

무선 유도 가열기를 이용한 세포 파괴 기술

백승기*, 김희정***, 민준홍**, 박정환**

경원대학교 전기공학과*, 경원대학교 바이오나노학과**, 서강대학교 화공생명공학과***

Wireless induction heating system for cell lysis

Seung-Ki Baek*, Hee-Jung Kim***, Min-Jun Hong*, Jung-Hwan Park*
Kyungwon University*, Sogang University**

Abstract - 무선 유도 가열기(wireless induction heating system)를 바이오칩에서 사용 될 세포 파괴 기술을 이용하였다. 자기장에 의해 발생하는 유도전류를 열원으로 이용한 것으로 교류자기장에 금속을 놓아 두면 전자기 유도 현상에 의해 금속에 와전류(eddy current)가 발생하고 발생된 전류(AC)에 의해 금속이 가열된다. 이 전류는 순간적으로 강한 열을 발생시켜 바이오칩 내에서 이를 이용해 짧은 시간동안에 효과적으로 세포를 파괴하였다.

1. 서 론

세포 파괴(Cell lysis)는 세포막을 파괴하여 세포로부터 DNA를 분리하여 바이오 칩 내에서 DNA를 분석하기 위해 필요한 과정이다. Lab on a chip(LOC)의 세포로부터 DNA를 얻기 위해 몇몇의 세포 파괴 방식으로 osmosis, electrophoresis, iontophoresis, thermal treatment을 이용하여 왔다. 그러나 기존의 세포 파괴 방식은 에너지의 공급을 위해 외부 전원을 요구하며 추가적인 선으로 전원을 연결하거나 전원 공급부본이 작은 장치 안에 포함되는 것이 요구 되었다.

이러한 한계를 극복하기 위해서 바이오칩내부에 교류 자기장(AC field)을 발생시켜 바이오 칩 내부의 발열 구조체(heating unit)에 열을 발생하기 위한 무선 유도 가열기(wireless induction heating)를 구성하였다. 무선 유도 가열기(wireless induction heating)를 이용함으로써 통합된 바이오 칩 내부에서 세포를 효과적이고 국부적으로 파괴시켜 원하는 물질을 세포로부터 추출할 수 있다.

2. 본 론

2.1 세포 파괴를 위한 기존의 방식들

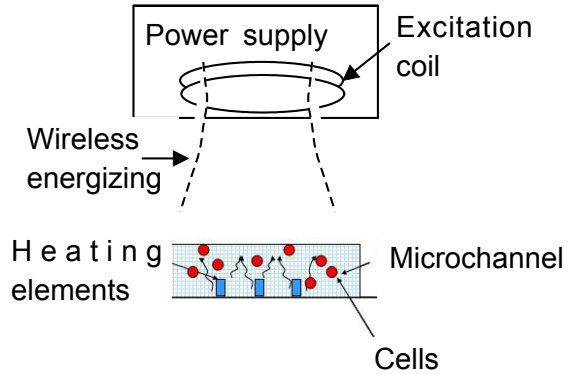
기존에 세포의 파괴를 위해 이용된 방법은 전기적인 방법으로는 electroporation을 이용한 세포의 파괴, 열을 이용한 방법으로는 PCR의 thermal cycle을 이용한 세포의 파괴, 물리적인 방법으로는 낚시 바늘 모양의 나노 구조체를 이용한 파괴와 레이저를 이용한 파괴 방법이 대표적인 것이다.^{[1][2][3]}

그러나 electroporation의 방식은 3차원 원기둥 모양의 전극을 제조해 그 사이로 세포를 흐르게 하는 방식이지만 제조가 어렵고 전기적인 분석의 어려움이 있는 단점이 있다. 나노 구조체를 이용한 파괴 방식은 이와 같은 복잡한 구조체를 제작하기 어렵고 실리콘 같은 기계적 강도가 좋은 물질만 가능하다는 한계가 있다. 레이저를 이용한 방식은 532nm YAG laser를 이용해 단일 세포를 파괴시키거나 세포의 내용물을 외부 물질과 섞는데 이용되지만 아직까지 세포와의 반응이 완전히 이해되지 않는 단계이다. 우리는 이러한 기존의 세포 파괴에 이용된 방식과는 다른 자기장을 이용한 발열을 이용한 무선 유도 가열 시스템을 이용했다.

2.2 무선 유도 가열 시스템

가열시스템의 온도가 조절되지 않으면 세포로부터 높은 수율의 분석 물질을 얻기 힘들뿐 아니라 부분적으로 온도의 불균일에 의해 시스템이 불안정해 질 수 있다. 따라서 무선 유도 가열 시스템(wireless induction heating system)은 온도 조절이 중요한 변수인 바이오 시스템에 적합하며 특히 전선의 연결이 필요 없어 휴대성이 좋고 바이오칩에 전원장치를 추가로 설치할 필요가 없어 자기장 발생기만 있으면 전원 공급 부분을 공유 할 수 있다. 이는 자기장 코일로 원하는 속도와 온도로 세포를 조절하고 시스템의 온도를 조절할 수 있게 해주어서 균일한 온도를 유지할 수 있는 장점이 있다. 내부적으로 무선 유도 가열기 시스템은 AC power source, excitation(induction)coil, micro-heating elements를 포함한다.^{[4][5]}

무선 유도 가열 시스템은 유도된 코일 자기장의 가열 요소에서 와전류(eddy current)와 자기이력(hysteresis) 극대화를 이용하여 설계되었다.



<그림 1> 무선 유도 자기에 의한 세포 파괴 방법

3. 결 론

우리는 전기적 신호와 마이크로 구조체가 빠른 시간 내에 효과적으로 유도 자기장에 반응을 하면서 동시에 적은 전력으로 자기장을 발생할 수 있는 장치인 무선 유도 가열기(wireless induction heating)기술들을 바이오 장비와 결합하여 세포들의 파괴의 유도 열을 발생시키고 이를 이용하여 다양한 의료용 장비에 활용될 수 있다.

Acknowledgment - 본 연구는 환경부 차세대 핵심 환경 기술 개발 사업의 지원(2008-10001-0031-0)을 받아 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

[1] Dino Di Carlo, Ki-Hun Jeong and Luke P. Lee, "Reagentless mechanical cell lysis by nanoscale barbs in microchannels for sample preparation", LAB ON A CHIP, 287-291, 2003
 [2] Yan He, Yonghua H. Zhang, Edward S. Yeung, "Capillary-based fully integrated and automated system for nanoliter polymerase chain reaction analysis directly from cheek cells", JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY A, 271-284, 2001
 [3] Chen Xing, Cui Dafu, Liu Changchun, Cai Haoyuan, "Microfluidic biochip for blood cell lysis", SCIENCE DIRECT, 2006
 [4] Hsueh-An Yang, Mingching Wu and Weileun Fang, "Localized induction heating solder bonding for wafer level MEMS packaging", JOURNAL OF MICROMECHANICS AND MICROENGINEERING, 394-399, 2004
 [5] Hiroki Kawaguchi, Masato Enokizono, Takashi Todaka, "Thermal and magnetic field analysis of induction heating problems", JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY, 193-198, 2004