

Measuring consistency of affective responses to ASMR stimuli across individuals using intersubject correlation

Inik Kim¹, Junhyuk Jang¹, Hyeonjung Kim¹, Jongwan Kim^{1*}

¹Department of Psychology, Jeonbuk National University

In recent years of neuroscience area, intersubject correlation (ISC) has been regarded as a suitable method for considering individuals' differences. In this study, we measured the individual's affective responses on the distinctive ASMR stimuli and investigated if there are differences of intersubject correlation values between the experimental conditions. We used Kim and Kim (2020)'s data of the participants' affective responses to ASMR stimuli. We were able to find the consistency of affective responses across subjects by computing the ISC matrix. The participants tended to respond similarly when they watched emotionally similar stimuli. For follow-up analyses, the elements of the matrix were processed to make three different data sets, which consist of the same stimulus pairs set, different stimulus pairs within same emotion sets, and different stimulus pairs between emotion sets. Those data were analyzed using two-way repeated measures ANOVA to test the effects of affective valence and sensory modalities on ISCs. Results showed that when ASMR was positive or audiovisual, the participants tended to respond more similarly to the stimulus. The subjects did not respond similarly in audiovisual condition when they watched negative ASMR stimuli. Although the negative scenes were semantically corresponded to the negative auditory stimuli, the subjects responses were not consistent.

Keywords: Intersubject correlation, individual difference, ASMR, affect, modality

1차원고접수 21.12.06; 수정본접수: 22.03.15; 최종게재결정 22.04.16

긍정적인 영상과 부정적인 영상을 볼 때, 사람들은 어느 영상에 대해 더 유사한 정서 경험을 할까? 혹은 단순히 소리만 들었을 때와 시각적 장면까지 같이 경험할 때, 두 조건에 대한 사람들 사이에 정서 경험 차이가 있을까? 특정 정서 자극 혹은 감각 양상에 대한 개인들 간 정서 경험 패턴을 이해하기 위해서는 사람들의 개별적 정서 경험 차이를 고려해야 한다. 심리학 연구는 특정 실험적 처치가 전체 참가자들에게 어떤 영향을 미치는지 같은 주제로 연구되어 왔다. 때문에, 개별적인 특성을 반영하는 개인들 간의 차이는 주로 오차로서 통제해야 하는 변인이었다. 그러나, 최근 개인들 간의 차이를 고려함으로써 사람들이 특정 자극에 대해 얼마나 유사하게 반응하는지를 파악하고자 하는 연구들이 진행되

고 있다(Nastase et al., 2019, Maffei, 2020). 가령, 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging, fMRI)을 활용한 여러 연구들에서, 참가자들 간의 뇌 반응 패턴을 분석함으로써 동일한 자극에 참가자들끼리 얼마나 유사하게 반응하는지 살펴보는 연구가 수행되었다(Chen et al., 2020; Najafi et al., 2017; Nastase et al., 2019; Simony et al., 2016). 이 연구자들의 주된 자료 분석 방법은 참가자 간 반응들을 상관 분석하여 결과를 도출하기 때문에, 참가자 간 상관 분석(intersubject correlation; ISC)으로 불린다(Hasson et al., 2004).

참가자 간 상관 분석은 Hasson 등(2004)이 처음 주장한 분석 방법으로 다차원 fMRI 자료에 적용하기 위해 고안한

* 교신저자: 김종완, (54896), 전북 전주시 덕진구 백제대로 567 전북대학교 심리학과, E-mail: jongwankim80@jbnu.ac.kr

방법이었다. Hasson 등(2004)은 ISC가 기존의 전통적 방법인 일반선형모델 분석방법과는 차별화되는 장점을 크게 세 가지로 요약했다. 첫 번째, ISC는 기존의 엄격한 자극 통제를 위한 실험실 실험과 달리 더 자연스러운 상황에 맞는 자극 제시 상황에도 잘 적용될 수 있다. 전통적인 심리학 실험 방법은 통제된 실험실에서 참가자들에게 상대적으로 짧고 빈약한 정보를 담고 있는 자극을 제시하면서 반응을 측정하는 방식으로 이루어져 왔다. 이와 달리, ISC는 좀 더 외적타당도가 높은 상황에서도 잘 적용될 수 있는데, 예컨대 드라마 에피소드 같은 상대적으로 긴 시간의 자극을 보여주면서 참가자들의 뇌 활성화 반응을 측정하고 이들을 특정 시간 지점에 따라 참가자들 간 뇌 활성화 패턴을 상관 분석하여, 동일한 자극에 어떤 뇌의 영역이 더 유사하게 반응하는지 등을 분석한다(Chen et al., 2017). 이런 방식을 활용하면 뇌의 국지 부분들 간 연결성(connectivity) 혹은 관련 심리적 기능을 담당하는 뇌의 패턴 등 또한 연구할 수 있다. 두 번째, ISC 분석은 참가자 간 상관을 기반으로 하기 때문에 개인들 간의 오차의 영향을 최소화할 수 있다. 예컨대, 기존 fMRI 연구에서는 참가자 내의 관심 부피소(voxel)들 간 상관 분석을 하기 때문에, 참가자들의 호흡, 맥박과 같은 개별 생리적 소음이나 머리 움직임 등으로 결과에 영향을 주는 경우가 있다. 그러나 ISC를 활용하면, 이러한 개인차들은 참가자들의 측정치들을 참가자 간 상관분석을 할 때 보정되기 때문에 ISC 분석의 결과가 개인차에 덜 취약하다는 장점이 있다(Simony et al., 2016). 마지막으로 ISC 분석은 자료 주도형(data-driven) 처리 분석 방법이다. 이와 대비되는 개념인 가설 주도형(hypothesis-driven) 연구 방식에서는 관련 심리적 기능을 담당한다고 여겨지는 뇌 관심영역(region of interest, ROI)을 설정하고 측정된 데이터를 감산법과 같은 방법을 통해 분석한다. 이와 달리 Hasson 등(2004)은 ISC를 사용할 경우, 사전에 지정되는 관심 영역을 설정할 필요 없이 특정 시점의 참가자 간 뇌 활동이 유사하게 반응하는 지점 등을 찾아 그와 관련된 뇌 영역들을 분석할 수 있다고 주장하였다.

많은 연구자들이 ISC를 통해서 참가자들 간 반응 패턴 등을 도출해내고 이를 통해 특정 자극에 반응하는 뇌의 기능적 부위나 관련 네트워크 등을 파악하고 있다. 이러한 ISC 분석 방법은 기억과 같은 인지 심리학적 주제와 더불어 정서 연구에서도 점차 많이 활용되고 있다(Nummenmaa et al., 2012; Nummenmaa et al., 2014; Trost et al., 2015, Cohen & Parra, 2016). Cohen과 Parra(2016)은 참가자들에게 애니메이션 비디오를 청각적, 시각적 그리고 시청각적 조건으로 제

시하였고 그들의 뇌전도 반응(electroencephalogram; EEG)을 측정하였다. 그리고 2주 후에 그들이 보았던 영상에 대한 기억검사를 실시하였다. 자료 분석 결과, 애니메이션 비디오가 시청각 조건으로 제시되었을 때, 청각적 조건보다 더 높은 EEG ISC를 보임을 발견했다. 또한 시청각 조건으로 제시되었을 때 참가자들이 청각적 조건보다 더 높은 기억 검사 수행을 보였다. 이는 감각 양상 조건이 참가자들의 반응 유사성과 관련이 있음을 시사한다. 또한, ISC 분석을 적용한 대부분 정서 연구들은 자극들의 정서가와 참가자 간 높은 반응 유사성이 관련이 있다는 사실을 발견했다. Jääskeläinen 등(2008)은 영화의 정서적 내용이 참가자들 간의 더 높은 우반구 전두엽 ISC를 유도했다고 주장했다. Nummenmaa 등(2012)은 정서 및 각성 경험과 ISC 직접적 관계를 연구했는데, 자극의 정서가를 통해 사람들의 뇌 영역 간 ISC의 변화를 예측할 수 있었다. 그들은 정서가가 각각 다른 영상을 참가자가 시청하도록 한 뒤, 이후에 다시 그 영상을 시청하면서 정서가 및 각성가에 대한 평가를 실시간으로 실시하였다. 이후 참가자들이 보고한 정서가와 각성가를 뇌 주요 영역별 ISC와 비교한 결과, 보고된 부정 정서는 뇌의 정서 처리 네트워크와 디폴트 모드 네트워크(default mode network)와 관련이 있었다. 관련 후속 연구로서, Nummenmaa 등(2014)은 사람의 목소리가 담긴 정서가 영상에서도 부정적 정서가 전두엽-두정엽(fronto-parietal), 변연계(limbic), 이마 덮개(fronto-opercular) 회로에서 높은 참가자 간 반응을 야기한다는 사실을 발견했다. Maffei(2020)는 표준화된 정서 자극 영상을 사용하여 참가자들 간 EEG를 분석하였는데, 중립조건에 비해 정서가를 지닌 영화를 볼 때, 참가자들의 모든 두피 전극의 위치에서 ISC가 더 커짐을 보고했다. 이러한 ISC를 활용한 정서 연구들은 정서가 참가자들의 다양한 심리, 생리적 반응의 유사성에 영향을 미친다는 사실을 시사한다. 선행 연구 결과들은 ISC 분석이 정서와 감각 양상과 같은 여러 연구 주제들에 적용될 수 있고 또한 다양한 측정치 데이터들에 사용될 수 있음을 나타낸다.

뇌영상 연구에서 ISC 분석이 널리 사용되며 의미 있는 결과들을 도출한 것과 달리 정서 평정과 같은 행동측정치를 직접적으로 ISC 분석하여 참가자 간 반응 유사성을 본 연구는 많지 않다. Li 등(2021)은 여러 정서적 영상 자극에 대한 비임상적 집단과 임상적 집단의 정서 평정 반응 ISC 분석을 통해, 참가자 간 정서 평정 일관성을 확인할 수 있었다. 또한 이들은 ISC 자료를 조건 간 반복측정 변량분석하여, 임상적 집단이 비임상적 집단보다 그룹 내의 정서 평정이 덜 유사했다는 사실도 발견했다. Li 등(2021)의 결과는 앞선

fMRI 연구에서 임상군 집단의 뇌반응 유사성이 떨어진다는 사실을 지지하는 결과였다. Dauer 등(2021)은 여러 음악을 들려주면서 참가자들의 몰입 정도를 행동측정치로써 실시간으로 반응하도록 측정하였고 그들의 EEG 반응과 관련지어 연구하였다. 그 결과 각 행동측정치와 EEG 측정치의 ISC가 관련이 있었음을 발견했다. 이와 같은 연구 결과들은 행동측정치도 참가자들의 반응 유사성을 밝혀낼 수 있는 지표로서 역할을 할 수 있음을 나타낸다. 이에 본 연구에서는 주관적 정서 반응을 ISC 분석을 통해 확인한 후, 그 결과가 fMRI 등을 활용한 선행 연구들의 결과를 지지하는지 살펴보고자 하였다. 본 연구에서는 Li 등(2021)의 자료 분석 방식과 유사하게 ASMR(autonomous sensory meridian response) 자극에 대한 참가자들의 정서 평정 반응을 ISC 분석을 통해 데이터셋으로 만들고, ASMR의 정서가 및 감각양상 조건 별 ISC 차이를 반복측정 변량분석을 통해 살펴보고자 하였다. Li 등(2021)의 연구에서는 집단 간 차이가 주된 변인이었던 반면에, 본 연구에서는 자극의 정서 유형(Nummenmaa et al., 2012)과 감각 양상(Cohen & Parra, 2016)이 주된 처치 변인이었다.

ASMR은 트리거(trigger)라고 부르는 여러 자극들을 통해 머리부터 등줄기로 이어지는 기분 좋은 쾌감, 찌릿찌릿함 혹은 설명하기 어려운 심리적 안정 등을 경험하는 것을 말한다(Barratt & Nick, 2015). ASMR은 최근 많은 사람들이 여러 목적으로 이용하는 것을 반영하듯, ASMR 자극을 찾거나 사용하는 목적, ASMR 경험의 유무 및 성격과의 관련성 등과 같은 다양한 관점에서 연구되고 있다(Barratt & Davis, 2015; Fredborg, Clark, & Smith, 2017). 본 연구에서 ASMR을 자극으로 사용한 이유는 다음과 같다. 먼저, ASMR 자극들도 다른 정서 유발 자극들처럼 기존의 핵심 정서 이론(Russell, 2003; Russell & Barrett, 1999)의 핵심 차원인 정서가 차원으로 잘 표상된다는 선행 연구가 보고 됐다(Kim & Kim, 2020). 이는 긍정 혹은 부정 정서 경험을 유도할 수 있는 자극으로 ASMR 자극도 충분히 사용될 수 있음을 의미한다. 두 번째로, ASMR 자극은 기존의 ISC 연구에서 사용된 영화의 장면이나 클립(clip)과 달리 청각적 양상(소리)만으로도 많이 사용되고 있다. 영화 클립과 같은 자극은 청각적 형태로만 자극을 제시하고 분석하는 것이 현실적인 측면에서 큰 의미를 갖지 못하는 것과 달리, ASMR 자극을 활용하면 청각 및 시청각 자극 형태로 구분하여 제시하고 분석하는 것이 각각의 의미를 갖는다. 마지막으로, 최근 여러 다양한 용도로 활용되고 있는 ASMR 자극이 각 개개인의 정서 경험 유사성에 미치는 영향을 살펴보는 것은 연구

의 시의성이 적절함과 동시에, 연구 결과를 통해 ASMR 자극을 통한 심리치료와 같은 여러 응용적 활용 장면에도 도움이 될 것이라 기대하였다.

종합하자면, 본 연구에서는 선행 연구(Kim & Kim, 2020)에서 사용한 ASMR 자극을 활용하여, 정서 및 감각 양상 조건에 대한 참가자 간 반응 유사성을 살펴보고자 하였다. 이를 위해서 참가자간 상관 분석이라는 최신 분석 방법을 활용하였는데, 기존 선행 연구들(Nummenmaa et al., 2012; Maffei, 2020; Cohen & Parra, 2016)에 따라 정서와 감각 양상 조건에 따라 참가자 간 반응 유사성이 다를 것이라고 가정하였다.

방 법

참가자

모집을 통해 전북대학교 학생 33명(남자 6명, 여자 27명)이 연구에 참여하였다. 본 연구는 전북대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았다.

자극

ASMR 자극들은 유튜브 플랫폼을 통해 2017년 이후로 공개된 것들 중, 총 조회수가 10,000번을 넘는 것으로 선정했다. 기존 연구(Kim & Kim, 2020)에서 사용된 자극 부정, 중립, 긍정 ASMR 총 30개 자극들을 청각적 조건으로 사용했고 청각적 자극들의 정서와 내용에 맞는 시각적 영상을 역시 유튜브에서 검색하여 다운받은 후 영상편집 프로그램을 통해 결합시킨 시청각적 조건 자극 총 30개를 사용하였다. Kim과 Kim(2020)이 사용한 ASMR 자극들은 다차원척도법(multidimensional scaling; MDS)과 분류분석(classification)에서 정서가 잘 구분되는 것을 확인하였다. 따라서 본 연구에서도 ASMR 자극들이 정서적 자극으로서 작용할 수 있을 것이라 판단하였다. 자극들은 감각 유형(청각 및 시청각)과 정서가(부정, 중립, 긍정)인 두 요인에 각각 자극의 수 10개로 총 60개였다. 정서 반응 문항은 10개의 형용사 ‘화가난다’, ‘슬프다’, ‘편안하다’, ‘짜증난다’, ‘두렵다’, ‘서글프다’, ‘불안하다’, ‘기쁘다’, ‘평온하다’, ‘즐겁다’이었다(Kim & Min, 2004).

절차

참가자들은 제공된 온라인 링크 주소를 통해 자극과 평정 문항으로 구성된 설문지를 받았다. 참가자들은 성별(남자 6명, 여자 27명)과 연령($M = 27.69$, $SD = 11.33$) 등 간단한 인

구통계학적 문항을 마친 후, 자율적으로 실험을 실시했다. 시작된 ASMR 자극 하나가 끝나면 바로 밑에 있는 10개의 형용사 척도에 정서반응의 5점 리커트 척도(1점; 전혀 그렇지 않다, 2점; 그렇지 않다, 3점; 보통이다, 4점; 그렇다, 5점; 매우 그렇다)를 체크했다. 정서 평정이 끝나면 곧바로 다음 자극으로 시행이 이어졌다. 참가자들마다 ASMR 자극과 반응 문항의 순서는 무선적이었다. ASMR 자극 하나의 길이는 총 30초로 60개 자극들을 다 보고 반응을 마치는 데, 최소 30분이 소요된다. 최소 실험 진행 시간을 기준으로 참가자들이 자극을 충분히 확인하고 반응하는지를 체크하기 위해 실험 시작 시간과 끝 시간을 확인했다.

자료 분석

본 연구의 모든 분석은 MATLAB R2021a과 SPSS 21로 진행했다. 먼저, 전체 자극 쌍에 대한 참가자들의 정서 평정 일관성을 확인하기 위해 그룹 ISC 행렬을 도출하였다(Najafi et al., 2017; Nastase et al., 2019). 분석 방법은 다음과 같다(Figure 1). 전체 데이터를 참가자 한 명의 데이터와 그 참가자를 제외한 나머지 참가자들의 데이터로 나눈 후, 나머지 참가자들의 데이터의 평균을 구한다. 참가자 한 명과 나머지 참가자의 데이터셋이 모두 척도×자극(10×60)의 형태로 준비되면, 두 데이터셋 사이의 상관을 구한다. 그러면, 자극×자극(60×60) 행렬이 만들어지는 데, 이것이 참가자 한 명의 ISC 행렬이다. 이 과정을 모든 참가자들에게 반복하면 참가

자 수인 33개의 참가자 개별 ISC 행렬을 구할 수 있다. 이 33개의 개별 ISC 행렬들을 다시 평균하면 최종적으로 그룹 ISC 행렬을 얻게 된다. 그룹 ISC 행렬은 보통의 상관행렬과 달리 대각선을 중심으로 대칭적이지 않다. 그 이유는 (i , j) 값은 한 참가자의 자극 i에 대한 정서 평정 값들과 나머지 참가자 평균의 자극 j에 대한 정서 평정 값들의 상관인데 비해, (j , i)는 한 참가자의 자극 j에 대한 정서 평정 값들과 나머지 참가자 평균의 자극 i에 대한 정서 평정 값들의 상관이기 때문이다. 따라서 Nastase 등(2019)의 제안대로 행렬 대각선 기준 위와 아래의 값들을 평균하여 일반적인 상관행렬과 같이 대칭적이 되도록 하였다.

그룹 ISC(Figure 1)를 산출한 이유는 크게 두 가지였다. 첫 번째로 참가자 개별 ISC 행렬들을 평균하여 자극들에 대한 참가자 전체의 참가자 간 정서 평정 유사성을 시각적으로 확인하고자 하였다. 연구 가설에 따라 처치 조건(정서 유형과 감각 양상)이 유사한 자극들끼리 참가자 간 상관이 높을 것이라고 가정하였다. 두 번째는 그룹 ISC 행렬의 요소들 값을 추출하기 위한 전처리(preprocessing) 과정이었다. 그룹 ISC의 요소들(elements)을 추출하여 반복측정 변량분석에 사용하였다. 변량분석 결과에 따라 눈으로 보는 것과 달리 실제 조건 간 차이 검증을 할 수 있을 것이라 기대하였다.

ISC 그룹 행렬에서 활용할 수 있는 데이터 유형은 크게 세 종류의 데이터셋으로 나눌 수 있다. 이들은 각각 비교되는 자극 쌍 자체의 동질성과 자극이 속한 정서 범주의 동질

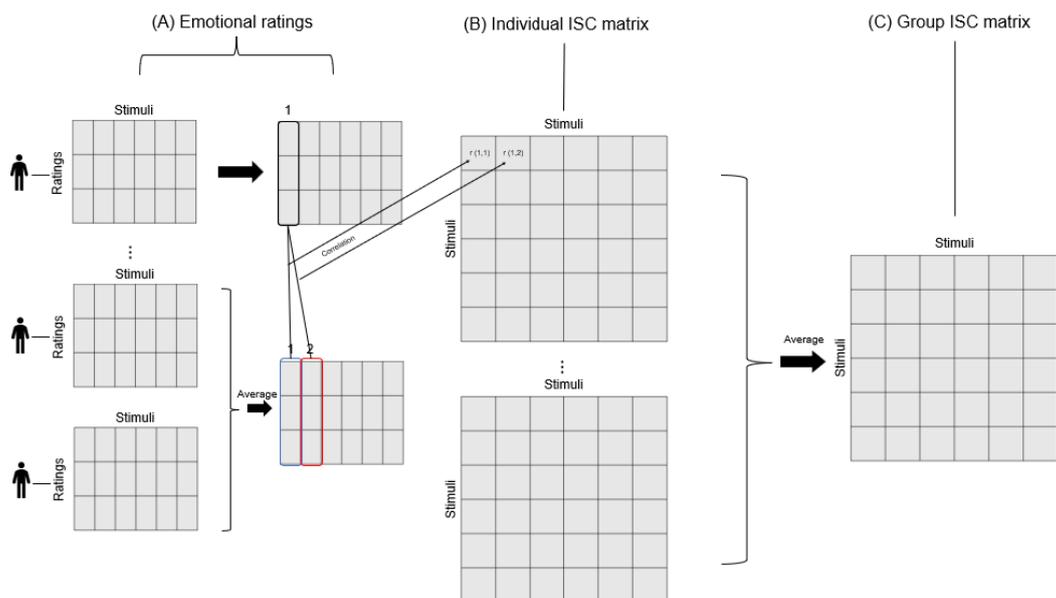


Figure 1. ISC analysis procedure diagram. (A) Emotional ratings on every stimulus were used for the ISC analysis. (B) To calculate individual intersubject correlation, the ratings for one participant are correlated with the averaged ratings of all other subjects. This process is then iterated for every participant. (C) These individual ISC matrices are averaged to compute the group ISC matrix.

성을 기준으로 구분된다. 각각을 동일 자극 쌍 데이터셋, 상이 자극 쌍 정서 내 데이터셋, 그리고 상이 자극 쌍 정서 간 데이터셋으로 명명하였다. 데이터셋을 이렇게 구분한 이유는 첫 번째, 각 데이터셋은 앞서 언급한 두 기준에 따라 다른 데이터이기 때문에 통합하여 분석할 수 없었다. 두 번째, 각 데이터는 다른 데이터들이 지니고 있지 않는 정보를 지니고 있었다. 예컨대, 상이 자극 쌍 정서 간 데이터셋은 중립-부정, 부정-긍정, 그리고 중립-긍정으로 정서 조건이 구분되는데, 이들은 다른 데이터셋과 달리 정서가 다른 자극들에 대한 참가자 간 반응 유사성을 알 수 있는 정보를 제공한다. 마지막으로 동일한 실험 자극과 반응으로 추출되었지만, 상관 분석하는 자극들에 따라 구분되는 데이터셋들의 분석을 통해 분석 결과의 타당성을 확인할 수 있을 것이라 기대하였다.

먼저 동일한 자극 쌍의 ISC 데이터 셋은 같은 자극에 대한 참가자들 간 정서 반응 유사성을 나타낸다. 같은 자극에 대한 참가자 간 반응들을 상관하여 분석한다면, 자극의 개별적 속성에 따라 참가자들에게 유발되는 정서는 통제된 채 처치한 조건 별로 참가자 간 반응들이 얼마나 유사한지 알 수 있다. 각 데이터 셋을 정서 유형(부정, 중립, 긍정)과 감각 양상(청각적, 시청각적)으로 구분하였고 이 데이터들을 조건 별 변량분석하여, 각 요인들의 정서 반응 유사성 차이를 검증하였다. 분석 결과는 동일한 자극에 대한 다른 참가자들의 반응을 비교하는 것임으로 각 조건에서 비교되는 다른 데이터셋들의 조건보다 상대적으로 더 높은 상관을 보일 것이라 기대하였다. 데이터셋은 그룹 ISC 행렬에서 대각선에 위치한 값(diagonals)들에 해당한다.

본 연구에서는 행렬의 3사분면에 위치한 자료들의 대각선 값들도 추출하여 이 데이터셋에 포함하였다. 추가된 자료들의 자극 쌍은 비교되는 두 자극들의 내용은 같지만 시각적 장면이 있는지 여부만 차이가 있다. 엄밀한 의미에서 두 자극은 시각적 장면 여부 차이가 있기 때문에 동일한 자극 쌍 데이터셋 범주로 분류되기 어려울 수 있다. 하지만 이들을 추가함으로써 다른 두 동일한 자극 쌍 데이터들(청각적 그리고 시청각적 조건의 데이터)과 대비하여, 감각 양상 내 vs 감각 양상 간 대비를 확인할 수 있는 이점이 있다. 이에 3사분면의 데이터도 앞서 과정과 동일하게 처리하여 추가하였다. 본 연구에서는 이 조건을 '감각 양상 간'으로 명명하였다. 최종적으로 동일 자극 쌍의 ISC는 3(부정, 중립, 긍정) × 3(청각적, 감각 양상 간, 시청각적)인 2요인(정서 유형, 감각 양상)의 행이 10개인 데이터 셋이었다.

다음은, 상이한 자극 쌍의 ISC 데이터셋이다. 상이 자극

쌍의 특징은 비교되는 두 자극들이 동일하지 않다는 것이다. 이 데이터셋을 통해 서로 다른 두 자극들에 대한 참가자들 간 반응 유사성을 파악할 수 있다. 즉, 참가자 한 사람이 본 자극과 다른 참가자들이 본 자극이 다른 경우임에도 그들의 반응이 얼마나 유사한지를 볼 수 있는 것인데, 이들은 동일한 자극을 봤을 때보다는 더 상관이 낮게 나올 것이라고 기대할 수 있다. 그러나 비교되는 두 자극이 다름에도 그것들이 정서 혹은 감각 양상 조건으로 동일한 경우라면, 상대적으로 그렇지 않은 것보다 더 높은 상관을 보일 것이다. 또한 이 데이터 분석을 통해, 앞서 동일 자극 쌍 자료 분석 결과와도 비교할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 상이한 자극 쌍의 ISC 데이터셋을 다시 비교되는 자극 쌍의 정서 동질성 여부로 구분하여 상이 자극 쌍 정서 내와 상이 자극 쌍 정서 간 데이터셋으로 구성했다.

상이 자극 쌍 정서 내 데이터셋을 구축하기 위해, 대각선을 기준으로 대칭인 그룹 ISC 행렬에서 대각선 아래에 해당하는 값들을 추출하고 나머지는 제거했다. 추출된 ISC 요소들에서 같은 정서로 묶이는 행렬 값들만 뽑아냈다. 이 때, 그룹 ISC 행렬의 3사분면에 해당하는 데이터들은 3사분면의 대각선을 기준으로 비대칭인 모습을 보인다. 이러한 경우 추출하는 값들을 정할 수 있는 기준이 없어, 다시 3사분면의 대각선을 기준으로 평균하여 대칭으로 만든 후, 대각선 밑 값을 가져왔다. 이렇게 자료 처리되어 최종 구성된 상이 자극 쌍 정서 내 ISC 데이터 셋은 행이 45개인 3(부정, 중립, 긍정) × 3(청각적, 감각 양상 간, 시청각적)의 2요인(정서 유형, 감각 양상) 데이터 셋이었다.

마지막으로, 상이 자극 쌍 정서 간 데이터셋을 추출하였다. 이 데이터셋은 비교되는 두 자극의 정서 유형도 다르다. 이 데이터셋을 분석한 이유는 다음과 같다. 먼저, 이 데이터셋의 결과는 자극과 정서 모두 다르기 때문에 전체적으로 참가자 간 반응 유사성은 낮을 것이라 기대할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 감각 양상의 측면에서 이 데이터셋도 다른 두 데이터셋의 조건과 동일하다(청각적, 감각 양상 간, 시청각적). 때문에 이 데이터 셋의 분석 결과를 통해 앞서 두 데이터 셋의 감각 양상 조건에 대한 결과와 비교할 수 있을 것이다. 그리고 정서 유형 조건이 직접적인 정서 간 비교를 분석하는 것이기 때문에, 어떤 정서 간 비교 조건에 대한 참가자 간 반응이 가장 유사한지, 혹은 그렇지 않은지를 파악할 수 있다. 데이터 처리는 앞서 두 데이터셋과 동일하게 진행되었다. 앞서 데이터 처리와 다른 점은 앞서 데이터 셋이 정서 유형, 즉 부정, 중립, 긍정 정서 조건에 해당하는 데이터였다면, 다른 정서 유형 데이터 셋은 정서 간 비교이기 때문

에 정서 유형 조건이 부정-중립, 부정-긍정, 중립-긍정으로 나뉜다는 것이었다. 감각 양상 조건은 동일하게 구성되었고 최종 100개의 행인 3(부정-중립, 부정-긍정, 중립-긍정) × 3(청각적, 감각 양상 간, 시청각적)의 2요인(정서 유형 간, 감각 양상) 데이터 셋을 만들었다.

ISC 행렬을 활용해 처리된 3개의 데이터 셋을 활용해 2요인 반복측정 변량분석을 실시했다(Li et al., 2021). 3개의 데이터 셋은 비교되는 자극 쌍의 동질성 여부와 자극 쌍의 정서 동질성 여부에 따라 다르게 구성되었지만, 정서 유형과 감각 유형이라는 사전에 정의된 2요인 반복측정 설계라는 점에서 공통성을 보인다. 때문에, 세 개의 데이터 셋의 결과를 통해 참가자들의 조건별 정서 반응 유사성을 더 분명하게 확인할 수 있을 것이다. 더불어, 정서 유형과 감각 양상의 ISC 차이가 선형 혹은 비선형 패턴을 띄는지 알아보기 위해 다항식 추세 분석도 살펴보았다.

결 과

ISC 상관행렬

먼저 참가자들 간 ASMR 자극에 대한 정서 패턴의 일관성을 확인하기 위해 ISC 행렬을 도출하였다(Figure 2). Figure 2의 ISC 행렬에서 붉은 색으로 표시된 영역일수록 참가자

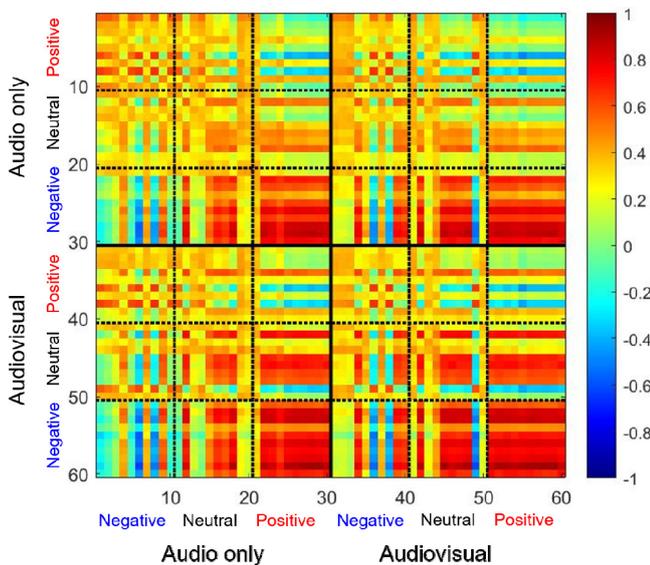


Figure 2. The ISC matrix driven by a series of correlations between the pairs of every stimulus combination across the participants. The two bold lines intersecting in the center of the figure distinguish the modality conditions. The dot lines separate the valence conditions. The color bar indicates the level of ISC where the red area indicates positively correlated ISCs and the blue area indicates negatively correlated ISCs.

간 정적 상관, 파란 색으로 나타날수록 부적 상관을 의미한다. 전반적으로 처치 조건들이 동일할수록 ISC가 높은 것을 확인할 수 있다. 그 중에서도 특히 긍정 ASMR 자극들 조합의 ISC가 높은 것을 볼 수 있다. ISC 행렬과 기존 상관 행렬과 큰 차이는 대각선에 해당하는 값이 1이 아니라는 것이다. Figure 2의 우하향 대각선의 값이 1이 아님을 확인할 수 있다.

동일 자극 쌍 ISC 데이터셋

동일한 자극의 정서 유형(부정, 중립, 긍정)과 감각 양상(청각적, 감각 양상 간, 시청각적) 조건 간 ISC 차이를 알아보기 위해 반복측정 변량분석을 실시했다. 감각양상에 따른 정서 유형 별 ISC 평균과 표준오차는 Figure 3에서 확인할 수 있다. 각 조건의 행의 수는 10개였다. 데이터가 구형성 가정을 만족하지 못할 경우 Greenhouse-Geisser F 값으로 조정하였다. 변량 분석 결과, 정서 유형, $F(2, 18) = 14.182, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.612$ 과 감각 양상, $F(2, 18) = 8.797, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.494$ 및 상호작용, $F(4, 36) = 2.843, p = 0.038, \eta_p^2 = 0.240$, 로 효과가 유의미하였다. 각 조건들 내 수준들의 다중 비교를 확인하기 위해 본페로니 조정(bonferroni correction)을 실시하였다.

먼저 정서 유형의 경우, 긍정 정서 조건($M = 0.697, SD = 0.051$) ISC가 다른 두 정서 유형인 중립 정서 조건($M = 0.487, SD = 0.033; p = 0.007$)과 부정 정서 조건($M = 0.457, SD = 0.036; p = 0.007$)보다 유의미하게 높았으며, 이는 긍정 ASMR 자극들에 대해 참가자들 간 정서 반응 패

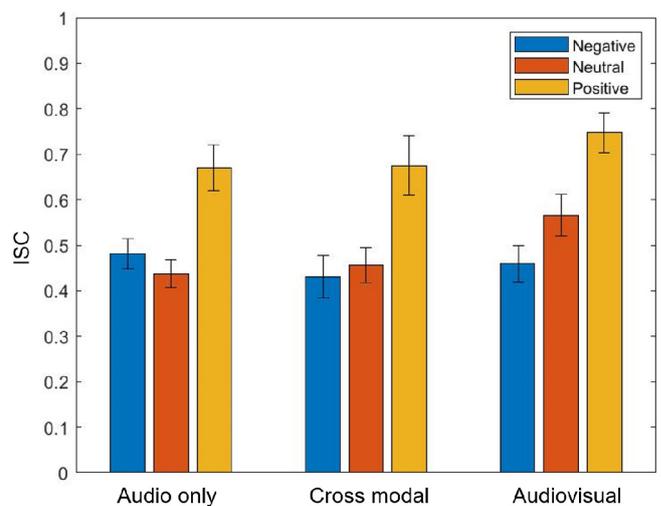


Figure 3. The bar graphs for ISCs of ratings with the error bars for each modality and valence condition within pairs of homogeneous stimuli.

턴이 더 유사했다는 것을 나타낸다. 감각 양상 조건의 경우, 시청각 조건($M = 0.591$, $SD = 0.030$) ISC가 감각 양상 간 조건($M = 0.521$, $SD = 0.035$)보다 유의미하게 높았다, $p = 0.002$. 시청각 조건과 청각 조건($M = 0.521$, $SD = 0.035$)의 차이는 경향성이 있었다, $p = 0.052$. 자극이 시청각적으로 제시될 때, 참가자들이 더 유사하게 정서 평정을 한 것을 시사한다.

앞서 확인한 정서 유형과 감각 양상의 상호작용 효과를 분석하기 위해, 각 정서 유형의 수준 별 감각 양상 조건들의 단순 주효과를 분석하였다. 그 결과 중립적 자극들, $F(2, 18)$, $p = 0.013$, $\eta_p^2 = 0.484$, 과 긍정적 자극들, $F(2, 18)$, $p = 0.035$, $\eta_p^2 = 0.312$ 이 감각 양상 유형 간 차이가 있는 것과 달리, 부정적 자극들은 감각 양상 유형 간 차이가 없었다, $F(2, 18)$, $p = 0.299$. 이러한 결과는 ASMR 부정 자극인 경우에, 시청각 감각 양상에서 나타났던 증가된 참가자 간 반응 유사성이 나타나지 않음을 의미한다.

정서 유형과 감각 양상의 요인에 따른 ISC 평균이 선형 혹은 비선형 추세를 띄는지 알아보기 위해 다항식 추세 분석을 실시하였다. 대비는 정서 유형의 경우, 부정, 중립, 긍정의 순으로 감각 양상은 청각적, 감각 양상 간, 시청각 순으로 되었다. 그 결과 먼저 선형 모형의 경우, 정서 유형 $F(1, 9) = 17.754$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.644$, 감각 양상이 $F(1, 9) = 8.467$, $p = 0.017$, $\eta_p^2 = 0.485$ 로 유의미하였다. 정서 패턴이 긍정적일수록 ISC가 높아지는 패턴을 보이는 것으로 해석된다. 감각 양상도 마찬가지로 시청각 조건일수록 ISC가 커지는 양상을 볼 수 있다.

2차 모형의 경우, 정서 유형 $F(1, 9) = 6.899$, $p = 0.028$, $\eta_p^2 = 0.434$, 감각 양상 $F(1, 9) = 9.448$, $p = 0.013$, $\eta_p^2 = 0.512$ 로 유의미하였다. 정서 유형의 경우, 2차 모형에 따른 유의미한 결과는 정서(부정, 긍정)와 비정서(중립)의 차이를 드러내 준다. 또한 마찬가지로 감각 양상에서의 2차 모형 결과는 동일한 감각 양상(청각적, 시청각적)과 감각 양상 간 조건의 차이를 나타낸다. 각각은 정서 조건이 비정서 조건보다, 감각 양상 내 조건이 감각 양상 간 ISC 보다 더 큰 것으로 해석된다.

상이 자극 쌍 정서 내 ISC 데이터셋

앞선 분석과 동일하게 반복측정 변량분석을 실시하였으며 데이터 행의 개수는 45개였다. Figure 4의 왼쪽 패널은 동일한 정서의 상이 자극 쌍 데이터셋의 감각 양상에 따른 정서 유형별 ISC를 나타낸 것이다. 데이터가 구형성 가정을 만족하

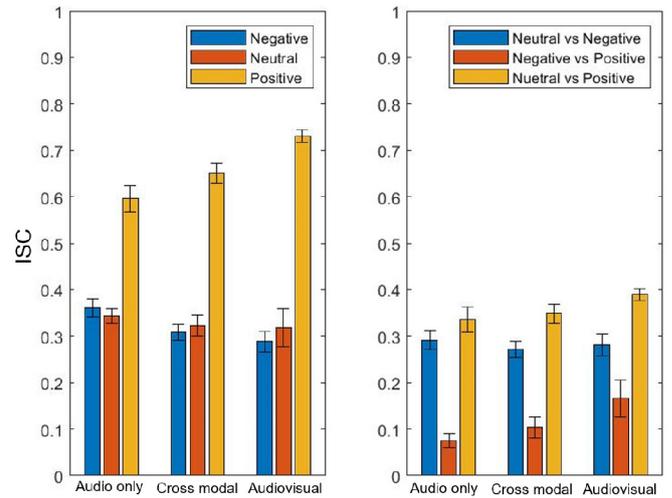


Figure 4. The bar graphs for ISCs of ratings with the error bars for each modality and valence condition within pairs of heterogeneous stimuli.

지 못할 경우 Greenhouse-Geisser F 값으로 조정하였다. 변량 분석 결과, 정서 유형과, $F(2, 88) = 92.323$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.677$ 과 상호작용이, $F(4, 176) = 2.843$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.259$ 로 효과가 유의미하였다. 감각 양상은 유의미하지 않았다, $F(2, 88) = 1.297$, $p = 0.279$, $\eta_p^2 = 0.029$. 각 조건들 내 수준들의 다중 비교를 확인하기 위해 본페로니 조정을 실시하였다.

먼저 정서 유형의 경우, 긍정 정서 조건($M = 0.659$, $SD = 0.131$) ISC가 다른 두 정서 유형인 중립 정서 조건($M = 0.328$, $SD = 0.159$, $p < 0.001$)과 부정 정서 조건($M = 0.319$, $SD = 0.121$, $p < 0.001$)보다 유의미하게 높았다. 앞선 동일 자극 쌍 데이터 셋 결과와 마찬가지로 긍정 ASMR 자극들에 대해 참가자들의 정서 반응 패턴이 더 유사하였다. 정서 유형과 감각 양상의 상호작용 효과를 분석하기 위해, 각 정서 유형의 수준 별 감각 양상 조건들의 단순 주효과를 분석하였다. 그 결과 부정적 자극들, $F(2, 88) = 9.358$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.175$ 과 긍정적 자극들, $F(2, 88)$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.487$, 은 감각 양상 유형 간 차이가 있었으나, 중립 자극들은 유의미한 차이가 없었다, $F(2, 18)$, $p = 0.534$, $\eta_p^2 = 0.012$.

부정 자극 조건과 긍정 자극 조건의 감각 양상 대응 별 비교를 살펴본 결과, 부정 자극 조건에서 청각적 ISC($M = 0.360$, $SD = 0.136$)가 시청각적 조건($M = 0.288$, $SD = 0.153$, $p = 0.001$)과 감각 양상 간 조건($M = 0.308$, $SD = 0.123$, $p = 0.011$)보다 유의미하게 높았다. 이는 앞선 동일

자극 데이터셋의 결과와는 반대되는 결과다. 긍정 자극 조건에서는 시청각적 조건 ($M = 0.730, SD = 0.086$)가 청각적 조건 ($M = 0.595, SD = 0.185, p < 0.001$)과 감각 양상 간 조건 ($M = 0.650, SD = 0.140, p < 0.001$)보다 유의미하게 높았다. 긍정 자극 조건에서는 앞선 데이터셋의 결과와 일관적인 결과를 보였다.

정서 유형과 감각 양상의 세 유형 간 ISC 변화가 선형 혹은 비선형 양상을 띠는지 알아보기 위해 앞선 분석과 동일한 대비항을 설정하여 다항식 추세 분석을 하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 먼저 선형 모형의 경우, 정서 유형 $F(1, 9) = 17.754, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.644$, 감각 양상 $F(1, 9) = 8.467, p = 0.017, \eta_p^2 = 0.485$ 로 유의미하였다. 2차 모형의 경우, 정서 유형 $F(1, 9) = 6.899, p = 0.028, \eta_p^2 = 0.434$, 감각 양상 $F(1, 9) = 9.448, p = 0.013, \eta_p^2 = 0.512$ 로 유의미하였다. 앞선 데이터 셋의 추세 분석 결과와 유사한 것으로 보이며, 긍정 정서와 시청각적 감각 양상의 효과가 가장 두드러진 것을 시사한다.

상이 자극 쌍 정서 간 데이터셋

데이터 셋의 정서 간 유형(부정-중립, 긍정-부정, 중립-긍정)과 감각 양상(청각적, 감각 양상 간, 시청각적) 조건 간 반복측정 변량분석을 실시하였으며 데이터 행의 개수는 100개였다. Figure 4의 오른쪽 패널은 다른 정서의 상이 자극 쌍 데이터셋의 감각 양상에 따른 정서 유형별 ISC를 나타낸 것이다. 데이터가 구형성 가정을 만족하지 못할 경우 Greenhouse-Geisser F 값으로 조정하였다. 변량 분석 결과, 정서 유형, $F(2, 198) = 92.323, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.227$ 과 감각 양상, $F(2, 198) = 6.591, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.062$, 상호작용의, $F(4, 396) = 2.843, p = 0.030, \eta_p^2 = 0.032$, 효과가 유의미하였다. 각 조건들 내 수준들의 다중 비교를 확인하기 위해 Bonferroni 조정을 실시하였다.

먼저 정서 유형의 경우, 중립-긍정 조건 ($M = 0.358, SD = 0.2295$)과 부정-중립 조건 ($M = 0.281, SD = 0.1590$) ISC가 긍정-부정 조건 ($M = 0.115, SD = 0.2393, p < 0.001$)보다 유의미하게 높았다. 이는 긍정 자극과 부정 자극 간 참가자들의 반응들이 덜 유사했음을 의미한다. 감각 양상의 경우, 시청각 조건 ($M = 0.279, SD = 0.1461$)이 다른 청각적 조건 ($M = 0.234, SD = 1.280, p = 0.005$)과 감각 양상 간 조건 ($M = 0.241, SD = 0.094, p = 0.006$)보다 유의미하게 컸다. 이는 앞선 동일 자극 쌍 데이터셋의 분석 결과

와 일치하는 결과이다.

정서 유형과 감각 양상의 상호작용 효과를 분석하기 위해, 각 정서 유형의 수준 별 감각 양상 조건들의 단순 주효과를 분석하였다. 그 결과 긍정-부정 조건의 감각 양상 유형이 $F(2, 198) = 8.472, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.079$ 로 유의미하였다. 시청각 조건 ($M = 0.166, SD = 0.321$)이 청각적 조건 ($M = 0.075, SD = 0.2773, p < 0.001$)과 감각 교차 조건 ($M = 0.103, SD = 0.2060, p = 0.030$)보다 더 컸다. 그 외에 다른 조건에서는 차이가 없었다.

정서 유형과 감각 양상의 세 유형 간 ISC 변화가 선형 혹은 비선형 양상을 띠는지 알아보기 위해 다항식 추세 분석을 하였다. 정서 유형은 부정-중립, 긍정-부정, 중립-긍정의 순으로 항을 선택하여 분석하였다. 결과는 다음과 같다. 먼저 선형 모형의 경우, 정서 유형, $F(1, 99) = 5.096, p = 0.026, \eta_p^2 = 0.049$, 감각 양상, $F(1, 99) = 10.337, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.095$, 로 유의미하였다. 2차 모형의 경우, 정서 유형 $F(1, 99) = 57.511, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.367$, 만 유의미하였다.

논 의

본 연구는 참가자 간 상관분석을 활용하여, ASMR 자극에 대한 참가자 간 반응 유사성을 확인하고 ASMR 정서 및 감각 양상 조건 별 차이를 검증하고자 했다. 총 60개 ASMR 자극들에 대해 여러 정서 행동사를 통해 정서적 반응을 측정했으며, 기존 fMRI나 EEG를 활용한 ISC 연구들의 분석 절차와 동일하게 ISC 분석을 진행하였다. ISC 분석을 통해, 모든 ASMR 자극 쌍의 참가자들 간 정서 평정 패턴을 하나의 행렬로 구성했다. 예상했던 것처럼 동일한 자극 혹은 정서로 비교되는 자극들끼리의 참가자 간 반응 유사성은 상대적으로 높은 패턴을 보였다. 나아가 조건 별 유의미한 차이를 보이는지 알아보기 위해, ISC 행렬의 요소 값들을 추출하여 통계 분석을 진행하였다. 추출된 데이터 셋은 총 세 가지로, 동일 자극 쌍 ISC 데이터, 상이 자극 쌍 정서 내 ISC 데이터, 상이 자극 쌍 정서 간 ISC 데이터였다. 데이터들은 세 번째 데이터 셋의 정서 유형을 제외하곤 전부 정서 유형(부정, 중립, 긍정)과 감각 양상(청각, 감각 양상 간, 시청각)으로 구성되며, 이에 2요인 반복측정 변량분석을 실시했다. 그 결과 주로 ASMR의 정서 유형이 긍정적이거나 시청각적으로 제시될 때, 참가자 간 정서 평정이 더 유사한 것으로 나타났다. 또한 ASMR의 정서 유형이 부정적일 때는 자극이 시청각적

으로 제시됨에도 불구하고 참가자 간 정서 평정 반응은 더 유사해지지 않는 결과를 얻었다.

긍정적 정서 경험이 더 높은 ISC를 야기한다는 것은 기존의 선행 연구들과 일치한다(Golland et al., 2018; Maffei, 2020). 그러나 Nummenmaa 등(2012)은 자극이 부정적일수록 정서 처리에 관여된 뇌 영역의 ISC가 증가했다는 결과를 보고했다. 이는 부정 ASMR의 ISC가 높지 않았던 본 연구 결과와 대치되는 결과이다. 이에 대해, 먼저 방법론적인 차이로 인한 것일 수 있다. Nummenmaa 등(2012)의 결과는 표준화된 정서 자극을 활용해, 시간의 흐름에 따른 특정 뇌 영역을 중심으로 활성화된 반응을 살펴본 것이다. 반면에 본 연구에서는 정서적으로 표준화되지 않은 ASMR 자극을 활용하여 참가자들의 주관적 정서 반응을 측정하였다. 선행 연구 결과(Kim & Kim 2020)에 맞춰, 부정적 ASMR 자극으로 정의하고 실험에 적용했음에도 불구하고 부정적 ASMR 자극들이 유도하는 참가자들의 부정적 정서 경험이 다른 표준화된 정서 자극보다 약했을 수 있다. 또한 정서 처리와 관련된 뇌의 국소적 네트워크와는 달리 정서 평정 반응은 참가자 개인의 자극에 대한 호감도, 기억, 각성 상태, 기분 등과 같은 여러 복합적인 요인들에 의해 영향을 받는다. 따라서 fMRI 연구의 측정치보다는 정서 평정치가 다른 외부 요인들이 더 작용했을 가능성이 있다. 또한 Nummenmaa 등(2012)의 연구는 시간적으로 긴 자극을 보여줌으로써 실시간으로 얻어낸 뇌 반응을 통해 얻어낸 결과이다. 반면에 본 연구에서는 30초 정도의 상대적으로 짧은 자극을 다 보고 나서 한 시점에 여러 정서 형용사 문항에 평정을 하였다. 자극이 끝나고 난 후 정서 평정을 하는 경우에 본인이 자극을 듣거나 보면서 느낀 정서 경험을 유지해야 한다. 이와 관련해 특정 시점에 참가자 간 유사하게 느낀 부정적 정서가 사람에 따라 유지되는 것이 다를 수 있고 이것으로 정서 평정 반응에서 참가자 간 다른 반응 패턴으로 나타난 것일 수 있다.

그러나 위 가설들은 긍정 ASMR 자극에서 더 높아진 ISC 결과를 설명하기 어렵다. 만일 방법론적 차이로 인해, 정서가 야기하는 참가자 간 일관성이 잘 나타나지 않은 것이라면 긍정 ASMR 자극에 대한 참가자들 간 반응도 덜 일관적으로 보고 했어야 하기 때문이다. ISC 증감과 관련한 다른 연구들을 살펴보면, ISC엔 주의와 각성 같은 요인들도 많은 영향을 미치는 것으로 보고된다(Madsen et al., 2019). Madsen 등(2019)은 친숙한 음악을 여러 회기를 거쳐 반복적으로 들려주었을 때, 회기에 따라 EEG 뇌파 ISC가 줄어드는 것을 확인하였고 이를 참가자들이 반복되는 음악에 낮

은 관여(engagement) 혹은 얕은 주의가 유도되어 ISC가 낮아진 것으로 해석했다. 상대적으로 낮은 ISC가 적은 관여 혹은 충분하지 않은 주의와 관련이 있다면, 본 연구의 부정적 ASMR 자극들은 긍정적 ASMR 자극들에 비해 참가자들의 관심을 덜 이끄는 자극들이라고 추측해볼 수 있다. 실제, 본 연구의 ASMR 자극들의 내용을 개별적으로 살펴본 결과, 부정적 자극들은 주로 반복적이면서 단순한 소리(반복적으로 두드리는 소리)인 경우가 많았고 반면에, 긍정적 자극들은 자연에서 발생하는 소리(새소리 등)가 많았다.

다른 측면에서는 부정 ASMR 자극의 각성가를 고려해볼 수 있다. 부정적인 자극들이 각성 정도에 따라서 높은 각성일 경우 무서움(scary), 낮은 각성일 경우 지루함(boring)으로 구분할 수 있다(Sharma et al., 2019). 높은 각성과 부정적인 정서를 야기하는 자극일 경우, 참가자들의 제한된 반응(도주 혹은 맞서 싸움)을 야기하여 참가자들 간 정서 경험 유사성이 더 높아질 수 있다. 실제 Nummenmaa 등(2012)이 부정적 정서를 야기하기 위해 사용한 자극들은 직접적인 폭행의 장면이 드러나는 것들이었다. 반면 본 연구의 부정적 ASMR 자극들은 앞서 언급한 무서움, 두려움, 혹은 분노와 같은 정서 경험을 야기하는 매개물이라고 보기 어렵다. 때문에 본 연구의 부정적 자극들이 Nummenmaa 등(2012)의 연구 자극과는 다른 수준의 각성을 유도하였다면, 동일한 부정적 정서 범주의 자극일지라도 선행 연구의 결과를 직접적으로 적용하기는 어려울 수 있다.

시청각 ASMR 자극의 ISC가 더 높은 것은 선행 연구의 결과(Cohen & Parra, 2016)와 일치하는 결과이다. 시청각 ASMR 자극의 ISC가 다른 두 조건, 청각적 및 감각 교차 조건 ISC보다 더 높은 결과는 구분된 감각 양상으로부터 오는 동일한 정서 정보의 일치성 효과로 이해될 수 있다(Gao et al., 2019; Gao et al., 2018; Paulmann & Pell, 2011). 일치성 효과는 두 감각 양상(예컨대 시각과 청각)으로 전달되는 정서적 정보가 동일할 때, 참가자들이 느끼는 정서적 경험이 더 커지는 효과를 말한다. 이는 단일 감각 양상으로부터 전달되는 정보보다 다중 감각 채널로 오는 부가되는 정보가 있을 때, 그리고 그 정보가 동일한 정서 범주에 속할 때 참가자들의 정서적 인식이 더 명확해지는 것으로 해석된다. 본 연구의 감각 양상 결과도 이러한 측면에서 살펴볼 수 있다. 본 연구의 시각적 장면은 청각적 소리와 의미적으로 부합하는 것들을 같이 제시하였다. 이 때문에, 단일 감각 양상(청각적)일 때보다 그와 유사한 정서적 범주를 지닌 시각적 장면이 동시에 제시되는 경우 참가자들의 더 명확한 정서 경험을 하고 이에 유사한 반응을 했을 가능성이 있다. 만일

감각 양상 조건에 대한 이러한 해석이 타당하다면, 시청각 조건에서의 정서 평정이 청각 조건에 비해 더 강한 정서를 느꼈을 가능성이 있다. 예컨대, 시청각적 긍정 ASMR은 청각적 긍정 ASMR보다 긍정과 관련된 문항에 더 큰 점수를, 부정과 관련된 문항에 더 낮은 점수를 부여하는 식으로 평정했을 가능성이 있다.

두 조건들은 상호작용 패턴을 보였는데, 자극이 부정적일 때, 시청각 조건에서 나타나던 높은 참가자 간 반응 유사성이 나타나지 않았다. 먼저 부정적 자극의 시청각 조건에서 ISC가 향상되지 않은 결과는 본 연구에서 사용된 부정 ASMR 자극이 다른 중립 및 긍정 자극들과 다른 특수성을 나타낸다. 특히 정서 유형의 주효과 측면에서 ISC 평균으로 큰 차이가 없었던 중립 정서 조건과 비교될 수 있다. 시청각 조건에서 ISC가 향상된 중립 정서 조건과 달리, 부정 정서 조건의 시각적 장면은 참가자들의 정서 경험 유사성에 아무런 영향을 미치지 못했다. 또한 이러한 결과는 오히려 상이 데이터셋 분석 결과에서는 반대되는 패턴을 보였다. 상이 자극 쌍 데이터셋의 결과는 부정 자극일 때, 오히려 청각적 조건에서 더 높은 ISC가 보고되었다. 이 결과는 다시 말하면 부정 ASMR의 시각적 장면은 오히려 참가자들의 자극에 대한 몰입이나 혹은 유사한 정서 경험에 방해가 될 수도 있음을 시사한다.

본 연구는 참가자 간 상관분석이라는 새로운 기법을 사용하였으며, 참가자 간 상관분석이 뇌 영상 데이터나 생리 측정 데이터와 더불어 행동 데이터에도 잘 적용될 수 있음을 보인 것에 의의가 있다. 또한 기존의 긴 시간이 소요되는 영화를 보여주며, 실시간으로 반응을 측정하는 방식에서 주로 사용됐던 ISC 분석을 상대적으로 짧은 시간의 자극을 보여 주고 단일한 시점에 여러 문항을 통해 반응을 측정하는 정서 평정 방식에서 확장하여 적용한 것도 주목할 점이다. 더불어, 정서가와 감각 양상으로 구분되는 ASMR 자극을 활용하여, 조건 별 차이를 확인하였고 이를 통해 긍정적 혹은 시청각 감각 양상이 참가자 간 정서 반응을 더 유사하게 만든다는 선행 연구 결과와 일치하는 사실도 밝혀냈다.

참가자 간 반응이 얼마나 유사한지를 보는 다른 방법으로는 반응의 변산성을 나타내 주는 통계치, 즉 변량을 통해 확인할 수도 있을 것이다. 변량이나 표준편차 역시 특정 자극에 대한 정서 패턴의 변산성을 볼 수 있다는 점에서 충분히 개인 간 반응 일관성 차이를 볼 수 있는데 도움을 준다. 하지만, ISC와 이러한 통계치들의 가장 큰 차이는 ISC가 다차원 데이터에 더 잘 적용될 수 있다는 점에 있다. 즉, 본 연구에서 사용된 것처럼 ISC는 특정 자극에 대한 여러 다양한

형용사 문항들의 패턴을 상관 분석하여 계산된다. 이를 통해 참가자들이 여러 다양한 정서 문항들에 대해서 얼마나 유사하게 평정했는지 알 수 있는 반면에, 변량은 특정 자극의 특정 문항(단일 차원)에 대한 참가자들 간 점수 분포 정보를 줄 수 있을 뿐이다. 만일 관련 여러 정서 문항들을 평균 등의 방법 처리하여 여러 문항을 포괄하는 점수에 대한 변량을 구할 수 있다하더라도, 그 가운데 각 개별 문항들이 제공하는 정보를 많이 손실하게 될 것이다. 이러한 점에서, ISC를 활용하는 것은 변량 혹은 표준편차를 사용하는 것이 구별된다.

본 연구의 한계 및 후속 연구의 제안으로서는 다음과 같다. 먼저, 본 연구에서 활용한 데이터는 정서 평정인 행동 측정치로서 리커트 척도였다. 아직까지 리커트 척도를 ISC 분석하는 것이 통계적으로 적절한지는 저자들이 아는 바에 의하면 연구된 바가 없다. 다만, 앞서 언급한 Li 등(2021)의 연구나 Dauer 등(2021)도 측정된 행동 반응이 각각 주관적인 정서와 몰입 정도였는데, 이들 역시 리커트 수준의 척도였다. 그럼에도 불구하고 ISC 분석을 하여, fMRI나 EEG를 활용한 선행 연구들의 결과와 비교하였고 일치하는 결과를 얻었다. 따라서 저자들은 리커트 척도를 ISC 분석하는 것이 지나치게 결과를 왜곡할 것이라는 가정을 하지 않았다. 이와 관련된 논의로 기존의 여러 ISC 분석에서 활용한 상관계수는 피어슨 상관계수였는데, 본 연구와 같은 자료를 사용하는 경우 척도의 수준을 고려했을 때, 스피어만 상관계수를 활용한 ISC 분석을 진행하는 것도 고려해볼 필요가 있다고 생각한다.

다음으로, 앞서 언급한 Li 등(2021)과 Dauer 등(2021)의 연구들은 행동측정치의 시간적 정보를 활용하여 상관분석을 하였다. 반면 본 연구에서는 자극이 끝나고 난 후 단일 시점에 측정된 여러 반응들을 상관분석 하였다. 이러한 두 가지 다른 방식의 ISC는 Nastase 등(2019)의 연구에서 잘 설명되어 있다. Nastase 등(2019)은 fMRI 데이터를 예시로 사용하였는데, 그들에 따르면 관심영역의 부피소들의 시간에 따른 반응을 상관분석하여 ISC 행렬을 도출하는 방법이 있고 다른 방법으로는 특정 시점, 혹은 시간 정보가 전부 평균된 여러 부피소들의 활성화 정도를 벡터로 하여 상관분석하는 방법(intersubject pattern correlation)이 있다. 본 연구에서 ISC 분석한 방법은 후자의 방법과 유사한 절차를 따랐다. Nastase 등(2019)에 따르면 시간 정보를 활용한 ISC와 단일 시점의 여러 측정치들을 활용한 ISC가 반드시 특정한 방향의 관계가 있는 것은 아니라고 주장한다. 즉 시간의 흐름으로 놓고 볼 때 높은 참가자 간 반응 유사성을 보이는 자극

이나 조건에서, 단일 시점 혹은 평균된 값들을 토대로 상관 분석한 값이 크지 않을 수도 있다는 의미다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 분석 방법을 통해 얻은 결과가 시간적 정보들이 포함된 선행 연구들의 결과(Nummenmaa et al., 2012; Maffei, 2020; Cohen & Parra, 2016)와 크게 차이가 나지 않는 것은 본 연구에서 사용한 ISC 분석 방법으로도 충분히 여러 조건들에 대한 참가자 간의 반응 유사성 관점에서 유의미한 결과를 얻어낼 수 있음을 나타낸다. 시간적 정보를 상관분석하여 얻은 ISC와 단일 시점 혹은 시간이 평균된 상태의 관련된 여러 측정치들을 상관분석하여 얻은 ISC가 어떤 체계적인 차이를 보이는지는 추후 연구가 필요하다.

마지막으로, 본 연구의 결과는 정서와 감각 양상에 따라 ISC가 달라진다는 선행 연구들(Nummenmaa et al., 2012; Maffei, 2020; Cohen & Parra, 2016)을 대체로 지지하는 것을 보였으나, 부정적 ASMR 자극에 대해선 증가된 ISC를 얻지 못했다. 이러한 연구 결과가 부정적 ASMR의 특징인 것인지, 정서 평정 행동 측정치에 따른 것인지, 혹은 다른 이유 때문인지는 본 연구를 통해서 알 수 없다. 한 가지 흥미로운 가설로는 자극의 정서 유발 정도와 정서 평정 ISC가 관련이 있을 수 있다는 것이다. 만일, 정서 유발 정도에 따라 참가자 간 반응 유사성이 달라진다면, 본 연구의 부정적 ASMR 자극의 부정적 정서 유발 정도와 선행 연구들의 부정 정서 자극들이 유발하는 정서 정도가 달랐을 수 있다. 이는 추후 후속연구로서, 직접적으로 정서 유발 정도를 조작하고 관련 참가자들의 반응 유사성을 분석한다면 앞선 가설에 대한 답을 찾을 수 있을 것이라 기대한다.

References

- Barratt, E. L., & Davis, N. J. (2015). Autonomous Sensory Meridian Response (ASMR): a flow-like mental state. *PeerJ*, 3, e851.
- Chen, J., Leong, Y. C., Honey, C. J., Yong, C. H., Norman, K. A., & Hasson, U. (2017). Shared memories reveal shared structure in neural activity across individuals. *Nature neuroscience*, 20, 115-125.
- Chen, P. H. A., Jolly, E., Cheong, J. H., & Chang, L. J. (2020). Intersubject representational similarity analysis reveals individual variations in affective experience when watching erotic movies. *NeuroImage*, 216, 116851.
- Cohen, S. S., & Parra, L. C. (2016). Memorable audiovisual narratives synchronize sensory and supramodal neural responses. *ENeuro*, 3.
- Dauer, T., Nguyen, D. T., Gang, N., Dmochowski, J. P., Berger, J., & Kaneshiro, B. (2021). Inter-subject Correlation While Listening to Minimalist Music: A Study of Electrophysiological and Behavioral Responses to Steve Reich's Piano Phase. *Frontiers in neuroscience*, 15.
- Fredborg, B., Clark, J., & Smith, S. D. (2017). An examination of personality traits associated with autonomous sensory meridian response (ASMR). *Frontiers in psychology*, 8, 247.
- Gao, C., Weber, C. E., & Shinkareva, S. V. (2019). The brain basis of audiovisual affective processing: Evidence from a coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis. *Cortex*, 120, 66-77.
- Gao, C., Wedell, D. H., Kim, J., Weber, C. E., & Shinkareva, S. V. (2018). Modelling audiovisual integration of affect from videos and music. *Cognition and Emotion*, 32, 516-529.
- Golland, Y., Hakim, A., Aloni, T., Schaefer, S., & Levit-Binnun, N. (2018). Affect dynamics of facial EMG during continuous emotional experiences. *Biological psychology*, 139, 47-58.
- Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G., & Malach, R. J. s. (2004). Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. *science*, 303, 1634-1640.
- Jääskeläinen, I. P., Koskentalo, K., Balk, M. H., Autti, T., Kauramäki, J., Pomren, C., & Sams, M. (2008). Inter-subject synchronization of prefrontal cortex hemodynamic activity during natural viewing. *The open neuroimaging journal*, 2, 14.
- Kim, H., & Kim, J. (2020). Multidimensional scaling of emotional responses to ASMR sounds. *Annual fall conference of Korean Society for Emotion & Sensibility*, 67-68.
- Kim, M., & Min, K. (2004). Emotional experience and emotion regulation in old age. *The Korean Journal of Psychology: General*, 23, 1-21.
- Li, X., Zhu, Y., Vuoriainen, E., Ye, C., & Astikainen, P. (2021). Decreased intersubject synchrony in dynamic valence ratings of sad movie contents in dysphoric individuals. *Scientific Reports*, 11, 1-13.
- Madsen, J., Margulis, E. H., Simchy-Gross, R., & Parra, L. C. (2019). Music synchronizes brainwaves across listeners with strong effects of repetition, familiarity and training. *Scientific reports*, 9, 1-8.

- Maffei, A. J. P. (2020). Spectrally resolved EEG intersubject correlation reveals distinct cortical oscillatory patterns during free viewing of affective scenes. *Psychophysiology*, *57*, e13652.
- Najafi, M., Kinnison, J., & Pessoa, L. (2017). Dynamics of Intersubject Brain Networks during Anxious Anticipation. *Frontiers in human neuroscience*, *11*, 552.
- Nastase, S. A., Gazzola, V., Hasson, U., & Keysers, C. (2019). Measuring shared responses across subjects using intersubject correlation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *14*, 667-685.
- Nummenmaa, L., Glerean, E., Viinikainen, M., Jääskeläinen, I. P., Hari, R., & Sams, M. (2012). Emotions promote social interaction by synchronizing brain activity across individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* *109*, 9599-9604.
- Nummenmaa, L., Saarimäki, H., Glerean, E., Gotsopoulos, A., Jääskeläinen, I. P., Hari, R., & Sams, M. (2014). Emotional speech synchronizes brains across listeners and engages large-scale dynamic brain networks. *NeuroImage*, *102*, 498-509.
- Paulmann, S., Pell, M. D. J. M., & Emotion. (2011). Is there an advantage for recognizing multi-modal emotional stimuli?. *Motivation and Emotion*, *35*, 192-201.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological review*, *110*, 145-172.
- Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, *76*, 805-819.
- Sharma, K., Castellini, C., van den Broek, E. L., Albu-Schaeffer, A., & Schwenker, F. (2019). A dataset of continuous affect annotations and physiological signals for emotion analysis. *Scientific data*, *6*, 196.
- Simony, E., Honey, C. J., Chen, J., Lositsky, O., Yeshurun, Y., Wiesel, A., & Hasson, U. (2016). Dynamic reconfiguration of the default mode network during narrative comprehension. *Nature communications*, *7*, 12141.
- Trost, W., Frühholz, S., Cochrane, T., Cojan, Y., & Vuilleumier, P. (2015). Temporal dynamics of musical emotions examined through intersubject synchrony of brain activity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *10*, 1705-1721.

참가자 간 상관분석을 활용한 ASMR 자극에 대한 개인 간 정서 반응 일관성

김인익¹, 장준혁¹, 김현중¹, 김종원¹

¹전북대학교

최근 인지신경과학 분야에서 사용되고 있는 참가자 간 상관분석(intersubject correlation; ISC) 참가자들의 개인차를 고려하는데 적합하고 기존의 일반선형모델 분석(예: 변량분석)의 한계를 보완하는 분석으로 알려져 있다(Hasson et al., 2004; Nastase et al., 2019). 본 연구에서는 정서적으로 구별되는 ASMR 자극들에 대해 참가자들의 정서 반응 일관성을 측정하고 정서 유형 및 감각 양상의 조건 별 차이를 확인하고자 하였다. 본 연구는 Kim과 Kim(2020)의 청각적 ASMR 자극과 의미적으로 부합하는 시청각적 ASMR 자극을 사용하였다. 정서 평정 측정을 위해 10개의 정서 형용사 문항 5점 리커트 척도로 측정하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 먼저, 모든 자극들 쌍을 조합하여 참가자 간 상관 분석한 결과, 참가자들의 자극에 대한 정서 반응 일관성을 ISC 행렬을 통해 시각적으로 확인할 수 있었다. 주로, 정서적 혹은 감각 양상으로 유사한 자극들끼리 참가자 간 상관성이 더 높은 모습을 보였다. 통계적 검증을 위해, 이 행렬의 요소 값들을 추출하여 동일 자극 쌍, 상이 자극 쌍 정서 내, 상이 자극 쌍 정서 간 데이터셋을 구성했다. 이들을 반복측정 변량분석한 결과, 정서 유형 및 감각 양상 조건 별 주효과와 상호작용효과가 관찰되었다. 본 연구의 결과는 참가자들의 정서 평정 일관성이 ASMR이 긍정적일수록 혹은 ASMR이 시각적 장면과 제시될 때, 유사해짐을 나타낸다. 그러나 참가자들의 부정적 ASMR 자극에 대한 ISC는 시각적 장면의 제시 유무와 관련이 없었다. 부정적 ASMR의 시각적 장면이 부정적 AMSR의 청각적 요소와 의미적으로 부합할지라도, 참가자들 간 유사한 정서 경험을 하는데 긍정적인 영향을 미치지 못했다. 본 연구의 결과는 부정적 AMSR이 참가자 간 정서 경험에 갖는 특수한 영향을 고려해야 함을 시사한다.

주제어: 참가자 간 상관분석, 개인차, ASMR, 정서, 감각 양상