

Neural substrates of individual differences in social comparison orientation: a DTI study

Wi Hoon Jung[†]

Department of Psychology, Gachon University

People vary considerably in their social comparison orientation (SCO), which the extent (tendency) to which they compare themselves with others. Understanding individual differences in SCO is important, because it is associated with various types of real-life outcomes. Therefore, using diffusion tensor imaging data from healthy young adults, I investigated not only the correlation between individual SCO and the fractional anisotropy (FA) and mean diffusivity (MD) values of the uncinate fasciculus (UF), associated with social-emotional processing, but also the correlation between individual SCO and each of demographic characteristics (age, sex, and duration of education). Multiple regression analyses were also preformed to test the ability of models with only demographic variables and models with demographic and brain variables to predict SCO. Correlation analyses revealed significant relationships between SCO and the FA and MD of UF. Additionally, age and duration of education were negative correlated with individual SCO, and women had higher SCO score than men. Multiple regression analyses revealed the model with sex, education, and UF FA better predicted individual SCO than others. These results provide novel insights into the predictors of individual SCO, showing the involvement of UF and some demographic information in individual differences in SCO.

Keywords: diffusion tensor imaging, individual difference, predictor, social comparison orientation, uncinate fasciculus

1차원고접수: 23.01.02; 수정본접수: 23.02.13; 최종게재결정: 23.03.21



Copyright: © 2023 The Korean Society for Cognitive and Biological Psychology. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited and the use is non-commercial.

인간은 서로 함께 어울려 사회를 이루어 사는 존재이다. 그러므로 인간의 모든 사고와 행동은 사회의 영향을 받는다 (Festinger, 1954). 예를 들어, 일을 한 댓가로 만원을 받는 상황을 상상해보자. 단순히 본인 혼자 일을 한 후 만원을 받을 때 보다 타인과 함께 일을 했는데 타인은 오천원을 받고 본인은 만원을 받을 때 동일한 만원이라도 이로 인해 유발된 사고와 행동은 다르다(Fliessbach et al., 2007; Bault et al., 2011). 우리가 지닌 반응 중에 남의 기쁨을 보며 느끼는 '부러움(envy)' 또는 남의 고통을 보며 느끼는 기쁨인 '샤덴프로

이테(Schadenfreude)' 같은 정서들 또한 사회 안에서 나와 남의 행동을 비교하는 '사회비교(social comparison)' 과정을 통해 나타나는 반응들이다(Buckley, 2014). 일부 학자들은 인간에게 이 같은 사회비교 과정이 존재하는 이유에 대해서 자신의 힘과 강점을 평가하기 위한 평가과정이며 복잡한 사회 안에서 성장하기 위해서 존재하는 꼭 필요한 과정이라고 제안하였다(Festinger, 1954; Gilbert et al., 1995). 즉 인간은 내가 일을 얼마나 잘했는지 알고자 할 때, 타인이나 한 것과 내가 한 것을 비교한다는 것이다. 하지만 나와

* 이 논문은 2022년도 가천대학교 교내연구비 지원에 의한 결과임(GCU-202205890001).

† 교신저자: 정위훈, 가천대학교 심리학과, (13120) 경기도 성남시 수정구 성남대로 1342, E-mail: jwhnavy@gmail.com

남을 비교하는 정도(a degree/tendency to engage in social comparison)인 ‘사회비교 경향성(social comparison orientation)’에 있어서는 개인차가 존재한다. 이 같은 사회비교 경향성의 개인차는 아이오와-네덜란드 비교 경향성 척도(the Iowa-Netherlands Comparison Orientation Measure, INCOM)를 이용하여 평가할 수 있다(Gibbons and Buunk, 1999). 선행연구에 따르면, INCOM 설문지로 평가된 개인의 사회비교 경향성과 실제 삶에서의 다양한 행동과 결과물(자존감, 정신병리 취약성 등)에 있어 유의미한 관련성이 존재하였다(Swallow et al., 1988; White et al., 2006; Buunk et al., 2014). 그러므로 개인의 사회비교 경향성을 이해하고 예측하는 것은 그들의 실제 삶에서 앞으로의 행동과 이로 인한 결과를 이해하고 예측하는데 있어 중요하다. 또한 사회비교 경향성의 개인차에 대한 신경 기질(neural substrate)를 밝히는 것은 이와 관련된 정신병리의 신경생물학적 요인 및 치료법 개발을 위한 단서를 제공해줄 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 뇌영상 자료[특히 뇌의 백질 신경로(white matter tract)를 측정하는 확산텐서영상(diffusion tensor imaging, DTI)]를 사용하여 개인의 사회비교 경향성의 예측인자(predictor)를 개발하고 더 나아가 탐색적 목적(exploratory purpose)으로 인구통계학적 정보와 함께 사회비교 경향성을 예측하는 모델을 조사하고자 하였다.

사회비교와 관련된 뇌영역을 규명하고자 진행된 다양한 선행연구들이 존재한다. 기능적 자기공명영상을 이용한 연구 결과에 따르면, 내가 남보다 우월하다는 피드백에 대해서는 뇌 보상회로(reward network; Haber and Knutson, 2010)에 속하는 내측전전두피질(vetromedial prefrontal cortex), 안와전두피질(orbitofrontal cortex), 그리고 복측 선조체(ventral striatum) 영역의 활성이 증가된 반면에, 타인이 나보다 우월하다는 피드백에 대해서는 뇌섬엽(insula)과 전측대상피질(anterior cingulate cortex)의 활성이 증가되는 것이 관찰되었다(Fliessbach et al., 2007; Dvash et al., 2010; Kedia et al., 2014). 더불어 보상회로인 내측전전두피질과 복측선조체 간의 정보교환(즉 두 영역 간의 연결성, connectivity)이 사회비교 경향성과 관련이 있다는 결과도 보고되었다(Bault et al., 2011; Kang et al., 2013). 본 연구자의 선행연구에서도 개인의 사회비교 경향성은 내측전전두피질과 복측선조체의 기능적 그리고 구조적 연결성과 연관되어 있었다(Jung and Kim, 2020). 보상회로 말고도 다른 영역과의 관련성도 보고 되었다. 비교하는 대상의 우월성에 대한 피드백과 상관없이, 나와 타인을 비교하는 인지적 처리과정 그 자체로 인해 두정내고랑(intraparietal sulcus, IPS)의 활성

이 증가되는 것이 관찰되었다(Cohen Kadosh et al., 2005). 또한 사회비교 과정으로 인해 유발되는 정서를 처리하는데 있어 내측측두엽에 속하는 편도체(amygdala)의 관련성이 제안되었다(Zink et al., 2008). 그러므로 앞서 기술한 선행연구들의 결과를 종합해보았을 때, 사회비교 과정에 있어 자극으로부터 유발되는 정서를 처리(내측측두엽)하고 이로 인한 정서를 조절하거나 자극의 가치를 평가(하측전전두피질)하는 과정이 중요할 것으로 여겨지며, 이 같은 기능을 담당하는 영역들 간의 연결성이 개인의 사회비교 경향성과 관련이 있을 것으로 예상되어진다(Von Der Heide et al., 2013). 실제로, 내측측두엽과 하측전전두피질을 직접적으로 연결하는 백질신경로인 ‘갈고리섬유다발(uncinate fasciculus, UF)’은 보상에 기반한 연합학습 및 사회정서적 정보처리(예: 얼굴표정 인식, 얼굴과 이름 짝짓기, 정서적 공감, 사회정서적 정보에 대한 예민성 등)에 있어 중요한 역할을 하며 이 영역에 손상이 있는 정신질환자들은 사회적 행동에 문제가 있음이 보고되었다(Alm et al., 2015; Oishi et al., 2015; Olson et al., 2015; Metoki et al., 2017; Wang et al., 2018; Toller et al., 2022). 예를 들면, 사회적 행동에 문제를 보이는 조현증 및 자폐증을 지닌 환자들에서 갈고리섬유다발의 손상이 관찰되었다(Von Der Heide et al., 2013; Kawashima et al., 2009; Li et al., 2019). 선행연구들을 통해 사회적 정보에 대한 관심과 사회적 행동의 변화에 있어 갈고리섬유다발이 중요한 역할을 함이 알려졌음에도 불구하고 갈고리섬유다발의 구조적 특성과 개인의 사회비교 경향성 간의 관계가 직접적으로 조사된 적은 없다.

뇌영상을 통해 행동을 예측하는 연구가 과거에는 특정한 과제를 수행하는 동안 동시에 획득한 뇌 활성화 자료에 관심을 가졌다면, 최근 연구들은 과제에 독립적인 자료(task-independent data)를 이용하여 특정한 행동을 예측할 수 있는지에 대해 더욱 관심을 가지게 되었다(Kable and Levy, 2015). 특별히 과제에 독립적이며 뇌의 구조적 연결성을 조사하기 위해서 확산텐서영상이 이용되고 있다(Kable and Levy, 2015; Jung et al., 2018). 확산텐서영상은 물분자의 운동을 이용하여 뇌의 백질 신경로를 영상화하는 기법이다. 물분자는 여러 방향으로 균일하게 이동을 하는데 이를 등방성 확산(isotropic diffusion)이라고 한다. 그러나 뇌의 백질 신경로는 일정한 방향으로 배열된 축삭들로 구성되어있기에 신경로 안에 존재하는 물의 이동은 일정한 방향성을 가지게 되는데 이를 비등방성 확산(anisotropic diffusion)이라고 한다(Ito et al., 2002). 확산텐서영상으로부터 비등방성 정도를 계산하여 얻은 값을 분할 비등방도(fractional

anisotropy, FA)라고 하며 확산텐서 고유값의 평균값은 평균 확산성(mean diffusivity, MD)이라고 한다(아래 ‘방법-영상자료 분석’ 부분의 공식을 참조하세요). 그러므로, FA는 신경로 구조의 방향성에 대한 정보를 제공하는 반면에, MD는 물분자의 평균 확산성을 대표하는 값으로 조직 확산의 크기를 나타내는 지표이다(Alexander et al., 2007). FA가 0이면 조직이 완전히 등방성을 가진 것이며, 1이면 조직이 완전히 비등방성을 지닌 경우를 의미한다. 즉, 조직이 손상되어 물분자의 확산이 여러 방향으로 자유롭게 일어나는 경우 FA는 감소하는 반면, MD는 증가될 수 있다. 이처럼 두 지표값은 신경로의 발달 및 손상을 연구하는데 보편적으로 사용되는 값들이다(Taylor et al., 2004). 그러므로 확산텐서영상을 이용하여 내측측두엽과 하측전전두피질을 연결하는 갈고리섬유다발의 구조적 연결성(즉 영역들 간의 정보처리 역량)과 개인의 사회비교 경향성의 관계를 조사하는 것은 사회비교 경향성의 개인차에 대한 신경 기질을 이해하고 이와 관련된 부적응적 행동을 미리 예측하고 치료하는데 있어 도움을 줄 수 있을 것이다.

많은 표본수와 함께 진행된 대규모($n > 1000$)의 선행연구들에 따르면, INCOM으로 측정된 사회비교 경향성이 나이에 따라 변화하는 것으로 밝혀졌다(Callan et al., 2015; Buunk et al., 2020a). 대부분의 연구에서 성인의 사회비교 경향성은 나이가 증가할수록 선형적으로 감소하는 것으로 보고되었다(Callan et al., 2015). 사회비교 경향성에 있어 성별 차이를 보고한 연구도 존재한다(Urzúa M et al., 2012.; Buunk et al., 2020a; Buunk et al., 2020b). 하지만 더 높은 사회비교 경향성을 지녔다고 보고한 성별에 있어서는 연구들 사이에 결과가 일치하지 않는다. 즉, 여성이 남성보다 사회비교 경향성이 높다고 보고한 연구도 있고(Buunk et al., 2020b), 반대의 결과를 보고한 연구도 있다(Urzúa M et al., 2012). 이전 연구결과들을 종합하였을 때, 한국인을 대상으로 한 본 연구자료에서도 개인의 사회비교 경향성이 나이 및 성별과 같은 인구통계학적 정보와 관련이 있을 것으로 예상된다.

최근 IT기술의 발전과 더불어 의사소통 및 정보공유를 위한 다양한 플랫폼(화상회의 프로그램, SNS 등)의 개발로 인하여 우리는 이전 세대보다 더욱 다양하고 많은 타인의 정보에 쉽게 노출되는 사회에 살고 있다. 학자들은 이로 인해 우리가 과거 어느 때보다 더욱 많은 시간을 사회비교 과정에 할애하고 있다고 제안한다(Vogel et al., 2015). 그러므로 앞서 기술한 선행연구들의 결과 및 제한점을 바탕으로 개인의 사회비교 경향성에 대한 예측인자들을 규명하고자 본 연구에

서는 다음과 같은 연구 목적을 세웠다. 첫째, 개인의 사회비교 경향성이 갈고리섬유다발(UF)의 구조적 특성과 관련이 있는지를 확인하고자 한다. 이를 위해서 우선 참가자로부터 얻은 확산텐서영상을 이용하여 개인의 갈고리섬유다발의 구조적 특성을 계량화한 값으로 FA와 MD를 계산하였다. 또한 확산텐서영상에 대한 전통적인 복셀기반 형태분석을 할 때 나타나는 정렬(alignment) 문제 및 공간적 평판화(spatial smoothing)의 제한점을 보완하고자 본 연구에서는 신경로 기반 공간 통계(tract-based spatial statistic, TBSS; Smith et al., 2006) 기법을 적용하여 신경로가 골격화(skeletonization)되어진 영상을 얻은 후, 이렇게 얻어진 신경로 골격 위에서 갈고리섬유다발의 구조적 특성에 대한 지표값을 추출하였다. 사회비교 경향성과 보상회로의 구조적 연결성 간의 부적의 관련성을 보고한 선행연구에 기초하여 사회비교 경향성이 내측측두엽과 하측전전두피질의 구조적 연결성의 지표인 갈고리섬유다발의 FA와는 부적의 관련성(MD와는 정적의 관련성)을 지니고 있을 것으로 기대하였다. 둘째, 개인의 사회비교 경향성이 나이, 성별, 학력과 같은 인구통계학적 정보들과 각각 어떤 관계에 있는지 그리고 모든 인구통계학적 정보가 동시에 포함된 모델에서 어떤 정보가 영향력이 있는지를 조사하고자 상관분석 및 다중선형회귀분석을 진행하였다. 마지막으로, 앞서 수행한 분석에서 개인의 사회비교 경향성을 설명해주는 인구통계학적 정보와 뇌 자료로부터의 변인들(갈고리섬유다발의 FA 또는 MD)를 함께 포함하는 모델이 얼마나 개인의 사회비교 경향성을 잘 설명해주는지 확인하는 분석을 진행하였다. 본 연구의 결과는 개인의 사회비교 경향성의 예측인자로서 갈고리섬유다발의 기능성 및 인구통계학적 변인들과의 관계를 규명해줌으로써 사회비교 경향성을 예측하는 변인들에 대한 통찰력을 제공해준다.

방 법

참가자

온라인 광고를 통해 모집된 총 115명의 젊고 건강한 성인이 본 연구에 포함되었다. 일단 개인의 다양한 심리적 변인들(동기, 정서 및 성격 등)을 측정하는 설문지가 참가자에게 제공되었고 설문지를 완료한 참가자는 이후 뇌의 구조 및 기능을 스캔하는 뇌영상 촬영에 참여하였다. 자료에 대한 자세한 설명과 일부 결과는 Han et al.(2023)에 발표되었다. 획득한 자료들 중 본 연구에서는 갈고리섬유다발과 사회비교 경향성의 관련성을 규명하고자 확산텐서영상, T1 강조영상

Table 1. Demographic and brain measures

Variables (n = 112)	Mean ± SD	Range (min ~ max)
SCO score §	3.750 ± 0.609	2.09 ~ 5.00
Demographic measures		
Age (years)	22.170 ± 2.822	18 ~ 31
Sex (female/male)	56/56	-
Education (years)	15.027 ± 1.284	13 ~ 19
Brain measures		
Uncinate fasciculus FA	0.514 ± 0.028	0.438 ~ 0.588
Uncinate fasciculus MD	7.39E-04 ± 1.66E-05	6.95E-04 ~ 7.85E-04

§ Social comparison orientation scores were assessed by INCOM scale. Sex was coded as 0 = male and 1 = female. FA, fractional anisotropy; MD, mean diffusivity.

그리고 사회비교 경향성 자료가 사용되었다. 모든 참가자는 실험에 참여하기에 앞서 연구에 대한 설명을 듣고 이해하였다는 동의서에 서명을 하였다. 현 연구의 모든 절차는 가천대학교의 기관검토위원회에 의해 승인을 받았다.

전체 참가자 중 사회비교경향성 설문지를 완료하지 못한 1명과 확산텐션영상을 얻지 못한 2명의 자료가 분석에서 제외되었다. 그러므로 총 112명[56/56 여성/남성; 나이(평균 ± 표준편차), 22.170 ± 2.822 years; 교육년수, 15.027 ± 1.284]의 자료가 최종 분석을 위해 사용되었다(Table 1).

설문지

참가자 각 개인에 대한 사회비교 경향성의 정도는 앞서 서론에서 설명한 아이오와-네덜란드 비교 경향 측정 척도[Iowa-Netherlands Comparison Orientation Measure (INCOM) scale]를 사용하여 평가하였다(Gibbons and Buunk, 1999; Buunk and Gibbons., 2007). 사회비교 경향성은 자신의 능력이나 의견을 타인과 비교하는 성향으로 Festinger(1954)가 사회비교 이론에서 처음 소개하였다. 인간은 자신을 평가하는 본능적 욕구를 지니고 있으며 자신을 평가하는 기준이 없을 경우 타인과의 비교를 통해 자신을 평가한다는 것이다. INCOM 설문지는 개인의 사회비교 경향성을 평가하기 위해서 널리 사용되는 척도로서 11개의 항목으로 구성되어있다(예: “나는 항상 나의 행동을 타인의 행동과 비교하는 것을 좋아한다.”). 각 항목은 5점 리커트 척도로 평가된다(전혀 동의하지 않음 = 1점, 매우 동의함 = 5점). 본 연구에서는 각 개인의 사회비교 경향성 변수로 INCOM 설문지의 모든 항목에 대한 평균값을 사용하였다. 사회비교 경향성 척도를 초기 개발한 Gibbons and Buunk(1999)의 원

본 연구에 포함된 다양한 표본들에 대한 내적 일관성 신뢰도 계수(Cronbach’s)는 0.78~0.85이었다. 본 연구에서는 최윤희(2003)가 번안한 척도를 사용하였다. 최윤희의 연구에서 전체 신뢰도 계수는 0.83이었고, 본 연구의 전체 신뢰도도 0.83이었다.

영상 자료 획득

모든 뇌영상 자료는 Siemens 3T Trio (Siemens, Erlangen, Germany)라는 하나의 자기공명영상 장치로부터 획득하였다. 뇌의 해부학적 고해상도 T1강조영상은 magnetization-prepared rapid gradient echo (MPRAGE) sequence로 얻었다[반복시간(Repetition Time, TR)/에코시간(Echo Time, TE) = 1900/2.52 ms, voxel size = 1.0 × 1.0 × 1.0 mm³, 192 sagittal slices]. 뇌의 백질 연결 구조를 측정하고자 확산텐션영상은 echo planar imaging sequence를 사용하여 수집하였다(TR/TE = 3000/70 ms; flip angle = 90° ; multiband acceleration factor = 3, phase partial Fourier = 6/8, voxel size = 2 × 2 × 2 mm³; 75 interleaved axial slices; 64 diffusion directions with b-values of 1000 s/mm² and 8 images with b-values of 0 s/mm²).

영상 자료 분석

획득한 뇌영상 자료는 FSL(FMRIB software library; <http://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki>)을 사용하여 분석하였다 (Figure 1). 일단 서로 다른 방향의 확산기울기를 이용하여 영상을 획득하는 과정에서 gradient coil에서 발생하는 와전류(eddy current)와 영상 획득 시 참가자로부터 발생하는 motion artifact를 감소하기 위해서 ‘eddy current

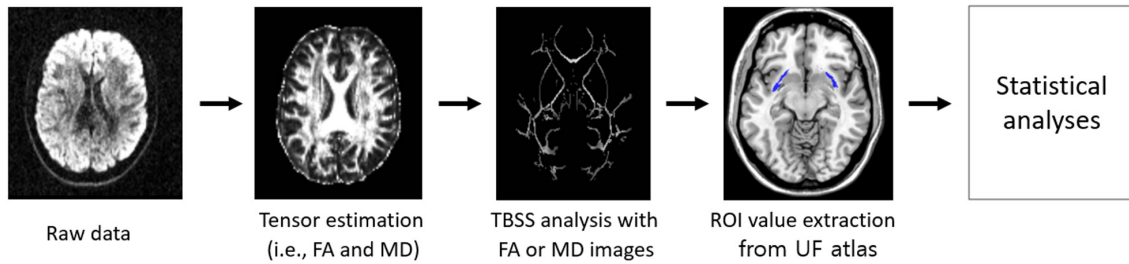


Figure 1. A flowchart of the major steps in data analysis. I estimated fractional anisotropy (FA) and mean diffusivity (MD) values from diffusion tensor imaging data using FSL toolbox. Next, these images were used to create FA or MD TBSS maps. I then extracted FA and MD values from the uncinate fasciculus (UF) region-of-interest (ROI), identified by JHU DTI-based white matter tract atlas. Finally, I performed statistical analyses to examine the relationship between social comparison scores and brain and/or demographic measures.

correction'이라 하는 전처리 과정을 진행하였다. 이 과정을 통해 64개 영상들이 b0의 평균 영상에 비선형 정합 (non-linear registration)을 하였다. 다음으로 확산텐서 계산의 정확성을 높이기 위해서 영상에서 뇌 이외의 부분을 제거하고자 brain extraction 과정을 진행하였고 이를 통해 두개골 부분이 제거된 영상을 생성하였다. 생성된 영상에 대해서 FSL의 'dtifit' 명령어를 적용하여 각각의 복셀에 대한 확산 계수를 계산하여 고유벡터(eigenvector; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)와 고유값(eigenvalue; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)을 얻은 후 다음 공식에 의해 FA와 MD를 계산하여 각 개인에 대한 FA영상과 MD영상이 생성되었다(Taylor et al., 2004; Mukherjee et al., 2008).

$$FA = \frac{\sqrt{(\lambda_1 - \lambda_2)^2 + (\lambda_2 - \lambda_3)^2 + (\lambda_1 - \lambda_3)^2}}{\sqrt{2(\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2)}} \quad MD = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}{3}$$

본 연구의 관심영역인 갈고리섬유다발의 FA와 MD 값을 도출하기 위해서 TBSS 분석을 연이어 진행하였다. 각 FA영상과 MD영상에 대한 신경로 기반 공간 통계 분석과정은 FSL에서 제공한 TBSS UserGuide(<https://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki/TBSS/UserGuide>)를 따라 다음 4가지 절차로 진행하였다; (i) 분석을 위해 자료를 재정리 및 입력하는 절차를 시행하였다. (ii) 모든 영상을 동일한 표준 공간(standard space, $1 \times 1 \times 1$ mm standard space)에 옮기기 위하여 정규화 과정을 수행하였다. (iii) 이후 다시 각각의 영상을 비선형으로 변환하여 표준 영역인 MNI 공간으로 정규화하였다. 모든 참가자에 대한 평균 FA(그리고 MD)영상을 만들고 이렇게 생성된 영상을 통해 평균 skeleton 영상을 생성하였다. (iv) 마지막으로, 평균 skeleton 영상에 대해서 각 개인의 영상을 투영하였다. $FA > 0.2$ 값에 대한 mask 영상을 만들어 이 영상에 포함되지 않은 복셀은 skeleton에서 제거되도록 하였다.

생성된 FA (또는 MD) skeleton 영상으로부터 각 개인의 갈고리섬유다발의 FA와 MD 값은 이미 존재하는 아틀라스(atlas)에 대해 관심영역 분석기법을 적용하여 추출하였다; 즉 JHU(Johns Hopkins University) 백질 신경로 아틀라스(JHU DTI-based white matter tract atlas, <http://cmrm.med.jhmi.edu/>)의 갈고리섬유다발에 해당하는 복셀들의 FA와 MD 값을 모두 추출한 후 평균치를 계산하여 얻었다(Figure 2A). 각 개인의 자료에서 갈고리섬유다발을 규명할 때 주관적인 견해가 개입되지 않고, 재현성과 반복성의 오차를 최소화하고자 아틀라스를 사용하는 방법을 적용하였다. 또한 TBSS 분석을 통해 생성된 skeleton 구조와 JHU 백질 신경로 아틀라스가 가장 잘 부합되기에 본 연구를 위한 아틀라스로 사용하였다(Figure 2B).

통계 분석

통계 분석은 IBM SPSS Statistics V25를 이용하여 수행하였다. 우선 본 연구의 주 목적인 개인의 사회비교 경향성 정도와 갈고리섬유다발의 FA(또는 MD) 간에 유의미한 관련성이 있는지 그리고 본 연구의 주요 변인들 간에는 어떤 관련성이 있는지를 확인하고자 피어슨 상관분석을 진행하였다($p < 0.05$; Table 2).

다음으로 인구통계학적 정보와 뇌 변인들(FA 그리고 MD)을 함께 이용하여 개인의 사회비교 경향성을 예측하는 모델을 만들고자 다중선형회귀모형을 이용한 탐색적 분석을 다음처럼 진행하였다(Table 3). 먼저 모든 인구통계학적 정보(나이, 성별, 그리고 교육년수)를 독립변인으로 넣은 회귀 분석을 수행하여 어떤 인구통계학적 변인이 사회비교 경향성의 개인차에 영향력을 지니고 있는지를 확인하고자 하였다. 이때 회귀모형(즉 모델#1)에는 p 값이 0.2 이하인 변인들만 포함되도록 하였고 변인의 선택은 후진제거법을 사용하였다. 다음으로 앞서 분석을 통해 정의된 인구통계학적 정보(성별

과 교육년수)와 갈고리섬유다발의 FA를 예측변인으로 넣은 모델#2 그리고 정의된 인구통계학적 정보와 갈고리섬유다발의 MD를 예측변인으로 넣은 모델#3에 대한 다중회귀분석을 각각 진행하여 각각의 모델에서 FA 또는 MD가 사회비교 경향성을 유의하게 예측하는지 확인하였다. 이때 뇌 변인들(FA와 MD)을 하나의 모델에 함께 넣지 않고 따로 분리하여 모델을 만든 이유는 두 변인들 간에 강한 상관관계($r = -0.512, p < 0.001$)를 확인하였기 때문이다. 마지막으로 모델#1과 모델#2, 모델#1과 모델#3의 설명력 차이를 검증하고자 내포된 모델(nested model)을 서로 비교하는 분석(R^2 변화에 대한 F-test)을 수행하였다(Table 4).

결 과

변인들에 대한 상관분석 결과

여러 변인들 간에 유의미한 상관관계가 확인되었다(Table 2). 우선 개인의 사회비교 경향성과 뇌 변인들 간에 유의미한 상관이 확인되었다; 갈고리섬유다발의 FA는 사회비교 경향성과 유의미한 부적 상관($r = -0.219, p = 0.020$; Figure

2C)을 보인 반면, 갈고리섬유다발의 MD는 사회비교 경향성과 정적 상관($r = 0.191, p = 0.043$; Figure 2D)을 보였다. FA와 MD 간에는 부적 상관관계($r = -0.512, p < 0.001$)가 관찰되었는데 이는 사회비교 경향성이 FA와는 부적 상관을 MD와는 정적 상관을 보이는 것에 일맥상통한다.

뇌 변인 말고도 인구통계학적 정보들도 사회비교 경향성과 유의미한 관련성이 있었다(Table 2). 나이($r = -0.319, p < 0.001$)와 교육년수($r = -0.297, p = 0.002$)는 사회비교 경향성과 유의미한 부적 상관을 보인 반면, 성별($r = 0.278, p = 0.003$)은 사회비교 경향성과 유의미한 정적 상관을 보였다. 즉 나이가 적을수록, 교육년수가 짧을수록, 여성일수록 사회비교경향성이 높았다[여성 (평균±표준편차), 3.919 ± 0.538 ; 남성, 3.581 ± 0.634 ; t -/ p -values = $3.044/0.003$]. 인구통계학적 정보와 뇌 변인 간에도 유의미한 상관관계가 관찰되었다; 성별은 갈고리섬유다발의 FA($r = -0.208, p = 0.028$)와는 부적 상관을 MD와는 정적 상관($r = 0.296, p = 0.002$)을 보였다. 즉 여성일수록 갈고리섬유다발의 FA는 감소된 반면, MD는 증가되었다. 마지막으로 인구통계학적 정보 간에도 유의미한 상관이 관찰되었다; 나

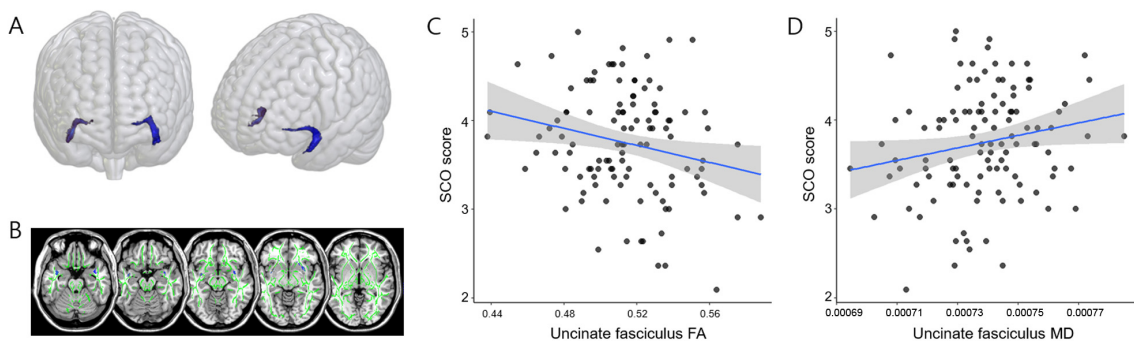


Figure 2. Uncinate fasciculus region-of-interest (UF ROI) mask and results from correlation analyses between social comparison orientation scores and fractional anisotropy (FA; r -/ p -values = $-0.219/0.020$) and mean diffusivity (MD; r -/ p -values = $0.191/0.043$) values extracted from the UF ROI mask.

Table 2. Correlation matrix between variables

	SCO score	Age	Sex	Education	UF FA	UF MD
SCO score	1					
Age	-0.319^{***}	1				
Sex	0.278^{**}	-0.372^{***}	1			
Education	-0.297^{**}	0.770^{***}	-0.161	1		
UF FA	-0.219^*	0.155	-0.208^*	0.078	1	
UF MD	0.192^*	-0.141	0.296^{**}	0.015	-0.512^{***}	1

Values are correlation coefficients. SCO, social comparison orientation; UF, uncinate fasciculus; FA, fractional anisotropy; MD, mean diffusivity. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

이는 성별과는 부적 상관($r = -0.372, p < 0.001$)을 교육년 수와는 정적 상관($r = 0.770, p < 0.001$)을 보였다. 즉 나이가 많을수록 남성이며 교육년수가 길었다.

변인들에 대한 선형회귀 분석 결과

수행한 다중선형회귀분석의 결과는 Table 3에 정리하였다. 모든 인구통계학적 정보들(나이, 성별, 그리고 교육년수)을 동시에 넣어 회귀분석을 수행하였을 때, 성별($t = 2.634, p = 0.010$)과 교육년수($t = -2.883, p = 0.005$)가 사회비교 경향성에 유의미한 영향력을 주는 인구통계학적 예측인자(설명변수)로 모델에 포함되었다(Table 3). 그러므로 성별과 교

육년수를 포함한 모델을 모델#1로 정의하였다. 이후 앞서 정의된 인구통계학적 정보(성별과 교육년수)와 갈고리섬유다발의 FA를 포함한 모델#2에 대한 분석을 수행하였을 때, 성별($t = 2.260, p = 0.026$)과 교육년수($t = -2.827, p = 0.006$)는 여전히 사회비교 경향성에 유의미한 영향을 미쳤으며 갈고리섬유다발의 FA($t = -1.746, p = 0.084$)는 유의미하지는 않지만 특정한 경향(a certain trend)을 보였다. 정의된 인구통계학적 정보와 갈고리섬유다발의 MD를 포함한 모델#3에 대한 분석을 수행하였을 때, 성별($t = 2.085, p = 0.040$)과 교육년수($t = -2.991, p = 0.003$)는 유의미한 영향을 미쳤으나 MD($t = 1.489, p = 0.139$)는 유의한 영향을

Table 3. Summary of regression models with variables predicting social comparison orientation

Model	Unstandardized Coeff.		Standardized	t	p-value	Collinearity Statistics	
	B	S.E.	Beta			Tolerance	VIF
Model#1: Demographic model							
(constant)	-7.31E-06	0.088		0	1		
Sex	0.237	0.090	0.237	2.634	0.010*	0.974	1.027
Education	-0.259	0.090	-0.259	-2.883	0.005*	0.974	1.027
Model#2: Demographic-UF FA model							
(constant)	-7.04E-06	0.087		0	1		
Sex	0.025	0.091	0.205	2.260	0.026*	0.936	1.069
Education	-0.252	0.089	-0.252	-2.827	0.006*	0.972	1.029
UF FA	-0.157	0.090	-0.157	-1.746	0.084	0.955	1.047
Model#3: Demographic-UF MD model							
(constant)	-7.22E-06	0.088		0	1		
Sex	0.194	0.094	0.194	2.075	0.040*	0.885	1.130
Education	-0.268	0.090	-0.268	-2.991	0.003*	0.970	1.031
UF MD	0.138	0.093	0.138	1.489	0.139	0.908	1.101

* $p < 0.05$; UF, uncinate fasciculus; FA, fractional anisotropy; MD, mean diffusivity.

Table 4. Results from comparing two nested models with demographic and brain variables

Model	R	R ²	adjusted R ²	S.E. of the Estimate	Change Statistics				
					R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
Model#1 versus Model#2									
Model#1	0.378	0.143	0.127	0.934	0.143	9.082	2	109	$p < 0.001$
Model#2	0.408	0.166	0.143	0.926	0.024	3.049	1	108	0.084
Model#1 versus Model#3									
Model#1	0.378	0.143	0.127	0.934	0.143	9.082	2	109	$p < 0.001$
Mode#3	0.400	0.160	0.137	0.929	0.017	2.217	1.000	108	0.139

미치지 않았다.

각각의 모델들의 설명계수(R^2) 및 내포된 모델들 간의 설명력을 비교한 결과는 Table 4에 정리하였다. 각각의 모델에 대한 설명계수는 다음과 같았다: 모델#1($R^2 = 0.127$), 모델#2($R^2 = 0.143$), 그리고 모델3($R^2 = 0.137$). 설명계수의 크기는 모델#1 < 모델#3 < 모델#2 순으로 커졌다. 모델#1과 모델#2를 직접적으로 비교하였을 때 즉 인구통계학적 정보만 지닌 모델#1에 갈고리섬유다발의 FA를 포함하는 것이 유의미하게 모델을 개선시키지는 못했지만 사회비교 경향성을 좀 더 설명하는 경향을 보였다(R^2 change = 0.024, F -change(1, 108) = 3.049, $p = 0.084$). 모델#1과 모델#3를 비교하였을 때 즉 인구통계학적 정보에 갈고리섬유다발의 MD를 모델에 포함시키는 것은 사회비교 경향성을 예측하는데 영향을 미치지 못하였다(R^2 change = 0.017, F -change(1, 108) = 2.217, $p = 0.139$).

논 의

본 연구에서는 건강하고 젊은 성인을 대상으로 개인의 사회비교 경향성에 대한 예측인자로서 갈고리섬유다발의 구조적 특성이 사용 가능한지를 알아보고자 확산텐서영상 자료에 대해 신경로 기반 공간 통계분석을 진행하여 두 변인 간의 연관성을 조사하였다. 또한 탐색적 목적으로 개인의 사회비교 경향성을 예측하는 인자로서 갈고리섬유다발의 구조적 특성 뿐만 아니라 나이, 성별, 교육년수와 같은 인구통계학적 정보들도 함께 조사해보았다. 분석을 통하여 본 연구에서는 다음의 결과들을 확인하였다. 첫째, 갈고리섬유다발의 FA(MD)와 개인의 사회비교 경향성 간에 부적(정적)연합을 관찰하였다. 둘째, 개인의 사회비교 경향성은 각각의 인구통계학적 정보와 유의미한 관련성을 지니고 있었다. 즉 나이와 교육년수와는 부적인 연합을 지녔고, 성별의 영향도 확인되었다. 인구통계학적 정보들 중 성별과 교육년수를 함께 포함한 모델이 사회비교 경향성을 잘 설명해주는 것으로 확인되었다. 마지막으로 비록 유의미한 모델의 개선을 보이진 않았지만, 인구통계학적 정보만 지닌 모델보다 갈고리섬유다발의 구조적 특성을 추가하였을 때 설명계수가 증가되는 것을 관찰하였다. 본 연구 결과는 사회비교 경향성의 신경적 기초에 대한 우리의 이해를 증진시키고 개인의 사회비교 경향성에 대해 가능한 예측인자들을 제안한다.

갈고리섬유다발은 하측전두피질과 편도체를 포함하는 내측측두엽 부위를 연결시켜주는 양방향 백질 신경로(a bidirectional white matter tract)이다(Ebeling and von

Cramon, 1992; Kier et al., 2004; Lehman et al., 2011). 선행연구에 따르면, 갈고리섬유다발은 일화기억, 언어, 그리고 사회 및 정서적 정보처리와 관련된 역할을 하기 때문에 (Murray et al., 2005; Olson et al., 2007; Von Der Heide et al., 2013), 이 부위의 손상은 여러 정신병리와 연관되어 있다고 제안되어왔다(Park et al., 2004; Baur et al., 2012; Von Der Heide et al., 2013). 더불어, 일부 학자들은 갈고리섬유다발의 주요한 기능은 보상과 처벌의 정보들을 기록하고 처리함으로써 가치에 따른 의사결정(valence-based decision) 및 행동을 수정하는 기능이라고 하였다(Gutnikov et al., 1997; Von Der Heide et al., 2013). 그러므로 선행 연구들의 결과를 종합해보았을 때, 이 부위는 사회적 보상과 처벌의 기록을 통해 유발되는 사회 및 정서적 기억과 학습에 영향을 줄 것으로 제안되어진다. 실제로 본 연구에서 갈고리섬유다발의 구조적 특성과 사회비교경향성의 관련성을 분석한 결과 두 변인들 간에 유의미한 연합이 관찰되었다.

확산텐서영상은 백질 신경로를 구성하는 수초화된 축삭의 다발(bundles of myelinated axons) 안에 물 분자의 운동을 이용한다. 뇌 안에 백질 신경로(즉 축삭다발)가 잘 발달되어 있다면 물 분자는 축삭다발을 따라 특정한 방향으로 이동하게 되는데 이는 FA를 증가시키거나 MD를 감소시킬 수 있다. FA가 1이면 완전히 비등방성을 지닌 경우를 의미한다. 그러므로, 정상인에서 FA값이 1에 가깝게 클수록 MD값이 작을수록 특정한 영역을 연결하는 백질 신경로(예로 내측측두엽과 하측전두피질을 연결하는 갈고리섬유다발)가 잘 발달되어 있는 것이며, 이는 두 영역들 간에 서로 정보의 교환이 원활히 이루어지고 있다고 해석할 수 있다(Taylor et al., 2004). 반면에 신경로에 손상은 FA를 감소시키거나 MD를 증가시킬 수 있다. 즉 확산텐서영상으로 계산되는 FA와 MD 두 지표는 신경로의 발달 및 손상 정도를 계량화하는 값으로 일반적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 내측측두엽과 하측전두피질을 직접적으로 연결시켜주는 갈고리섬유다발의 FA가 작을수록 (MD가 클수록) 개인의 사회비교경향성이 크다고 관찰되었다. 갈고리섬유다발이 사회정서적 정보를 처리하는데 있어 중요한 역할을 한다는 점과 확산텐서영상에서 계산된 FA와 MD가 이 신경로의 발달 정도 및 이 신경로를 통해 처리되는 정보량을 대변해주는 지표라는 점을 간주하였을 때, 갈고리섬유다발의 FA가 작거나 MD가 클수록 이 신경로에서 처리되는 사회적 정보량은 적을 것(즉 정보처리 역량 및 효율성이 떨어짐)으로 유추해볼 수 있다. 즉 갈고리섬유다발의 FA가 작거나 MD가 큰 사람들은 이 신경로를 통해 처리되는 사회비교 정보량의 감소로 인해 더 자주 사회비

교 과정을 하게 되었을 것으로 추측해볼 수 있다. 신경로를 구성하는 영역 간의 정보처리 역량과 효율성의 관점에서 또 다른 보상적 전략(compensatory strategy)에 대한 해석도 가능하다. 예를 들면, 같고리섬유다발은 보상(reward)에 기반한 학습(즉 보상을 통한 행동의 변화)에도 관여하는 것으로 알려져 있다(Alm et al., 2015). 그러므로 같고리섬유다발의 연결강도가 낮은 사람들은 보상과 처벌에 대한 위계적 모형을 만드는데 효율적이지 않아 그로 인한 보상적 전략으로 사회비교 경향성이 높아진 것으로 유추해볼 수도 있겠다. 또 다른 가능한 해석은 INCOM의 측정치는 단순히 사회비교 정보를 처리하는 능력과는 별개로 타인을 과의식하는 경향을 나타내는 지표일 수도 있다는 것이다. 즉 사회정서적 정보가 입력되는 내측측두엽과 입력된 정보를 조절하고 행동의 변화를 유도하는 하측전두피질 간의 연결성의 감소(FA의 감소 및 MD의 증가)가 타인에 대한 정보, 즉 사회정서적 정보에 대한 예민성에 영향을 미쳤을 것으로 유추해볼 수도 있겠다(Toller et al., 2022). 위에 기술한 해석들은 선행연구들에 기반하여 추론한 것이기에 실제로 어떤 해석이 맞는지를 밝히기 위해서 같고리섬유다발의 구조적 특성, 사회비교 경향성, 사회정보에 대한 예민성, 그리고 보상과 처벌에 대한 정보처리 능력을 함께 조사하는 연구가 추후 필요하겠다.

본 연구에서는 또한 변인들 간의 상관분석을 통해 여러 인구통계학적 정보들과 개인의 사회비교 경향성 간의 다양한 연합을 확인하였다. 선행연구의 결과와 마찬가지로(Callan et al., 2015; Buunk et al., 2020a), 본 연구에서도 교육년수와 나이에 해당하는 값이 클수록 사회비교 경향성이 감소하는 것을 관찰하였다. 우선 자기가 한 일에 대한 평가를 사회비교 과정의 역할로 간주해본다면, 성취의 지표로 사용되기도 하는 교육년수가 높을수록 사회비교 경향이 줄어드는 본 연구의 결과는 일반적으로 예상되어지는 결과이다. 높은 교육년수가 성취에 대한 피드백으로 작용하기에 교육년수가 높을수록 남과 직접적인 비교를 덜 하는 것으로 추측해볼 수 있겠다. 나이와 사회비교 경향성에 대한 관련성을 보고한 여러 선행연구들도 존재한다. 비록 한 연구에서는 사회비교 경향성과 나이 간에 U자형 곡선효과(60세까지 감소하다가 그 이후 증가되는 형태)를 보고하기도 했지만(Buunk et al., 2020b), 대부분의 연구들에서 본 연구결과와 동일하게 나이가 많을수록 사회비교 경향성은 선형적으로 감소하는 패턴을 보고하였다(Callan et al., 2015). 나이가 들수록 사회비교 경향성이 감소하는 이유는 불명확하나 선행연구를 참조하였을 때 다음과 같은 해석을 해볼 수는 있겠다(Buunk et al., 2020b). 일반적으로 인생에서 초기 성인기일 때 정

체성과 성취를 얻고자 도전적인 일에 대해 다른 나이에 보다 많은 시간을 고군분투한다(Erikson and Erikson, 1998; Heckhausen and Wrosch, 2010; Kroger, 2015). 그러기에, 젊을수록 내가 누구이며 일은 잘하고 있는지 평가받고자 남과 더 비교하는 경향이 있는 거라고 제안해볼 수 있겠다. 선행 연구에서 삶의 스트레스가 높을수록 즉 심적 평안(psychological well-being)이 낮을수록 사회비교 경향성이 높았다(Gibbons and Buunk, 1999). 그러므로 나이에 따른 심적평안과 스트레스의 변화가 사회비교 경향성에 영향을 미쳤을 것으로 해석해볼 수도 있겠다. 이같은 견해를 입증하기 위해서는 향후 사회비교 경향성과 다양한 심리적 변인들(예: 성취동기, 심적평안, 스트레스 등) 간의 관계에서 나이가 어떤 영향을 미치는지를 규명하는 연구가 필요하겠다.

또한 본 연구에서는 사회비교 경향성에 있어 성별의 효과가 관찰되었다. 여성이 남성보다 사회비교 경향성이 큰 것으로 나타났다. 선행연구에서도 동일한 결과를 보고한 연구들이 존재한다(Buunk et al., 2020a; Buunk et al., 2020b). 선행연구에서는 그 이유를 다음과 같이 해석하였다. 사회비교 경향성과 스트레스의 관련성을 간주하였을 때, 여성이 남성보다 스트레스에 예민하기 때문에 여성의 사회비교 경향성이 큰 것으로 제안하였다(Shchebetenko, 2017; Buunk et al., 2020b). 또한 여성이 남성보다 스트레스에 예민한 것은 사회에서의 남녀의 불평등으로 인해서 유발되는 스트레스가 여성에게 더 많아서 일 수 있다고 제안하였다(Eek and Axmon, 2015). 본 연구에서 관찰한 결과와 반대로 남성이 여성보다 큰 사회비교 경향성을 보고한 연구도 존재한다(Urzuía M et al., 2012). 예를 들면, 스페인 사람들을 대상으로 한 연구에서는 본 연구와 동일하게 여성이 더 높았지만, 중국인 또는 칠레인을 대상으로 한 연구에서는 남성이 여성보다 사회비교 경향성이 높았다(Urzuía M et al., 2012.; Buunk et al., 2020a). 이와 같은 결과의 차이는 사회비교 경향성과 성별 간의 관계에 있어 문화적 영향이 존재함을 시사해준다. 향후 연구에서는 사회비교경향성의 성차에 있어 문화가 어떤 영향을 미치는지를 규명해야 하겠다.

본 연구에서는 탐색적 목적으로 인구통계학적 정보와 뇌 변인들을 함께 사용하여 개인의 사회비교 경향성을 예측하는 모델을 개발하고자 다양한 회귀분석을 수행하였다. 인구통계학적 정보와 함께한 분석에서 성별과 교육년수가 사회비교 경향성에 유의미한 영향을 미치는 예측인자로 모델에 남았고 나이는 제외되었다. 이는 상관분석에서 확인하였듯이 나이와 교육년수 사이에 강한 상관관계로 인해서 일 것이다. 인구통계학적 정보만 포함한 모델#1에 뇌 변인을 추가하는 것이

통계적으로 유의미하게 모델을 개선시키지는 못하였지만, 같고리섬유다발 FA를 추가한 모델#2 그리고 MD를 추가한 모델#3의 설명계수가 모델#1의 설명계수 보다는 더 컸다. 특별히 같고리섬유다발 FA가 추가된 모델#2에서 FA는 사회비교 경향성에 특정한 방향으로 영향을 주는 경향을 보였다($t = -1.746, p = 0.084$). 또한 유의미하지 않지만 모델#2가 모델#1보다 개선된 경향(R^2 change = 0.024, F -change(1, 108) = 3.049, $p = 0.084$)을 보여주었다. 그러므로, 사회비교 경향성을 예측하는 인구통계학적 변인과 함께 적절한 뇌 변인을 추가하는 것은 개인의 사회비교 경향성을 예측하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 같고리섬유다발의 FA와 MD가 개별적으로는 사회비교 경향성을 유의미하게 예측하였으나 인구통계학적 변인들과 함께 한 모델에서는 그 영향력이 유의미 하지 않았다. 이는 사회비교 경향성이 본 연구에서 우리가 주목한 같고리섬유다발의 구조적 특성 말고도 다양한 뇌영역들의 구조 및 기능적 특성과 연합되어 일어나는 행동이기 때문일 것이다. 그러므로 추후 사회비교 경향성의 개인차의 신경 기질에 대한 더욱 많은 연구 결과들이 축적되고 그 결과들을 잘 정련한다면, 뇌영상 자료가 다른 인구통계학적 정보들 보다 더욱 정확하게 사회비교 경향성을 예측할 수 있을 것이다.

본 연구는 향후 연구에서 다루어야 할 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구는 횡단적 디자인을 통해 얻어진 자료를 사용하였기에 본 연구에서 관찰한 특정 변인과 사회비교 경향성 간의 연합에서의 인과관계를 설명하는데 있어 한계가 있다. 다시 말해, 본 연구에서 관찰한 연합들이 특정한 변인들로 인한 직접적인 결과(인과관계)인지 아니면 단순히 사회비교경향성의 개인차를 반영하고 있는지 불명확하다. 특히나 뇌는 고정되어있는 것이 아니라 노화에 따라 변화하기 때문에 향후 종단적 디자인을 적용한 연구를 통해 변인들 간의 인과관계를 명확히 해야할 필요가 있겠다. 둘째, 본 연구에서는 확산텐서영상을 이용하여 같고리섬유다발의 구조적 특성과 사회비교 경향성의 관계를 조사하였으나 이 같은 관련성이 같고리섬유다발의 기능적 연결성과도 관련이 있는지 향후 연구를 통해 알아보는 것도 가치 있는 연구일 것이다. 마지막으로, 본 연구에 포함된 연령대(18~31세)의 범위가 넓지 않기 때문에 본 결과를 일반화하기 위해서는 좀 더 넓은 연령대를 포함한 연구를 통해 결과를 재확인할 필요가 있다.

결론적으로 본 연구는 확산텐서영상을 이용하여 개인의 사회비교 경향성에 대한 예측인자로서 같고리섬유다발의 구조적 특성이 가능한지를 조사하였다. 분석을 통해 같고리섬

유다발의 구조적 특성과 사회비교 경향성의 관련성이 확인되었다. 또한 선행연구에서 보고되었던 개인의 인구통계학적 특성이 사회비교 경향성과 관련이 있음이 재확인하였다. 본 연구의 결과는 사회비교 경향성의 신경기초로서 제안되었던 보상회로와 더불어 같고리섬유다발 또한 주요한 역할을 한다는 실제적 증거를 제공해줌으로써 사회비교 경향성의 개인차의 신경 기질에 대한 우리의 지식을 증진시킨다. 또한 같고리섬유다발의 구조적 특성 및 인구통계학적 정보들과의 관련성을 확인함으로써 사회비교 경향성의 예측인자에 대한 중요한 통찰을 제공해준다.

References

Alexander, A.L., Lee, J.E., Lazar, M., & Field, A.S. (2007). Diffusion tensor imaging of the brain. *Neurotherapeutics*, 4(3), 316-329.

Alm, K.H., Rolheiser, T., Mohamed, F.B., & Olson, I.R. (2015). Fronto-temporal white matter connectivity predicts reversal learning errors. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 343.

Bault, N., Joffily, M., Rustichini, A., & Coricelli, G. (2011). Medial prefrontal cortex and striatum mediate the influence of social comparison on the decision process. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 16044-16049.

Baur, V., Hänggi, J., & Jäncke, L. (2012). Volumetric associations between uncinate fasciculus, amygdala, and trait anxiety. *BMC Neuroscience*, 13, 4.

Buckley, F.H. (2014). Schadenfreude and laughter. In van Dijk, W. W. & Ouwkerk, J. W. (Eds.), *Schadenfreude: Understanding pleasure at the misfortune of others*. (pp. 219-226). New York, NY: Cambridge University Press.

Buunk, A.P., & Gibbons, F.X. (2007). Social comparison: the end of a theory and the emergence of a field. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 102, 3-21.

Buunk, A.P., & Dijkstra, P. (2014). Social comparison orientation and perspective taking as related to responses to a victim. *Psychology*, 5, 441-450.

Buunk, A., Barelds, D., Urzúa, M., Zurriaga, R., González-Navarro, P., Dijkstra, P., & Gibbons, F. (2020a). The psychometric structure of the spanish language version of the Iowa-Netherlands comparison orientation measure in Spain and Chile. *The Spanish Journal of Psychology*,

- 23(E9), 1-10.
- Buunk, A.P., Dijkstra, P.D., & Bosma, H.A. (2020b). Changes in social comparison orientation over the life-span. *Journal of Clinical & Developmental Psychology, 2*(2), 1-11.
- Callan, M.J., Kim, H., & Matthews, W.J. (2015). Age differences in social comparison tendency and personal relative deprivation. *Personality and Individual Differences, 87*, 196-199.
- Choi, Y. (2003). The effects of stress, locus of control and social comparison orientation on level of depression. M.A. thesis, the Catholic University of Korea.
- Cohen Kadosh, R., Henik, A., Rubinsten, O., Mohr, H., Dori, H., & van de Ven, V. et al. (2005). Are numbers special? The comparison systems of the human brain investigated by fMRI. *Neuropsychologia, 43*, 1238-1248.
- Dvash, J., Gilam, G., Ben-Ze'ev, A., Hendler, T., & Shamay-Tsoory, S.G. (2010). The envious brain: the neural basis of social comparison. *Human Brain Mapping, 31*, 1741-1750.
- Ebeling, U., & von Cramon, D. (1992). Topography of the uncinate fascicle and adjacent temporal fiber tracts. *Acta Neurochirurgica (Wien), 115*, 143-148.
- Eek, F., & Axmon, A. (2015). Gender inequality at home is associated with poorer health for women. *Scandinavian Journal of Public Health, 43*, 176-182.
- Erikson, E.H., & Erikson, J.M. (1998). The life cycle completed (extended version). New York, NY: W.W. Norton & Company.
- Festinger L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations, 7*(2), 117-140.
- Fliessbach, K., Weber, B., Trautner, P., Dohmen, T., Sunde, U., Elger, C.E., & Falk, A. (2007). Social comparison affects reward-related brain activity in the human ventral striatum. *Science, 318*(5854), 1305-1358.
- Gibbons, F.X., & Buunk, B.P. (1999). Individual differences in social comparison: The development of a scale of social comparison orientation. *Journal of Personality and Social Psychology, 76*, 129-142.
- Gilbert, P., Price, J., & Allan, S. (1995). Social comparison, social attractiveness and evolution: How might they be related? *New Ideas in Psychology, 13*, 149-165.
- Gutnikov, S.A., Ma, Y.Y., Buckley, M.J., & Gaffan, D. (1997). Monkeys can associate visual stimuli with reward delayed by 1 s even after perirhinal cortex ablation, uncinate fascicle section or amygdectomy. *Behavioural Brain Research, 87*, 85-96.
- Haber, S.N., & Knutson, B. (2010). The reward circuit: linking primate anatomy and human imaging. *Neuropsychopharmacology, 35*(1), 4-26.
- Han, H.J., Lee, S., & Jung, W.H. (2023). The involvement of the posterior parietal cortex in promotion and prevention focus. *Current Psychology*, in press. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-03731-6>.
- Heckhausen, J., & Wrosch, C. (2010). A motivational theory of life-span development. *Psychological Review, 117*, 32-60.
- Ito, R., Mori, S., & Melhem, E.R. (2002). Diffusion tensor brain imaging and tractography. *Neuroimaging Clinics of North America, 12*(1), 1-19.
- Jung, W.H., Lee, S., Lerman, C., & Kable, J.W. (2018). Amygdala functional and structural connectivity predicts individual risk tolerance. *Neuron, 98*, 394-404.e4.
- Jung, W.H., & Kim, H. (2020). Intrinsic functional and structural brain connectivity in humans predicts individual social comparison orientation. *Frontiers in Psychiatry, 11*, 809.
- Kable, J.W., & Levy, I. (2015). Neural markers of individual differences in decision-making. *Current Opinion in Behavioral Sciences, 5*, 100-107.
- Kang, P., Lee, Y., Choi, I., & Kim, H. (2013). Neural evidence for individual and cultural variability in the social comparison effect. *Journal of Neuroscience, 33*, 16200-16208.
- Kawashima, T., Nakamura, M., Bouix, S., Kubicki, M., Salisbury, D.F., & Westin, C.F., et al. (2009). Uncinate fasciculus abnormalities in recent onset schizophrenia and affective psychosis: a diffusion tensor imaging study. *Schizophrenia Research, 110*, 119-126.
- Kedia, G., Mussweiler, T., & Linden, D.E. (2014). Brain mechanisms of social comparison and their influence on the reward system. *Neuroreport, 25*, 1255-1265.
- Kier, E.L., Staib, L.H., Davis, L.M., & Bronen, R.A. (2004). MR imaging of the temporal stem: anatomic dissection tractography of the uncinate fasciculus, inferior occipitofrontal fasciculus, and Meyer's loop of the optic radiation. *American Journal of Neuroradiology, 25*, 677-691.
- Kroger, J. (2015). Identity development through adulthood: The move toward "wholeness". In: K. C. McLean & S. Moin (Eds.), *The Oxford handbook of identity development* (pp. 65-80). Oxford: Oxford University Press.

- Lehman, J.F., Greenberg, B.D., McIntyre, C.C., Rasmussen, S.A., & Haber, S.N. (2011). Rules ventral prefrontal cortical axons use to reach their targets: implications for diffusion tensor imaging tractography and deep brain stimulation for psychiatric illness. *Journal of Neuroscience*, *31*, 10392-10402.
- Li, Y., Zhou, Z., Chang, C., Qian, L., Li, C., & Xiao, T., et al. (2019). Anomalies in uncinate fasciculus development and social defects in preschoolers with autism spectrum disorder. *BMC Psychiatry*, *19*, 399.
- Metoki, A., Alm, K.H., Wang, Y., Ngo, C.T., & Olson, I.R. (2017). Never forget a name: white matter connectivity predicts person memory. *Brain Structure and Function*, *222*, 4187-4201.
- Mukherjee, P., Berman, J.I., Chung, S.W., Hess, C.P., & Henry R.G. (2008). Diffusion tensor MR imaging and fiber tractography: theoretic underpinnings. *AJNR American Journal of Neuroradiology*, *29*, 632-640.
- Murray, E.A., Graham, K.S., & Gaffan, D. (2005). Perirhinal cortex and its neighbours in the medial temporal lobe: contributions to memory and perception. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *58B*, 378-396.
- Oishi, K., Faria, A.V., Hsu, J., Tippet, D., Mori, S., & Hillis, A.E. (2015). Critical role of the right uncinate fasciculus in emotional empathy. *Annals of Neurology*, *77*, 68-74.
- Olson, I.R., Plotzker, A., & Ezzyat, Y. (2007). The enigmatic temporal pole: a review of findings on social and emotional processing. *Brain*, *130*, 1718-1731.
- Olson, I.R., Von Der Heide, R.J., Alm, K.H., & Vyas, G. (2015). Development of the uncinate fasciculus: Implications for theory and developmental disorders. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *14*, 50-61.
- Park, H.J., Westin, C.F., Kubicki, M., Maier, S.E., Niznikiewicz, M., & Baer, A., et al. (2004). White matter hemisphere asymmetries in healthy subjects and in schizophrenia: a diffusion tensor MRI study. *Neuroimage*, *23*, 213-223.
- Shchebetenko, S. (2017). Reflexive characteristic adaptations explain sex differences in the Big Five: But not in neuroticism. *Personality and Individual Differences*, *111*, 153-156.
- Smith, S.M., Jenkinson, M., Johansen-Berg, H., Rueckert, D., Nichols, T.E., Mackay, C.E., Watkins, K.E., Ciccarelli, O., Cader, M.Z., Matthews, P.M., & Behrens, T.E. (2006). Tract-based spatial statistics: voxelwise analysis of multi-subject diffusion data. *Neuroimage*, *31*(4), 1487-1505.
- Swallow, S.R., & Kuiper, N.A. (1998). Social comparison and negative self-evaluations: an application to depression. *Clinical Psychology Review*, *8*(1), 55-76.
- Taylor, W.D., Hsu, E., Krishnan, K.R., & MacFall, J.R. (2004). Diffusion tensor imaging: background, potential, and utility in psychiatric research. *Biological Psychiatry*, *55*(3), 201-207.
- Toller, G., Mandelli, M.L., Cobigo, Y., Rosen, H.J., Kramer, J.H., & Miller, B.L., et al. (2022). Right uncinate fasciculus supports socioemotional sensitivity in health and neurodegenerative disease. *Neuroimage: Clinical*, *34*, 102994.
- Urzúa M.A., Zúñiga B.P., & Buunk, A.P. (2012). La edad y el sexo en la Orientación a la Comparación Social. *Terapia Psicológica*, *30*, 79-88.
- Vogel, E.A., Rose, J.P., Okdie, B.M., Eckles, K., & Franz, B. (2015). Who compares and despairs? The effect of social comparison orientation on social media use and its outcomes. *Personality and Individual Differences*, *86*, 249-256.
- Von Der Heide, R.J., Skipper, L.M., Klobusicky, E., & Olson, I.R. (2013). Dissecting the uncinate fasciculus: disorders, controversies and a hypothesis. *Brain*, *136*(Pt 6), 1692-1707.
- Wang, Y., Metoki, A., Alm K.H., & Olson, I.R. (2018). White matter pathways and social cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *90*, 350-370.
- White, J.B., Langer, E.J., Yariv, L., & Welch, J.C. (2006). Frequent social comparisons and destructive emotions and behaviors: the dark side of social comparisons. *Journal of Adult Development*, *13*, 36-44.
- Zink, C.F., Tong, Y., Chen, Q., Bassett, D.S., Stein, J.L., & Meyer-Lindenberg, A. (2008). Know your place: neural processing of social hierarchy in humans. *Neuron*, *58*, 273-283.

사회비교 경향성의 개인차에 대한 신경 기질: 확산텐서영상 연구

정위훈

가천대학교 심리학과

사회비교 경향성(social comparison orientation, SCO)은 자신을 다른 사람과 비교하는 정도(경향)를 의미하는데 이 같은 사회비교 경향성은 사람들 간에 상당히 다르다. 개인의 사회비교 경향성은 실생활의 다양한 결과들과 연관이 있기 때문에 사회비교 경향성의 개인차를 이해하는 것은 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 건강한 젊은 성인의 확산텐서영상(diffusion tensor imaging) 자료를 이용하여 개인의 사회비교 경향성과 사회적-정서적 처리와 관련된 갈고리섬유다발(uncinate fasciculus, UF)의 분할 비등방도(fractional anisotropy, FA) 및 평균확산도(mean diffusivity, MD) 간의 상관관계 뿐만 아니라 개인의 사회비교 경향성과 각각의 인구통계학적 특성들(나이, 성별, 교육기간) 간의 상관관계를 조사하였다. 또한 인구통계학적 변수만 있는 모델과 인구통계학적 변수 및 뇌 변수가 함께 있는 모델이 개인의 사회비교 경향성을 예측하는 능력을 조사하고자 다중회귀분석을 수행하였다. 상관분석을 통해 사회비교 경향성과 갈고리섬유다발의 FA 및 MD 간에 중요한 관계가 있음이 관찰되었다. 또한 나이와 교육년수는 개인의 사회비교 경향성과 부적 상관을 지녔고, 여성이 남성보다 사회비교 경향성이 높은 것을 확인하였다. 다중회귀분석결과 성별, 교육년수, 그리고 갈고리섬유다발의 FA가 함께한 모델이 개인의 사회비교경향성을 가장 잘 예측하였다. 이러한 결과들은 사회비교 경향성에 있어 갈고리섬유다발 및 다양한 인구통계학적 정보와의 관련성을 보여줌으로써 개인의 사회비교 경향성의 예측 마커에 대한 새로운 통찰력을 제공해준다.

주제어: 확산텐서영상, 개인차, 예측인자, 사회비교 경향성, 갈고리섬유다발