

# 자기적 능동조향 심박조율기 유도 장치

## Magnetic steerable guiding device for a leadless pacemaker

○정 성 환<sup>1</sup>, 김 자 영<sup>1\*</sup>, 강 병 전<sup>1,2</sup>, 박 종 오<sup>1,3\*</sup>, 김 창 세<sup>1,3\*</sup>

<sup>1)</sup> 한국마이크로의료로봇연구원 (TEL: 062-530-5268, E-mail: seonghwan@kimiro.re.kr, jaya@kimiro.re.kr)

<sup>2)</sup> 전남대학교 로봇공학융합전공 (TEL: 062-530-5261, E-mail: bj kang8204@jnu.ac.kr)

<sup>3)</sup> 전남대학교 기계공학부 (TEL: 062-530-5260, E-mail: jop@kimiro.re.kr, ckim@jnu.ac.kr)

**Abstract** This paper suggests magnetic steerable guiding device for a leadless pacemaker. In the case of a general leadless pacemaker, a pacemaker guidance device is used for implantation. The pacemaker guidance device safely moves the pacemaker to the implant position of the heart and provides the force and torque needed for the pacemaker implantation.

**Keywords** leadless pacemaker, magnetic steering, delivery system, guiding device, delivery catheter

### 1. 서론

심박조율기는 서맥성 부정맥 치료에 주로 사용하는 장치이다. 기존의 심박조율기는 심장박동생성기와 전극으로 구성되어있다. 심장박동생성기는 주로 어깨 밑 피부에 삽입되며 전극을 통해 심장의 신호를 모니터링하고 제어한다. 어깨 밑 피부에 삽입되기 때문에 포켓감염과 같은 부작용이 발생할 수 있으며 전극선 손상과 같은 문제가 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 무전극 심박조율기가 개발되었다. 무전극 심박조율기의 경우 직접 심장 내부에 위치하여 전극선없이 심장의 신호를 모니터링하고 제어한다[1].

무전극 심박조율기는 이식시 전용의 유도 장치를 이용한다. 유도 장치는 인체의 손상과 무전극 심박조율기의 손상을 방지하며 이식위치까지 유도한다. 또한 심박조율기 이식에 필요한 힘과 토크를 제공하는 메커니즘을 포함한다[1].

본 논문에서는 자기장을 이용한 심박조율기 유도 장치를 제안한다. 제안한 유도 장치는 자기장을 이용하여 조향을 제어하며 이식위치에서 힘과 토크를 제공하는 메커니즘을 가지고 있다. 심박조율기 유도 장치와 더미 심박조율기를 제작하고 실험을 통해 확인하였다.

### 2. 무전극 심박조율기 유도장치

심박조율기 유도 장치는 그림 1의 좌측과 같은 형태이다. 자기장을 이용한 조향을 위해 영구 자석을 포함하고 있으며 조향이 필요한 부분에 스프링형태의 튜브를 사용하여 조향에 필요한 힘을 감소시켰다. 또한, 내부에 나사산 형태의 구조를 가지고 있다. 더미 심박조율기는 그림 1의 우측과 같은 형태이다. 심박조율기 유도 장치의 나사산에 맞는 돌기를 가지고 있다. 또한 심장의 특정 위치에서 고정되기 위한 나선형태의 고정부가 있다.

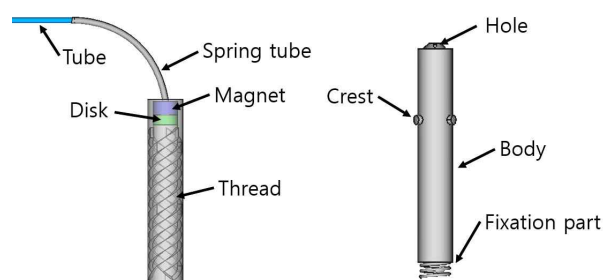


그림 1. 심박조율기 유도장치와 더미 심박조율기

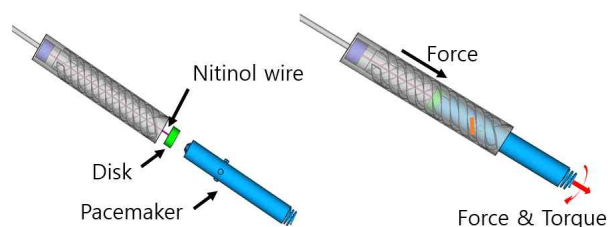


그림 2. 힘과 토크발생 메커니즘

※ 본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건 의료기술연구개발사업 지원에 의하여 이루어진 것임 (관리번호 HI19C0642)

그림 2는 심박조율기 유도 장치에서 심박조율기 이식에 필요한 동력을 전달하는 메커니즘을 설명하는 그림이다. 디스크는 니티놀와이어와 연결되어 있으며 피더에 의해서 제어된다. 디스크가 심박조율기 유도 장치 내에서 전진하면 심박조율기의 돌기가 심박조율기 유도 장치의 나사산을 따라 움직이게 되어서 토크가 발생한다. 이 힘을 이용하여 심박조율기를 이식할 수 있다.

### 3. 실험

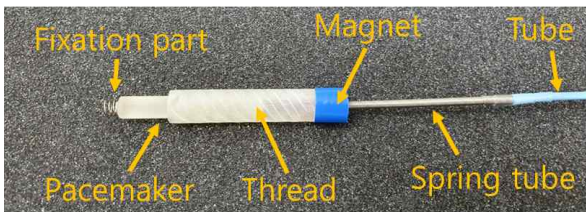


그림 3. 심박조율기 유도장치와 더미 심박조율기

그림 3과 같이 심박조율기 유도 장치와 더미 심박조율기를 제작하였다. 전자기 구동장치를 이용하여 자기장을 제어하였으며 피더를 이용하여 심박조율기 유도 장치의 삽입길이 및 니티놀 와이어의 길이를 제어하였다[2-3].

#### 3.1 심박조율기 유도장치의 메커니즘 실험

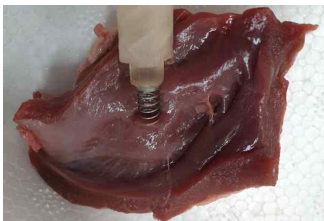


그림 4. 돼지 심장조직을 이용한 메커니즘 실험

심박조율기 유도 장치를 돼지 심장조직에 밀착시킨 후 그림 2에서 설명한 메커니즘을 동작시켜 더미 심박조율기가 조직에 고정되는지를 확인하였다. 그림 4와 같이 더미 심박조율기가 고정되는 것을 확인하였다.

#### 3.2 심박조율기 유도장치 조향 및 이동 실험

그림 5는 실험과정을 보여준다. 더미 심박조율기 가시성을 위해서 끝부분을 빨간색으로 표시하였다. 실험은 그림의 순서대로 (A), (B), (C), (D)로 진행되었다. (A)는 초기위치이다. 전자기 구동장치를 이용하여 자기장을 제어하면 (B)와 같이 조향할 수 있는 것을 확인할 수 있다. (C)는 제어를 통해 심박조율기 유도 장치를 이식위치까지 이동한 후 니티

놀 와이어를 이용하여 더미 심박조율기를 심박조율기 유도 장치와 분리한 사진이다. (D)는 분리 후 심박조율기 유도 장치를 제거하기 위해 (A)의 위치로 이동하는 사진이다[2-3].

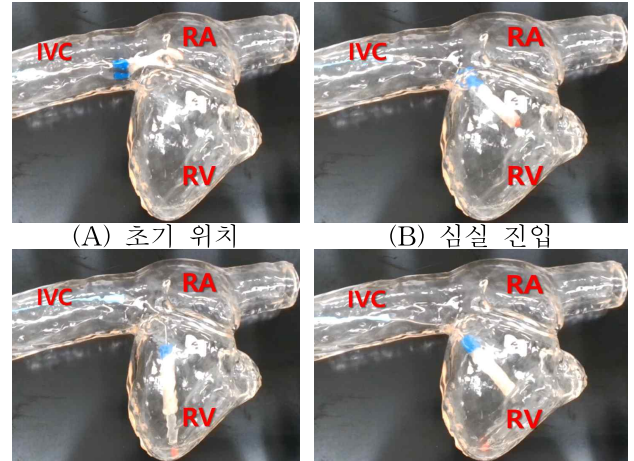


그림 5. 심장 팬텀내 조향 및 이동실험

### 4. 결론

자기장을 이용한 심박조율기 유도 장치를 제안하고 실험을 통해 동작을 확인하였다. 심박조율기를 심장내에서 효과적으로 고정할 수 있는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] Johannes Sperzel, Haran Burri, Daniel Gras, Fleur V.Y. Tjong, Reinoud E. Knops, Gerhard Hindricks, Clemens Steinwender, Pascal Defaye, "State of the art of leadless pacing", *EP Europace*, Vol. 17, issue 10, pp. 1508 - 1513, 2015.
- [2] Go, G., Nguyen, V.D., Jin, Z. et al., "A Thermo-electromagnetically Actuated Microrobot for the Targeted Transport of Therapeutic Agents.", *International Journal of Control, Automation and Systems*, vol. 16, pp. 1341 - 1354, 2018.
- [3] Kim, J., Nguyen, P.B., Kang, B. et al., "A Novel Tip-positioning Control of a Magnetically Steerable Guidewire in Sharply Curved Blood Vessel for Percutaneous Coronary Intervention.", *International Journal of Control, Automation and Systems*, vol. 17, pp. 2069 - 2082, 2019.