공놀이 실험은 가상의 인물들로부터 배제를 당한다. 가상의 속성(virtual nature)은 실제 사회에서 나타나는 사람들간의 상호작용과는 다르기 때문에 실제 사회에서 마주하는 고립과는 다른 점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 실제하는 사람들과 공 던지기 게임을 할 수 있는 패러다임을 만들고, 참가자들이 아는 사람과 모르는 사람을 모두 포함하는 다양한 관계에서 사회적 고립을 경험할 수 있도록 하였다. 이를 바탕으로 가상의 공놀이 안에서 관찰된 사회관계의 맥락이 고립에 대한 정서 및 뇌 반응에 영향을 미치는지 살펴보았다.

개인이 평소에 가진 사회관계의 속성은 사회적 정보를 지각하는데 영향을 미친다(Zerubavel et al., 2015). 또한 사회적 정보를 처리하는 인지과정과도 관련되어 있다(Mizuruchi & Marquis, 2006; Newman et al., 2002;

Schmälzle et al., 2016). 이를 바탕으로 사회적 배제와 같은 중요한 사회적 정보를 처리할 때 개인이 평소에 가지고 있는 사회관계의 특성(예: KSHAP 완전연결망으로 측정된 마을 내의 사회적 관계)이 영향을 줄 수 있는 요인으로 고려되었다.

구체적인 연구문제와 가설은 다음과 같다. 연구문제 1은 사회적 배제를 경험할 때 상황적 사회관계에 따른 신경반응성 차이에 초점을 맞추고 있다. 상황적 사회관계를 포착하기 위해서 가상의 공놀이 실험에서 참가자가 아는 사람이 얼마나 포함되었는지 (0명 - 2명)를 변수화 하였으며, 상황적 사회관계에 따라서 배제 경험을 할 때 서운한 정도와 무시당한 것 같은 정도로 측정된 부정적 정서의 차이가 있는지 살펴보았다. 그리고 상황적 사회관계에 따라서 사회적 고통과 관련된 뇌 영역 (배측전대상 피질, 전측 섬엽) 및 마음추론과 관련된 뇌 영역(배내측 전전두 피질, 복내측 전전두 피질, 뺨기앞소엽, 측두정엽, 중측두엽)의 활성화 정도에서 차이가 발생하는지 살펴보았다. 연구문제 1에서는 상호간의 신뢰가 부족하거나 모르는 상태에서 부정적 사회적 상호작용이 나타났을 때 더 치명적일 수 있음을 시사하는 선행연구(Aral & Alstynne, 2011; Dooley et al., 2009; Sticca & Perren, 2013)를 바탕으로 다음과 같이 가설을 세웠다.

가설 1-1: 아는 사람으로부터 가상의 공놀이에서 배제 당할 때 서운함과 무시당한 것 같은 기분으로 측정된 부정적 정서가 가장 약하게 나타날 것이다.

가설 1-2: 아는 사람으로부터 가상의 공놀이에서 배제 당할 때 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 뇌 영역의 활성화 수준이 가장 낮게 나타날 것이다.

연구문제 2는 개인이 마을에서 가지는 사회연결망특성이 배제에 따른 신경 반응성에 미치는 영향에 초점을 맞추고 있다. 따라서 개인의 마을 내 사회적 연결망 크기나, 중개자 역할 정도에 따라서 배제에 따른 정서반응이 다르게 나타나는지 살펴보았다. 그리고 사회적 고통 영역 및 마음추론 관련 영역의 뇌 반응성에서도 사회연결망에 따른 차이가 있는지 확인하고자 한다. 연구 결과를 예측하기 위한 선행연구가 아직 부족하기 때문에 가설에서 특정 방향성을 정하기 보다 탐색적인 목적을 가지고 살펴 볼 예정이다. 따라서 두 번째 연구가설은 다음과 같다.

가설 2-1: 개인의 마을 내 사회적 연결망 크기나, 중개자 역할 정도에 따라서 가상의 공놀이 배제상황에 따른 서운함과 무시당한 것 같은 기분으로 측정된 부정적 정서 수준이 다를 것이다.

가설 2-2: 개인의 마을 내 사회적 연결망 크기나, 중개자 역할 정도에 따라서 가상의 공놀이 배제상황에서 관찰되는 사회적 고통 영역 및 마음추론 관련 뇌 영역의 활성화 수준이 다를 것이다.

이에 더하여 연구문제 1에서 살펴본 상황적 사회관계에 따라서 마을 내 사회관계의 효과가 다르게 나타나는지 살펴 볼 예정이다. 예를 들어, 배우자가 따돌릴 때, 아는 사람이 따돌릴 때, 낯선 사람이 따돌릴 때와 같은 상황적 사회관계에 따라서 마을내 사회연결망 속성에 따른 신경반응성의 차이가 발생하는지 살펴보려고 한다.

방 법

1. 연구 참가자

본 연구는 농촌 지역에 거주하며 ‘한국인의 사회적 삶, 건강한 노화에 대한 조사(Korean Social Life, Health and Aging Project; KSHAP)’에 참가하는 노인을 대상으로 실시 되었다. 참가자 88 명(남성 37, 여성 51 명)이 분석에 포함 되었다. 표 1 과 같이 평균연령은 71.06 세 (표준 편차 = 6.56)이며, 평균 교육연한은 8.02 년 (표준편차 = 3.98)으로 대체로 초등학교 졸업 수준의 학력을 가진 농촌거주 참가자들이 포함되었다. 아래와 같은 절차에 따라 최종 분석에 포함되는 참가자가 결정되었다. KSHAP 패널의 L 면 거주자(n = 948)중 wave 1 의 인지기능 검사를 완료한 220 명을 대상으로 참가자를 모집하였다. 인지기능 검사를 완료한 참가자들은 우선으로 연구참여를 권유 받았다. 그 중 자발적 참여의사가 있으며, 체내에 분리가 불가능한 금속 물질이 없어서 안전하게 자기공명영상 촬영이 가능한 110 명의 참가자들이 가상의 공놀이 실험을 포함하는 자기공명영상 촬영 검사를 완료하였다. 110 명의 참가자들 중 22 명의 참가자들이 다음과 같은 사유로 분석에서 제외 되었으며, 한 참가자가 두 개 이상의 배제 사유로 배제된 경우도 포함되어있다. 자기공명영상 촬영을 완료한 110 명의 참가자들 중 다음과 같은 사유에 해당하는 참가자들은 분석에서 제외되었다. 가상의 공놀이가 제대로 실시되지 않은 것으로 여겨지는 경우 (예: 참가자가 게임의 규칙을 이해하지 못하는 경우(n = 3), 가상의 공놀이에서 속임법을 위해 사용하는 커버스토리를 믿지 않은 경우(n = 5), 공놀이를 진행하기 위해서 버튼을 누르는데 문제가 있는 경우(n = 1), 그리고 참가자가 고립 조건에서 자신에게 공이 오지 않았다는 사실을 인지하지 못한 경우(n = 2),

가상의 공놀이를 포함하는 기능적 자기공명 영상 촬영 시의 과도한 머리 움직임 (absolute motion > 3 mm, mean motion > 0.5mm, max motion > 4.5mm, mean frame-to-frame displacement > 0.15mm)이 발생한 경우(n = 3), 신경과 전문의가 구조 영상(MPRAGE, diffusion tensor image, T2-FLAIR)을 판독하여 뇌 질환이 있는 것으로 확인된 경우(n = 9). 본 연구는 다음과 같은 기준에 따라서 인지기능장애 여부를 판단하고, 인지장애기준에 부합하지 않아 인지 장애가 없는 것으로 판단된 참가자들만을 대상으로 하였다. 1) 참가자가 간이정신상태검사(Mini-Mental State Examination for Dementia Screening; MMSE-DS) (Han et al., 2010)에서 1.5 표준편차 이하의 점수를 받은 경우, 2) 노인기억검사(Elderly Memory disorder Scale; EMS)의 장기기억 또는 작업기억 지수에서 하위 5%에 해당하는 점수를 받은 경우(Chey, 2007), 3) 반구조화된 Clinical Dementia Rating(CDR) (Morris, 1993)인터뷰에서 지난 한 해 동안 심각한 인지적 행동적 변화가 있었음이 확인된 경우.

본 연구는 서울대학교 및 연세대학교 생명윤리심의 위원회의 승인을 받았으며, 모든 연구 대상자들은 설명문을 통해서 조사원으로부터 연구 목적 및 전반적인 절차에 관한 설명을 듣고, 자발적으로 연구 참여에 동의한다는 내용의 동의서에 서명하였다(IRB No.: YUIRB-2011-012-01, 1040917-201505-SB-152-05, 7001988-201612-SB-307-04, 7001988-201812-HR-505-02).

표 1. 연구 참가자의 인구통계학적 특성

	평균	표준편차
연령	71.06	6.56
교육 연한	8.02	3.98
성별 (남:여)	37:51	

2. 가상의 공놀이 실험

2.1 기능적 자기공명 영상 실험

연구 참가자들은 MRI(Magnetic resonance imaging) 스캐너 안에서 기능적 자기공명영상(fMRI)을 촬영하는 가상의 공놀이 실험에 참여하였다. 가상의 공놀이 실험은 자기공명영상을 사용한 선행연구에서 사회적 고립을 촉발시키는 도구로 알려져 있다(Eisenberger, 2003; Schmäzle et al., 2016; Slavich et al., 2010b). 참가자들은 친한 친구부터 같은 마을에서 살지만 처음 보는 사람들까지 다양한 관계의 참가자들과 가상의 공놀이 실험에 참여하였다. 그림 1 에 제시된 것과 같이 참가자들은 자신을 포함해서 가상의 공놀이에 참여하는 세 사람을 대변하는 세 개의 캐릭터, 이름, 사진을 화면에서 보면서 자신의 캐릭터의 손에 공이 왔을 때 오른손으로 왼쪽 또는 오른쪽 버튼을 누르는 것을 통해서 화면에서 왼쪽에 위치하는 사람 또는 오른쪽에 위치하는 사람에게 공을 던질 수 있다는 안내를 받았다.

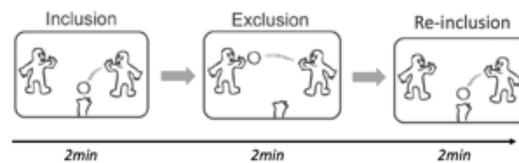


그림1. 가상의 공놀이 실험패러다임 및 참가자의 화면

2.2 가상의 공놀이 실험 구조

실험에 사용된 가상의 공놀이 게임은 다른 사람들이 참가자에게 공을 던져줄 확률이 미리 정해져 있고, 이 확률에 따라서 참여 조건(inclusion condition), 배제 조건(exclusion condition), 재참여 조건(re-inclusion condition)으로 나뉜다. 참여 조건과 재참여 조건에서는 참가자에게 공이 오는 빈도가 다른 참가자들과 다르지 않지만 배제 조건의 경우 처음 몇 번 (3 - 5 회 사이의 값이 무작위로 제시)을 제외하고는 참가자에게는 공이 오지 않는다. 즉 참가자를 제외한 나머지 두 사람끼리만 약 2 분에 걸쳐 공을 주고 받는다. 전체 조건을 합치면 약 6 분 동안 진행되며, 전체 실험 동안 참가자들은 평균 130 회 정도의 공 던지기를 실시하였다. 참가자를 제외한 나머지 참가자들이 공을 던지게 되어있는 시행에서는 다른 사람이 공을 던지기까지 0.5 에서 3.5 초간의 지연이 발생되도록 하였는데, 이는 참가자가 다른 사람이 실제로 고민하고 공을 던지는 것처럼 믿게 만들기 위함이다. 그림 2 는 가상의 공놀이실험이 MRI 스캐너 안에서 어떻게 제시되었는지 보여주고 있다. 실험의 시작과 끝에 3 초간 응시점(+)이 제시되었으며, 각 조건이 시작되기 직전에 3 초간 1 회기, 2 회기, 3 회기라고 쓰여있는 화면이 제시되었다. 조건의 회차 정보는 실험이 끝나고 각 조건에서 경험했던 정서설문에서 회상을 돕기 위해서 화면에 제시되었다.

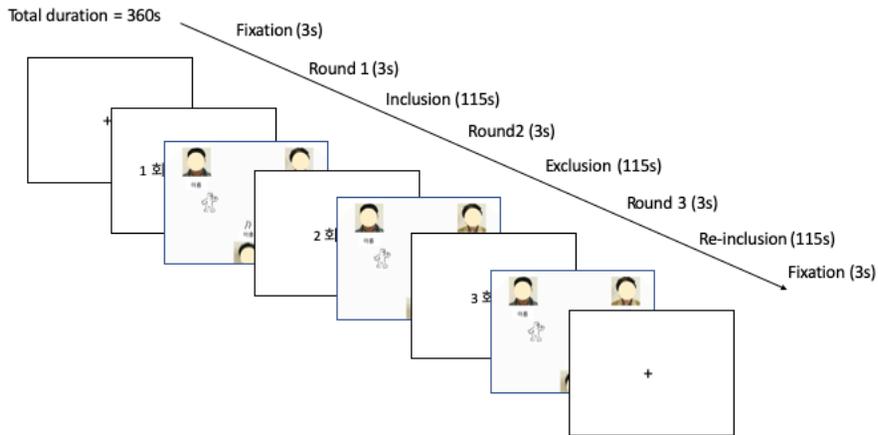


그림2. fMRI를 활용한 가상의 공놀이 실험 구조

주. 참가자들은 스캐너 안에서 참가(inclusion), 배제(exclusion), 재참가(re-inclusion)의 순서대로 가상의 공놀이 실험을 총 360초간 1회 실시하였다.

2.3 가상의 공놀이 실험 안내 및 실험 후 설문

가상의 공놀이 실험은 속임법을 포함하는 실험으로 참가자들은 자신에게 공이 오는 확률이 사전에 정해져 있는지 모른다. 각 참가자들은 커버스토리를 통해서 당일 함께 온 다른 두 사람이 실제로 공 던지기 게임에 참여하여 공을 던지는 것이라고 믿게 된다. 커버 스토리는 다음과 같다. “어르신들의 운동 및 지각 잘 유지되고 있는지 볼 수 있는 간단한 공 던지기 게임을 할 예정입니다. 오늘 함께 오신 세 분의 어르신께서 함께 공 던지기 게임에 참여할 예정입니다.” 또한 실험이 모두 끝날 때까지는 서로 다른 방에 있도록 하여 속임법이 유지될 수 있도록 하였다. 가상의 공놀이 실험 후에 참가자들은 각 조건에서 어떤 기분을 느꼈는지에 관한 설문을 완료하였다(Zadro et al., 2004). 먼저 배제에 대한 처치가 제대로 이루어 졌는지 확인하기 위해서 참가자들이 자신에게만 공이 떨어오는 조건이 있었다는 사실을 지각했는지 여부를 확인하였다. 그리고 각 조건에 대하여 다른 사람으로부터 무시당한 느낌이 들었는지, 서운한 기분이 들었는지에 대하여 5-리커트 척도 (1: 전혀 그렇지 않다 - 5: 매우 그렇다)로 응답하도록

하였다. 이후 분석에서 서운한 기분이 들었는지 설문 결과는 1-5 점 사이의 값을 그대로 사용하였다. 무시당한 것 같은 기분 설문은 참가 조건의 점수와 배제 조건의 점수의 차이 값을 사용하여, 배제조건에서 얼마나 더 무시 당한 것 같았는지를 반영하는 점수를 사용하였다. 설문 이후에 해당 실험에 포함된 속임법에 대해 디브리핑을 실시하였다.

2.4 참가자 모집 및 실험 절차

본 연구는 가상의 공놀이 실험 상황에 실제의 사회관계를 도입하여 참가자가 사회에서 맺고 있는 사회관계가 배제에 대한 신경반응성에 어떤 영향을 미치는지를 알아보고자 고안되었다. 따라서 참가자를 모집할 때, 실험이 실시되기 이전에 사회관계를 맺고 있는 사람들이 함께 실험에 참여할 수 있도록 하였다. 이를 위해서 같은 마을(리)에 거주하고 있는 KSHAP 패널의 참가자들을 대상으로 연구참가자를 모집하였다. 해당 리의 전체 참가자 수($n = 948$)를 고려하여 무작위 방식으로 세명씩 모집하였을 때 서로 모르는 사람들의 조합이 대부분일 수 있다는 점을 고려하여, 1) 주소지가 가까운 순서대로 모집하였으며, 2) 모집된 참가자의 배우자 역시 KSHAP 참가자인 경우 우선순위로 모집하였다. 이렇게 해서 모집된 참가자는 자신의 마을에 살고있는 다른 두 명의 참가자들과 함께 연구자가 제공한 교통편을 이용하여 서울대학교 뇌영상센터에 방문하였다.

참가자들은 서울대학교 뇌영상센터에 도착하여 본 연구에 대한 설명을 듣고 자발적 연구 참여에 대한 의사가 있는 경우 동의서를 작성하였다. 이후 흰 배경에서 가슴 위부터 얼굴이 포함되는 사진을 찍었다. 사진은 참가자가 스캐너 안에서 가상의 공놀이 실험을 실시할 때 참가자들의 이름과 함께 화면에 제시되었다. 사진 촬영 이후 참가자들은 함께 가상의 공놀이에 참여하는 사람들과의 관계를 묻는 설문에 응답하였다. 설문은 삼자 대면 설문과 개인 설문으로 이루어졌는데, 먼저 대면 상태에서 아는 사이인지 여부, 관계, 알고

지낸 기간을 조사하였고, 이어서 개인별로 다른 방에서 앞선 설문에서 아는 사이라고 대답한 사람들과의 친밀감, 대화 빈도를 조사하였다. 설문을 마치고 참가자들은 실험에 대한 안내를 받았으며, 이 과정에서 속임법을 위한 커버스토리가 제공되었다. 커버스토리를 통해 참가자들은 가상의 공 던지기 게임이 노년기에 운동 및 지각능력이 잘 유지되는지 알아보는 간단한 실험이며, 오늘 온 사람들이 함께 공 던지기 게임에 참여하는 것이라고 안내받았다. 노인들에게는 컴퓨터 게임을 통해서 서로 상호작용 한다는 사실이 익숙하지 않을 수 있다는 점을 고려하여, 실제의 공을 준비하여 세 명에서 서로 던져보도록 하였다. 그리고 나서 이러한 공 던지기 게임을 컴퓨터로 함께하는 것임을 설명하고, 개인별로 컴퓨터를 활용해 가상의 공놀이 연습 시행을 실시하였다. 연습시행에는 배제 조건과 사회적관계가 제시되지 않는 가상의 공놀이가 실시되었다.

한 사람씩 스캐너에 들어가서 가상의 공놀이 실험을 하였으며, 모든 참가자의 실험이 끝날 때 까지 세 사람은 서로 만날 수 없도록 서로가 보이지 않는 방에서 대기하였다. 실험을 마치고 나온 참가자는 곧 바로 실험 후 설문에 응답하였다. 실험 후 설문까지 마친 참가자들에 대해서 본 실험은 관계의 맥락에 따라 배제에 따른 신경반응성이 어떻게 달라지는지 알아보기 위해서 고안된 실험이며, 공 던지기 게임은 실제 함께 온 참가자들끼리 함께 한 것이 아니라 컴퓨터로 조작되었다는 점을 밝혔다. 원래의 연구 목적에 대한 설명을 듣고 난 뒤 여전히 실험 참여에 동의하는 경우 새로운 동의서를 받았다.

3. 뇌 영상 획득 및 전처리

3.1 뇌 영상 획득

기능적 자기공명 영상 기법(functional brain imaging)은 뇌 신경세포 활동에 수반되는 혈류와 산소의 증가를 기반으로 뇌 영역의 기능적 활동을 포착하는 기법이다. 기능적 자기공명영상 기법은 인지신경과학 분야에서 인간행동의 신경학적 기전을 탐색하는 방법으로서 널리 쓰이고 있다(D'Esposito, Zarahn, & Aguirre, 1999). 따라서 가상의 공놀이 실험으로 사회적 고립을 경험 할 때의 뇌 신경세포 활동을 포착하기 위해 참가자가 가상의 공놀이 실험을 하는 동안 기능적 자기공명영상을 획득하였다.

모든 뇌 영상 자료는 3 Tesla SIMENSE MAGNETOM Trio TIM Syngo MR 과 32 channel coil 을 사용하여 획득하였다. 기계의 소음에 의한 불편감을 최소화하기 위해서 참가자들에게 일회용 귀마개를 제공하였다. 머리의 움직임은 최소화 하기 위해서 바르게 누운 상태에서 헤드코일과 머리 사이에 남는 공간에 스펀지를 끼워 머리를 고정하였다. 기능적 자기공명영상 촬영 전에 전체 뇌의 해부학적 구조 영상을 획득하기 위해서 T1 강조 경사자장 영상을 획득하였다(MPRAGE, Sagittal Slices, Slice thickness 1 mm, TR = 2300 ms, TE = 2.36 ms, FOV = 256, FA = 9°, voxel size = 1×1×1 mm³). T1 강조영상에서 각 참여자의 뇌 구조에 이상이 없는지 확인한 뒤, 기능적 자기공명영상에서 대뇌 전체가 포함되도록 촬영 범위를 조정하였다. 기능 영상은 T2*-강조 경사자장 eco-planar imaging (EPI) 펄스열을 사용하였다. 영상 획득에 사용된 파라미터는 다음과 같았다. TR = 2000 ms, TE = 30 ms, FOV = 240×240 mm, FA = 79°, voxel size = 3×3×4 mm, 30 slices. 가상의 공놀이 실험을 하는 동안 총 360 장의 기능적 자기공명 영상을 획득하였다. 뇌 영상을 촬영 동안 화면에 제시한 실험 자극 및 실험 자극 기록을 위해서 PsychoPy 가 사용되었다(Peirce et al., 2019).

3.2 뇌 영상 전처리

MATLAB 2018a(Mathwork Inc, USA)환경에서 구현되는 SPM12(Statistical Parametric Mapping 12, Wellcome Trust Center Neuroimaging, London, UK)을 사용하여 뇌 영상의 사전처리 및 연구 문제를 알아보기 위한 통계분석을 실시하였다. 먼저 뇌의 활성화 시점과 촬영 시점에서 발생한 시간 차이를 보정하였으며(slice timing correction), 각 참가자의 첫번째 기능 영상 이미지를 사용하여 참가자의 머리 움직임을 보정하였다(realignment). 추정된 머리움직임은 추후 통제 변수로 사용되었으며, 과도한 머리움직임을 보인 참가자들은 분석에서 제외되었다 (absolute motion >3 mm, mean motion > 0.5mm, max motion > 4.5mm, mean frame-to-frame displacement > 0.15mm). 실험 참가자들의 뇌 공간은 표준화된 형판에 맞추어(East Asian MNI52) 표준화 하였다. 마지막으로 8mm 의 FWHM(Full Width at Half Maximum)인 Gaussian Kernel 을 사용하여 자료를 편평화(smoothing)하였다.

3.3 관심 영역 지정

본 연구에서는 선행연구 결과를 바탕으로 사회적 배제에 따른 고립 경험과 관련 있는 것으로 알려진 주요 관심 영역을 지정하였다. 관심 영역은 Schmalzle 과 연구자들 (2017)로부터 제안된 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 영역들을 기반으로 하였다. 사회적 고통과 관련된 것으로 알려진 관심 영역은 배측전대상피질(dorsal anterior cingulate cortex, MNI coordinate: 0, 16, 32), 좌측 전측섬엽(left anterior insular cortex, -38, 7, -4), 우측 전측섬엽(right anterior insular cortex, 38, 7, -4)이 포함되었다. 그리고 마음추론과 관련된 것으로 알려진 영역은 배내측 전전두 피질 (dmPFC, 0, 53, 30), 복내측 전전두 피질(vmPFC, (0, 48, -18), 췌기앞소엽 (precuneus, 0, -54, 44), 우측 측두정엽 (rTPJ, 48, -56, 23), 좌측 측두정엽 (lTPJ, -48, -56, 23), 우측 중측두엽 (rMTG, 53, -12, -16), 좌측 중측두엽(lMTG, -53, -12, -16) 이다. 관심

영역은 지름 6mm 으로 MarsBar toolbox(<http://marsbar.sourceforge.net>)을 이용하여 표준화 영상에서 계산되었다.

4. 사회 관계 조사

4.1 상황적 사회적 관계

참가자가 가상의 공놀이에서 경험한 상황적 사회관계를 측정하기 위해서 같은 날 실험에 참가하는 참가자들과의 관계를 조사하였다. 관계를 묻는 설문은 세 명의 참가자가 대면한 상태에서 이뤄지는 것과 개인이 각자 다른 방에서 이뤄지는 것 두 단계로 진행되었다. 같은 날 실험에 참가하는 세 명이 대면한 상태에서는 서로가 아는 사이인지, 관계의 종류, 그리고 알고 지낸 기간에 대한 설문을 실시하였다. 이어서 각자 다른 방에 들어가서 서로를 볼 수 없는 상태에서 참가자가 아는 사이라고 응답한 다른 참가자에 대한 친밀감 정도 (1: 그리 친하지 않다, 2: 어느 정도 친하다, 3: 많이 친하다, 4: 아주 많이 친하다)와 얼마나 자주 이야기 하는지에 대한 설문을 실시하였다(1: 매일, 2: 일주일에 여러 번, 3: 일주일에 한번, 4: 2 주일에 한번, 5: 한달에 한번, 6: 일 년에 여러 번, 7: 일 년에 한번 미만).

상황적 사회관계 설문결과는 분석에 활용하기 위해서 다음과 같이 변수화 되었다. 참가자를 포함한 세 명의 관계는 참가자의 기준에서 1) 아무도 모를 때, 2) 둘 중 한 명만 알 때, 3) 두 명 모두 알 때 세 가지 종류로 범주화 되었다. 이는 그림 3 에 시각적으로 제시되어 있다. 그림 3 을 보면 상황적 사회적 변수는 세 가지로 범주화 되어서 사용될 수도 있지만, 아는 사람이 포함된 경우, 포함되지 않은 경우로 binary 하게 변수화하기도 하였다. 그리고 이러한 범주를 사용할 때, 참가자를 따돌리게 될 나머지 두 명이 서로 아는 사이인지, 그리고 그 둘 중에 참가자의 배우자가 포함 되어있는지 여부를 사회관계의 효과 분석에서 사용할 통제변인으로 고려되었다.

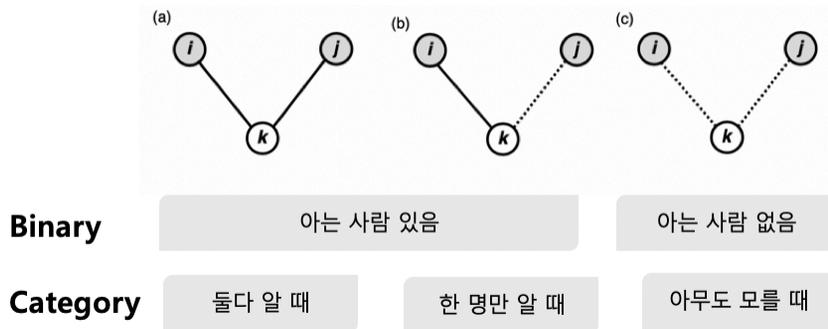


그림3. 상황적 사회관계 변수화

4.2 마을 내 사회관계

KSHAP 에서 사용하는 완전사회연결망(global social network) 방법론은 미국 시카고대학교가 주관한 General Social Survey and National Social Life, Health and Aging Project (NSHAP)을 기반으로 설계 되었으며, 완전사회연결망을 구성하기 위해서 NSHAP 에서 사용된 name generator 방식이 도입되었다. 완전사회연결망을 구성하기 위한 첫 단계로 개인에게 중요한 일을 상의하는 사람(discussion partner)들을 파악하기 위해 다음의 질문을 활용하였다.

“사람들은 종종 다른 사람들과 중요한 일들에 대해서 상의합니다. 예를 들어 중요한 일이란 귀하께 일어난 좋은 일이거나 나쁜 일일 수도 있고, 평소에 갖고 있던 걱정거리일 수도 있습니다. 지난 1 년간을 돌아보았을 때, 중요한 것들에 대해서 귀하와 자주 이야기 하는 사람들을 가장 자주 이야기 하는 분들부터 5 명까지 떠올려주세요.”

마을 내의 모든 연결을 반영하는 완전사회연결망을 구축하기 위해 응답자가 해당 마을 밖에 거주하는 사람을 중요한 일을 상의하는 사람이라고 지목한 경우에 해당 연결(tie)은 분석에서 제외되었다. KSHAP 패널의 L 면 거주자 948 명의 응답을 바탕으로 마을 전체의 사회적 연결정보를 포함하는 완전사회연결망을 구축하였다. 응답자가 중요한 일을 상의하는 사람이라고 말한 사람에 대해서는 이름 이외에 추가로 거주지, 나이, 학력, 동거 여부, 알고 지낸 기간, 만남 빈도, 친밀감 수준 등의 추가 정보를 확인하였다. Name generator 에서 지목된 사람을 식별하기 위해서, 다음과 같은 조건들을 만족하는 경우에만 동일인 이라고 판단하였다. 1) 이름이 세 글자인 경우, 적어도 두 글자가 정확하게 맞아야 한다, 2) 성별이 정확하게 맞아야 한다, 3) 나이가 정확하지 않은 경우 실제 5 년 이상 차이 나지 않아야 한다, 4) 주소지가 같은 리인 것으로 확인되어야 한다.

L 면의 완전사회연결망에서 사회적 단절 수준을 측정하기 위해서 두 가지 사회연결망지표가 사용되었다. 한 가지는 완전사회연결망의 크기 지표이고, 다른 한 가지는 마을 내에서 서로 연결되어있지 않은 사람들을 연결할 수 있는 가능성을 가진 사람들, 즉 중개자 역할(brokerage role)을 반영하는 지표이다. 사회연결망의 크기는 사회적 고립 수준을 반영하는 가장 대표적인 측정치이며, 마을 내에서 참가자가 다른 사람으로부터 중요한 일을 상의하는 사람이라고 지목된 수 (in-degree social network size)와 참가자가 중요한 일을 상의한다고 응답한 사람의 수 (out-degree social network size)를 합산하여 계산되었다. 중개자 역할 정도는 완전연결망을 통해서만 도출될 수 있는 지표로서 서로 모르는 다른 사람들 사이에 위치하는 정도를 반영한다는 점에서 완전사회연결망의 크기와는 구분된다. 그림 4 는 사회적연결망 크기와 중개자 역할을 구분하기 위해 제시되었다. 그림 4 를 보면 A 와 B 는 각자 세 개의 사회적

연결을 가지고 있다. 따라서 연결망 크기에서는 차이가 발생하지 않지만, B와 같은 경우 친구들이 서로 연결되어 있지 않아서 정보를 전달하거나, 모르는 사람들을 연결시켜줄 수 있는 중개자의 기회가 많은 반면, A의 친구들은 서로 연결이 되어 있기 때문에 B와 같이 중개자역할을 하기 어렵다.

중개자 역할은 개인의 사회연결망 제약 수준(social network constraint)의 역수를 사용하여 측정한다(Burt, 2009). 완전사회연결망 방법론에서 사회연결망이 제약되어 있다는 것의 의미는 개인의 사회적 연결이 소수의 사람들에게 집약되어 있고, 개인이 사회적으로 연결되어 있는 사람들끼리도 서로 긴밀하게 연결되어 있는 경우를 말한다. 이러한 경우에는 서로 모르는 사람들을 연결해주는 중개자의 역할을 할 여지가 없기 때문에 중개자 역할 수준을 측정할 때 개인의 사회연결망의 제약 수준을 계산하고 여기에 역수를 취해 사용한다. 수식 1은 참가자 i의 사회연결망이 j에게 제약되어 있는 정도를 나타낸다. i와 j라는 사람이 있고, i와 j를 동시에 알고 있는 친구 k가 있다고 가정 할 때, i가 가진 사회 연결 중 j가 차지하는 정도를 P_{ij} 라고 할 수 있다. 만약 i가 j를 중요한 일을 상의하는 사람이라고 응답한 경우 a_{ij} 는 1이고, 그렇지 않은 경우 a_{ij} 는 0이다. 여기에서 사용된 사회적 연결은 방향성이 고려되지 않았다. 수식 2의 결과는 개인의 사회연결망의 제약 정도를 나타내며, 이는 값이 작을수록 특정 사회적 연결에 덜 제약되어 있기 서로 모르는 많은 사람들을 사회적 연결로 가진다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 C_i 의 역수를 취한 값을 중개자 역할 정도를 나타내는 지수로 사용하였다.

[수식 1]

$$p_{ij} = (a_{ij} + a_{ji}) / \sum_k (a_{ik} + a_{ki}),$$

[수식 2]

$$C_i = \sum_{j, j \neq i} (p_{ij} + \sum_{k, k \neq i, k \neq j} p_{ik} p_{ik})^2$$

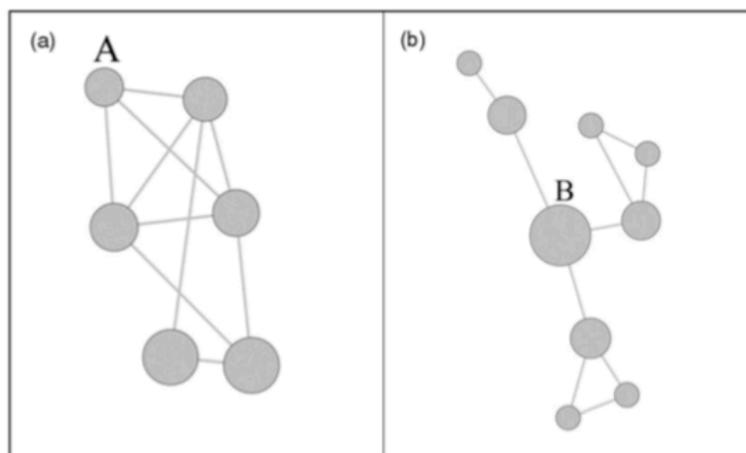


그림4. 사회연결망 크기와 중개자 역할

5. 심리 설문

개인의 외로움 수준을 측정하기 위해 20 문항으로 이루어진 한국판 UCLA-r 외로움 척도(Russell et al., 1980)가 사용되었다. 모든 문항은 4-리커트 척도로 이루어져 있으며, 개인의 외로움 수준을 파악하는 문항으로 이루어져 있다 (예: “나는 교류가 부족한 것 같다”). 또한 한국판 성격 5 요인 척도(BFI-K-10; 김선영 등, 2010)를 사용하여 개인의 성격 특질을 측정 하였으며, 개인의 우울 수준은 한국판 CES-D(Center for Epidemiological Studies Depression Scale)를 사용해서 측정하였다(Radloff, 1977).

6. 연구문제 분석

연구문제에 관한 분석 절차는 연구문제 1 과 연구문제 2 순서대로 제시되었다. 각 연구문제에 대한 분석에 앞서 일반선형모형을 사용해서 배제 경험시 나타나는 대뇌 활성화 값을 얻기 위한 분석 절차가 제시되어 있다. 각 연구문제 분석은 관심변수를 활용한 정서반응 그리고 관심영역의 뇌 반응 순서로 제시되어 있다.

6.1 배제 경험 시 나타나는 대뇌 활성화 분석: 일반선형모형 분석

가상의 공놀이에서 배제 경험 시에 대뇌 활성화 양상은 SPM12 를 활용하여 두 단계로 수행하였다. 첫 단계에서는 각 참가자 별로 뇌 영상 자료를 일차수준 일반선형 모형(1st level General Linear Model; GLM)에 적합하였다. 모든 참여자는 참가, 배제, 재참가 조건 순서로 제시된 과제를 실시하였으며, 각 조건은 115 초 동안 지속되었다. 따라서 Boxcar function 은 그림 5 에 제시된 것과 같이 응시점과 회기안내를 제외하고, 각 조건 시행이 정점(peak)이 되도록 적합되었다. 과제 조건에 해당하는 회귀자와 혈역학적반응함수(canonical hemodynamic response)간의 합성곱(convolution)이 계산되었다. 잡음(noise)에 따른 혼입효과(confounding effect)를 최소화하기 위해서 참가자가 공을 던지기 위해서 버튼을 누른 event 와 6 개의 방향성을 가지는 머리 움직임 정도를 나타내는 회귀자가 공변량으로 투입되었다. 그림 5 는 1st level GLM 에서 사용된 모든 회귀자(regressor)와 상수가 포함된 1st level GLM 디자인 매트릭스의 예시를 보여주고 있다. 이어지는 분석을 위해서 배제(exclusion)-참가(inclusion)를 대조 조건으로 하여 각 참여자별로 대조 영상(contrast image)을 산출하였다. 각 참가자의 대조 영상은 배제 경험에 따른 활성화 효과를 나타내는 것으로 각 부피소 값은 배제 조건과 참가 조건 각각의

모형 적합성의 모수 추정치(parameter estimate)를 구하였을 때 그 차이 값을 나타낸다.

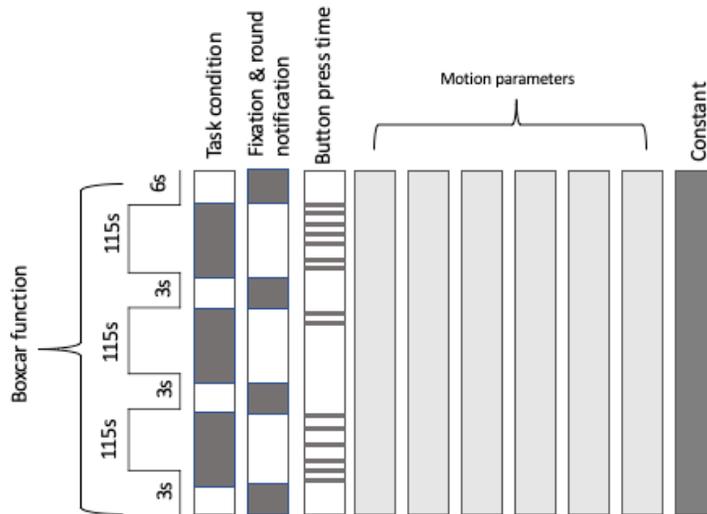


그림5. 가상의 공놀이 분석에 사용된 개인의 1st level GLM 예시

이차 수준의 집단 분석(second level analysis)으로 모집단으로 일반화가 가능하도록 하는 무선효과분석(random effect analysis)을 실시했다. 먼저 일차 수준 분석에서 얻은 모든 참가자들의 배제 조건-참가 조건 대조 영상을 사용해서 단일 표본 t-검정을 수행하여 배제 조건과 관련된 활성화 지도를 산출하였다. 이어서 대상 간 변인을 비교하기 위한 집단분석으로 가상의 공놀이 실험에서 아는 사람이 포함되어 있는 집단과 모르는 사람들만 있었던 집단에 대한 독립 표본 t-검정을 실시하여 모르는 사람이 포함되어 있을 때의 배제 조건과 관련된 활성화 지도를 산출하였다. t-검정 결과제시의 역치는 유의도 $p < 0.001$ (uncorrected)에서 확장된 군집 크기는 인접한 부피소 30 개 이상으로 하여 산출된 영역을 제시하였다. 해당 역치는 유의도를 검증하기 위해서는 충분히 엄격하지 않은 수준으로 시각화 목적으로 사용되었다.

배제 조건과 관련된 활성화 지도의 해석을 용이하게 하기 위해서 Neurosynth 를 활용한 메타분석 기반 역추론 (meta-analytic reverse inference) 분석법을 도입하였다. Neurosynth 는 11,405 개의 기능적 자기공명영상 연구 및 3,107 개의 메타분석 단어들을 포함하고 있다. 이 방법론은 특정 뇌 영역과 가장 관련이 높을 것으로 예상되는 인지기능과 관련된 주제어(cognitive term)를 찾아준다. 역치가 적용되지 않은 단일 표본 t 검정 및 독립 표본 t 검정의 활성화 지도를 Neurosynth 에 업로드 하여 각 영역과 관련이 높을 것으로 예상되는 주제어를 얻었다.

6.2 상황적 사회관계에 따른 배제상황에서의 정서반응

상황적 사회관계에 따른 부정적 정서반응은 회귀분석을 사용해서 분석하였다. 배제 상황에서 정서반응을 측정하는 두 변수 (배제 상황에서의 서운함 및 각 조건에서 무시당했다고 느낀정도)가 종속변수로 투입되었다. 독립변수는 방법에 기술된 상황적 사회관계 변수(참가자가 나머지 두 명을 모두 알 때, 한 명만 알 때, 아무도 모를 때)를 사용하였다. 통제 변인으로 사용하기 위해 다음의 변수들이 함께 투입되었다. 성별, 연령이 투입되었다. 그리고 나머지 두 명이 서로 아는 사이인지, 나머지 두 명 중에 참가자의 배우자가 포함되어 있는지 여부가 이진화(binanzed)된 형태의 변수로 투입되었다.

6.3 상황적 사회관계에 따른 배제상황에서의 신경반응성: 관심 영역 분석

통계분석으로 사회적 고통과 관련된 영역 및 마음추론과 관련된 영역의 활성화 크기를 각각 종속변수로 삼는 회귀분석을 실시하였다. 회귀식은 수식 3 과 4 를 통해 제시되어 있다. 모든 회귀 분석에서 종속변수는 사회적 고통 관련 ROI 의 평균 값과 마음추론 영역 ROI 의 평균값이 사용되었다. Z 변환을 사용해 표준화하여 사용하였다. 수식 3 과 4 에 투입된 독립변수는 동일하다. 회귀모형의

독립변수는 가상의 공놀이 안에서 나타난 상황적 사회적 관계(참가자가 나머지 두 명을 모두 알 때, 한 명만 알 때, 아무도 모를 때)였으며 성별과 연령이 추가되었다. 그리고 나머지 두 명이 서로 아는 사이인지 그리고 나머지 두 명 중에 참가자의 배우자가 포함되어 있는지 여부가 이진화(binanzed)된 형태의 변수로 투입되었다. 추가분석에서 개인의 성격, 외로움 수준이 배제에 따른 신경반응성에 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려하여 성격, 외로움, 우울 수준을 나타내는 항을 추가한 회귀모형에서도 상황적 사회적 관계 변수가 신경반응성을 유의하게 예측하는지 확인하였다. 회귀분석에서는 상황적 사회적 관계 변수의 유의도가 $p < 0.05$ 인 경우 상황적 사회적 관계가 배제에 따른 신경반응성에 영향을 미치는 것으로 간주하였다.

[수식 3]

$$Y_{\text{(사회적 고통 관련 ROI 평균)}} = \beta_0 + X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4 + X_5\beta_5 + \varepsilon$$

[수식 4]

$$Y_{\text{(마음추론 관련 ROI 평균)}} = \beta_0 + X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4 + X_5\beta_5 + \varepsilon$$

X_1 : 상황적 사회적 관계 {아무도 모를 때 = 1, 한 명만 알 때 = 2, 나머지 두 명을 모두 알 때 = 3}

X_2 : 연령

X_3 : 성별

X_4 : 나머지 두 사람의 관계 {나머지 둘이 모를 때 = 0, 나머지 둘이 알 때 = 1}

X_5 : 배우자 포함여부 {배우자가 포함되지 않았을 때 = 0, 배우자가 포함되었을 때 = 1}

4) 마을 내 사회적 관계에 따른 배제상황에서의 정서반응

마을 내 사회적 관계에 따른 부정적 정서반응은 회귀분석을 사용해서 분석하였다. 배제 상황에서 정서반응을 측정하는 두 변수 (배제 상황에서의

서운함 및 각 조건에서 무시당했다고 느낀정도)가 종속변수로 투입되었다. 독립변수는 방법에 기술된 마을 내 사회연결망 크기와 중개자 역할정도를 사용하였다. 통제 변인으로 성별과 연령이 투입되었다. 그리고 나머지 두 명이 서로 아는 사이인지, 나머지 두 명 중에 참가자의 배우자가 포함되어 있는지 여부가 이진화(binanzed)된 형태의 변수로 투입되었다.

주요분석 이외에 추가분석은 다음과 같다. 수식 3과 수식 4에 개인의 우울수준, 외로움, 성격변인을 추가하여 개인의 심리적 요인이 결과에 영향을 미치지 않았는지 확인하였다.

5) 마을 내 사회관계에 따른 배제상황에서의 신경반응성: 관심 영역 분석

평소에 개인이 마을 내에서 가진 사회관계를 반영하는 지표와 배제에 따른 신경반응성의 관계를 탐색하는 분석을 실시하였다. 마을 내에서 어떤 사회적 관계를 맺고 있는지를 반영하는 변수로는 완전사회연결망 지수 중 사회연결망 크기와 중개자역할 정도를 활용하였다. 통계분석은 사회적 고통과 관련된 영역 및 마음추론과 관련된 영역의 활성화 크기를 각각 종속변수로 삼는 회귀분석을 실시하였다. 연구문제 1의 수식 3 및 수식 4와 동일한 수식에 마을 내 사회관계를 나타내는 회귀자(X_6 : 마을 내 사회연결망의 크기 또는 중개자 역할정도)를 추가로 투입하였다. 이는 수식 5와 6에 반영되어있다. 즉, 상황적 사회관계, 연령, 성별, 나머지 두 사람의 관계, 배우자 포함 여부가 통제 변인으로 고려되고 마을 내 사회연결망의 크기 또는 중개자 역할의 정도를 관심변인으로 하는 회귀분석 모형이다. 회귀분석에서는 마을 내 사회관계 변수의 유의도가 $p < 0.05$ 인 경우 상황적 사회관계가 배제에 따른 신경반응성에 영향을 미치는 것으로 간주하였다.

이어서 해당 결과의 해석성을 높이기 위하여 마을 내 사회관계가 배제상황에서 신경반응성에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타나는 경우,

탐색적인 목적을 가지고 다음의 분석을 실시하였다. 수식 5 와 6 에 (상황적 사회관계)과 X_6 (마을 내 사회연결망의 크기 또는 중개자 역할정도)의 상호작용항(X_1X_6)을 더하여 해당 항의 유의도와 투입 이후의 R^2 변화량을 검토하였다. 이는 마을내 사회관계의 효과가 상황적 사회관계에 따라 다르게 나타나는지 알아보기 위한분석이다. 이어서 아는 사람에게 배제 당했을 때, 모르는 사람에게 배제 당했을 때, 배우자에게 배제 당했을 때, 배우자가 아닌 사람으로부터 배제 당했을 때의 조건을 나누어서 마을 내 사회 관계와 사회적 고통과 관련된 관심 영역의 상관관계를 살펴보았다.

[수식 5]

$$Y_{\text{(사회적 고통 관련 ROI 평균)}} = \beta_0 + X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4 + X_5\beta_5 + X_6\beta_6 + \varepsilon$$

[수식 6]

$$Y_{\text{(마음추론 관련 ROI 평균)}} = \beta_0 + X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4 + X_5\beta_5 + X_6\beta_6 + \varepsilon$$

X_1 : 상황적 사회관계 {아무도 모를 때 = 1, 한 명만 알 때 = 2, 나머지 두 명을 모두 알 때 = 3}

X_2 : 연령

X_3 : 성별

X_4 : 나머지 두 사람의 관계 {나머지 둘이 모를 때 = 0, 나머지 둘이 알 때 = 1}

X_5 : 배우자 포함여부 {배우자가 포함되지 않았을 때 = 0, 배우자가 포함되었을 때 = 1}

X_6 : 마을 내 사회연결망의 크기 또는 중개자 역할 정도

결 과

1. 가상의 공놀이에서 관찰된 사회적 관계

그림 6 에는 참가자의 인구 통계학적 분포가 제시되어 있다. 참가자들의 평균 연령은 71.06 세, 평균 교육 연한은 8.02 년, 평균 거주 기간은 40.73 년이었다. 그림에는 성격 5 요인의 각 요인점수와 외로움 수준의 분포가 나타나있다. 외로움의 평균은 36.5 점, 표준편차는 9.31 였으며, 성격요인의 평균 및 표준편차는 다음과 같다. Neuroticism(평균 = 17.96, 표준편차 = 4.96), extraversion(평균 = 25, 표준편차 = 5.33), agreeableness(평균 = 36.55, 표준편차 = 4.72), conscientiousness(평균 = 36.23, 표준편차 = 5.23), openness(평균 = 27.81, 표준편차 = 7.91),

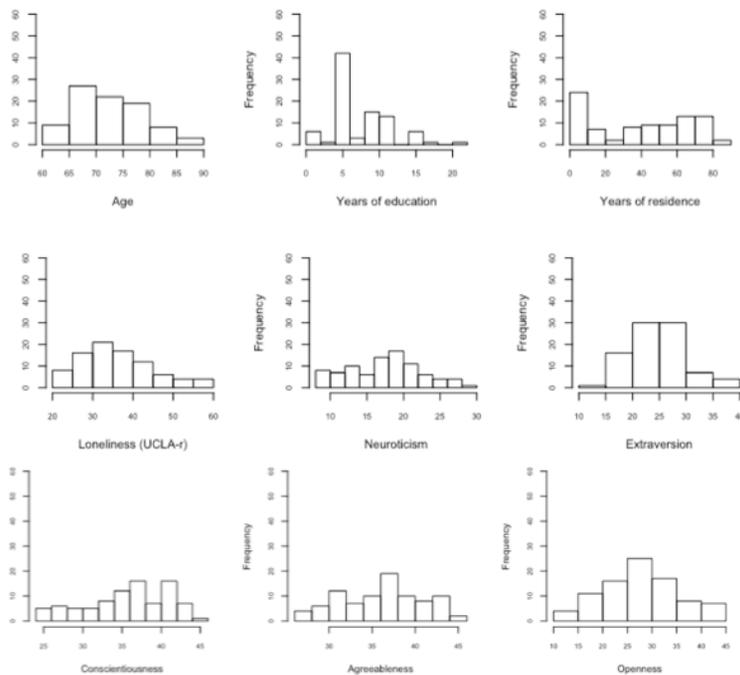


그림6. 참가자의 인구통계학적 정보

모든 참가자는 그림 7 과 같이 가상의 공놀이에서 각각 두 개의 사회적 관계를 가지고 있었다. 참가자와 함께 가상의 공놀이에 참가한 사람들은 같은 마을에 살지만 안면이 없는 사람부터, 친구, 배우자에 이르기까지 다양한 유형의 사회적 관계로 이루어져있다. 88 명의 참가자에게서 관찰된 176 개의 사회적 관계 중 65 개는 모르는 사이로 나타났다. 그리고 나머지 110 개의 관계 중 가장 높은 빈도로 관찰된 것은 이웃(44.14%)이었으며, 이를 배우자(36.94%), 친구(10.81%), 친인척(7.21)% 순으로 뒤따랐다(그림 8).

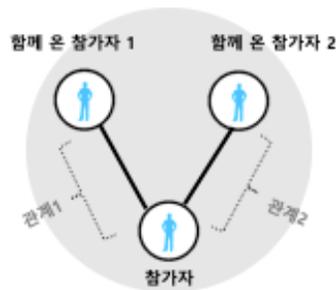


그림7. 가상의 공놀이에서 관찰 가능한 관계

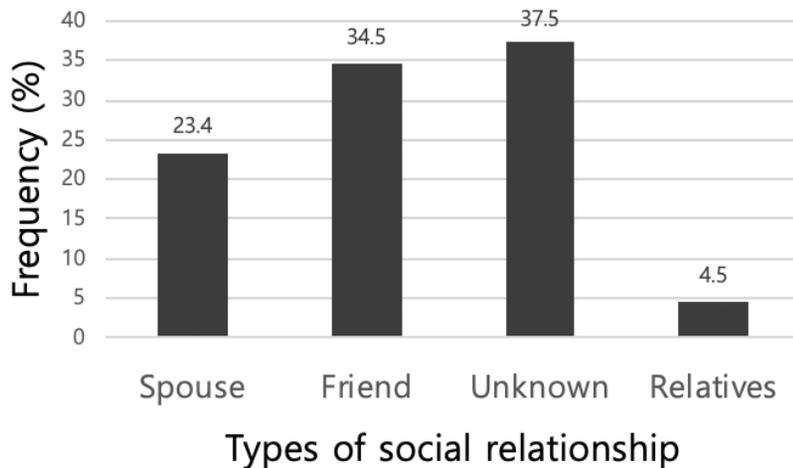


그림 8. 가상의 공놀이에서 관찰된 관계의 종류

그림 9 는 관계의 종류에 따른 알고 지낸 기간 및 친밀감을 보여준다. 110 개의 관계는 평균적으로 알고 지낸 기간이 40.41 년으로 표준편차는 18.38 년으로 나타났다. 모르는 사이를 제외한 사회적 관계에서 보고된 대화 빈도는 매일 대화한다고 응답한 사람이 35.14%로 가장 많았고, 일년에 한 번 이상(21.62%), 한달에 한 번 이상(16.22%), 일주일에 한 번 이상(15.32%), 그리고 일년에 한 번 이하(11.71%)라고 응답한 사람 순이었다. 아는 사이의 경우 평균 친밀감은 전혀 친하지 않다가 1 이고, 가장 친하다가 4 인 척도에서 평균 2.14 로 나타났으며 표준편차는 1.12 였다.

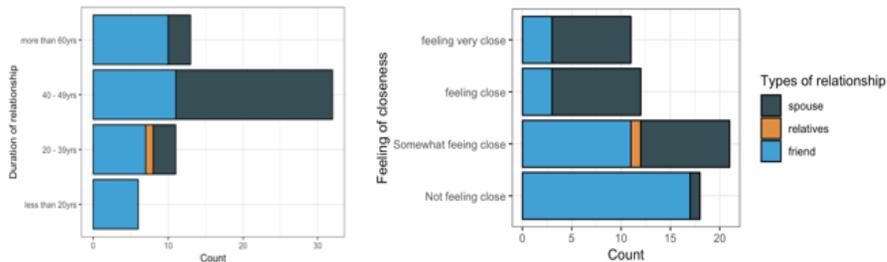


그림 9. 관계의 종류에 따른 알고 지낸 기간 및 친밀감

참가자들의 관점에서 가상의 공놀이 실험의 상황적 사회관계는 그림 10 과 같이 세가지로 범주화 될 수 있다. 나머지 두 사람을 모두 알 때, 두 사람 중 한 사람을 알 때, 그리고 두 사람 모두 알 때이다. 88 명의 참가자들 중 두 사람 모두 아는 경우가 43.2%로 가장 많았고, 그 다음으로 한 사람만 아는 경우가 38.6%, 마지막으로 두 사람 모두 모르는 경우가 18.2%로 가장 낮았다(그림 10). 가상의 공놀이 배제를 주도하는 타인 중에 참가자의 배우자가 포함되어 있는 사람들은 41 명으로 47.6%에 해당하였다. 가상의 공놀이에 함께 참여하는 나머지 두 사람이 서로 알고있는 경우는 62.5%였다.

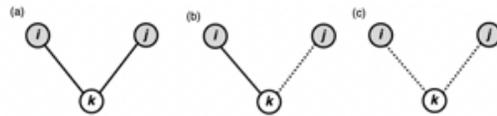
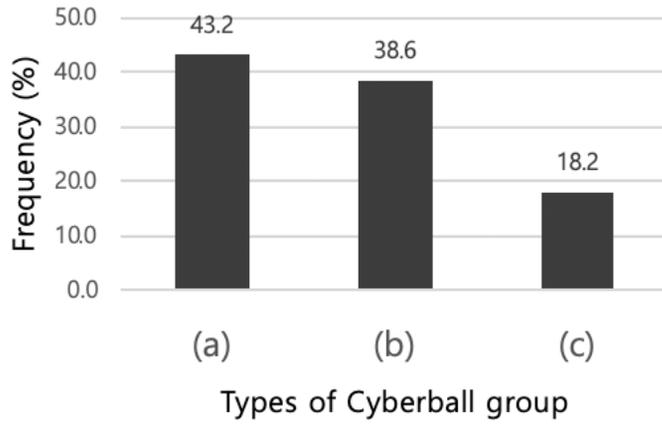


그림 10. 가상의 공놀이에서 관찰된 관계 범주화 및 분포

2. 마을 내 사회적 관계

그림 11은 연구문제 2에서 사용된 마을 내 사회적 관계 지표들의 분포를 나타내고 있다. 참가자들의 평균 사회연결망 크기는 4.17 표준편차는 2.42로 나타났다. 0에서 1 사이에 분포하고 있는 중개자역할 점수는 평균 0.47, 표준편차 0.3으로 나타났다. 사회연결망 크기 및 중개자 역할의 원 점수는 편포되어 있기 때문에 뒤따르는 분석에서는 로그변환하여 사용되었다.

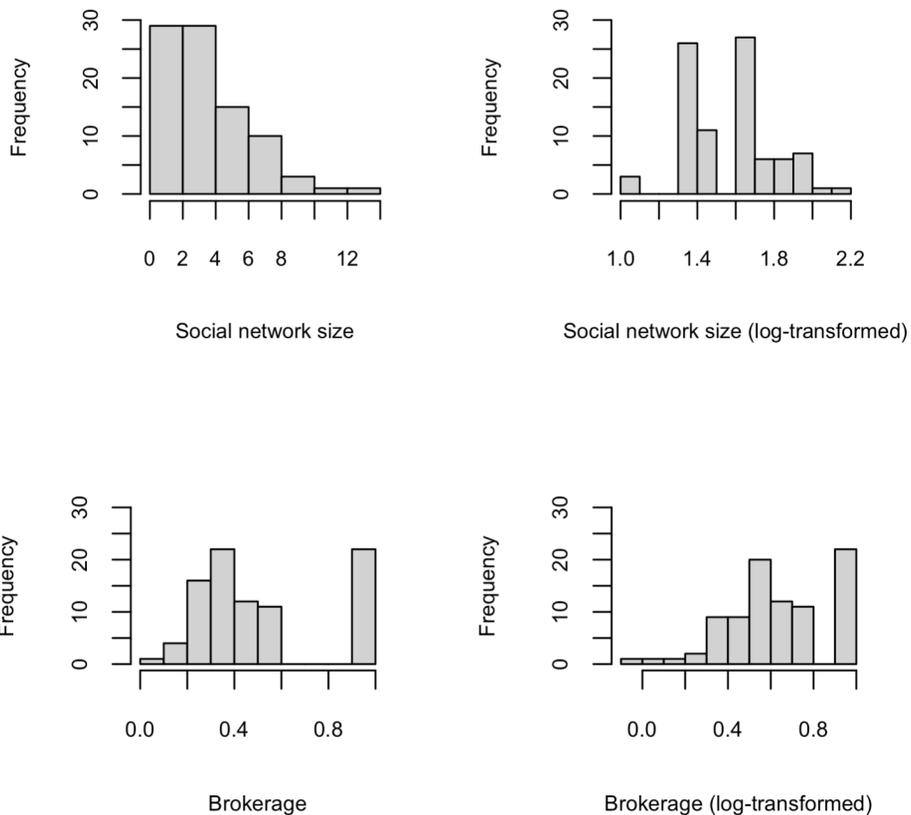


그림 11. 마을 내 사회관계 변수의 분포

3. 가상의 공놀이 실험의 처치 효과 확인

MRI 스캐너 안에서 가상의 공놀이 실험을 마친 후 참가자들은 배제 조건에서 자신에게 공이 덜 온 것을 지각 하였는지에 대한 질문에 “그렇다” 또는 “아니다”로 대답하였고, 분석에는 “그렇다”라고 답변한 사람들만 포함되었다. 이에 더하여 모든 참가자들은 공놀이 실험 이후에 각 조건에 대하여 “나는 공 던지기 게임을 하는 동안에 무시당한 것 같았다” 및 “(배제 시행 동안에) 나는 서운한 기분이 들었다”의 질문에 1(전혀 그렇지 않다)점에서 5 점(매우 그렇다)의 척도를 활용하여 응답하였다(Hawkley, Williams, & Cacioppo, 2011; Williams, 2007). 배제 조건에서 무시당한 것 같다라는 질문에 대한 평균점수는 1.97 점으로 표준편차는 1.5 로 나타났으며, 서운한 기분이 들었다는 문항에 대한 평균점수는 1.87 점으로 표준편차는 1.5 였다. 두 질문 모두 2 점(약간 그렇다) 이상의 응답은 매우 드물었으며, 1 점(전혀 그렇지 않다)의 답변의 빈도가 높은 양상으로 그림 12 와 같이 편포되어있다. 설문응답에서 성별에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 공 던지기 게임을 하는 동안에 무시당한 것 같은 기분이 들었다는 응답은 참여조건보다 고립조건에서 유의하게 점수가 높았다($t = -5.85$, $p < 0.05$). 이 점을 바탕으로 고립 조건이 참가자들에게 사회적 고립 경험으로 작용하였음을 확인하였다.

이어서 실험 후 설문에서 보고된 서운함 정도 및 무시당한 것 같다는 느낌의 정도에 따라 사회적 고통과 관련된 관심 영역(전대상회 피질, 좌측 섬엽, 우측 섬엽)의 활성화 수준이 변화하는지 살펴보았다. “나는 서운한 기분이 들었다”의 질문의 경우 고통과 관련된 뇌 영역의 활성화 정도 (전대상회 피질, 좌측 섬엽, 우측 섬엽의 모수 추정치의 합)와 유의한 상관관계가 관찰되지 않았다($r = 0.12$, $p = 0.27$). “나는 무시당한 것 같았다”의 질문의 경우 고통과 관련된 뇌 영역의 활성화 정도와 유의한 정적 상관관계를 나타냈다($r = 0.22$, p

= 0.049). 배제상황에서 더 무시당한 것 같다고 느꼈을 수록 사회적 고통과 관련된 영역의 활성화 수준이 컸다. 배제에 따른 부정적 정서를 묻는 설문과 고통과 관련된 관심 영역의 활성화 수준의 관계를 분석할 때 사회적 배제에 따른 부정적 정서 및 신경반응성에 영향을 줄 수 있는 것으로 알려진 우울 및 스트레스 수준은 통제 변인으로 사용되었다(Seidl, et al., 2020; Kumar, 2017).

부정적 정서 수준이 실험에서 고려된 다양한 변수와 관련이 있는지 탐색적으로 알아보기 위해 이변량상관분석을 실시하였고 각 분석 따른 Pearson 상관계수(r)는 다음과 같다. 실험 후 설문 결과와 관련해서 서운함과 무시당한 것 같은 느낌의 정도는 본 연구에 포함된 상황적 사회관계(무시: $r = 0.078, p = 0.48$, 서운: $r = 0.084, p = 0.44$), 배우자 포함 여부(무시: $r = 0.046, p = 0.67$, 서운: $r = 0.094, p = 0.38$), 다른 두 사람이 알고있는지 여부(무시: $r = 0.004, p = 0.93$, 서운: $r = -0.167, p = 0.12$), 마을 내에서 사회연결망 크기(무시: $r = 0.071, p = 0.519$, 서운: $r = -0.01, p = 0.92$), 마을 내 중개자 정도 변수(무시: $r = 0.1, p = 0.9$, 서운: $r = -0.038, p = 0.72$) 와 유의한 상관이 없었다.

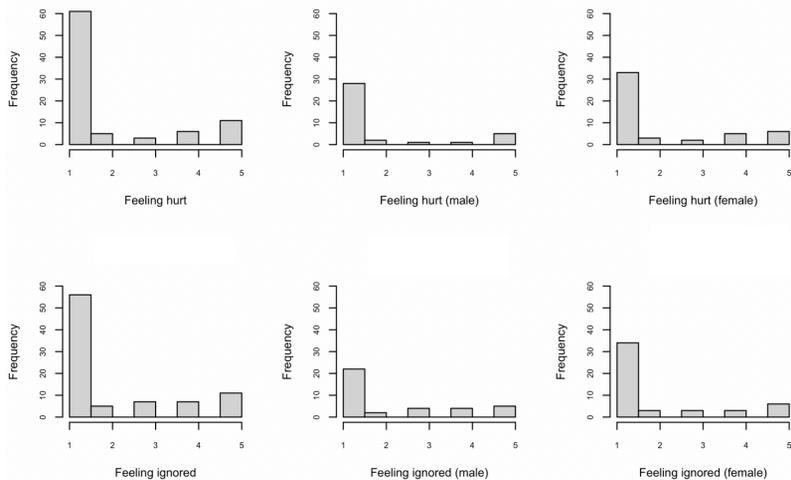


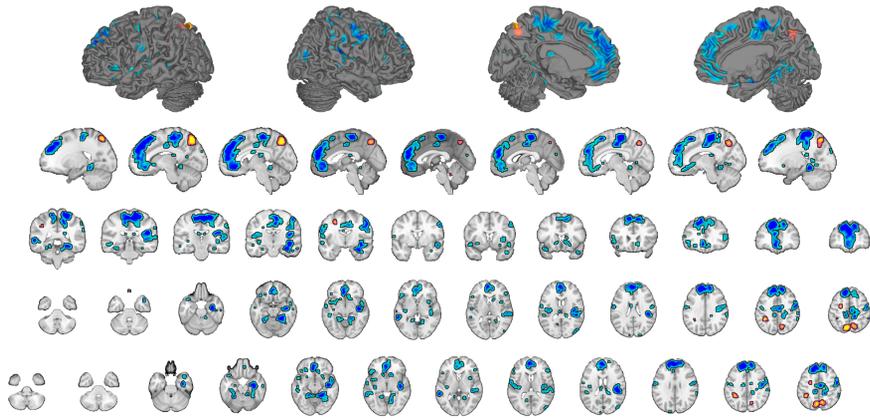
그림 12. 배제에 따른 부정적 정서에 관한 설문 응답 분포

4. 배제 경험에 따른 신경반응성

1. 배제 경험 시 나타나는 대뇌 활성화 분석: 일반선형모형 분석

그림 13은 가상의 공놀이 실험에서 배제 조건-참가 조건 대조 영상을 사용해서 단일 표본 t-검정을 수행하여 산출된 활성화 패턴으로, Neurosynth를 사용하여 해당 패턴과 관련된 주제어를 찾은 결과 ‘face recognition’이 가장 높은 관련성 높은 주제어로 나타났으며, 정서와 관련된 주제어는 ‘emotionally’, ‘fearful face’가 있었다. 표 2에 따르면, 참여 조건과 비교하여 배제 조건에서 더 많이 활성화 되었던 영역, 즉 t 값이 양수인 영역은 뺨기앞소엽(precuneus)과 상두정회(superior parietal lobule) 이었다.

그림 14는 가상의 공놀이 실험에서 배제 조건-참가 조건 대조 영상을 사용해서 아는 사람이 있었던 상황과 아는 사람이 없었던 상황의 참가자들에 대해 독립 표본 t-검정의 결과를 보여주고 있다($p < 0.001$, uncorrected, $k > 30$). Neurosynth를 사용하여 관련 주제어를 찾은 결과 ‘execution’이 가장 높은 관련성 높은 주제어로 나타났으며, ‘planning’, ‘attention’, ‘memory load’와 같이 인지 과정과 관련된 주제어 및 ‘pain’이 해당 활성화 패턴과 관련이 있는 것으로 나타났다. 표 3은 가상의 공놀이에 모르는 관계가 포함된 사람들과 그렇지 않은 사람들에게서 나타난 차이를 나타내며, 각 영역에서 양수인 t 값이 클수록 모르는 사람이 포함된 채 고립을 경험한 사람들이 더 많이 활성화 된 것을 나타낸다.



($p < 0.001$, uncorrected, $k > 30$)

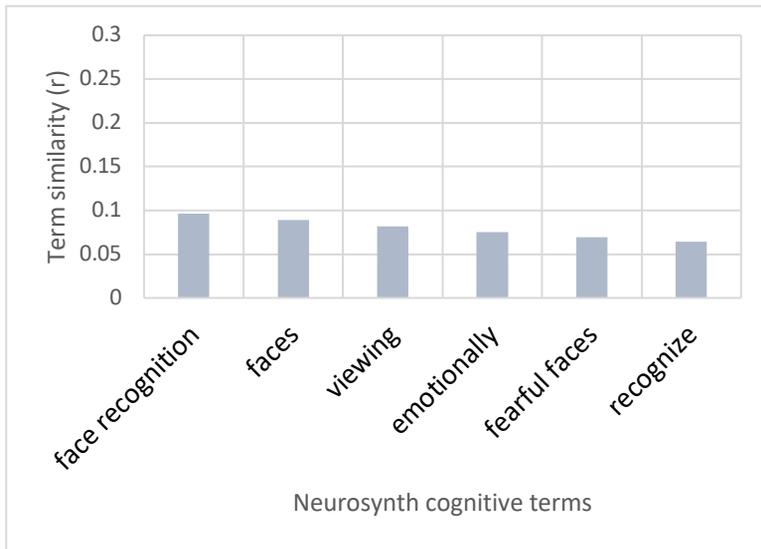
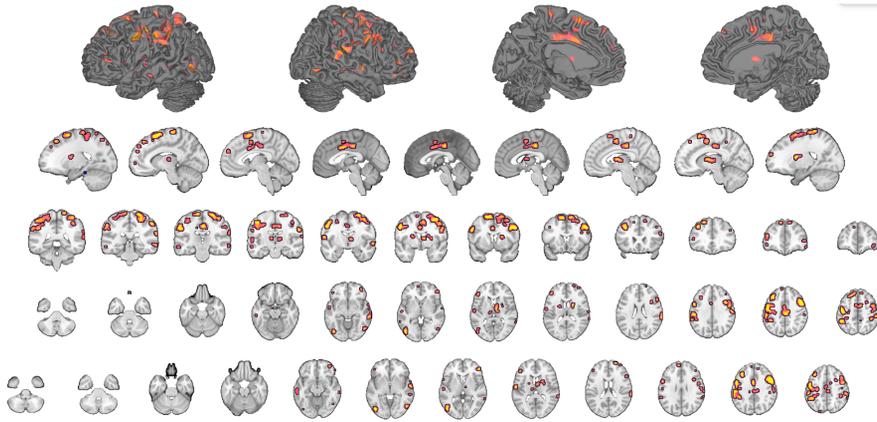


그림 13. 배제 조건-참가 조건 단일 표본 t-검정 결과 활성화 양상 및 Neurosynth에서 관련된 것으로 나타난 주제어



($p < 0.001$, uncorrected, $k > 30$)

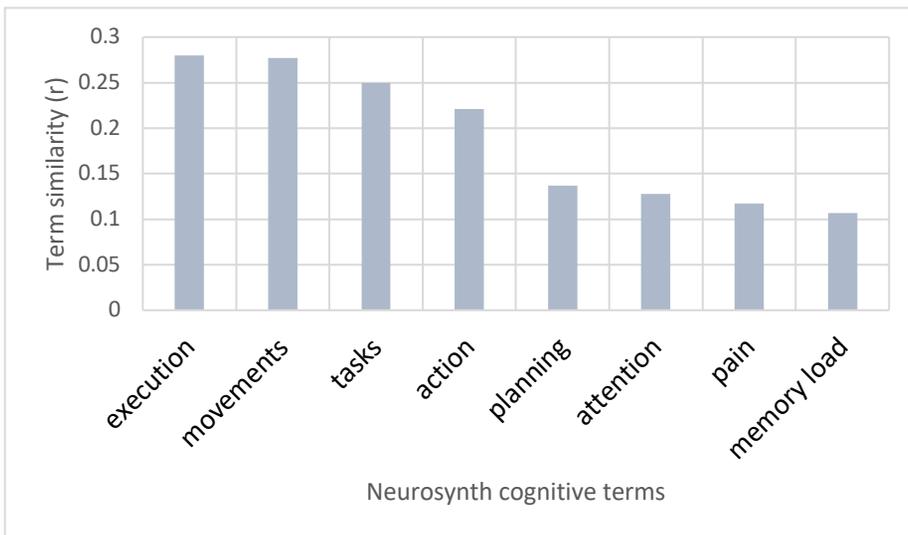


그림 14. 배제 조건-참가조건에서 가상의 공놀이 상황에 모르는 사람 포함 vs 아는 사람 독립 표본 t-검정 결과 활성화 양상 및 Neurosynth에서 관련된 것으로 나타난 주제어

표 2. 배제 조건-참가 조건 단일 표본 t-검정 결과

region	k	t-value	x	y	z
L Precuneus	462	4.805	-12	-70	54
L Superior Parietal Lobule	462	3.319	-32	-66	54
R Precuneus	192	3.814	16	-68	52
L Middle Frontal Gyrus	4369	-5.535	-18	46	34
L Superior Medial Gyrus	4369	-4.792	-6	54	10
L Superior Medial Gyrus	4369	-4.691	-10	26	56
R Posterior-Medial Frontal	2712	-5.684	6	-24	56
Location not in atlas	2712	-5.403	22	-40	64
Location not in atlas	2712	-4.882	-14	-26	56
R Hippocampus	1338	-6.191	30	-14	-20
R Rolandic Operculum	1338	-5.712	44	-28	22
R Temporal Pole	1338	-3.825	50	0	-10
R Precentral Gyrus	541	-4.905	58	-2	40
R Precentral Gyrus	541	-4.718	48	-14	54
Location not in atlas	541	-3.713	38	-16	34
R Fusiform Gyrus	535	-5.593	20	-42	-12
L Fusiform Gyrus	133	-4.392	-28	-48	-16
L Linual Gyrus	133	-3.320	-12	-46	2
L Heschls Gyrus	124	-3.748	-42	-18	16
L Rolandic Operculum	124	-3.717	-60	-4	12
L Middle Temporal Gyrus	114	-4.454	-58	-40	4
L Postcentral Gyrus	50	-3.949	-60	-8	26
R Middle Occipital Gyrus	47	-4.357	44	-80	16
R Medial Temporal Pole	38	-4.128	42	16	-30
R SupraMarginal Gyrus	35	-3.886	62	-26	38

주. $p < 0.001$ (uncorrected), k (cluster size) > 30 , 표에서 영역이 제시되는 순서는 cluster 크기를 바탕으로 큰 영역에서 작은 영역 순서로 되어있음. 정적상관을 나타낸 영역이 먼저 제시되고, 이어서 부적상관을 나타낸 영역이 제시됨.

표 3. 배제 조건-참가조건에서 가상의 공놀이 상황에 모르는 사람 포함 vs 아는 사람

독립 표본 t-검정 결과

Region	k	t-value	x	y	z
R Middle Frontal Gyrus	684	4.14	40	-4	58
R Postcentral Gyrus	684	4.01	16	-38	74
R Postcentral Gyrus	684	3.69	38	-38	60
L Precentral Gyrus	453	4.31	-52	-2	40
L Postcentral Gyrus	453	3.86	-42	-20	50
R IFG (p. Opercularis)	441	4.16	52	8	38
Location not in atlas	441	3.38	34	14	24
L Inferior Parietal Lobule	367	4.04	-48	-42	52
L Postcentral Gyrus	367	3.29	-20	-38	62
L Superior Frontal Gyrus	235	4.20	-12	12	62
L SupraMarginal Gyrus	204	4.08	-56	-26	42
L Inferior Occipital Gyrus	155	3.96	-44	-76	0
L Middle Frontal Gyrus	133	4.78	-38	28	40
R Posterior-Medial Frontal	104	3.99	10	16	62
L MCC	102	3.66	0	-24	40
L Paracentral Lobule	82	3.96	-12	-24	70
L Superior Parietal Lobule	69	3.80	-30	-54	66
L Superior Frontal Gyrus	67	3.99	-20	34	50
R Superior Temporal Gyrus	49	4.32	66	-32	22
L ACC	47	3.68	-2	4	36
R Inferior Temporal Gyrus	41	3.68	50	-68	-4
R SupraMarginal Gyrus	40	3.70	54	-30	46
L Superior Temporal Gyrus	40	3.65	-58	-8	12
L IFG (p. Triangularis)	39	3.56	-46	38	18
R Postcentral Gyrus	36	3.72	58	-16	32
R MCC	32	3.54	6	0	50
R Middle Temporal Gyrus	32	3.52	62	-32	-6

주. $p < 0.001$ (uncorrected), k (cluster size) > 30

5. 연구문제 분석결과

본 연구는 다양한 사회관계와 배제에 따른 정서 및 뇌 반응의 관계를 탐색하기 위해 배제를 주도하는 사람들과의 사회관계 및 개인이 평소에 가지고 있는 사회관계에 따른 효과를 살펴보았다. 첫번째 연구문제에 따른 결과는 가상의 공놀이에서 배제를 주도하는 사람들과 아는 사이인지 여부에 따라 부정적 정서 및 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 영역에서 나타나는 뇌 활성화 크기가 달라지는지 제시하였다. 그리고 배제에 대한 반응성에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인들을 포함한 분석 결과를 제시하였다. 이어지는 연구 문제에서는 개인이 평소에 가진 사회관계의 특성 (마을 내 사회연결망 크기 및 중개자 역할정도)이 배제에 따른 정서 및 뇌 반응에 영향을 미치는지에 대한 결과가 제시되어있다.

1. 배제 상황에서 상황적 사회관계에 따른 부정적 정서반응

정서반응의 차이를 알아보기 위해서 뇌 반응 분석에 사용된 회귀모형과 동일한 모형이 적용되었다. 부정적 정서반응을 종속변수로 하며, 배우자 포함여부, 나머지 두 사람의 관계, 연령, 성별이 통제변수로 투입된 회귀분석 모형이다. 독립변수인 상황적 사회관계에 따라 배제 조건에서 서운하다고 느꼈는지($t = 0.21, p = 0.82$) 또는 무시당했다고 느꼈는지($t = 0.219, p = 0.82$)에서 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 부정적 정서반응의 편포를 고려하여 조금이라도 부정적 정서를 보고한 사람과 아닌 사람으로 이진화 한 변수를 사용하였을 때 배제 조건에서 관찰된 서운함($t = -0.54, p = 0.57$)과 무시당한 기분($t = -1.02, p = 0.31$) 변수는 상황적 사회관계와 유의미한 상관관계가 없었다. 이는 아는 사람이나 모르는 사람으로 부터 배제당하는 것에 따라 보고된 부정정서는 차이가 없었음을 보여준다.

2. 배제 상황에서 상황적 사회관계에 따른 관심 영역 활성화

표 4와 표 5는 각각 사회적 고통과 및 마음추론과 관련된 관심 영역을 종속변수로 하는 회귀분석의 결과를 나타내고 있다. 가상의 공놀이 상황에서 아는 사람으로부터 배제를 당하는 것은 모르는 사람으로부터 배제를 당할 때보다 사회적 고통($t = -2.26, p = 0.03$) 및 마음추론 ($t = -2.55, p = 0.01$)와 관련된 관심영역에서 더 낮은 활성화 수준을 보였다. 이러한 결과는 연령, 성별, 참가자를 제외한 나머지 두 사람이 아는 사이인지, 그리고 참가자를 배제시키는 두 사람 중에 참가자의 배우자가 포함되어 있는지 여부에 따른 효과를 통계적으로 제거한 뒤에도 유의한 것으로 나타났다.

표 6을 바탕으로 각각 관심 영역 안에서 개별 영역으로 살펴보면, 사회적 고통 영역에서는 전대상회피질 ($t = -2.55, p = 0.01$), 그리고 마음추론과 관련된 영역 안에서는 좌측 측두정회($t = -2.1, p = 0.04$)와 우측 측두정회($t = -2.92, p < 0.001$)가 상황적 사회관계에서 아는 사람이 많을 수록 활성화 수준이 적게 나타나는 것으로 확인되었다.

표 4. 배제에 따른 사회적 고통 영역 활성화 수준을 예측하는 가상의 공놀이에서의 사회적 관계

	Estimate	Std. Error	t value	<i>p</i>
(Intercept)	0.11	4.32	0.03	0.98
연령	0.02	0.05	0.32	0.75
성별	-0.45	0.58	-0.78	0.44
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	0.09	0.67	0.13	0.90
배제 상황에서 배우자 포함여부	1.66	0.68	2.45	0.02
상황적 사회적 관계*	-0.94	0.42	-2.26	0.03

*주: 상황적 사회적 관계 변수는 방법론에서 언급된 가상의 공놀이에서 나머지 두 사람과의 관계

(0: 아무도 모를 때, 1:한 명만 알 때, 2: 둘다 알 때)

표 5. 배제에 따른 마음추론영역 활성화 수준을 예측하는 가상의 공놀이에서의 사회적 관계

	Estimate	Std. Error	t value	<i>p</i>
(Intercept)	6.34	8.28	0.77	0.45
연령	-0.06	0.09	-0.60	0.55
성별	-0.23	1.12	-0.21	0.83
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.50	1.29	-0.39	0.70
배제 상황에서 배우자 포함여부	2.98	1.30	2.30	0.02
상황적 사회적 관계*	-2.04	0.80	-2.55	0.01

표 6. 영역별 결과 (사회적 고통 관심 영역, 마음추론 관심 영역)

	dACC				LaINS				RaINS			
	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>
(Intercept)	6.34	8.28	0.77	0.45	-0.64	1.16	-0.55	0.58	-0.76	1.50	-0.51	0.61
연령	-0.06	0.09	-0.60	0.55	0.01	0.01	0.65	0.52	0.01	0.02	0.57	0.57
성별	-0.23	1.12	-0.21	0.83	0.13	0.16	0.80	0.43	-0.10	0.20	-0.51	0.61
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.50	1.29	-0.39	0.70	-0.07	0.18	-0.36	0.72	0.13	0.23	0.57	0.57
배제 상황에서 배우자 포함여부	2.98	1.30	2.30	0.02	0.47	0.18	2.57	0.01	0.51	0.23	2.19	0.03
상황적 사회적 관계*	-2.04	0.80	-2.55	0.01	-0.23	0.11	-2.02	0.05	-0.21	0.14	-1.45	0.15

*주: 상황적 사회적 관계 변수는 방법론에서 언급된 가상의 공놀이에서 나머지 두 사람과의 관계
(0: 아무도 모를 때, 1:한 명만 알 때, 2: 둘다 알 때)

표 6 (이어짐). 영역별 결과 (사회적 고통 관심 영역, 마음추론 관심 영역)

	vMPFC				dMPFC				ITPJ			
	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>
(Intercept)	0.05	2.46	0.02	0.98	3.23	3.45	0.94	0.35	2.85	1.68	1.69	0.09
연령	0.01	0.03	0.34	0.74	-0.04	0.04	-1.05	0.30	-0.03	0.02	-1.57	0.12
성별	-0.08	0.33	-0.24	0.81	0.22	0.47	0.47	0.64	-0.18	0.23	-0.78	0.44
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.20	0.38	-0.51	0.61	-0.15	0.54	-0.27	0.79	-0.12	0.26	-0.44	0.66
배제 상황에서 배우자 포함여부	0.19	0.39	0.51	0.62	0.65	0.54	1.20	0.23	0.55	0.26	2.08	0.04
상황적 사회적 관계*	-0.34	0.24	-1.45	0.15	-0.67	0.33	-2.01	0.05	-0.34	0.16	-2.10	0.04
	rTPJ				IMTG				rMTG			
	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>
(Intercept)	2.93	1.60	1.84	0.07	-1.71	1.22	-1.40	0.16	-1.00	1.49	-0.67	0.50
연령	-0.03	0.02	-1.47	0.15	0.02	0.01	1.29	0.20	0.01	0.02	0.85	0.40
성별	-0.33	0.22	-1.54	0.13	0.17	0.16	1.05	0.30	-0.04	0.20	-0.21	0.84
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	0.11	0.25	0.43	0.67	0.04	0.19	0.19	0.85	-0.19	0.23	-0.81	0.42
배제 상황에서 배우자 포함여부	0.56	0.25	2.23	0.03	0.61	0.19	3.18	0.00	0.42	0.23	1.82	0.07
상황적 사회적 관계*	-0.45	0.15	-2.92	0.00	-0.18	0.12	-1.56	0.12	-0.05	0.14	-0.33	0.74

*주: 상황적 사회적 관계 변수는 방법론에서 언급된 가상의 공놀이에서 나머지 두 사람과의 관계 (0: 아무도 모를 때, 1:한 명만 알 때, 2: 둘다 알 때)

3. 배제에 따른 신경반응성에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인들

본 연구에서는 집단의 최소단위인 삼자 관계를 변수화하여 그에 따른 배제 경험 동안의 부정적 정서 및 뇌 반응 차이를 탐색하였다. 이때 관심변인으로 지정한 삼자의 관계 말고도 배제에 따른 신경 반응에 영향을 줄 수 있는 상황적 요인을 고려하여 회귀 모형에 투입하였다.

첫 번째는 참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계에 대한 정보이다. 표 4와 5에 제시된 결과는 사회적 고통과 관련된 영역의 활성화($t = 0.13, p = 0.90$) 및 마음추론과 관련된 영역의 활성화($t = -0.39, p = 0.70$) 수준에 대한 유의한 설명량을 가지지 못한다는 점을 보고하였다. 두 번째는 참가자를 배제시키는 두 명의 다른 참가자 중에 참가자의 배우자가 포함되어 있었는지 여부이다. 88 명의 참가자 중 41 명의 참가자 (전체 참가자의 46%)는 배우자와 함께 가상의 공놀이에 참여하여 배우자가 포함된 두 명의 타인으로부터 배제를 경험하였다. 이 결과 역시 각각 표 4 및 표 5에 제시되어 있다. 자세히 살펴보면, 배우자가 참가자를 따돌리는 경우 고통 관련 영역($t = 2.45, p = 0.02$) 및 마음추론 영역($t = 2.3, p = 0.02$)의 활성화 수준이 더 큰 것으로 나타났다.

배우자로부터 배제를 경험하는 것의 효과는 결과 1.1에서 관찰된 아는 사람들에게 배제 당하는 것이 사회적 고통 및 마음추론 영역의 활동을 감소시킨다는 결과가 대립될 수 있다는 점에 주목하여, 아는 사람에 따른 효과와 배우자에 따른 효과가 독립적인지 알아보기 위한 두 가지 확인 절차를 거쳤다. 첫째, 상황적 사회관계 변수가 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 뇌 활성화 수준을 예측할 때, 회귀모형에서 배우자의 효과를 통계적으로 제거 하고도 상황적 사회관계가 유의하게 뇌 활성화 수준을 예측하는지 확인 하였다. 둘째, 배우자가 포함되지 않은 참가자들 ($n = 47$)만을 대상으로 동일한 분석을 실시했을 때 상황적 사회관계가 관심 영역의 뇌 활성화 수준을 유의하게

설명하지는지 확인하였다. 표 4 와 표 5 에 제시된 것 과 같이 상황적 사회관계 변수는 배우자 포함의 효과를 설명하고도 유의하게 관심 영역의 뇌 활성화 수준을 설명하였다. 또한 표 7 에는 배우자가 포함되지 않았던 참가자들만을 대상으로 한 분석이 제시되어있다. 이 결과도 앞선 결과와 일관되게 아는 사람들 사이에서 배제를 당한 경우 사회적 고통관련 영역($t = -2.76, p = 0.01$)과 마음추론 영역($t = -2.22, p = 0.03$)의 뇌 활성화 정도가 더 작았다. 즉, 아는 사람들로부터 배제를 당할 때 배제에 따른 사회적 고통 및 마음추론 관련 영역의 활성화 수준이 더 작게 관찰되는 현상은 배우자 포함 유무에 관계없이 나타난다.

사회적 배제를 경험할 때 개인의 성격, 외로움 수준, 그리고 우울한 기분의 정도가 배제 경험에 따른 신경반응성에 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려하여 이에 따른 효과를 살펴보았다(표 8). neuroticism($t = -0.30, p = 0.76$), extraversion($t = 1.25, p = 0.21$), agreeableness($t = -0.53, p = 0.6$), conscientiousness($t = -0.92, p = 0.36$), openness($t = 0.4, p = 0.69$), 외로움 ($t = -0.67, p = 0.51$), 우울한 기분 ($t = -0.55, p = 0.58$) 중 어떤 변인도 사회적 배제에 따른 사회적 고통 영역의 신경반응성을 설명하지 못했다. 그러나 추가로 영향을 미칠 수 있는 요인들이 포함된 모형에서 상황적 사회관계 변수의 유의도는 p value 0.05 를 기준으로 영가설을 기각할 때 더 이상 유의하지 않았다($t = -1.82, p = 0.07$). 마음추론 영역을 종속변수로 하는 모형에서도 neuroticism($t = -1.14, p = 0.26$), extraversion($t = 0.6, p = 0.55$), agreeableness($t = -1.69, p = 0.01$), conscientiousness($t = 0.65, p = 0.52$), openness($t = -0.4, p = 0.69$), 외로움 ($t = 1.46, p = 0.15$), 우울한 기분 ($t = 0.03, p = 0.98$) 가운데 성격요인 중 하나인 agreeableness 가 낮은 사람들이 배제 상황에서 마음추론과 관련된 영역을 더 많이 활성화 시키는 것으로 보인다. 추가로 영향을 미칠 수 있는 요인을 고려한 뒤에도 상황적 사회관계는 ($t = -2.11, p = 0.04$) 마음추론 관련 영역의 활성화를 유의하게 설명하였다.

표 7. 배우자가 포함되지 않은 참가자의 상황적 사회관계 결과 (n = 47)

	Pain ROIs sum				Mentalizing ROIs sum			
	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>
(Intercept)	3.85	10.29	0.37	0.71	-4.15	5.31	-0.78	0.44
연령	-0.03	0.11	-0.25	0.80	0.07	0.06	1.16	0.25
성별	-0.03	1.50	-0.02	0.99	-0.52	0.78	-0.67	0.51
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.04	1.76	-0.02	0.98	0.37	0.91	0.41	0.69
상황적 사회적 관계*	-2.33	0.84	-2.76	0.01	-0.97	0.43	-2.22	0.03

*주: 상황적 사회적 관계 변수는 방법론에서 언급된 가상의 공놀이에서 나머지 두 사람과의 관계 (0: 아무도 모를 때, 1:한 명만 알 때, 2: 둘다 알 때)

표 8. 성격, 외로움, 우울한 기분의 효과를 고려한 결과

	Pain ROIs sum				Mentalizing ROIs sum			
	Est.	SE	t	<i>p</i>	Est.	SE	t	<i>p</i>
(Intercept)	1.91	6.69	0.29	0.78	12.22	12.79	0.96	0.34
연령	0.02	0.05	0.40	0.69	-0.07	0.10	-0.68	0.50
성별	-0.45	0.60	-0.76	0.45	-0.04	1.15	-0.04	0.97
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	0.12	0.70	0.18	0.86	-1.05	1.35	-0.78	0.44
배제 상황에서 배우자 포함여부	1.79	0.73	2.46	0.02	2.48	1.39	1.78	0.08
상황적 사회적 관계	-0.79	0.43	-1.82	0.07	-1.75	0.83	-2.11	0.04
성격 (Openness)	0.02	0.05	0.40	0.69	-0.03	0.09	-0.40	0.69
성격 (Conscientiousness)	-0.07	0.08	-0.92	0.36	0.10	0.15	0.65	0.52
성격 (Extraversion)	0.09	0.07	1.30	0.20	0.08	0.13	0.60	0.55
성격 (Agreeableness)	-0.05	0.09	-0.53	0.60	-0.29	0.17	-1.69	0.10
성격 (Neuroticism)	-0.07	0.08	-0.92	0.36	-0.17	0.15	-1.14	0.26
외로움	0.23	0.34	0.67	0.51	0.96	0.66	1.46	0.15
우울	-0.02	0.04	-0.55	0.58	0.00	0.07	0.03	0.98

4. 마을 내 사회적 관계가 배제상황에서 부정적 정서에 미치는 영향

앞선 분석과 마찬가지로 사회관계에 따른 정서반응의 차이를 알아보기 위해 뇌 반응 분석에서 사용된 회귀모형과 동일한 모형이 적용되었다. 따라서 부정적 정서반응을 종속변수로 하며, 배우자 포함여부, 나머지 두 사람의 관계, 연령, 성별이 통제변수로 투입된 회귀분석이 실시되었다. 회귀분석 결과는 다음과 같다. 마을 내 사회관계의 크기에 따라 배제 조건에서 서운하다고 느꼈는지($t = -0.01, p = 0.99$) 및 무시당했다고 느꼈는지 ($t = 0.23, p = 0.82$)는 사회연결망의 크기와 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. 마을 내 중개자 역할 정도에 따라서도 배제 조건에서 서운하다고 느꼈는지($t = -0.12, p = 0.90$) 그리고 무시당했다고 느꼈는지($t = 1.19, p = 0.23$)에서 차이가 없었다.

부정적 정서반응의 편포를 고려하여 조금이라도 부정적 정서를 보고한 사람과 아닌 사람으로 이진화 한 변수를 사용하였을 때 마을 내 사회연결망 크기에 따라 배제 조건에서 서운함($t = -0.61, p = 0.54$) 그리고 무시당한 것같은 기분($t = -1.11, p = 0.27$)에서 차이가 관찰되지 않았다. 동일한 분석에서 마을내 중개자 역할의 정도와 배제 조건에서 느낀 서운함($t = -0.39, p = 0.69$) 및 무시당한 기분($t = 1.86, p = 0.06$) 변수의 유의미한 상관관계가 관찰되지 않았다. 이는 사회적 배제 상황에서 개인의 사회연결망 특성에 따라 부정적 정서 보고에서 차이가 없었음을 보여준다.

5. 마을 내 사회적 관계가 배제상황에서 신경반응성에 미치는 영향

표 9 에 따르면 사회연결망 크기가 큰 사람들의 경우 사회적 배제 상황에서 사회적 고통과 관련된 관심영역에서 더 큰 활성화 수준을 나타냈다($t = 2.28, p = 0.03$). 마을 내에서 중개자 역할을 많이 하는 사람들 역시 사회적 배제 상황에서 사회적 고통과 관련된 관심영역의 활성화 수준이 더 컸다($t = 2.56, p = 0.01$)(표 10). 즉, 마을 내에서 더 많은 사회적 관계를 가지고 있거나 더 중요한

위치를 점하고 있는 사람들은 사회적 배제 상황에서 더 민감한 사회적 고통과 관련한 신경반응성을 나타냈다. 표 11 과 12 에 따르면 사회연결망 크기($t = 0.99$, $p = 0.32$)와 중개자 역할정도($t = 0.96$, $p = 0.34$)는 배제상황에서 마음추론과 관련된 뇌 영역 활성화 차이에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

표 9. 마을 내 **사회연결망의 크기**가 배제에 따른 사회적 고통영역의 신경반응성에 미치는 영향

	Estimate	Std. Error	t value	<i>p</i>
(Intercept)	-4.56	4.68	-0.97	0.33
연령	0.03	0.05	0.56	0.58
성별	-0.21	0.58	-0.37	0.71
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.14	0.66	-0.21	0.83
배제 상황에서 배우자 포함여부	1.69	0.66	2.56	0.01
상황적 사회적 관계	-1.14	0.42	-2.74	0.01
마을 내 사회연결망 크기	2.77	1.22	2.28	0.03

표 10. 마을 내 **중개자 역할 정도**가 배제에 따른 사회적 고통영역의 신경반응성에 미치는 영향

	Estimate	Std. Error	t value	<i>p</i>
(Intercept)	-2.05	4.25	-0.48	0.63
연령	0.04	0.05	0.78	0.44
성별	-0.20	0.57	-0.35	0.73
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.17	0.66	-0.26	0.80
배제 상황에서 배우자 포함여부	1.76	0.65	2.69	0.01
상황적 사회적 관계	-1.16	0.41	-2.83	0.01
마을 내 중개자 역할	3.10	1.17	2.65	0.01

표 11. 마을 내 **사회연결망의 크기**가 배제에 따른 마음추론 영역의 신경반응성에 미치는 영향

	Estimate	Std. Error	t value	<i>p</i>
(Intercept)	2.35	9.21	0.26	0.80
연령	-0.05	0.09	-0.49	0.62
성별	-0.03	1.14	-0.03	0.98
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.70	1.31	-0.53	0.60
배제 상황에서 배우자 포함여부	3.01	1.30	2.32	0.02
상황적 사회적 관계	-2.20	0.82	-2.70	0.01
마을 내 사회연결망 크기	2.37	2.39	0.99	0.32

표 12. 마을 내 **중개자 역할 정도**가 배제에 따른 마음추론 영역의 신경반응성에 미치는 영향

	Estimate	Std. Error	t value	<i>p</i>
(Intercept)	4.79	8.44	0.57	0.57
연령	-0.04	0.09	-0.42	0.67
성별	-0.05	1.13	-0.05	0.96
참가자를 제외한 나머지 두 사람의 관계	-0.69	1.31	-0.53	0.60
배제 상황에서 배우자 포함여부	3.06	1.30	2.35	0.02
상황적 사회적 관계	-2.19	0.82	-2.69	0.01
마을 내 중개자 역할	2.23	2.33	0.96	0.34

이어지는 결과는 마을 내 사회적 관계의 효과가 연구문제 1 에서 탐색한 상황적 사회관계에 따라 다르게 나타나는지 살펴보기 위한 분석결과이다. 연구문제 2 에서 사용된 회귀모형에 상황적 사회관계와 마을 내 사회연결망 크기의 상호작용항과 상황적 사회관계와 마을내 중개자역할 정도의 상호작용항을 추가해서 분석하였다. 마을내 사회연결망 크기와 상황적 사회관계 상호작용 항($t = -0.42, p = 0.68$)이 추가됨에 따라 발생한 R^2 변화량은 0.002 였다. 또한 중개자역할 정도와 상황적 사회관계 상호작용 항($t = -0.36, p = 0.72$)을 추가하여 발생한 R^2 변화량은 - 0.001 로 모든 마을내 사회관계 변수와 상황적 사회관계 변수의 상호작용 효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다.

비록 상호작용 효과는 유의하지 않았지만, 탐색적인 목적을 가지고 아는 사람에게 배제 당했을 때, 모르는 사람에게 배제 당했을 때, 배우자에게 배제 당했을 때, 배우자가 아닌 사람으로부터 배제 당했을 때의 조건을 나누어서 마을 내 사회 관계와 사회적 고통과 관련된 관심 영역의 상관관계를 살펴 보았다. 표 13 은 참가자를 배제시키는 사람들 가운데 배우자가 포함되어 있었는지 여부를 바탕으로 집단을 나눠서 분석한 결과이다. 양쪽 집단에서 유의한 결과는 관찰되지 않았으며, 전반적인 효과크기에서도 차이가 발생하지 않았다. 표 14 는 연구 1 에서 사용된 상황적 사회관계의 변수에 따라서 세 개의 집단으로 나누어서 분석한 결과이다. 모든 참가자들은 아무도 모를 때, 한 명 만 알 때, 혹은 두 명 다 알 때의 집단 중에 하나에 속하였고 이 집단에 따라 나누어 회귀분석을 실시 하였다. 집단으로 나눠서 분석한 결과의 경우 모든 분석이 유의하지 않아서 통계적인 해석은 어렵지만, 연구문제 2 에서 관찰되었던 사회연결망 크기가 큰 사람들과 중개자역할을 많이 하는 사람들이 배제에 따른 신경반응성이 더 컸던 결과와 일관된 경향은 나머지 두 명을 알고 있을 때 조건의 사람들에게서 가장 강하게 나타났다.

표 13. 배우자 포함 여부에 따른 마을 내 사회연결망의 효과

독립변수: social pain ROI

		Est.	SE	t	<i>p</i>
배우자 미포함	(Intercept)	-7.03	5.66	-1.24	0.22
	연령	0.07	0.06	1.12	0.27
	성별	-0.57	0.81	-0.70	0.49
	마을 내 사회연결망 크기	1.11	1.72	0.64	0.52
배우자 포함	(Intercept)	-7.00	4.78	-1.47	0.15
	연령	0.08	0.06	1.28	0.21
	성별	-0.45	0.79	-0.57	0.57
	마을 내 중개자 역할	2.46	1.59	1.55	0.13
배우자 포함	(Intercept)	-2.39	7.59	-0.31	0.76
	연령	-0.01	0.08	-0.18	0.86
	성별	-0.10	0.93	-0.11	0.91
	마을 내 사회연결망 크기	2.28	1.76	1.30	0.20
배우자 포함	(Intercept)	1.00	6.79	0.15	0.88
	연령	-0.02	0.08	-0.21	0.84
	성별	-0.21	0.94	-0.22	0.83
	마을 내 중개자 역할	1.56	1.80	0.87	0.39

주. 배우자 포함 여부는 가상의 공놀이 상황에서 포함되었는지를 의미함

표 14. 상황적 사회관계에 따른 마을 내 사회연결망의 효과
 독립변수: social pain ROI

아는 사람의 수		Est.	SE	t	ρ
0	(Intercept)	-4.17	8.91	-0.47	0.65
	연령	0.09	0.11	0.82	0.43
	성별	-3.05	1.03	-2.97	0.01
	마을 내 사회연결망 크기	1.20	1.92	0.63	0.54
	(Intercept)	-3.30	7.74	-0.43	0.68
	연령	0.09	0.10	0.87	0.40
	성별	-2.84	1.02	-2.78	0.02
	마을 내 중개자 역할	1.76	1.68	1.05	0.32
1	(Intercept)	-5.05	6.53	-0.77	0.45
	연령	0.04	0.07	0.58	0.57
	성별	-1.63	0.94	-1.73	0.09
	마을 내 사회연결망 크기	3.27	1.88	1.74	0.09
	(Intercept)	-1.25	5.93	-0.21	0.83
	연령	0.05	0.07	0.64	0.53
	성별	-1.68	0.96	-1.74	0.09
	마을 내 중개자 역할	2.77	2.16	1.28	0.21
2	(Intercept)	-10.72	6.98	-1.54	0.13
	연령	0.00	0.07	0.00	1.00
	성별	1.88	0.92	2.05	0.05
	마을 내 사회연결망 크기	3.92	2.06	1.90	0.07
	(Intercept)	-5.80	5.60	-1.04	0.31
	연령	0.01	0.07	0.08	0.94
	성별	1.63	0.89	1.83	0.08
	마을 내 중개자 역할	3.47	1.85	1.88	0.07

주. 아는 사람의 수는 가상의 공놀이 상황에서 아는 사람의 수를 의미함

논 의

본 연구에서는 노인들을 대상으로 자기공명영상을 활용한 가상의 공놀이 실험을 실시하였다. 다양한 사회관계와 배제에 따른 정서 및 뇌 반응의 관계를 탐색하기 위해 배제를 주도하는 사람들과의 사회관계 및 개인이 평소에 가지고 있는 사회관계 특성에 따른 효과를 살펴보았다. 가상의 공놀이에서 배제를 주도하는 사람들과 아는 사이인 경우 모르는 사람일 때보다 더 작은 뇌 반응이 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 영역에서 관찰되었다. 이어지는 연구 문제에서는 가상의 공놀이 안에서 관찰된 사회관계의 효과를 통계적으로 제거한 이후에도 평소 개인의 사회관계 특성 (마을 내 사회연결망 크기 및 중개자 역할정도)이 배제에 따른 정서 및 뇌 반응에 영향을 미치는지 살펴보았다. 마을 내에서 더 큰 사회연결망과 더 많은 중개자 역할의 기회를 가진 사람들이 사회적 배제를 경험할 때 사회적 고통과 관련한 뇌 영역에서 더 큰 활성화 수준을 보인다는 점을 밝혔다. 그러나 실험과 마을 내에서 관찰된 모든 종류의 사회관계는 배제에 따른 부정적 정서와는 상관을 나타내지 않았다.

본 연구는 노인을 대상으로 자기공명영상을 활용한 가상의 공놀이 실험을 실시한 첫 연구이다. 지금까지 노인을 대상으로 한 가상의 공놀이 실험은 배제에 따른 참가자의 부정적 정서만을 측정하였다. 선행연구 결과에 따르면 배제를 경험한 노인들은 젊은 성인에 비해 더 낮은 수준의 부정정서를 보고한다고 알려져 있다(Hawkley et al., 2011b). 본 연구는 젊은 성인과 비교한 연구는 아니지만 대부분의 참가자들은 배제에 따른 서운함이나 무시당한 느낌같은 부정정서를 보고하지 않았다. 이는 젊은 성인을 대상으로 한 연구의 결과와는 대조적이다(Zadro et al., 2006). 이러한 현상은 노년기에 부정적 정서를 축소해서 보고하거나, 부정적 상황에서도 긍정적인 측면에 주의를 기울이는 경향에서 기인한 것 일 수 있다(Charles & Carstensen, 2008; Mather & Carstensen, 2005). 가상의 공놀이의 배제 상황에서 사회관계에 따른 부정적

정서가 관찰되지 않았다는 한계점을 지니고 있지만, 본 연구는 선행연구에서 부정적 정서 및 마음추론과 관련이 있다고 알려진 뇌 영역의 활동을 기반으로 배제상황에서 사회적관계의 역할을 추론하였다.

기존의 가상의 공놀이 실험은 현실에 존재하지 않는 가상의 인물과의 상호작용에서 발생한 고립 경험이라는 한계가 존재한다(Godwin et al., 2014). 본 연구는 실제 사회적관계를 가상의 공놀이에 도입하는 것을 통해서 실제 사회에서 경험하는 것과 더 유사한 고립반응성을 측정하고자 하였다(Zaki & Ochsner, 2009). 참가자들이 기존에 맺고 있는 사회적관계를 포함할 수 있는 가상의 공놀이 실험을 위하여 같은 마을에 거주하고 있는 KSHAP 연구 패널을 통해 실험 참가자를 모집하여 실험을 실시하였다.

1. 배제를 주도하는 대상과의 관계와 배제에 따른 반응성

실험 결과에 따르면 아는 사람들로부터 배제를 당한 사람들은 모르는 사람들로부터 배제를 당한 경우보다 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 뇌 영역에서 더 작은 반응을 나타냈다. 참가자가 배제를 주도하는 타인과 맺고 있는 관계와 배제에 따른 부정적 정서 사이의 관계는 관찰되지 않았다. 하지만 사회적 고통과 관련한 영역의 활성화는 배제에 따른 부정적 정서를 반영하는 것으로 알려져 있다(Rotge et al., 2015). 따라서 아는 사람들 가운데서 관찰된 더 낮은 수준의 사회적 고통 영역의 활성화는 배제에 따른 부정적 경험이 완화된 것을 반영하는 것 일 수 있다. 이는 누군지 모르는 사람들로부터 괴롭힘 당하는 것이 더 해롭다는 선행연구의 결과도 본 연구 결과와 같은 맥락에서 이해할 수 있다(Dooley et al., 2009; Sticca & Perren, 2013). 아는 사이의 경우 마음추론과 관련된 뇌 영역에서도 더 낮은 수준의 활성화가 관찰되었다. 이는 서로 알고 있는 사이로 구성된 삼자 관계에서는 사회적 신호에 덜 민감하게 반응한다고 알려진

선행연구 결과를 지지한다(Aral & Alstyn, 2011; Burt et al., 2013; Cornwell, 2009).

가상의 공놀이에서 참가자가 배제를 주도하는 타인과 맺고 있는 관계를 정의하기 위해서 가상의 공놀이 상황에서 아는 사람이 얼마나 포함되는지를 변수화하였다. 분석 모형에서는 배제를 주도하는 타인이 서로 아는 사이인지 여부와 배우자가 포함되어 있는지 여부를 통제 변인으로 고려하였다. 배제를 주도하는 두 타인의 관계는 개인의 신경반응성에 영향을 미치지 못하였다. 반면, 배제를 주도하는 타인 중 참가자의 배우자가 포함되어 있는 경우에는 배우자가 포함되지 않았던 참가자들보다 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 신경반응성이 큰 것으로 관찰되었다. 배우자 포함에 따른 효과는 아는 사람들에게 따돌림 당했을 때 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 뇌 영역의 반응성 증가를 완화시킨다는 결과와 상충될 가능성이 있다. 따라서 추가 분석으로 결과를 명료화 하였다.

표 4와 표 5에 제시된 결과와 같이 가상의 공놀이 상황을 독립변수로 하여 각각 사회적 고통 및 마음추론 영역의 뇌 활성화 수준을 관찰 할 때 배우자의 효과를 통제변인으로 고려한 뒤에도 상황적 사회관계 변인은 유의미한 수준으로 뇌 활성화 수준을 예측했다. 이에 더하여, 배우자와 함께 참가하지 않은 47 명의 사람들만을 따로 분석한 결과 아는 사람이 더 많은 가운데 배제를 경험한 사람들이 더 낮은 수준의 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 뇌 영역 활성화를 보여 연구 1의 결과가 안정적으로 재현되었다. 따라서 상황적 사회관계와 배우자가 포함된 것으로 인한 효과는 별개의 연구결과로 해석할 수 있다.

한편, 배우자가 포함되었을 때 배제상황에서 사회적 고통 및 마음추론과 관련된 뇌 영역에서 활성화 정도가 증가하였다는 것은 면밀히 살펴볼 필요가 있다. 추가 분석 결과 배우자가 포함되었는지 여부에 따라서 배제상황에서의 서운함 또는 무시당했던 기분의 정도에서 차이가 나타나지는 않았으며, 배우자에

대한 친밀감 수준을 고려했을 때도 이러한 정서에서의 차이는 관찰되지 않았다. 배우자는 가장 접촉이 많은 사회적 관계 중 하나이지만, 쉽게 정의하기 어려운 관계이기도 하다. National Social Life, Health and Aging Project(NSHAP)에 따르면 953 쌍의 노인 부부의 절반 이상은 배우자와의 결혼생활에 대해 양가적이고, 무관심하며, 혐오스럽다고 평가하였다(Hsieh & Hawkey, 2018). 결혼생활의 기간이 길수록 결혼생활의 질은 점차 낮아지는 경향이 있다(Umberson et al., 2005). 본 연구는 아는 사람들로부터 배제 당하는 것이 미치는 영향을 밝히는 목적으로 실시 되었다. 이 과정에서 배우자에 따른 효과는 예상하지 못했다는 한계점을 지닌다. 따라서 배우자가 미치는 영향에 대해 알아보기 위한 후속 연구가 필요하다.

첫 번째 연구문제에서는 동일한 사회적 배제 조건이 사람들 간에 다르게 주어진 사회관계의 맥락에 따라서 다른 반응을 유발하는지 탐색하였다. 사회적 고립경험에도 불구하고 사회적 스트레스를 덜 유발시키는 사회관계적 맥락이 존재한다면, 사회적 스트레스가 노년기 건강에 미치는 부정적인 영향이 완화될 수 있다. 유전자의 사회적 신호 전달체계(social signaling transduction)에 따르면 고립이나 배제에 따른 사회적 스트레스는 염증 관련 유전자의 발현에 영향을 미친다. 그리고 이 과정은 질병 발병률과 사망률에 영향을 미치는 일련의 과정에 관여하는 것으로 알려져 있다(Slavich et al., 2010a; Slavich & Cole, 2013). 특히, 실제로 사회적 자원이 부족한 상태에서 발생하는 사회적 고립은 고립 상황을 위협으로 느끼고 경고 시스템을 작동시키더라도 다시 연결되기 어려운 경우가 많다(S. Cacioppo et al., 2015). 이 경우 지속적인 고립에 대한 위협이 발생하며 스트레스가 만성화될 가능성이 있다. 만성화된 염증 항진 반응은 지속적이고 정도가 낮은 반응(chronic systemic low grade inflammation)으로 분류되지만 이러한 증상은 관상동맥질환, 알츠하이머성

치매 발병과의 관련성이 높은 것으로 알려져 있다(Piirainen et al., 2017; Wirtz & von Känel, 2017).

2. 마을 내 사회관계와 배제에 따른 반응성

두 번째 연구 문제에서는 개인이 기존에 맺고 있는 사회관계에 따라서 배제 상황에서 발생하는 부정정서 및 뇌 반응성이 다른지 알아보았다. 연구문제는 개인의 사회연결망 특성이 행동 및 인지과정에 영향을 미칠 수 있다는 선행 연구를 바탕으로 제기되었다(Mizruchi & Marquis, 2006; Newman et al., 2002; Schmäzle et al., 2016). 그러나 사회적 고립 상황에서 어떤 사회연결망 특성을 가진 사람이 더 크거나 작은 고립에 대한 반응을 보일지 예상하기에는 관련 선행연구가 부족하다. 따라서 모든 가능성을 열어두고 탐색적으로 분석을 진행하였다. 그 결과 사회연결망이 크고, 중개자 역할을 많이 하는 사람들은 사회적 고통과 관련된 영역의 활성화 수준이 더 컸다. 사회연결망 특성에 따라 부정정서에서는 차이가 관찰되지 않았으나 사회적 고통과 관련된 뇌 영역의 활성화가 부정정서를 기반으로 한다는 점에 주목하여 결과를 해석하였다(Rotge et al., 2015).

사회연결망 특성에 따른 고립에 대한 반응차이를 알아보는 분석은 앞서 살펴본 상황적 사회관계의 효과를 통계적으로 제거한 후에 실시하였다. 따라서 결과는 상황적 사회관계와는 별개로 개인이 가진 사회관계의 속성에 따른 차이를 나타낸다. 사회연결망의 크기가 크고 중개자 역할을 많이 하는 사람들은 더 풍부한 사회관계를 가진 사람이라고 볼 수 있다. 더 풍부한 사회관계를 가지는 사람들은 배제를 경험할 때 사회적 고통과 관련한 뇌 영역의 활동이 더 큰 것으로 나타났다. 사회적 고통과 관련한 영역의 뇌 반응은 시상하부와 긴밀하게 연결되어 있다(Öngür et al., 1998). 이는 내분비계를 자극하여 HPA axis 를 활성화시키고 염증반응을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Slavich et al., 2010b).

노년기 건강에 긍정적 영향을 미치는 것으로 알려진 풍부한 사회관계망이(Fratiglioni et al., 2004) 건강에 부정적인 결과를 초래할 수 있는 사회적 고통반응과 관련되어 있는 결과는 역설적으로 보일 수 있다. 사회적 고통과 관련된 뇌 영역의 기능에 초점을 맞춰 조금 더 면밀하게 해석할 필요가 있다. 사회적 고통영역에 포함되는 배측전대상피질(dorsal anterior cingulate cortex)과 섬엽피질(insular cortex)은 갈등이나 대립이 발생하는 것을 알아채고 주의를 기울이는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Botvinick et al., 2004). Eisenberger(2012)는 배측전대상피질의 활동을 충분한 사회 관계에 대한 기대와 그에 미치지 못하는 현실의 대립을 포착하는 과정으로 보았다. 즉, 사회적 고통의 신경상관자는 사회관계를 지속적으로 모니터링하는 역할을 한다고 볼 수 있다.

사회적 위협의 탐지는 HPA axis 를 활성화시키는 것과 같이 우리가 스트레스에 대처할 수 있도록 준비한다. 이는 사회적 고통을 위협으로 지각하고, 다시 재연결되기 위해 주의를 기울이는 것의 반영으로 해석할 수 있다(Eisenberger & Lieberman, 2004). 적절한 재연결이 이루어지면 스트레스에 반응하는 체계가 원래대로 돌아가게 된다. 그러나 만성적으로 고통이 발생하는 경우 위협탐지 시스템은 과도한 염증 반응을 유발하며 건강에 부정적인 영향을 미친다(Piirainen et al., 2017; Wirtz & von Känel, 2017). 요약하자면, 고통의 초기에 발생하는 사회적 고통과 관련한 뇌 활동은 사회적 연결에 적응적인 역할을 할 수 있다. 반면 적절한 재연결이 이루어지지 않고, 이러한 반응이 오래 지속되면 건강에 부정적인 영향을 미치는 기전으로 작용할 수 있다.

따라서 본 연구 결과인 풍부한 사회연결망을 가진 사람들이 나타낸 사회적 고통반응의 증가가 긍정적인 영향을 미치는 것인지 그 반대인지 결론을 내리기는 어렵다. 다만 그들이 평소 마을에서 풍부한 사회적 연결을 가지고 있다는 점을 바탕으로 한 가지 추론을 할 수 있다. 일상에서 마주한 고통 상황에서 사회적 위협을 탐지했을 때 많은 경우 재연결에 성공 했기 때문에 풍부한

사회연결망을 유지할 수 있었을 것이라는 추론이다. 본 연구는 약 2 분간의 사회적 고립 상황을 제공하였기 때문에 사회적 고통반응의 증가가 어떤 역할을 할지에 대해서는 매우 조심스러운 추론만 가능하다.

평소에 사회적 연결망이 풍부한 사람들에게서 배제에 따른 마음추론과 관련된 영역의 증가는 관찰되지 않았다. 마음추론과 관련된 영역은 사회적 정보를 처리할 때 활발히 개입하는 것으로 알려져 있다(Lieberman, 2007; Mitchell, 2008). 또한 고립 상황에서 개인이 재연결에 대한 욕구를 가지고 있다면 마음추론 영역의 활성화가 나타나는 것을 기대할 수 있다(Powers et al., 2013). 그러나 본 연구에서는 마음추론 영역에서 차이가 관찰되지 않았다. 이 점은 사회적 연결이 풍부한 사람들이 보여준 사회적 고통과 관련한 활성화가 재연결의 욕구에서 비롯된 것인지에 대한 해석을 제약하는 부분이다.

3. 한계 및 종합 논의

본 연구는 실험적으로 조작된 사회관계가 아닌 모르는 사이부터 아주 오랜 시간을 함께한 사람들까지 포함하는 실제 사회관계를 바탕으로 한 연구라는 점에서 중요한 가치를 지닌다. 하지만 실제 사회의 정보를 실험자극으로 활용해서 생태학적 타당도를 높이는 과정에서 통제되지 못한 혼입 요인이 있을 가능성 역시 존재한다. 따라서 앞서 논의에서 서술된 한계점 이외에도 다음과 같은 한계를 가진다.

본 연구는 참가자 간 사회관계의 조건(between-subject design)을 비교한 개인차 연구이다. 각 참가자는 한 번씩 가상의 공놀이 실험에 참가하였다. 따라서 가상의 공놀이 실험에서 참가자들은 아무도 모를 때, 한 명만 알 때, 그리고 모두 알 때 중 한 가지 조건만을 경험하였다. 만약 한 사람이 다양한 사회관계 조건에서 배제를 당할 수 있는 디자인(within-subject design)이 가능하다면 본 실험에서 고려하지 못한 개인의 요인이 제거된 결과를 얻을 수

있을 것이다. 마지막으로 실험에서 나머지 두 명과 모르는 조건에 할당된 참가자들은 실험 당일 아침에 연구자들이 제공한 교통편을 함께 이용하여 실험장소까지 이동하였으며, 가상의 공놀이 실험 전에 진행된 사회관계에 대한 설문 조사과정에서 대면할 기회가 있었다. 따라서 완전히 모르는 사이라고 하기는 어렵다. 다만 본 연구의 목적이 연속적인 선상에서 관계의 정도에 따라 발생하는 차이를 관찰하고자 한다는 점을 고려할 때, 모르는 사람과 실험 당일에 면식이 있게 되어도 기존에 알고있던 사람들과는 관계의 정도에서 명확한 차이가 발생한다. 따라서 관계에 따른 효과를 관찰하는 과정에 치명적인 영향을 주지는 않을 것으로 판단하였다.

마지막으로 분석방법론의 한계는 다음과 같다. 연구의 주요 분석에서 뇌 관심영역에서에서 관찰된 활성화 크기의 평균을 종속변수로 활용하였다는 점이다. 이를 보완하기 위해서 표 6 에 평균이 아닌 각각의 관심영역을 종속변수로 하는 분석의 결과를 포함하였다. 이러한 분석 방식은 관심영역의 활성화 수준(beta estimates)을 추출한 이후에는 독립 변수의 변경에 따라 뇌 활성화 수준을 새로 추정하지 않는다. 따라서 본 연구와 같이 다양한 통제변수를 투입하거나, 조건에 따라 집단을 나누어서 분석할 때 종속변수가 고정되어 있기 때문에 독립변인의 효과크기를 비교하기에 용이하다. 그러나 선행연구에 따르면 뇌의 국소적인 영역 내에서도 부피소(voxel)의 패턴이 다르게 관찰될 수 있으며, 이러한 차이가 유의미한 정보를 탐지하는 것으로 알려져 있다(Woo et al., 2017). 본 연구는 선행연구를 바탕으로 가설기반 관심영역 접근(theory driven ROI approach)을 시도하였으나, 해당 영역 이외에서 유의미한 정보가 포착될 가능성도 배제할 수 없다. 따라서 반드시 후속연구를 통해 다변량 분석법에 기반한 결과도 다뤄져야 한다.

지금까지 논의된 한계점에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 주목할만한 성과를 거두었다. 첫째, 노인들을 대상으로 뇌 영상을 포함하는 가상의 공놀이

실험을 실시하여 노년기 사회적 위협의 지각과 관련된 신경학적 기반에 대한 정보를 제공하였다. 본 연구 결과는 전대상피질 및 섬엽과 같은 영역의 활동과 고립에 따른 부정적 정서 간의 상관을 보여주는 것을 통해 노년기에도 젊은 성인과 유사한 방식으로 사회적 고립에 대한 반응이 처리될 수 있음을 시사하였다. 둘째, 본 연구는 기존의 가상의 공놀이 실험에 실제 사회관계의 속성을 도입하여 실험 패러다임의 전환을 시도하였다는 의미를 가진다. 최근 연구자들은 실제사회관계 정보를 실험에 도입하고자 하는 시도를 하였다(Parkinson et al., 2017; Zerubavel et al., 2015). 선행연구의 경우 passive viewing 패러다임에 기반하여 사회관계를 맺고 있는 사람의 얼굴 사진이나 동영상을 볼 때의 뇌 반응을 측정하였다. 본 연구에서 실시된 실험은 실제 사회관계 정보를 포함할 뿐만 아니라 함께 공을 주고 받는 것과 같은 사회적 상호작용을 포함한다. 사회적 상호작용을 하는 동안에 관찰한 뇌 반응은 실제 사회적 상호작용 과정에서 나타나는 반응에 더 가까울 가능성이 있지만, 이는 앞으로 유사한 패러다임을 활용한 후속 연구를 통해 확인되어야 하는 점이다. 마지막으로, 본 연구에서는 고립 상황에서 사회관계가 미치는 영향을 살펴볼 때 사회관계의 다양한 측면을 고려하였다. 개인이 원래 가지고 있는 사회관계와 상황적으로 발생한 사회관계가 고립 상황에서 다른 역할을 한다는 점은 향후 노년기 사회적 고립문제에 대한 개입 방안을 마련하고자 할 때 유용할 수 있다. 개인이 평생 혹은 오랜시간에 걸쳐 형성한 사회관계는 외부적인 개입으로 바꾸기 어렵다. 그러나 어떤 관계를 맺는 사람들과 함께 사회활동에 참여할지와 같은 부분은 어느정도 선택이 가능한 부분이다. 노년기 사회적 고립과 관련된 건강문제가 공중보건의 관점에서 중요한 문제들로 다뤄지는 만큼 사회관계의 속성에 대한 이해를 높이는 시도는 중요한 가치를 지닌다고 볼 수 있다.

참고문헌

- 보건복지부 (2018). 2018 노인 실태조사 결과보고서. 보건복지부
- 김선영, 김재민, 유준안, 배경열, 김성완, 양수진, ... & 윤진상. (2010). 노인에서 한국판 성격 5 요인 척도의 표준화 및 타당도. *생물정신의학회지*, 17(1), 15–25.
- Aisa, B., Tordera, R., Lasheras, B., Del Río, J., & Ramírez, M. J. (2007). Cognitive impairment associated to HPA axis hyperactivity after maternal separation in rats. *Psychoneuroendocrinology*.
- Aral, S., & Alstynne, M. Van. (2011). The Diversity–Bandwidth Trade–off. *American Journal of Sociology*, 117(1), 90–171.
- Baek, J., Hur, N. W., Kim, H. C., & Youm, Y. (2016). Sex–specific effects of social networks on the prevalence, awareness, and control of hypertension among older Korean adults. *Journal of Geriatric Cardiology*, 13(7), 580–586.
- Barnes, L. L., Mendes De Leon, C. F., Wilson, R. S., Bienias, J. L., & Evans, D. A. (2004). Social resources and cognitive decline in a population of older African Americans and whites. *Neurology*.
- Baumeister, R. F., Brewer, L. E., Tice, D. M., & Twenge, J. M. (2007). Thwarting the Need to Belong: Understanding the Interpersonal and Inner Effects of Social Exclusion. *Social and Personality Psychology Compass*.
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The Need to Belong: Desire for Interpersonal Attachments as a Fundamental Human Motivation. In *Psychological Bulletin* (Vol. 117, Issue 3).
- Berkman, L. F., & Glass, T. (2000). Social Integration, Social Networks,

- Social Support, and Health. In *Social Epidemiology*.
- Bernstein, M. J., & Claypool, H. M. (2012a). Not all social exclusions are created equal: Emotional distress following social exclusion is moderated by exclusion paradigm. *Social Influence*.
- Bernstein, M. J., & Claypool, H. M. (2012b). Social exclusion and pain sensitivity: Why exclusion sometimes hurts and sometimes numbs. *Personality and Social Psychology Bulletin*.
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: An update. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(12), 539 – 546.
- Brummett, B. H., Barefoot, J. C., Siegler, I. C., Clapp–Channing, N. E., Lytle, B. L., Bosworth, H. B., Williams, R. B., & Mark, D. B. (2001). Characteristics of socially isolated patients with coronary artery disease who are at elevated risk for mortality. *Psychosomatic Medicine*.
- Burt, R. S. (2002). Bridge decay. *Social Networks*, 24(4), 333 – 363.
- Burt, R. S. (2009). *Structural holes: The social structure of competition*. Harvard university press.
- Burt, R. S., Kilduff, M., & Tasselli, S. (2013). Social network analysis: Foundations and frontiers on advantage. *Annual Review of Psychology*, 64(January 2016), 527 – 547.
- Cacioppo, J. T., Cacioppo, S., Capitanio, J. P., & Cole, S. W. (2015). The Neuroendocrinology of Social Isolation. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 733 – 767.
- Cacioppo, S., Grippo, A. J., London, S., Goossens, L., & Cacioppo, J. T. (2015). Loneliness: Clinical Import and Interventions. *Perspectives on*

- Psychological Science*, 10(2), 238 – 249.
- Charles, S. T., & Carstensen, L. L. (2008). Unpleasant Situations Elicit Different Emotional Responses in Younger and Older Adults. *Psychology and Aging*.
- Charles, S. T., & Carstensen, L. L. (2010). Social and emotional aging. *Annual Review of Psychology*, 61, 383 – 409.
- Chey, J. (2007). *Elderly Memory disorder Scale*. Hakjisa.
- Chrousos, G., Vgontzas, A. N., & Kritikou, I. (2000). HPA Axis and Sleep. In *Endotext*.
- Coleman, J. S. (2009). Social capital in the creation of human capital. In *Knowledge and Social Capital*.
- Cornwell, B. (2009). Network bridging potential in later life: life-course experiences and social network position. *Journal of Aging and Health*, 21(1), 129 – 154.
- Cornwell, B., Schumm, L. P., & Laumann, E. O. (2008). The social connectedness of older adults: A national profile. *American Sociological Review*.
- Dooley, J. J., Pyzalski, J., & Cross, D. (2009). Cyberbullying Versus Face-to-Face Bullying. *Zeitschrift Für Psychologie / Journal of Psychology*.
- Eisenberger. (2003). Does Rejection Hurt? An fMRI Study of Social Exclusion. *Science*, 302(5643), 290 – 292.
- Eisenberger. (2012). The pain of social disconnection: Examining the shared neural underpinnings of physical and social pain. In *Nature Reviews Neuroscience*.
- Eisenberger. (2013). Social ties and health: A social neuroscience

- perspective. In *Current Opinion in Neurobiology*.
- Eisenberger, N., & Lieberman, M. (2004). Why rejection hurts: A common neural alarm system for physical and social pain. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(7), 294 – 300.
- Ferraro, K. F. (1984). Widowhood and Social Participation in Later Life: Isolation or Compensation? *Research on Aging*.
- Fjell, A. M., Westlye, L. T., Amlien, I. K., & Walhovd, K. B. (2011). *Reduced White Matter Integrity Is Related to Cognitive Instability*. *31*(49), 18060 – 18072.
- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S., & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *Lancet Neurology*, *3*(6), 343 – 353.
- Godwin, A., MacNevin, G., Zadro, L., Iannuzzelli, R., Weston, S., Gonsalkorale, K., & Devine, P. (2014). Are all ostracism experiences equal? A comparison of the autobiographical recall, Cyberball, and O-Cam paradigms. *Behavior Research Methods*.
- Han, J. W., Kim, T. H., Jhoo, J. H., Park, J. H., Kim, J. L., Ryu, S. H., Moon, S. W., Choo, I. H., Lee, D. W., Yoon, J. C., Do, Y. J., Lee, S. B., Kim, M. D., & Kim, K. W. (2010). A normative study of the Mini-Mental State Examination for Dementia Screening (MMSE-DS) and its short form (SMMSE-DS) in the Korean elderly. *Journal of Korean Geriatric Psychiatry*, *14*(1), 27 – 97.
- Hänsel, A., Hong, S., Cámara, R. J. A., & von Känel, R. (2010). Inflammation as a psychophysiological biomarker in chronic psychosocial stress. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*.

- Hartgerink, C., Van Beest, I., Wicherts, J., & Williams, K. (2015). The ordinal effects of ostracism: A meta-analysis of 120 Cyberball studies. *PloS One*, *10*(5), e0127002.
- Hawkley, L. C., Williams, K. D., & Cacioppo, J. T. (2011a). Responses to ostracism across adulthood. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*.
- Hawkley, L. C., Williams, K. D., & Cacioppo, J. T. (2011b). Responses to ostracism across adulthood. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *6*(2), 234–243.
- Heikkinen, R. L., & Kauppinen, M. (2004). Depressive symptoms in late life: a 10-year follow-up. *Arch Gerontol Geriatr*, *38*(0167–4943 (Print) LA-eng PT-Journal Article SB-IM), 239–250.
- Heinrichs, M., Baumgartner, T., Kirschbaum, C., & Ehlert, U. (2003). Social support and oxytocin interact to suppress cortisol and subjective responses to psychosocial stress. *Biological Psychiatry*.
- Holt-Lunstad, J., Smith, T. B., Baker, M., Harris, T., & Stephenson, D. (2015). Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality. *Perspectives on Psychological Science*, *10*(2), 227–237.
- Hostinar, C. E., Sullivan, R. M., & Gunnar, M. R. (2014). Psychobiological mechanisms underlying the social buffering of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis: A review of animal models and human studies across development. *Psychological Bulletin*.
- Hsieh, N., & Hawkley, L. (2018). Loneliness in the older adult marriage: Associations with dyadic aversion, indifference, and ambivalence. *Journal of Social and Personal Relationships*.

- Iiffe, S., Kharicha, K., Harari, D., Swift, C., Gillmann, G., & Stuck, A. E. (2007). Health risk appraisal in older people 2: The implications for clinicians and commissioners of social isolation risk in older people. *British Journal of General Practice*.
- Insel, T. R. (1997). A neurobiological basis of social attachment. *American Journal of Psychiatry*.
- James, B. D., Wilson, R. S., Barnes, L. L., & Bennett, D. A. (2011). Late-life social activity and cognitive decline in old age. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 17(6), 998 – 1005.
- Jeste, D. V., Lee, E. E., & Cacioppo, S. (2020). Battling the Modern Behavioral Epidemic of Loneliness: Suggestions for Research and Interventions. In *JAMA Psychiatry*.
- Joo, W., Kwak, S., Youm, Y., & Chey, J. (2017). Brain functional connectivity difference in the complete network of an entire village: the role of social network size and embeddedness. *Scientific Reports*, 7(1), 4465.
- Kawamoto, T., Ura, M., & Nittono, H. (2015). Intrapersonal and interpersonal processes of social exclusion. *Frontiers in Neuroscience*, 9(MAR), 1 – 11.
- Kim, H., Kwak, S., Kim, J., Youm, Y., & Chey, J. (2019). Social Network Position Moderates the Relationship between Late-life Depressive Symptoms and Memory Differently in Men and Women. *Scientific Reports*, 9(1), 1 – 10.
- Kramer, R., Neale, M., & Krackhardt, D. (2014). Simmelian Ties: Super Strong and Sticky. In *Power and Influence in Organizations*.

- Krill, A., & Platek, S. M. (2009). In-group and out-group membership mediates anterior cingulate activation to social exclusion. *Frontiers in Evolutionary Neuroscience*, 1(APR), 1–7.
- Kwak, S., Joo, W., Youm, Y., & Chey, J. (2018). *Social brain volume is associated with in-degree social network size among older adults. i.*
- Lester, D., Hvezda, J., Sullivan, S., & Plourde, R. (1983). Maslow's Hierarchy of Needs and Psychological Health. *The Journal of General Psychology*.
- Li, Y., & Ferraro, K. F. (2006). Volunteering in middle and later life: Is health a benefit, barrier or both? *Social Forces*.
- Lieberman, M. D. (2007). Social Cognitive Neuroscience: A Review of Core Processes. *Annual Review of Psychology*, 58(1), 259–289.
- Light, K. C., Grewen, K. M., & Amico, J. A. (2005). More frequent partner hugs and higher oxytocin levels are linked to lower blood pressure and heart rate in premenopausal women. *Biological Psychology*.
- Maner, J. K., DeWall, C. N., Baumeister, R. F., & Schaller, M. (2007). Does social exclusion motivate interpersonal reconnection? Resolving the “porcupine problem.” *Journal of Personality and Social Psychology*.
- Masten, C. L., Eisenberger, N. I., Borofsky, L. A., Mcnealy, K., Pfeifer, J. H., & Dapretto, M. (2011). Subgenual anterior cingulate responses to peer rejection: A marker of adolescents' risk for depression. *Development and Psychopathology*.
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. In *Trends in Cognitive Sciences*.

- McEwen, B. S., & Gianaros, P. J. (2011). Stress- and allostasis-induced brain plasticity. *Annual Review of Medicine*.
- Mitchell, J. P. (2008). Contributions of functional neuroimaging to the study of social cognition. *Current Directions in Psychological Science*.
- Mizruchi, M. S., & Marquis, C. (2006). Egocentric, sociocentric, or dyadic?. Identifying the appropriate level of analysis in the study of organizational networks. *Social Networks*.
- Moody, J., & White, D. R. (2003). Structural cohesion and embeddedness: A hierarchical concept of social groups. *American Sociological Review*.
- Morris, J. C. (1993). The clinical dementia rating (cdr): Current version and scoring rules. *Neurology*.
- Newman, M. E. J., Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (2002). Random graph models of social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.
- Nicholson, N. R. (2012). A review of social isolation: An important but underassessed condition in older adults. In *Journal of Primary Prevention*.
- Nocentini, A., Calmaestra, J., Schultze-Krumbholz, A., Scheithauer, H., Ortega, R., & Menesini, E. (2010). Cyberbullying: Labels, behaviours and definition in three European countries. *Australian Journal of Guidance and Counselling*.
- Öngür, D., An, X., & Price, J. L. (1998). Prefrontal cortical projections to the hypothalamus in macaque monkeys. *Journal of Comparative Neurology*.
- Parkinson, C., Kleinbaum, A. M., & Wheatley, T. (2017). Spontaneous

- Neural Encoding of Social Network Position. *BioRxiv*, 1(April), 1–7.
- Piirainen, S., Youssef, A., Song, C., Kalueff, A. V., Landreth, G. E., Malm, T., & Tian, L. (2017). Psychosocial stress on neuroinflammation and cognitive dysfunctions in Alzheimer's disease: the emerging role for microglia? In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*.
- Portes, A. (1998). Social Capital: Its Origins and Applications in Modern Sociology. *Annual Review of Sociology*.
- Powers, K. E., Wagner, D. D., Norris, C. J., & Heatherton, T. F. (2013). Socially excluded individuals fail to recruit medial prefrontal cortex for negative social scenes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*.
- Radloff, L. S. (1977). The CES-D Scale: A Self-Report Depression Scale for Research in the General Population. *Applied Psychological Measurement*.
- Rotge, J. Y., Lemogne, C., Hinfray, S., Huguet, P., Grynszpan, O., Tartour, E., George, N., & Fossati, P. (2015). A meta-analysis of the anterior cingulate contribution to social pain. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*.
- Russell, D., Peplau, L. A., & Cutrona, C. E. (1980). The Revised UCLA Loneliness Scale : Concurrent and Discriminant Validity Evidence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(3), 472–480.
- Schmälzle, R., Brook O'Donnell, M., Garcia, J. O., Cascio, C. N., Bayer, J., Bassett, D. S., Vettel, J. M., & Falk, E. B. (2017). Brain connectivity dynamics during social interaction reflect social network structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(20), 5153–5158.

- Schmälzle, R., O'donnell, M. B., Garcia, J. O., Cascio, C. N., Bayer, J., Bassett, D. S., Vettel, J., & Falk, E. B. (2016). *Brain connectivity dynamics during social interaction reflect social network structure*. 1 – 8.
- Schurz, M., Radua, J., Aichhorn, M., Richlan, F., & Perner, J. (2014). Neuroscience and Biobehavioral Reviews Fractionating theory of mind : A meta-analysis of functional brain imaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 42, 9 – 34.
- Silverman, M. N., & Sternberg, E. M. (2012). Glucocorticoid regulation of inflammation and its functional correlates: From HPA axis to glucocorticoid receptor dysfunction. In *Annals of the New York Academy of Sciences*.
- Slavich, & Cole. (2013). The emerging field of human social genomics. *Clinical Psychological Science*, 1(3), 331 – 348.
- Slavich, Way, B. M., Eisenberger, N. I., & Taylor, S. E. (2010a). Neural sensitivity to social rejection is associated with inflammatory responses to social stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(33), 14817 – 14822.
- Slavich, Way, Eisenberger, & Taylor. (2010b). Neural sensitivity to social rejection is associated with inflammatory responses to social stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Smith, K. P., & Christakis, N. a. (2008). Social Networks and Health. *Annual Review of Sociology*, 34(1), 405 – 429.
- Sohn, S. Y., Joo, W., Kim, W. J., Kim, S. J., Youm, Y., Kim, H. C., Park, Y.-R., & Lee, E. (2017). Social network types among older Korean

- adults: Associations with subjective health. *Social Science & Medicine*, 173, 88–95.
- Sticca, F., & Perren, S. (2013). Is Cyberbullying Worse than Traditional Bullying? Examining the Differential Roles of Medium, Publicity, and Anonymity for the Perceived Severity of Bullying. *Journal of Youth and Adolescence*.
- Taylor, S. E. (2006). Tend and befriend: Biobehavioral bases of affiliation under stress. *Current Directions in Psychological Science*.
- Thoits, P. A., & Hewitt, L. N. (2001). Volunteer work and well-being. *Journal of Health and Social Behavior*.
- Uchino, B. N., Kiecolt-Glaser, J. K., & Cacioppo, J. T. (1992). Age-related changes in cardiovascular response as a function of a chronic stressor and social support. *J.Pers.Soc.Psychol.*, 63(0022–3514), 839–846.
- Umberson, D., Williams, K., Powers, D. A., Chen, M. D., & Campbell, A. M. (2005). As good as it gets? A life course perspective on marital quality. In *Social Forces*.
- Warner, D. F., & Adams, S. A. (2016). Physical Disability and Increased Loneliness among Married Older Adults: The Role of Changing Social Relations. *Society and Mental Health*.
- Wasylyshyn, N., Falk, B. H., Garcia, J. O., Cascio, C. N., O'Donnell, M. B., Bingham, C. R., Simons-Morton, B., Vettel, J. M., & Falk, E. B. (2018). Global brain dynamics during social exclusion predict subsequent behavioral conformity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 13(2), 182–191.
- Williams, K. D., Cheung, C. K. T., & Choi, W. (2000). Cyberostracism:

- Effects of being ignored over the Internet. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(5), 748 – 762.
- Williams, K. D., & Jarvis, B. (2006). Cyberball: a program for use in research on interpersonal ostracism and acceptance. *Behavior Research Methods*.
- Wilson, R. S., Krueger, K. R., Arnold, S. E., Schneider, J. A., Kelly, J. F., Barnes, L. L., Tang, Y., & Bennett, D. A. (2007). Loneliness and risk of Alzheimer disease. *Archives of General Psychiatry*.
- Wirth, J. H., & Williams, K. D. (2009). “They don’t like our kind”: Consequences of being ostracized while possessing a group membership. *Group Processes and Intergroup Relations*, 12(1), 111 – 127.
- Wirtz, P. H., & von Känel, R. (2017). Psychological Stress, Inflammation, and Coronary Heart Disease. In *Current Cardiology Reports*.
- Wittenbaum, G. M., Shulman, H. C., & Braz, M. E. (2010). Social ostracism in task groups: The effects of group composition. *Small Group Research*, 41(3), 330 – 353.
- Woo, C. W., Chang, L. J., Lindquist, M. A., & Wager, T. D. (2017). Building better biomarkers: Brain models in translational neuroimaging. *Nature Neuroscience*, 20(3), 365 – 377.
- Wrzus, C., Hänel, M., Wagner, J., & Neyer, F. J. (2013). Social network changes and life events across the life span: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 139(1), 53 – 80.
- Youm, Y., Laumann, E. O., Ferraro, K. F., Waite, L. J., Kim, H. C., Park, Y.-R., Chu, S. H., Joo, W.-T., & Lee, J. a. (2014). Social network

properties and self-rated health in later life: comparisons from the Korean social life, health, and aging project and the national social life, health and aging project. *BMC Geriatrics*, *14*(102), 1 – 15.

Zadro, L., Boland, C., & Richardson, R. (2006). How long does it last? The persistence of the effects of ostracism in the socially anxious. *Journal of Experimental Social Psychology*.

Zadro, L., Williams, K. D., & Richardson, R. (2004). How low can you go? Ostracism by a computer is sufficient to lower self-reported levels of belonging, control, self-esteem, and meaningful existence. *Journal of Experimental Social Psychology*, *40*(4), 560 – 567.

Zaki, J., & Ochsner, K. (2009). The need for a cognitive neuroscience of naturalistic social cognition. *Annals of the New York Academy of Sciences*.

Zerubavel, N., Bearman, P. S., Weber, J., & Ochsner, K. N. (2015). Neural mechanisms tracking popularity in real-world social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(49), 201511477.

Abstract

Association between real-world social relationship and neural responses to social exclusion in older adults

Hairin Kim

Clinical Psychology in Department of Psychology

The Graduate School

Seoul National University

Experience of being socially excluded engenders painful feelings, which are coined as social pain. However, when an individual is being ostracized by others, such painful experiences may differ depending on a relationship with the excluders. In this study, we brought a real-world social relationship into a laboratory setting and conducted a social exclusion task in an fMRI scanner. Eighty-eight older adults ($M_{\text{age}} = 71.06$, $SD_{\text{age}} = 6.56$) living in a rural village visited the research lab with the other two participants who have been living in the same village. Then, the three participants played a Cyberball game, a virtual ball-tossing game that induces rejection feelings by using an abrupt exclusion from the other players. We examined whether two characteristics of social relationship, including the social relationship with other players in Cyberball and individuals' social network characteristics in their village (social network size and brokerage), are associated with the neural response to the social exclusion in social pain and mentalizing area. The results indicate that the social rejection from known others mitigates neural response in social pain and mentalizing regions, while rejection from unknown others shows increased activation in social pain and mentalizing regions. In addition to this, the result demonstrated that individuals with large social network size and more opportunity for brokerage showed a sensitive neural response to the social exclusion compared to the others with small social network size and

less opportunity for brokerage. The individuals' social network effect was examined by accounting for the effect of contextual social relationships in the Cyberball triad. These findings extend our understanding of how social relationship with the excluder affects the response to social exclusion.

Keywords : (6 단어 이내)

Student Number : 2017-32407