

아두이노 기반 암세포 증식억제 모듈의 효과에 대한 기초연구

조경래, 박기태, 김민수, 최세운*

금오공과대학교 메디컬IT융합공학과

Basic study on proliferation control of cancer cells using Arduino based therapeutic module

Kyoungrae Cho, Kitae Park, Minsoo Kim, Se-woon Choe*

Department of Medical IT Convergence Engineering, Kumoh National Institute of Technology

E-mail : sewoon@kumoh.ac.kr

요 약

현재 항암치료는 외과적 수술, 방사선 또는 광학을 이용한 치료법, 그리고 약물을 이용한 치료법 등을 활용한 다양연구가 진행되고 있다. 또한 고가의 항암 치료제와 대형화된 장비가 개발되어 정확도 및 치료효과를 높이고 있으나, 광원의 종류, 방사선, 항암치료제 등의 오남용에 기인한 많은 부작용이 초래되었다. 따라서 본 논문에서는, 상대적으로 저렴하고 조작성이 간편하며, 다양한 파장대 광원의 사용이 가능한 마이크로컨트롤러 기반 맞춤형 암세포 증식 억제 키트를 개발하여 그 효과를 보임으로써 새로운 항암치료법을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

Currently, various studies using chemotherapy, such as surgical treatment, radiation or optical therapy, and chemotherapy, are underway. In addition, expensive chemotherapeutic drugs and large-scale equipment have been developed to improve the accuracy and therapeutic effect. However many side effects caused by misuse of the kind of light source, radiation, and cancer treatment have been observed. Therefore, in this paper, we propose a novel chemotherapeutic method by developing a customized cancer cell proliferation inhibition module based on a microcontroller that is relatively inexpensive, easy to operate, and able to operate in various wavelength light sources.

키워드

발광다이오드 암, 항암치료, 세포증식, 아두이노

1. 서 론

최근 항암치료의 부작용에 시달리는 암 환자들이 증가하면서 치료의 효과뿐만 아니라 그 후에 찾아오는 부작용이 적은 암 치료법이 주목받고 있다 [1]. 특히, 다양한 파장의 광원사용이 가능한 광치료법은, 상대적으로 저렴한 치료비용에 비해 탁월한 치료효과를 보임으로써 임상적으로 응용이 가능하며 다양한 치료장비 개발에 많은 영향을 주고 있다 [2]. 다양한 파장을 이용한 광치료는 임상에서 사용이 가능한 레이저가 일반적으로 사용되었으나, 높은 소비전력과 발열현상으로

인해 제한적인 치료효과를 보였다. 하지만, 소형 발광다이오드 (Light-Emitting Diode; LED)가 저가로 개발됨에 따라 다양한 파장대의 광원발현이 가능하고 레이저에 비해 발열현상이 감소하여 광을 이용한 비침습적 항암치료장비의 소형화 설계가 용이하게 되었다 [3,4]. 따라서 본 논문에서는 저가의 아두이노 우노 마이크로컨트롤러를 이용하여 특정 파장의 LED를 제어하고, 3D 프린터를 활용하여 특정영역의 암세포의 분화를 억제할 수 있는 암세포 증식억제 모듈을 개발하여 그 현상을 현미경으로 관찰하였다. 획득된 암세포의 증식 정도는 이미지프로세싱 등의 후처리 기법을 활용

하여 항암치료 효과를 정량적으로 비교분석 하였다.

II. 연구방법

2.1 자궁경부암세포의 증식

자궁경부암세포 (한국 세포주 은행, 서울)은 고농도의 글루코스가 포함된 DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium)과 10 %의 FBS (Fetal Bovine Serum), 1 %의 Penicillin Streptomycin로 구성된 배지용액과 37° C와 5 %의 이산화탄소 환경의 배양기에서 증식시켰다. 세포는 배양접시의 약 80 %가 채워졌을 때, 실험을 위한 샘플로 사용이 되며 PBS (Phosphate-buffered saline) 을 이용하여 배지용액을 제거한다. 샘플로 준비된 세포가 페트리디쉬 내에서 약 40 %의 증식률을 보일 때 LED를 조사하여 세포활성도를 매일 측정하였다.

2.2 LED 조사실험

본 실험에서는 460nm의 파장을 갖는 LED (3V, 0.15A)를 사용하였으며, 아두이노 우노 (Arduino, Uno R3), 승압기 등을 이용하여 회로를 구성하였다. 또한 LED의 발산하는 특성을 제어하기 위해 3D 프린터로 제작된 가이드를 부착하여 표적세포에 조사하였다. 이 가이드는 LED와 세포가 증식되고 있는 페트리디쉬 사이에 위치하여, LED는 가이드를 통해 페트리디쉬의 하부에서 상부 방향으로 조사하도록 했고, LED는 5, 15, 30분동안 하루 1회, 3일 동안 연속적으로 자궁경부암 세포에 조사하여 실험을 진행하였다.

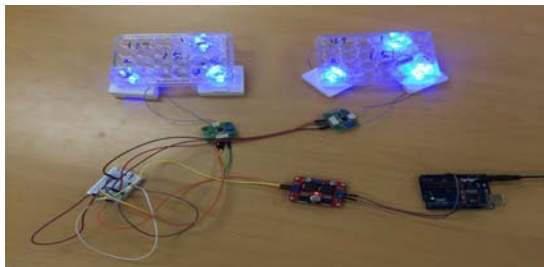


그림 1. LED 제어부



그림 2. 3D 프린터 제작 가이드

2.3 세포활성도의 정량적 분석

현미경으로 촬영된 이미지들은 MATLAB (MathWorks,

Natick, MA, USA) 프로그램을 활용하여 세포의 면적과 세포둘레의 길이를 정량적으로 측정하고, 이러한 방법으로 획득된 값들은 페트리디쉬의 전체 면적에서 차지하는 면적을 %로 변환하여 세포활성도 값으로 변환되었다.

III. 실험 및 결과 분석

자궁경부암 세포 (n=6) 는 특정 파장의 LED를 각각 control, 5, 15, 30분간 연속된 3일 동안 조사하여 고해상도 역립 현미경을 사용하여 획득되었다. Day0의 경우, LED로 조사하기 직전의 세포활성도 측정값이 %로 계산되어 그림 3과 같이 요약되었다.

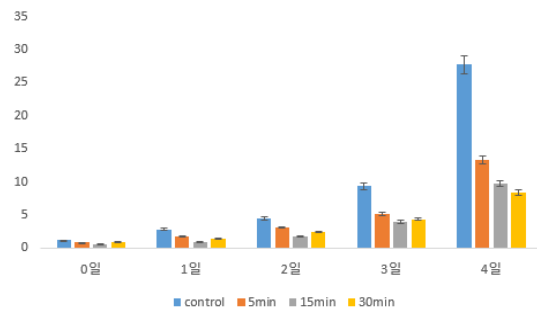


그림 3. 자궁경부암 세포 실험 결과

IV. 결론

본 논문에서는 임상에서 사용하는 레이저를 활용한 광역학적 치료법 대신 저렴한 마이크로컨트롤러인 아두이노 우노로 제어가 가능한 LED를 활용한 암세포억제 키트의 효과를 정량적인 분석을 통해 보였다. 제안된 LED를 활용한 증식억제 방법은 기존의 방사선 치료로 인한 피폭현상, 화학적 처리 및 발열현상 등에 의한 부작용이 거의 발생하지 않는다는 특징을 가지고 있어 치료법의 한계를 넓힐 수 있다는 특징을 가질 수 있다. 제안된 모듈을 통한 암세포의 증식현상은 수 일 간의 정량적 분석을 통해 억제되는 효과를 보였으며, 향후 초음파 및 HIFU 등 임상에서 사용이 가능한 융합자극에 관한 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Takeuchi, S., Udagawa, Y., Oku, Y., Fujii, T., Nishimura, H., & Kawashima, N. (2006). Basic study on apoptosis induction into cancer cells U-937 and EL-4 by ultrasound exposure. *Ultrasonics*, 44, e345-e348.
- [2] Ohara, M., Kawashima, Y., Katoh, O., &

Watanabe, H. (2002). Blue light inhibits the growth of B16 melanoma cells. *Cancer Science*, 93(5), 551-558.

[3] Nakamura, S., Mukai, T., & Senoh, M. (1994). Candela-class high-brightness InGaN/AlGaN double-heterostructure blue-light-emitting diodes. *Applied Physics Letters*, 64(13), 1687-1689.

[4] Nakamura, S., Senoh, M., Iwasa, N., Nagahama, S. I., Yamada, T., & Mukai, T. (1995). Superbright green InGaN single-quantum-well-structure light-emitting diodes. *Japanese Journal of Applied Physics*, 34(10B), L1332.