

**확률적 신경다발추적방법에 의한 뇌량 및 대뇌피질표면의 연결성 지도화**

**오정수<sup>1)</sup> 송인찬<sup>2)</sup> 류인균<sup>4)</sup> 정아인<sup>4)</sup> 이재성<sup>1)</sup> 이동수<sup>1)</sup> 박광석<sup>3)</sup> 장기현<sup>2)</sup>**

서울대학교 의과대학 핵의학교실<sup>1)</sup>, 서울대학교병원 진단방사선과<sup>2)</sup>, 의공학과<sup>3)</sup>, 신경정신과<sup>4)</sup>

**목적 :** 기존의 결정론적 신경다발추적기법 (fiber tractography)에서는 방향성의 불확실성이 높은 영역에서의 여러 방향에 대한 추적이 불가능한 maximum likelihood 방법에 의한 추적만이 가능하기 때문에 대뇌 회백질과 같은 방향 불확실성이 높은 영역에 대한 처리가 불가능하였다. 그러나 최근 주목 받고 있는 확률적 신경다발 추적기법에서는 Monte Carlo (MC) sampling에 의하여 다수의 가능한 경로들을 추적해 보고 그 중 전체적인 연결성에 대한 확률이 높은 다발을 구할 수 있다는 점에서 불확실성에 대한 견인성 및 추적가능성을 확보할 수 있게 되었다. 그러므로 본 연구에서는 대뇌 백질 신경다발 중에서 가장 큰 부분을 차지하는 뇌량과 기능 중추적 역할을 담당하는 대뇌피질표면간의 연결성 정보를 지도화 함으로써 해부학적 연결정보와 기능적 정보를 통합한 새로운 형태의 뇌기능 지도화를 구현하고자 하였다.

**대상 및 방법 :** 본 연구의 특성상 새로운 뇌기능 지도화의 시험단계이므로, 정상 20대 성인 남성 1명에 대하여 뇌기능 지도를 구성하였다. 확산텐서영상 획득을 위해서 서로 linear하지 않은 25방향의 확산 경사 자계를 가한 영상 ( $b=1000\text{sec}/\text{mm}^2$ ) 및 확산 경사 자계를 가하지 않은 ( $b = 0$ ) 영상을 diffusion-weighted SE-EPI 기법 ( $\text{TR}/\text{TE} = 10000\text{ms}/72\text{ms}$ ,  $\text{FOV} = 240\text{mm}$ ,  $\text{matrix} = 256 \times 256$ ,  $\text{slice thickness}/\text{gap} = 3.5\text{mm}/0\text{mm}$ )을 사용하여 GE 3T 기기에서 습득하였다. 확산텐서영상의 해부학적 정보의 보정을 위해 SPM을 이용하여 T1 영상에 정합하였다. 또한 기능적 지도화를 위하여 T1 영상에서 Brodmann의 구획에 기반을 두고 gyrus 별로 구획화한 각 대뇌 피질 표면의 영역들과 본 연구진에 의해 개발된 비등방성의 균일성에 의한 뇌량의 중앙시상단면 구획과의 연결성 정보를 지도화하였다. 신경다발 추적기법으로 세가지 방법 즉, 확률론적 MC sampling방법과 기존 결정론적 방법인 streamline 추적방법 그리고 반복에 의한 계산 시간적 효율의 저하를 보완하기 위하여 기존의 결정론적 추적기법과 확률론적 기법을 혼성하여 사용하였다. 뇌량과 뇌피질간 연결성 정보 재구성을 위한 신경다발추적에 소요된 시간 관점에서 세가지 방법간을 비교 분석하였다.

**결과 :** 중앙시상단면의 구획화된 영역과 대뇌피질의 구획화된 영역을 최대확률을 가지는 영역끼리의 맵핑을 수행하였다. 그 결과 1)뇌량의 전방 말단과 prefrontal 영역, 2) genu와 dorso-prefrontal 영역, 3)뇌량의 전방 중간체와 premotor 영역, 4)후방 중간체와 motor-sensory 영역, 5)splenium과 parietal 영역, 6)뇌량 후미 말단과 orbito-frontal/temporal/Brocha 영역과의 연결성이 최대로 나타났다. 각각의 대뇌 피질 영역에 해당하는 중앙시상단면 영역의 일치 비율이 70~99%의 높은 일치도를 보였다. 또한 계산시간 관점에서, 최적화되지 않은 IDL 프로그램으로 신경다발 추적에 소요된 시간은 각각 결정론적/확률적/혼성적 방법에 대하여 10.6초/4356초(1000번의 MC 반복을 기준으로)/514초였다.

**결론 :** 기존의 결정론적 신경다발추적기법에 의해서는 대뇌 회백질 영역 혹은 여러 신경다발이 교차하는 영역 등 확산 비등방성이 낮은, 즉 방향성의 불확실성이 높은 영역의 추적이 불가능한 단점이 있었다. 이에 비해 본 연구에서 개발된 확률적 신경다발추적기법을 사용하여 대뇌 백질 신경다발과 대뇌 회백질로 이루어진 대뇌 피질과의 연결성 정보 획득에 성공하였다. 또한 혼성추적방법이 결정론적 방법에서는 불가능한 대뇌 피질까지의 연결성의 확보 및 확률적 방법에서의 문제점인 시간적 효율의 균형을 갖춘 방법임을 확인하였다.