

	GIST(광주과학기술원) 보도자료 http://www.gist.ac.kr	
	배포 즉시 보도 부탁드립니다.	
보도 일시		
보도자료 담당	대외협력팀 김미연 팀장	062-715-2020 / 010-5302-3620
	대외협력팀 이나영 행정원	062-715-2024 / 010-2008-2809
자료 문의	전기전자컴퓨터공학부 전성찬 교수	062-715-2216

뇌기능 향상을 위한 전기 자극의 전류 분포와 세포간의 상호관계 규명

- 신경 세포의 활성화 반응 예측... 뇌 전기 자극 기법의 예측 정확도를 높임으로써
 뇌기능 향상 및 뇌질환 치료 개선에 기여할 것으로 기대
 - GIST 전성찬 교수 연구팀, 뇌연구 분야 상위 저널 <Brain Stimulation>에 논문 게재

- GIST(지스트, 총장직무대행 허호길) 전기전자컴퓨터공학부 전성찬 교수 연구팀이 뇌기능 향상 및 뇌질환 치료에 널리 사용되는 전기 자극의 영향력을 예측하는 정확도 높은 컴퓨터 기반 시뮬레이션 가이드라인을 제시했다.
 - 연구팀은 기억력 또는 학습능력 증진과 같은 뇌기능 향상과 뇌졸중, 파킨슨 병, 우울증 등의 뇌질환 치료법으로 주목받고 있는 ‘뇌 전기 자극’* 기법들 중 비침습적 뇌 전기 자극(Non-invasive brain stimulation)이 미치는 영향을 거시적 레벨과 미세 레벨에서 예측하고 상호관계를 규명했다.

*뇌 전기 자극: 외부에서 가해지는 전기 자극을 통해 신경세포 활성을 조절하는 방법
- 뇌 전기 자극법은 기억력, 창의력, 연산 능력 향상부터 우울증, 간질, 조현병, 치매의 증상 개선 등 뇌 기능과 관련된 여러 영역에 응용되고 있다. 그러나 높은 활용성에도 불구하고 뇌의 어느 영역이 자극되는지, 해당 영역의 신경 세포가 어떤 반응을 보이는지에 대해 아직 밝혀지지 않은 상태이다. 따라서 개개인별 일관되지 않은 효과가 보고되고 있으며, 정확한 가이드라인 없이 시행되고 있는 실정이다.
- 전기 자극의 효과를 예측하기 위한 뉴로네비게이션 시스템이 가장 활발히 사용되고 있다. 대다수 연구팀은 전기 자극이 미치는 영향을 예측하기 위해 자기공명영상(magnetic resonance imaging; MRI)을 이용해 뇌의 구조적 특징을 복원하고 두피에 전극을 부착한 뇌 정교 컴퓨팅 모델을 구현해 외부 전기 자

극에 의해 유도되는 전류 분포를 통해 전기 자극의 효과를 예측 해 왔다.

- 최근 전기 자극의 효과를 더욱 정밀히 예측하기 위해 신경세포 모델을 뇌 컴퓨팅 모델과 결합하여 자극에 의한 활성화 정도를 시뮬레이션하는 멀티스케일 모델링 기법이 제안되었다. 하지만 해부학적으로 정교한 뇌 모델의 구조가 복잡해 신경세포 모델과의 결합이 간단하지 않아 복잡한 처리 과정과 상당 계산 시간을 요구하기 때문에 일부 연구팀에서만 결과를 보고하고 있는 실정이다.
- 전성찬 교수 연구팀은 비침습적 전기 자극을 위한 멀티스케일 모델링을 구축하여 전기 자극이 미치는 영향을 거시적 단계 분석에 해당하는 전류 분포뿐만 아니라 미세 단계 분석인 신경세포 활성화 반응에 대해 연구하고 상호관계를 규명하였다.
 - 본 연구를 위해 세 가지 형태의 신경세포 모델(별모양 또는 피라미드 모양)을 이용해 유도 전류가 흐르는 방향에 따라 신경세포 활성화에 미치는 영향을 시뮬레이션하였다. 그 결과, 신경세포의 활성화 반응을 일으키지 않고 막전위 값을 변화시키는 역치 아래의 자극에 대해서 전류 분포와 신경세포의 반응간의 피어슨 상관계수*가 0.8 이상으로 높은 상호 관계를 보였다. 또한 역치 이상의 자극의 경우 복잡한 신경세포 활성화 반응 패턴을 보임으로서 멀티스케일 모델링을 통한 예측이 중요함을 확인하였다.

*피어슨 상관계수: 두 변수간의 관계를 나타내는 통계량으로 1에 가까울수록 높은 연관성을 지칭함

- 전성찬 교수는 “이번 연구는 컴퓨터 기반 뇌 자극의 영향을 세포 단위에서 규명함으로써 뇌의 기능을 이해하고 증진하는데 기여할 것”이라며 “인구 고령화에 따른 뇌관련 질환 치료를 돕는 전기 자극 뉴로네비게이션 시스템의 가이드라인을 제시해 치료 효과를 높일 뿐만 아니라 다양한 뇌기능 향상을 위해 응용될 수 있을 것으로 기대된다” 고 말했다.
- GIST 전기전자컴퓨터공학부 전성찬 교수(교신저자)가 주도하고, 서현 연구원(제1저자)이 참여한 이번 연구는 GIST 창조적 도전과제와, 한국연구재단 (NRF)의 개인연구자지원사업, 교육부의 개인기초연구지원사업, 정보통신기술진흥센터 (IITP)의 지원을 받아 수행되었으며, 연구성과는 신경 조절 저명 학술지(IF 6.12, JCR 랭크 상위 9%)인 ‘Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation’ 에 2019년 1월 22일자로 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Brain Stimulation
- 논문명 : Relation between the electric field and activation of cortical neurons in transcranial electrical stimulation(경두개전기자극에 따른 전류 분포와 신경세포 활성화 반응 간의 상호관계 규명)
- 저자 정보 : Hyeon Seo(제1저자, GIST), and Sung Chan Jun(교신저자, GIST)

용어 설명

1. 비침습적 뇌 전기 자극 (Non-invasive brain stimulation)

- 뇌졸중과 같은 뇌질환의 회복 또는 뇌의 특정 기능 향상을 돕기 위해 수술 없이 외부 전기 자극을 뇌의 특정 영역에 전달하는 방식으로, 코일을 머리 위에 위치시켜 자기장을 전달하는 경두개 자기자극법(transcranial magnetic stimulation)과 두피에 전극을 부착시켜 전류를 흘려보내는 경두개 직류자극법(transcranial direct current stimulation)등이 있다.
- 뇌에 전달된 전류는 대뇌피질의 신경세포들을 활성을 변화시켜, 최근 자극을 통해 참가자들이 더 정직해지거나 기억력을 높이는 등 다양한 뇌 기능 조절을 위해 연구되고 있다.

2. 뉴로네비게이션 시스템

- 비침습적 뇌 전기 자극이 자극기(코일 또는 전극)의 위치에 따라 환자 두뇌에 전류가 어떻게 퍼질 것인가를 예측하는 소프트웨어다. 실시간 자극기의 위치에 따라 전류가 집중될 뇌 영역을 계산하기 위해 구로 이루어진 뇌 컴퓨팅 모델이 주로 사용되고 있다.

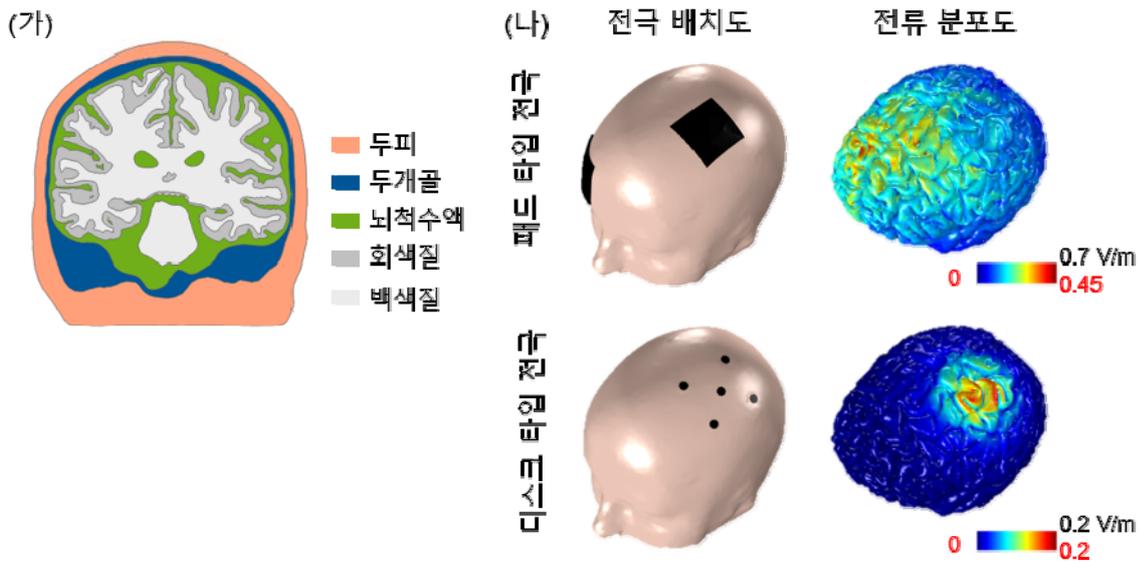
3. 멀티스케일 모델링

- 전기 자극이 뇌에 미치는 영향을 파악하기 위해 뇌 컴퓨팅 모델이 사용되고 있다.

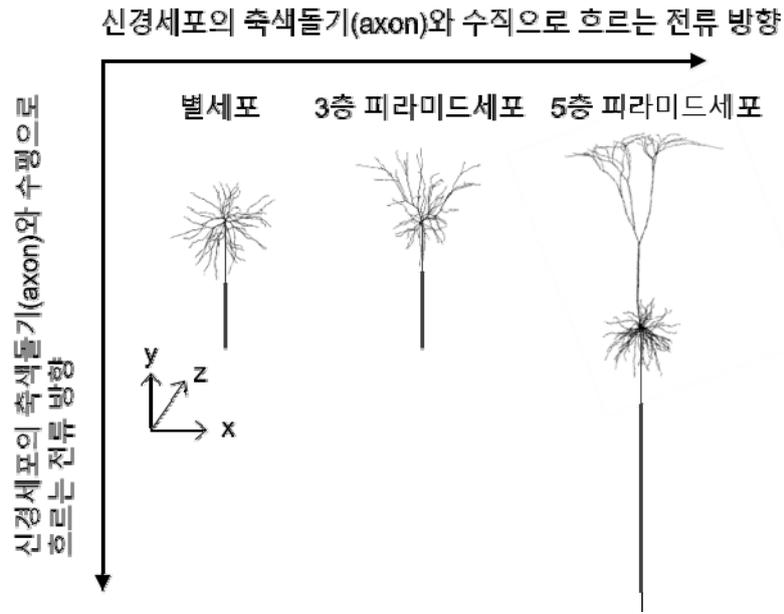
간단한 구 모형으로 이루어진 뇌 모델과 자기공명영상(MRI)으로부터 해부학적 정보를 반영한 정교 뇌 모델이 있다. 이런 뇌 모델을 사용해 외부 전기 자극에 의해 뇌에 유도되는 전류 분포를 계산하고 가시화하는 뉴로네비게이션 시스템이 연구되고 있다.

- 하지만 이는 뇌의 신경세포의 반응을 간접적으로 유추하는 방식으로 정교한 예측을 위해, 뇌 컴퓨팅 모델과 신경세포 모델이 결합되어 외부 자극에 의해 유도되는 전류 분포(거시적 분석)와 신경세포 활성 반응(미세 분석)을 동시에 시뮬레이션 하는 모델링 기법이 최근 제안되었다.

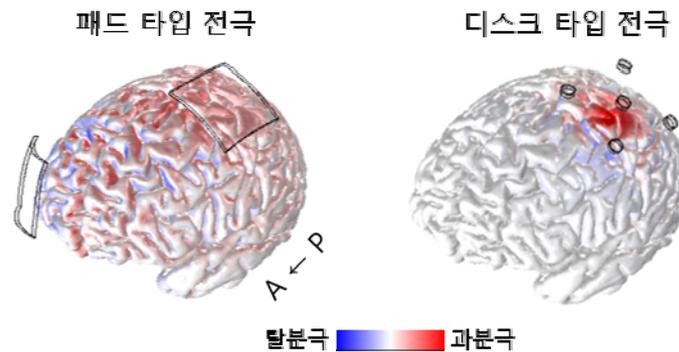
그림 설명



[그림 1] MRI에서 획득한 해부학적 정보가 반영된 뇌 정교 컴퓨팅 모델(가)을 활용해 전극의 타입과 위치에 따른 자극 유도 전류 분포도(나)를 가시화하였다. 자극에 의해 유도된 전류의 세기가 클수록 (나; 전류 분포도의 빨간색의 영역) 해당 영역에 위치한 신경세포가 활성화되었음을 예측할 수 있다.



[그림 2] 다른 형태를 가진 세 가지 신경세포(별세포, 뇌피질 3층에 위치한 피라미드 세포, 그리고 5층에 위치한 피라미드세포)와 외부 전기 자극에 의해 유도되어 흐르는 전류 방향을 도식화하였다.



[그림 3] 전극의 타입과 위치에 따른 3층 피라미드세포의 활성화 반응을 가시화하였다. 유도 전류 분포도와 유사하게 패드 타입 전극은 넓은 영역에, 디스크 타입 전극은 제한된 뇌 영역에 자극이 집중되는 것을 확인하였다. 또한 신경세포의 모양에 관계없이 유사한 활성화 패턴을 보였다.