



2022.05.05.(목) 조간 <온라인 2022.05.04.(수) 즉시가능> 부터 보도해 주시기 바랍니다.

(자료문의) 인지과학 연구그룹 이동하 선임연구원 (053-980-8120, donghalee@kbri.re.kr)

한국뇌연구원-연세대 의대 인간 신경다발 확률적 연결성 지도 작성 - NeuroImage 誌 논문 발표, 인간 뇌 백질에 대한 연결 분포 지도 제시 -

- 한국뇌연구원(KBRI, 원장 서판길)은 이동하 박사 연구팀이 연세대학교 의과대학 박해정 교수 연구팀과 함께, 전체 인간 뇌 백질에 대한 연결 분포 지도를 작성하고 백질의 물리적 공간 내에서 전체 뇌의 배선의 최적화를 규명하였다고 밝혔다.
- 연구결과는 뇌영상 분야 1위인 세계적 권위의 국제 학술지 “NeuroImage”에 4월 2일 게재(온라인)되었으며, 한국연구재단 뇌과학원천기술개발사업, 한국뇌연구원 기관고유사업의 도움을 받아 진행되었으며, 논문명과 저자는 다음과 같다.

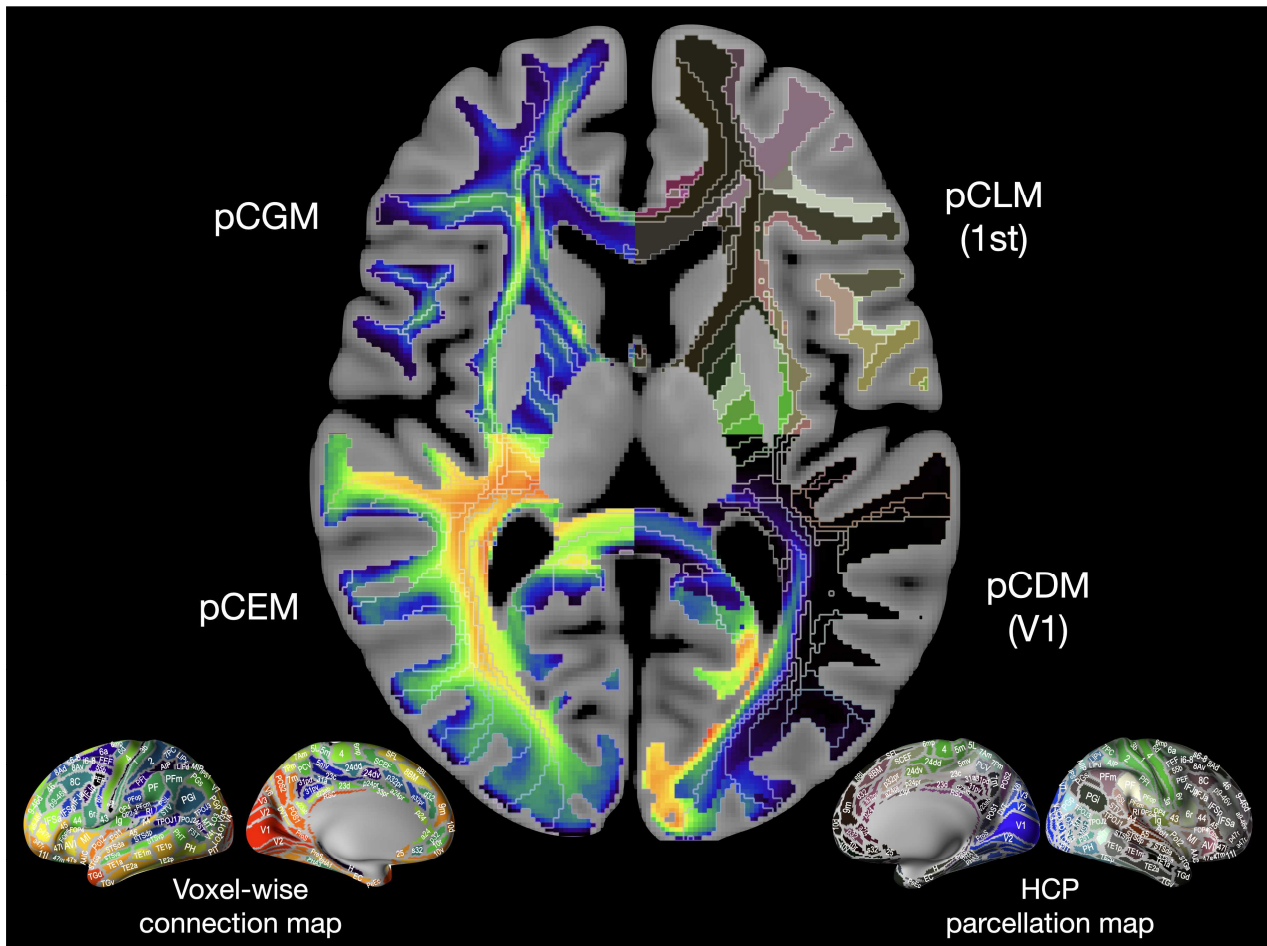
※ 게재 논문 정보

- (저널명) **NeuroImage (IF 6.556)**
- (논문명) A populational connection distribution map for the whole brain white matter reveals ordered cortical wiring in the space of white matter
- (저자정보) **이동하 (제1및교신저자), 박해정 (제1및교신저자)**

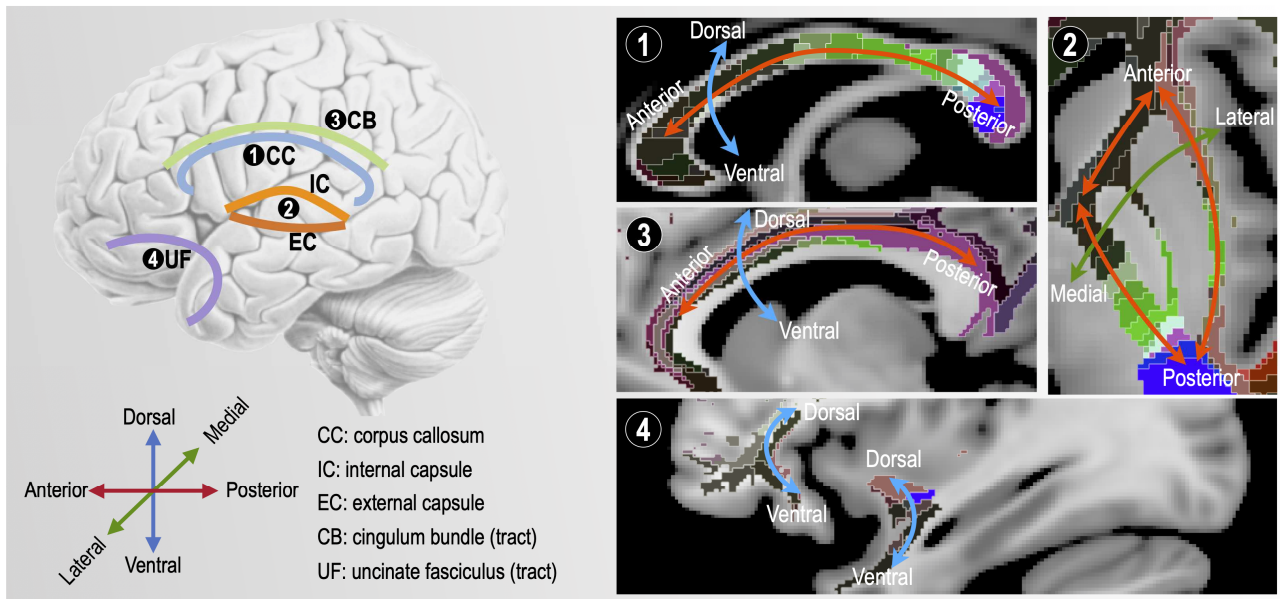
- 뇌의 백질은 피질 및 피질하 뇌 시스템을 연결하는 신경 섬유로 구성된다. 회백질의 접힌 벽으로 둘러싸인 좁은 공간 내에서 많은 신경 집단의 상호 연결이라는 측면에서 복잡성을 고려할 때 뇌는 특정 방식의 구조화된 배선이 필요하다.
- 접근 가능한 방식으로 배선의 3차원 구성을 탐색하기 위해 각 복셀이

배선을 매개하는 피질 분포에 따른 백질의 복셀 수준 배선 패턴에 중점을 두었다. 이에 본 연구팀은 Human Connectome Project에서 100개의 확산 영상(DTI, diffusion tensor imaging) 데이터의 확률적 트랙토그래피(tractography)를 사용하여 전체 백질 복셀에서 360개의 피질 영역으로의 복셀 방식 연결 분포 맵을 구성하였다.

- 그런 다음 인구 연결 분포 맵을 사용하여 최대 및 두 번째 최대 피질 연결 레이블과 피질 연결 밀도의 국소 기울기 및 엔트로피 측면에서 백색질 복셀에서 섬유 다발의 공간적 조직을 탐색하였다.
- 연구팀은 현재 연구에서 대부분 소개된 내부 캡슐(internal capsule), 외부 캡슐(external capsule), 뇌량(corpus callosum), 대상 번들(cingulum bundle) 및 갈고리다발(uncinate fascicles)를 포함하여 가장 대표적인 백질 영역에 대한 지배적인 피질 연결 레이블, 국소 기울기 및 연결 엔트로피를 제시하였다.
 - 이러한 주요 영역은 개별 복셀에 대한 연결 분포의 그라데이션 구성을 보여주었고, 전체 뇌 연결 분포 맵에 반영된 이 조직화된 패턴은 백질의 물리적 공간 내에서 전체 뇌의 배선을 최적화하도록 설정할 수 있다.
- 연구팀은 이번 연구결과가 복셀 수준에서 백질의 연결 구조를 이해하면 뇌의 기능 손실 위험을 줄일 수 있으므로, 백질 복셀의 외과적 절제와 같은 적절한 치료 계획에 도움을 줄 수 있는 자료가 될 것으로 기대하고 있다.
- 또한, 본 연구에서 제안한 전체 인간 뇌 백질 연결 분포 지도가 연구자들이 백질의 연결 조직을 쉽고 능숙하게 식별하는 데에 도움이 될 것으로 기대된다.



[그림 1] 백질 연결 분포 지도 예시. 로컬 그라디언트 맵(pCGM), 연결 라벨 맵(pCLM), 확률분포 맵(pCDM), 엔트로피 맵(pCEM)



[그림 2] 백질 내의 피질 연결 요약. 백질에서 섬유 다발의 배선은 한방향 이상의 연결이 있고 배선의 복잡성이 높지만, 3차원 공간에서 기본 축(Anterior-Posterior, Dorsal-Ventral, Lateral-Medial)에 따라서 주요 섬유 다발의 배선 패턴을 단순화할 수 있습니다. 예를 들어, 내부 및 외부 캡슐, 뇌량 및 대상 다발을 통과하는 백질 섬유는 주로 뇌의 전후방(Anterior-posterior) 축을 따라서 연결됩니다. 외부 캡슐을 통과하는 백질 섬유는 외측(Lateral)에서 내측(Medial) 축을 따라서 연결되고, 뇌량, 대상 다발, 갈고리다발을 통과하는 백질 섬유는 등측(dorsal)에서 배측(ventral)으로 연결됩니다. 이러한 백질의 연결은 3차원 공간의 피질 영역과 필요한 모든 연결을 배선하도록 공간적으로 구성되어 있음을 나타냅니다.

제1및교신저자(이동하 선임연구원) 이력사항

1. 인적사항



- (이름) 이동하
- (소속) 한국뇌연구원 인지과학 연구그룹
- (전화) 053-980-8120
- (E-mail) donghalee@kbri.re.kr

2. 학력 및 경력사항

- 2020 ~ 현재 한국뇌연구원 연구본부 선임연구원
- 2020 ~ 2020 연세대학교 의과대학 연구조교수
- 2016 ~ 2019 포르투갈 코임브라 대학교 리서치 펠로우
- 2014 ~ 2016 연세대학교 의과대학 박사후연구원
- 2007 ~ 2014 연세대학교 의과대학 박사

- 뇌영상 해독 및 부호화
- 뉴로피드백, 뉴로모듈레이션 연구
- 인공지능 신경망 연구

제1및교신저자(박해정 교수) 이력사항

1. 인적사항



- (이름) 박해정
- (소속) 연세대학교 의과대학 핵의학교실
- (전화) 02-2228-2363
- (E-mail) parkhj@yonsei.ac.kr

2. 학력 및 경력사항

- 2013 ~ 현재 연세대학교 의과대학 핵의학교실 교수
 - 2004 ~ 2012 연세대학교 의과대학 영상의학교실 조교수/부교수
 - 2001 ~ 2004 미국 하버드 의과대학 연구원
 - 1995 ~ 2000 서울대학교 의공학 박사
-
- 이론 및 시스템 뇌과학과 계산 뇌모델링
 - 인간 뇌 기반 인공지능 연구
 - 의학영상 인공지능 응용



(좌측부터) 한국뇌연구원 이동하 선임연구원, 연세대학교 박해정 교수