

두피 내 이식형 뇌심부 자극 시스템에 대한 연구

허만승¹, 김희찬²

1. 서울대학교 대학원 협동과정 바이오엔지니어링 전공
2. 서울대학교 의과대학 의공학교실, 서울대학교 의학연구원 의용생체공학연구소

Development of under-scalp implantable deep brain stimulation system

M. S. Heo¹, H. C. Kim^{2*}

1. Interdisciplinary Program, Bioengineering Major, Graduate School, Seoul National University

2. Department of Biomedical Engineering, College of Medicine and Institute of Medical & Biological Engineering, Medical Research Center, Seoul National University

[*hckim@snu.ac.kr](mailto:hckim@snu.ac.kr)

Abstract

DBS (Deep brain stimulation) is used to stimulating specific areas of the brain to relieve the symptoms of Parkinson's disease and Neurological abnormalities. But typically DBS system has built-in battery system. It is fatal drawback for implanted system. So, to solve this problem, we use the TET (Transcutaneous Energy Transfer) system. The strength of our DBS system is that enables the development of smaller and semi-permanent system. And to evaluate the system, we conducted in-vivo test with a rat model.

연구 배경

뇌심부 자극술은 만성통증 파킨슨씨병, 강박증 같은 신경학적 또는 정신의학적 장애를 치료하는데 널리 쓰이고 있다.[1][2] 이를 이용한 뇌심부 자극 시스템은 대부분 신체 내 이식되며 배터리 내장형태로 제작된다. 하지만 내장형 배터리 타입은 시스템의 부피 증가와 배터리 교체에 따른 정기적 수술이 이루어져야 한다는 단점이 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 해결하기 위해 무선전력 전송 기술을 접목한 차세대 뇌심부 자극 시스템에 대한 연구를 진행하였다.[3] 본 연구에서 개발한 시스템은 배터리 제거에 의한 부피 감소로 이식 시 환자 느끼는 피험자의 부담감을 최소화 하였고 기존의 특수 환경 기반의 무선전력 전달 시스템과 차별화하여 공간제약이 없는 무선전력 전송용 차세대 뇌심부 자극시스템을 개발하였다.

연구 방법

본 연구의 시스템 구성은 크게 INT-System, EXT-System 두 부분으로 구성하였고 INT-System은 자극부, 무선전력 수신부, 외부통신부 나뉘며, EXT-System은 무선전력 전송부, 외부 컨트롤러로 나뉜다. INT-System의 자극부는 pulse width, Amplitude, rate 3종류의 파라미터로 구성되며 본 연구에서는 60us, 1.0v, 130Hz의 고정 파라미터를 이용한 biphasic 파형을 생성하였다. 또한 INT-system 내부에 적색 LED 장착하여 이식 후 외부에서 장치의 작동상태를 관찰할 수 있도록 구성하였다. EXT-system의 무선전력 전송부는 전송코일과 driving회로로 구성되며 외부컨트롤러는 IR 신호를 이용해 INT-system의 Amplitude를 외부에서 변경하는 역할을 한다. (범위:0~3.0v,

단위 :0.1v)

본 연구에서 접목한 무선전력전송 시스템은 EXT-System의 Class-D power amp half-bridge drive 회로를 이용하여 primary Coil을 구동시키고 내부에서는 inductive coupling을 이용하여 secondary coil에서 전력을 수신하고 full-bridge 정류회로를 이용하여 내부 회로에 전력을 공급이 되도록 설계 하였다.

또한 파킨슨 쥐 모델을 이용하여 시스템의 생체적합성 및 성능테스트를 진행하였다. 이식을 위해 INT-System을 생체적합성 물질인 PDMS를 이용하여 코팅하였고, 쥐의 STN 영역에 전극을 삽입하고 INT-System을 쥐 등의 피하층에 이식한 후, Monopolar, biphasic 형태의 전기자극을 가하여 파킨슨병 증상 완화를 관찰하였다. 또한 특수 제작된 쥐 용 조끼와 자석을 이용하여 EXT-System이 쥐 외부에서 장착 가능하도록 제작하였다. 그림 1.

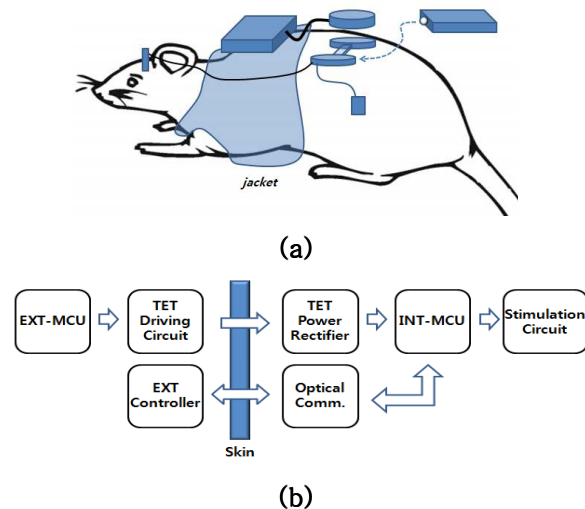


그림 1. (a) 시스템 구성 (b) 시스템 블록도

연구 결과

본 연구를 통해 차세대 초소형 뇌심부 자극 시스템을 제작하였고 파킨슨 쥐 모델을 통해 시스템의 안정성 및 유효성을 검증하였다. INT-System의 이식 및 EXT-System의 장착 후 쥐가 자유로이 활동함을 관찰하였고, 이식 4주 후 쥐의 behavior test를 통해 파킨슨병

증상이 완화 되었음을 확인할 수 있었다. 또한 이식 4주 후 자극부위의 pathology와 INT-system의 정상동작을 확인함으로써 본 시스템의 생체 안정성 및 유효성 그리고 이식환경 개선에 대한 성능을 검증할 수 있었다. 그림2, 그림3.

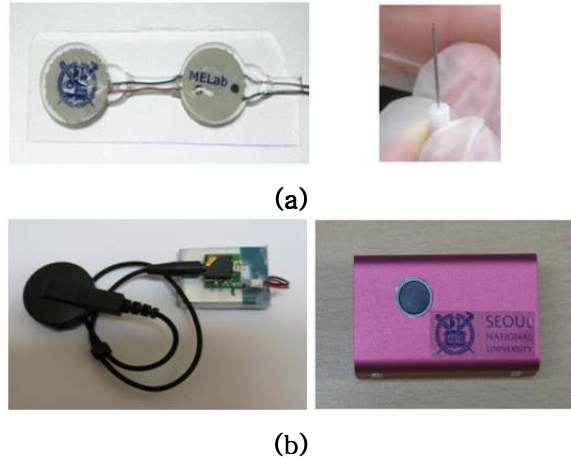


그림 2. (a) INT-System (b) EXT-System



그림 3. 이식 후 모습

참고 문헌

[1] Kringelbach ML, Jenkinson N, Owen SLF, Aziz TZ (2007). "Translational principles of deep brain stimulation". Nature Reviews Neuroscience. 8:623-635
 [2] Deep Brain Stimulation Joel S. Perlmutter and Jonathan W. Mink
 [3] A Wireless Implantable Multichannel Microstimulating System-on-a-Chip With Modular Architecture