

Traumatic Spinal Cord Injury에 대한 우울감과 관련된 내재적 뇌 활성화도 변화:

resting state fMRI

김윤지^{1*}, 박은희^{2,3}, 김승호¹, 정태두^{2,3}, 장용민^{1,4,5}

경북대학교 의용생체공학과¹

경북대학교병원 재활의학과²

경북대학교 의과대학 재활의학과교실³

경북대학교병원 방사선과⁴

경북대학교 의과대학 진단방사선과학교실⁵

Spontaneous brain activity associated with depression on traumatic Spinal Cord Injury:

resting state fMRI

Yun Ji Kim^{1*}, Eunhee Park^{2,3}, Seungho Kim¹, Taedu Jung^{2,3}, Yongmin Chang^{1,4,5}

Department of Medical & Biological Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea

Department of Rehabilitation Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41944, Korea

Department of Rehabilitation Medicine, Kyungpook National University Chilgok Hospital, Daegu 41404, Korea

Department of Radiology, Kyungpook National University Hospital, Daegu, Republic of Korea

Department of Molecular Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea

* jeanne1075@knu.ac.kr

Abstract

Spinal Cord Injury (SCI) is caused by variety of causes as spinal trauma or spinal non-trauma. The depression has been known as had association with SCI. Several studies were reported no difference on depression between traumatic and non-traumatic SCI. However, the difference between traumatic and non-traumatic SCI is little demonstrated for alteration of spontaneous brain activity associated with depression. Therefore, we aimed to investigate difference of Power Spectral Density (PSD) between traumatic and non-traumatic SCI patients. Significant results were shown differences on brain regions such as Occipital Pole, Precentral Gyrus, Lateral Occipital Cortex, Caudate, Thalamus, Hippocampus, Occipital Fusiform Gyrus, Postcentral Gyrus, Superior Frontal Gyrus, and Supramarginal Gyrus. There was a positive correlation between the PSD of hippocampus area and the Beck Depression Inventory (BDI). Our results suggest that the change of brain activity is associated with depression under not non-traumatic but traumatic SCI.

1. 연구 배경

Spinal Cord Injury (SCI)는 외상성 혹은 비외상성 척수 손상 등 다양한 원인에 의해 발병된다. 선행연구에 의하면 traumatic SCI와 non-traumatic SCI 사이에서 우울감 정도의 차이는 유의미하지 않는 것으로 보고되었다 [1]. 그러나 traumatic SCI와 non-traumatic SCI 간 우울감과 관련된 내재적인 뇌활성도의 변화는 거의 연구되지 않았다 [2]. 우리는 traumatic SCI와 non-traumatic SCI 사이의 내재적 뇌활성도 차이를 보는데 중점을 두었다. 또한 내재적 뇌활성도의 변화와 우울감 정도 사이의 연관성을 보는데 초점을 맞추었다.

2. 연구 방법

실험에 참여한 피험자는 traumatic SCI 환자 15명과 non-traumatic SCI 환자 11명으로 구성되었다. 피험자들은 모두 Beck Depression Inventory (BDI)와 Visual Analogue Scale(VAS) 점수를 측정했다.

모든 뇌 영상은 GE 3.0T MR scanner로 획득했다. 휴지기 기능적 자기공명영상은 Echo Planar-Imaging (EPI, TR = 2000ms, TE = 30ms, FOV = 23cm², matrix = 64X64)을, 해부학적인 영상은 T1 강조 영상 획득 기법인 3D fast spoiled gradient echo (TR = 8.5ms, TE = 3.2ms, FOV = 25.6cm², matrix = 256X256) 이용했다.

기능적 자기공명영상은 머리 움직임 등으로 일어난 영상 왜곡을 교정하기 위해 statistical parametric mapping toolbox (SPM12; <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>)를 사용하여 전처리되었다. 세부적인 단계로는 slice-timing, realignment, co-registration, normalization (MNI template) 그리고 smoothing (6mm gaussian kernel) 과정이 포함되었다.

전처리된 기능적 자기공명영상은 functional connectivity toolbox (CONN; <https://web.conn-toolbox.org/>)를 이용하여 Power Spectral Density (PSD)를 측정하기 위해 Fractional amplitude of low-frequency fluctuation (fALFF)를 진행했다. Denoising step에서는 (0.008~0.09 band pass filter)를 적용했으며, CSF, White Matter, motion and outlier effect를 제거했다.

traumatic SCI 환자와 non-traumatic SCI 환자간 유의미한 PSD 차이를 보기 위해 two sample t-test (p-FDR corrected threshold: p<0.05, voxel threshold: p<0.001)를 진행했다. traumatic SCI와 non-traumatic SCI 간의 유의미한 차이를 보인 hippocampus 영역에 대해 Region of Interest (ROI)를 만들었으며, 이 ROI의 PSD 값을 추출하기 위해 REX toolbox (<https://www.nitrc.org/projects/rex>)를 이용했다.

획득된 PSD 값과 BDI의 상관관계 분석을 위해 jasp (jasp-stats.org, version 0.15)를 썼다. 이때 통증에 대한 영향은 covariate으로 제거하여 편상관관계 분석을 진행했다.

변화가 동반된다는 것을 말한다. 따라서 우리의 결과는 traumatic SCI 환자의 심리적 재활 치료에 대한 방향성을 제시할 수 있다는 것을 보여준다.

4.참고 문헌

- [1] Dalgic, Yagmur, and F. Yasemin Kutlu. "The Level of Depression and Anxiety in Individuals with Traumatic and Nontraumatic Spinal Cord Damage." *International Journal of Caring Sciences*, Vol 13. No. 3, p 2209-2218, 2020
- [2] Nishimura, Yukio, et al. "Neural substrates for the motivational regulation of motor recovery after spinal-cord injury." *PloS one*, Vol 6. No. 9, e24854, 2011

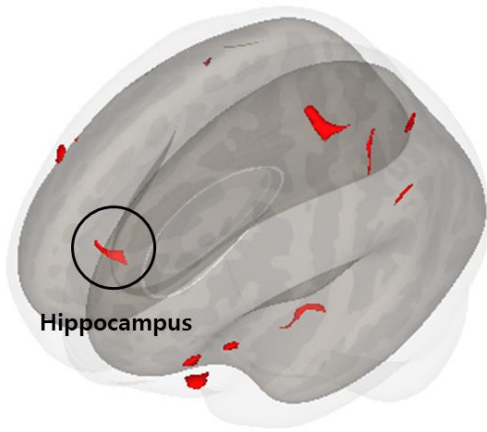


그림 1. traumatic SCI 환자와 non-traumatic SCI 환자 간 유의미한 PSD 차이

	BDI			
	traumatic SCI		non-traumatic SCI	
Left Hippocampus	Pearson's r	0.667	Pearson's r	0.332
	P-value	0.018	P-value	0.383

표 1. traumatic SCI 환자와 non-traumatic SCI 환자에서의 BDI 점수와 hippocampus 영역의 뇌활성화도 상관관계

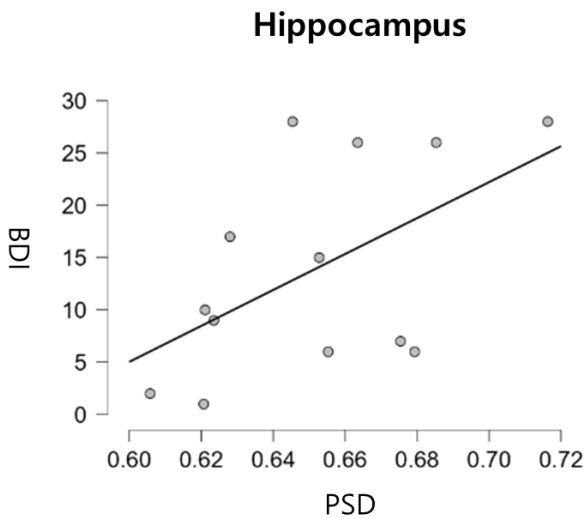


그림 2. traumatic SCI 환자에서의 BDI 점수와 hippocampus 영역의 뇌활성화도 상관관계

3. 연구 결과

Occipital Pole, Precentral Gyrus, Lateral Occipital Cortex, Caudate, Thalamus, Hippocampus, Occipital Fusiform Gyrus, Postcentral Gyrus, Superior Frontal Gyrus 그리고 Supramarginal Gyrus은 traumatic SCI 환자와 non-traumatic SCI 환자 간의 유의미한 뇌활성도 차이를 보인 영역이다 (그림 1). Non-traumatic SCI 환자와 달리 traumatic SCI 환자에서는 Hippocampus 영역의 PSD 값과 BDI 테스트 점수가 양의 상관관계를 보였다 (표 1, 그림 2). 이러한 결과는 우울감과 연관성을 가진다고 알려진 SCI 환자 중 traumatic SCI 환자에게서만 우울감과 관련된 뇌활성도의