

# 신경 동기화에서 양자 얽힘의 잠재적 역할 탐구

(2024.08.12., 양자정보연구지원센터)

## □ 뇌에서의 양자 얽힘 가능성 연구

### ○ 양자 물리학과 뇌의 연관성 탐구

- 기존 과학자들은 뇌에서 양자 물리학이 중요한 역할을 한다는 개념에 회의적이었으나, 최근 중국의 연구에서 양자 얽힘이 뇌 신경 세포의 동기화(Neural Synchronization)에 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 제시함(*New Scientist*)
- 이 연구는 뇌 내에서 자연스럽게 발생할 수 있는 양자 얽힘과 그로 인한 신경 세포 간의 신속한 통신 가능성을 수학적 모델을 통해 탐구함

### ○ 이론적 통찰력: 광자 방출 및 얽힘

- 상하이 대학 연구팀, 양자 얽힘이 뇌의 구조 내에서 자연스럽게 발생할 가능성 탐구
- 뇌가 활성화되면 수백만 개 뉴런이 동시에 발사됨, 이 얽힘이 서로 다른 뇌 영역 간 빠른 통신을 용이하게 하여 동기화를 향상시킬 수 있다고 제안

### ○ 경험적 탐구: 신경계의 얽힌 광자

- 공동 양자 전기 역학(cQED, cavity quantum electrodynamics)라고 알려진 제한된 공간 내에서 빛과 물질 간 상호작용을 이해하여 얽힌 광자의 생성을 탐구함
- 전자기파를 저장하고 증폭할 수 있는 원통형 공동을 형성하는 myelin 덮개의 고유 특성에 집중함
- 공동은 연속적인 자유 공간모드와 다른 이산적 전자기 모드를 생성하여 얽힌 광자 쌍의 빈번한 생성으로 이어질 가능성이 있음
- myelin 덮개 내 탄소-수소 결합(CH 결합)의 진동 스펙트럼이 연쇄 방사선을 방출, 얽힌 광자 쌍인 이중 광자가 생성됨을 발견

- 얽힌 광자가 신경 수질 덮개를 통해 전파되어 신경계 내에서 양자 통신 자원으로 활용될 수 있음을 시사함
- 질병 관련성 및 잠재적 영향
  - 신경퇴행성 질환 연구에서도 뇌 양자 얽힘 이론에 대한 증거가 있으며, 언젠가 의학적 개입으로 이어질 수 있다고 보고함
  - myelin 두께는 나이가 들면서 감소하는데, 이러한 질환을 앓을 확률이 더 높은 것과 상관관계가 있음
  - 뉴런이 실제로 양자 얽힘을 이용해 활동을 동기화한다면, 새로운 양자 알고리즘과 아키텍처를 개발하기 위한 생물학적 청사진을 제공할 수 있음
  - 뇌가 얽힌 상태를 양자 컴퓨팅에서 가장 중요한 과제 중 하나인 탈분리로부터 보호하는 메커니즘을 개발했을 수 있다고 제안함
- 연구 결과 및 암시
  - 연구진은 myelin 수초와 적외선 광자 간의 상호작용이 양자 얽힘을 유발할 수 있다고 가정하며, 이는 신경계 내에서 광자를 통한 양자 통신 자원으로 활용될 가능성을 제시
  - 또한, 이 연구는 양자 얽힘이 신경 기능에 미치는 영향을 탐구하고, 나아가 양자 컴퓨팅 및 관련 기술 개발에 영감을 줄 수 있는 생물학적 청사진을 제공할 수 있을 것으로 기대됨
- 연구의 한계와 미래 방향
  - 이 연구는 아직 초기 단계의 가설적 탐구로, 더 많은 실험적 검증이 필요함을 연구진은 인정
  - 연구진은 향후 뇌에서의 양자 얽힘이 동기화 외에도 다른 뇌 기능에 미치는 영향을 계속해서 조사할 계획이며, 이는 인지와 의식의 메커니즘을 이해하는 데 중요한 단서를 제공할 수 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/08/03/researchers-explore-quantum-entanglements-potential-role-in-neural-synchronization/>