creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000239528

2010년 2월

碩士學位論文

적색 LED에 관한 치과적 응용연구

조선대학교 대학원

치의학과

박 찬 호

적색 LED에 관한 치과적 응용연구

Study of dental application on red LED

2010年 2月 25日

조선대학교 대학원

치의학과

박 찬 호

적색 LED에 관한 치과적 응용연구

지도교수 고 영 무

이 논문을 치의학 석사학위 논문으로 제출함.

2009年 11月

조선대학교 대학원

치의학과

박 찬 호

박찬호의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 최 한 철 印

위 원 조선대학교 교수 김 병 훈 印

위 원 조선대학교 교수 고 영 무 印

2009年 11月 日

조선대학교 대학원

목 차

LIST OF TABLES
LIST OF FIGURES
ABSTRACT iv

제 1장 서 론 1

제 2장 이론적 배경 4

제 3장 실험재료 및 방법 7

제 1절 광 조사 시스템 제작 7
제 2절 정상사람 구강각화상피세포(NHOK) 배양 ...10
제 3절 광 조사 실험 11

제 4장 실험결과 및 고찰 13
제 1절 광 조사에 대한 NHOK 활성변화 13
제 2절 광 조사에 대한 NHOK 형태변화 16

제 5장 결 론 17

참 고 문 헌 18

LIST OF FIGURES

Fig. 1. LED concept and principle. 4

Fig. 2. Diagram of red LED illumination system. 8

Fig. 3. Red LED module and 12 well dish. (a) Red LED module (power on), (b) Red LED module (power off), (c) 12 well plate dish on the red LED module, (d) 12 well dish. 9

Fig. 4. LED controller. 10

Fig. 5. ELISA reader and cell observation with microscope (a) ELISA reader system (b) ELISA reader (c) Observation of cell morphology (d) Red LED light illuminated to cell in the incubator. 11

Fig. 6. Cell viability in NHOK after 24h incubation. ((L0; control, L1; 14.22 uW/cm^2, L25; 1.55 mW/cm^2, L50; 3.28 mW/cm^2, L75; 5.16 mW/cm^2, L99; 8.07 mW/cm^2). 15

Fig. 7. Changes of cell morphology in NHOK after 24h incubation 16

LIST OF Table

Table 1. LED classification and applications 6

Table 2. Conditions of red LED irradiation experiments 12

ABSTRACT

Study of dental application on red LED

Chan-Ho Park, D.D.S, M.S.D
Director : Prof. Yeong-Mu Ko, Ph.D., DDS
Department of Dental Science
Graduate School of Chosun University

Phototherapy, the use of light for healing, has in recent years been a field of advanced multidisciplinary research. This modality has been shown to be beneficial in a wide and diverse range of maladies, including the healing of chronic and acute wounds as demonstrated by the use of laser light and LED (Light Emitting Diodes) technology. Red and near-infrared have beneficial effects on cells to creating more ATP (cellular energy) and increasing DNA and RNA activity. The aim of the present in vitro study was to evaluation the biological effects of Red light emitted by Red LED array on Normal Human Oral Keratinocyte (NHOK). Light intensities were measured with a radiometer. Cellular response to Red light exposure was assessed by the observation of cell morphology and the cell mitochondrial activity (MTT assay). Results showed no differences between exposed- and non-exposed cells in regards to cell morphology and cell viability.

제 1 장 서 론

최근 수 십 년 동안 저출력 레이저 치료 LLLT(Low Level Laser Therapy)의 연구 개발이 진행되어서 현재 의학 및 치의학 분야에서 상처 치유와 기능 장애 치료에 저출력 레이저가 빈번하게 사용되고 있다[1-4]. LED가 처음 개발된 후 40여 년이 흘렀지만 초기에는 지금처럼 많은 사람들의 관심을 끌지 못했다. 그러다가 1990년 UV LED가 등장하면서 LED는 우리 생활과 밀접한 존재로 자리 잡기 시작하였다[26,27]. 낮은 에너지 레이저(LLLT) 또는 발광 다이오드 (LED) 을 사용하여 가까운 적외선 범위 (630-1000 nm)에 적색 빛에 의하여 Photobiomodulation를 치유하는 효과가 있다고 알려져 있으며[25,], 병적 상태에 대한 저출력 레이저 치료는 동통감소, 염증, 상처치유 등을 포함한 다양한 좋은 효과를 보이는데, 비록 LED 치료의 생체 조절효과에 대한 생물학적인 메커니즘이 전체적으로 밝혀지지는 않았지만, 다양한 실험적 그리고 임상적 연구에서 저출력 레이저의 세포 대사조절 기능을 통하여 생물학적으로 조직의 재생능력을 증가시켰다[5,7]. LED는 생체자극(biostimulation)을 통해 세포내의 환경들을 변화시킬 수 있는 특징이 있어[8,9,30]. 다양한 근골격계 질환과 신경계 질환에 적용된바 있다.[10] 현재 저출력 레이저 치료는 대부분 통증과 관련된 분야에서 사용되고 있으나 조직의 재생과 관련된 연구들도 활발히 진행되고 있다.[11-14] 또한 에너지 레이저 또는 발광 다이오드 (LED) 배열을 사용하여 가까운 적외선 범위 (630-1000 nm)의 Red LED 에 의하여 Photo biomodulation 치유하는 연구가 알려져 있으며[15,16], LED 레이저를 이용한 광선치료는 기존의 레이저와 비슷한 치료 효과를 보이는 반면[17,18], 레이저 보다 깊은 피부 6mm 깊이까지 침투가 가능하며, 치료 시 피부조직의 파열과 반흔의 위험이 없고[19,20], 파장의 크기를 다양하게 이용할 수 있어 넓은 부위의 치료도 가능하다고 알려진바 있다.[23,24]

저출력 에너지 레이저나 LED array을 이용한 근적외선(630nm-1000nm) 저출력 광 조사는 동물모델과 세포배양에서 다양한 생리적 과정을 조절하는 것으로 알려져 왔다. 의광학(Biomedical photonics)은 빛이 생체조직과 일으키는 상호작용을 이용하여 환자의 치료나 진단 또는 의학 기초분야의 발전에 효과

적으로 사용하는데 필요한 학문이다. 빛 또는 빛의 성질을 이용하여 생명체의 구조연구를 바탕으로 치료용 레이저의 적용은 신경외과학, 위장병학, 비뇨기학, 피부병학, 이비인후과학, 심장학, 부인과학, 정형외과학 등의 학문과도 융합되어 광산업, 보건의료산업 등에 널리 이용되고 있다[24]. 특히 의료분야에서 특정파장대의 광을 환자의 치료에 이용하는 치료시스템을 광 치료요법(photo therapy)이라고 정의 할 수 있으며 이 치료요법의 원리는 세포를 광자극하면 상처의 혈관을 재생하는 치유를 하여 각종 염증을 제거하고 섬유질의 조직을 감소시키고 흉터 형성을 억제시키고 신경에 광자극하면 고통을 경감시키는 효과가 있으며 침을 놓는 효과가 있다[11].

이러한 유용한 영향은 인체 조직과 LED의 몇몇 상호작용에 기초를 둔다. 이러한 것은 세포의 광 자극의 결과이다. 아주 좁은 에너지 영역의 입자선으로 이루어진 본성 특히 협대역을 말한다. 바꾸어 말하면 아주 좁은 에너지 영역의 입자선으로 이루어진 빛의 노출은 진화적으로 경험되지 못하였으나 LED 자극은 유기체의 경험으로 독특해져 유일한 파장일수록 자극을 분해하기 위하여 그 유기체가 적합한 메커니즘에 수단으로 요구된다. 이러한 이유로 LED광은 적합한 반응들을 발생시켜 빛의 작은 밴드 폭, 유일한 빛은 레이저 방사의 더 큰 효율의 결과로 유기물의 방사가 가능해졌다. 의료조명에서 적외선 LED 통증치료기, 피부노화치료 기기에는 황색 LED, 치과용 UV 광중합기에는 UV와 청색 LED, 메디컬 플래쉬, 메디컬 일루미네이션, 스코우프광원 등에는 백색광원이 사용되었다. 피부치료에 사용되는 LED광원을 예를 들면, 특정 파장의 빛은 다양한 광학적 특성을 나타내는데 특히 단색광 성질인 425nm, 660nm, 830nm대역 3파장은 피부치료에 필요한 살균, 진정, 재생에 관여하는 파장대역으로 매우 필요한 파장대역이다[22]. 세가지 파장대역을 적정하게 이용함으로써 대상포진, 단순포진, 아토피피부염, 모발관리, 여드름 등의 치료에 응용할 수 있다[13]. 즉 선택적인 광파장을 발생시켜 광 역학반응과 광반응, 광열반응의 단계적인 과정을 거치게 되고 또한 선택적인 과정으로 박테리아의 살균으로 인한 박멸, 혈액순환의 촉진으로 인한 신진대사의 증대와 세포분열증가, 교원섬유의 합성증진으로 피부가 빠른 시간 내의 진정 효과와 재생이라는 과정이 이루어지게 되는 형태이다. 또한 Red LED는 이러한

여드름 치료뿐만 아니라 신생아의 황달을 Red 파장대를 조사해 치료하기도 하고 치과용 레진을 중합하는데 이용하기도 한다[9].

최근에 이러한 광원이 여러 조직에 미치는 생물학적 위험성에 대한 수많은 보고가 되고 있다[13]. 따라서 본 연구에서는 Red LED 광이 정상사람 구강각화상피세포에 미치는 영향을 조사하고자 한다.

제 2 장 이론적 배경

LED(Light-Emitting Diode)는 반도체의 p-n접합 다이오드의 일종으로, 순방향으로 전압이 걸릴 때 단파장광(mono-chromatic light)이 방출되는 현상인 전기발광효과(electroluminescence)를 이용한 반도체 소자이다. LED는 양과 음의 전기적 성질을 가진 p-n 두 화합물이 접합하여 전기가 흐르면 빛이 발생되는 원리로 접합하는 화합물의 종류에 따라 빛의 색을 조절할 수 있어 적외선, 자외선뿐만 아니라 가시광선도 빨강에서 보라색까지 모든 색의 표현이 가능하다. LED의 개념 과 제조공정에 대한 그림을 Fig1.에 나타내었다.

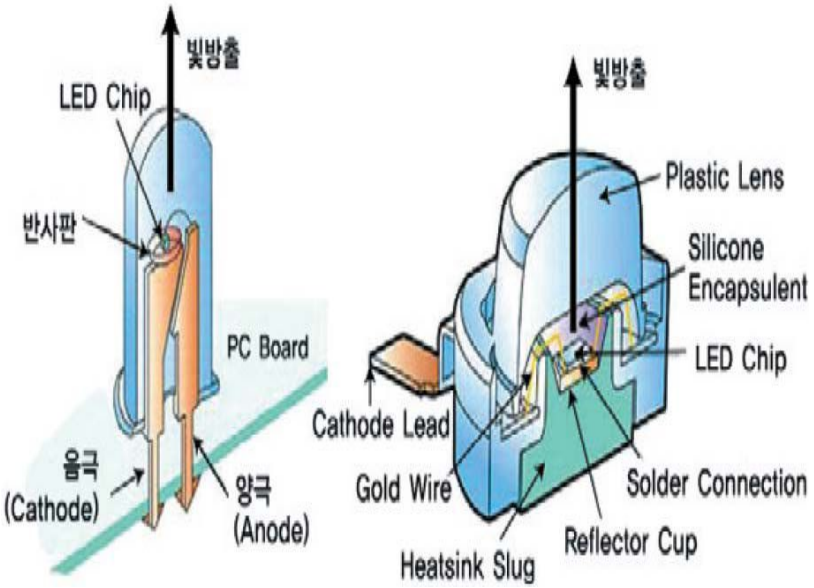

Fig. 1. LED concept and principle.

최근 긴 수명 과 무 수은 등의 장점을 지닌 발광다이오드(LED) 가 유망한 녹색성장 산업으로 각광받고 있다. LED 광원을 활용한 의료기기 개발을 위해서는 최고 수준의 고휘도 백색 LED 제조기술을 확립해야 한다. 특히 무통증 수술 의료기기 개발을 위해서는 연색성이 높은 백색 LED가 필요하며, LED 기술을 기반으로 하는 의료기기로는 초음파 등을 이용하는 고성능 동맥경화 진단기기, 고감도 혈관병 진단기기, 고정밀도, 고속세포 해석시스템 및 면역 진단기기, 유전자 정보를 활용한 간암 치료 등에 LED가 활용되고 있다[22]. LED는 사용하는 재료의 종류에 따라 전자가 올라갔다 내려가는 준위의 차이가 나타나며 이런 준위차이가 만들어지는 에너지의 차이로 이어져 결국 같은 빛이라도 높은 에너지 준위에서 만들어지는 빛은 짧은 파장을 가지고 있어 청색으로, 낮은 에너지 준위에서 만들어지는 빛은 긴 파장을 가진 적색으로 나타나 3원색인 적, 녹, 청 소자를 조합해 컬러를 구현하게 된다. LED는 발광하는 색에 따라 가시광선(400-700nm)LED, 적외선 (700-1,000,000nm) LED, 자외선(100-400nm) LED등으로 구분 가능하며 파장에 따라 그 응용범위가 다르다. LED는 파장별로 개발이 가능하며 가시광선 LED가 전체 LED 시장의 90-95%를 차지하고 있고 적외선 LED는 전체의 5%수준이며, 자외선 LED는 2%미만의 규모를 차지하고 있다. 가시광선 LED는 현재 가장 많이 개발된 소자로써 디스플레이 표시소자로 널리 이용되고 있으며[19], 조명 및 일루미네이션 분야 등 응용분야를 확대하면서 채택 범위가 빠르게 늘어나고 있다. 가시광선 LED중에서 적색 LED가 가장 먼저 개발되었으며 이후 녹색, 백색 LED등이 개발되어 총천연색 구현이 가능하게 되었다. 특히 2000년 이후로 RGB 및 백색 LED의 효율과 출력이 빠른 속도로 증가하면서 다양한 분야로 응용 분야가 확대되고 있다. 적외선 LED는 LED파장대가 증가하면서 광통신, 검출기(자동개폐기), 적외선 사진기, 감정, 위조, 근육치료, 농산품 건조기, 공기정화, 탈취 등 다양한 수요시장이 생성 가능해졌으며 특히 근거리 광통신용 IR LED는 적은 비용으로 인해 각광받을 것으로 예상되고 있다. 자외선 LED는 파장대가 과거의 405㎚에서 현재 200-405㎚로 파장대가 확대 되면서 응용시장 또한 확대되고 있다. 아직 응용시장이 초기 단계에 머물고 있으나 향후 살균(물, 공기), 폐수처리, 탈취, 의료용, 피부병 치료, 위폐감별, 조명, 섬유/화학 산업, 환경 센서 등에 응용 가능할 것으로 예상되고 있다.

Table. 1 LED classification and applications.

■ 발광다이오드 (Light Emitting Diode / LED)		
- 적색 (Red)/620-700 nm	AlGaAs, GaAsP	의료용 농업용
- 황색 (Yellow)/570-620 nm	GaAsP, InAlGaP, InGaN	백색 조명용 광원 의료용
- 녹색 (Green)/500-570 nm	GaP, InGaN	의료용 농업용
- 청색 (Blue)/420-500 nm	InGaN, SiC	백색 조명용 광원 의료용
- 백색 (White)/～550 nm	InGaN, ZnCdSe	백색 조명용 광원 의료용

제 3 장 실험재료 및 방법

제 1 절. 광 조사 시스템 제작

본 실험에서는 660nm 파장을 갖는 상업용 red LED를 광원으로 사용하였다. Fig. 2는 광 조사 실험장치의 모식도를 나타내었다. 광 조사 시스템은 LED의 조사세기 및 시간을 제어 할 수 있는 LED 광 제어장치와 red LED array로 구성된 모듈로 이루어져 있다. LED 모듈은 세포배양용기 12 well dish 와 6 well dish의 구조에 부합하도록 알루미늄 블록을 가공하여 제작하였고, 세포배양용기의 각각 well에 조사하는 LED광의 세기 및 시간의 조절이 가능하도록 제작하였다. 또한 LED광은 세포배양용기의 하단에서 세포에 조사되도록 하였고, 옆에 위치한 well에 광이 영향을 미치지 않도록 광 조사 통로를 설계하였다. 이해를 돕기 위하여 실물사진을 Fig. 3에 나타내었다. (a) 고출력 red LED로 제작된 LED모듈에 전원이 공급되어 광이 조사되고 있는 상태이다. (b) LED모듈에 전원이 공급되지 않은 상태의 사진이다. (c) 저출력 LED array 모듈위에 12 well dish을 올려놓고 광을 조사한 상태의 사진이다. (d) 일반적으로 세포배양에 사용되는 12 well dish 사진이다.
Fig. 4는 광 조사 제어기의 실물사진이다. 노란색 스위치가 총12개로서 12개의 LED array를 시간별로, 세기별로 조절할 수 있도록 제작되었다. LED모듈과 제어기는 케이블로 연결로서 탈부착이 가능하도록 하도록 제작되었다.

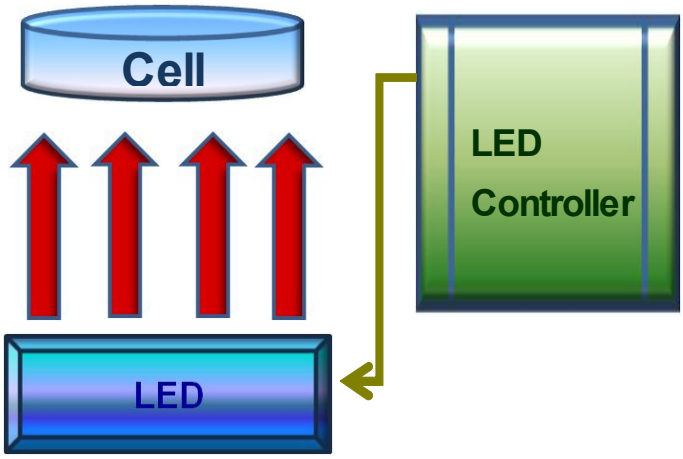

Fig. 2. Diagram of red LED illumination system.

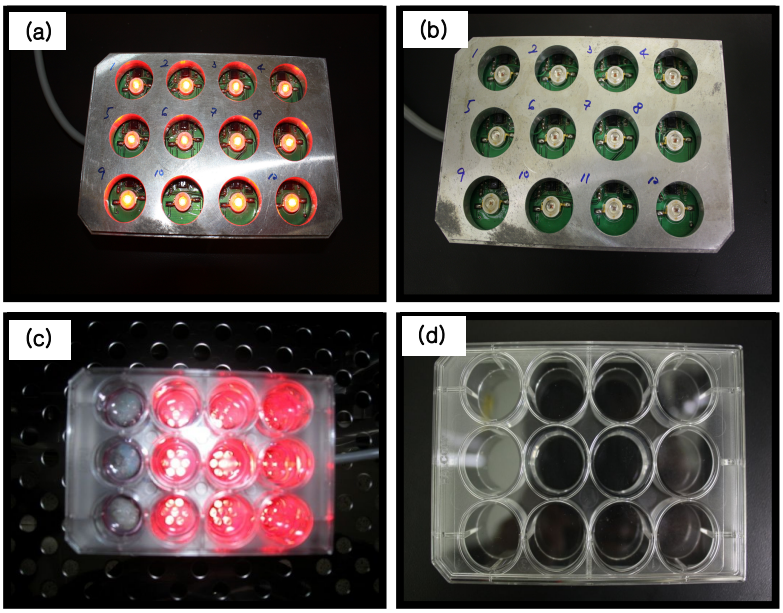

Fig. 3. Red LED module and 12 well dish. (a) Red LED module (power on), (b) Red LED module (power off), (c) 12 well plate dish on the red LED module, (d) 12 well dish.

Fig. 4. LED controller.

제 2 절. 정상사람 구강각화상피세포(NHOK) 배양

정상사람 구강각화상피세포(NHOK)는 조선대학교 치과병원을 내원한 환자의 양해를 구하여 구강 상피층을 채취하고 일차 배양하여 본 실험에 이용하였다. 조직을 채취하여 collagenase (0.32 mg/ml)와 Dispase (2.4 mg/ml)로 60분 동안 5% CO_2가 포함된 37℃ 배양기에 넣어 상피를 분리하였고, 단일세포로 용해하기위해 1 ml 의 0.05% trypsin 처리를 하여 5-8분간 37℃ 배양기에서 배양 후 phosphate buffered saline (PBS)로 세척하고 KGM (keratinocyte growth medium)에 부유해 60 mm 배양접시에서 배양하였다. 본 실험에서는 3세대의 NHOK 세포를 사용하였다.

제 3 절. 광 조사 실험

광 조사 실험조건은 Table 2.에 나타내었다. 정상사람 구강각화상피세포(NHOK)세포에 미치는 영향평가는 red LED를 조사한 후 24시간 배양 하여 MTT assay (Thermo scientigic MODEL - Multiskan EX) 와 광학현미경(OLMPUS, CHX41, Japan) 에 의한 세포형태변화를 관찰하였다. Fig. 5는 MTT분석에 사용한 ELISA장비와 위상차 광학현미경사진을 나타내었다. (d)는 CO_2 배양기 안에서 광 조사 실험 중인 사진이다.

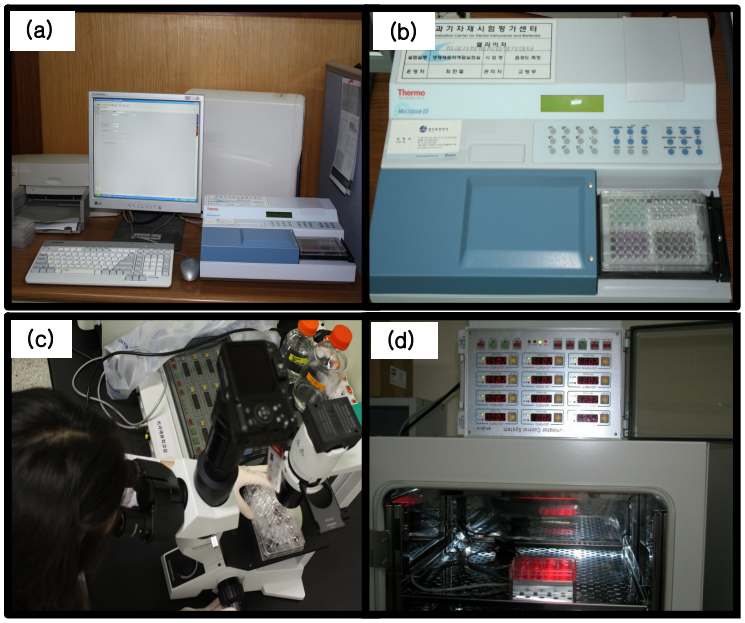

Fig. 5. ELISA reader and cell observation with microscope (a) ELISA reader system (b) ELISA reader (c) Observation of cell morphology (d) Red LED light illuminated to cell in the incubator.

Table 2. Conditions of red LED irradiation experiments

Incubation for 24hour			
Entry	Exposure Intensity (mW/cm^2)	Exposure Time (min)	Cell
1	L1	10	NHOK
2		20	
3		30	
4	L25	10	
5		20	
6		30	
7	L50	10	
8		20	
9		30	
10	L75	10	
11		20	
12		30	
13	L99	10	
14		20	
15		30	

제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절. 광 조사에 대한 NHOK 활성변화

Red LED 광 조사 실험조건은 Table. 2에 나타내었다. 광의 세기범위는 L1; 14.22 μW/cm^{2}에서 L99; 8.07 mW/cm^{2}로 하였으며, 조사시간은 10분, 20분, 30분 으로 하였다. NHOK세포에 광 조사 후 24시간 배양 후에 MTT assay결과는 Fig. 6에 나타내었다. 조사시간이 10분일 경우, 광량의 세기에 따른 생존율의 변화는 크게 차이를 보이지는 않았지만, L25 (1.5 mW/cm^2)세기에 대조군에 비해 약간의 높은 생존율을 보여주었다. 20분의 경우에는, 광량의 세기에 세포의 생존율이 별다른 반응을 나타내지 않았다. 광 조사시간 30분의 경우에도 20분의 경우와 비슷한 결과를 보여주었다. 결과적으로 광 조사시간이 10분, 광세기 1.5 mW/cm^{2}의 실험조건에서 NHOK세포의 생존율이 약간의 차이를 보였으나, 전반적으로 뚜렷한 생존율의 차이를 보여주지 못했다. 따라서 본 실험범위 내에서는 red LED 광이 세포에 영향을 미치지 않았음을 의미하는 것으로 사료된다. 향후 광 조사실험에서는 장시간 광 조사를 하면서 세포에 미치는 영향을 평가해야 될 것으로 사료된다.

세포수준에서 적색에서 근적외선(near infrared light, NIR)광에 의한 photobiomodulation의 기전은 미토콘드리아 호흡의 연쇄성분의 활성으로 언급되어왔고, 그 결과 세포증식과 세포보호를 증진시키는 단계적 신호작용을 개시하게 된다. Cytochrome oxidase는 적색에서 근적외선 스펙트럼 범위에서 중요한 광-수용체 역할을 한다. 또한 Cytochrome oxidase는 4개의 레독스 활성금속을 함유하는 integral 막 단백질과 적색에서 근적외선사이의 광에 대하여 강한 흡수력을 가지고 있다. 더욱이 660-680 nm 조사영역은 정제된 cytochrome oxidase에서 전자전달을 증가시키는 동시에 미토콘드리아 호흡과 ATP합성을 증가시킨다. 구강점막염은 심한 통증과 출혈을 수반하고 감염의 위험성을 증대시킨다. 최근에는 NIR-LED 광 치료요법이 구강점막염 치료에 이용되고 있는데 670 nm LED를 4 J/cm^2 세기로 매일 광 조사를 하여 많은

효과를 보고 있다. 특히 심한 통증을 호소하는 환자나 염증이 심한 환자에게는 큰 효과를 보고 있다. 따라서 향후 본 연구의 방향은 구강점막세포에 장시간 광을 조사하였을 때 일어나는 세포의 변화를 생물학적으로 평가를 해야 할 것으로 사료되며 창상치유(wound healing)에 대한 실험도 병행하여야 할 것으로 사료된다. 또한 광 조사시간을 시간단위에서 일단위로 높여 3일, 7일 정도로 실험을 하여야만 어떤 생물학적영향이 도출 될 것으로 사료된다.

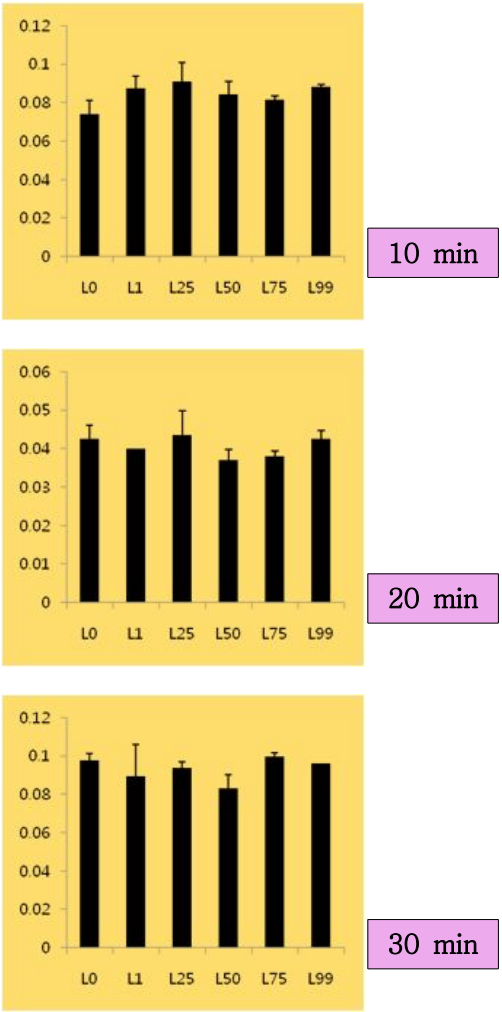

Fig. 6. Cell viability in NHOK after 24h incubation. (L0; control, L1; 14.22 uW/cm^2, L25; 1.55 mW/cm^2, L50; 3.28 mW/cm^2, L75; 5.16 mW/cm^2, L99; 8.07 mW/cm^2).

제 2 절. 광 조사에 대한 NHOK 형태변화

Fig. 7은 red LED광을 10분, 20분, 30분 그리고 L1; 14.22 μW/cm^{2}에서 L99; 8.07 mW/cm^{2}세기로 광 조사 후 CO_2 배양기에서 24시간 배양 후 광학 위상차 현미경으로 관찰한 세포형태를 나타내었다. 대조군의 세포형태와 뚜렷한 차이를 발견 할 수 없었다. 특히 NHOK세포의 골격을 잘 유지하고 있었으며, 세포모양의 변화는 없었다. 이것은 본 실험조건 (Table. 2)하에서 red LED광이 NHOK세포에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

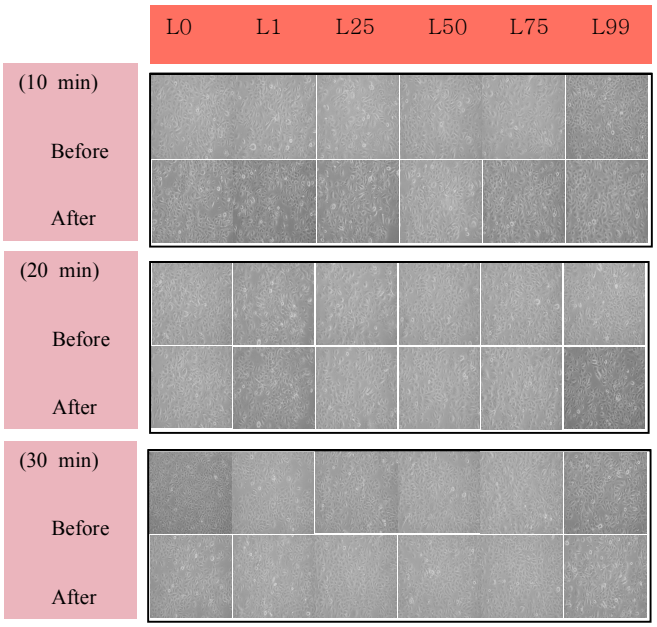

Fig. 7. Changes of cell morphology in NHOK after 24h incubation.

제 5 장 결론

본 실험 조건의 광조사세기 및 조사시간범위 내에서 red LED광이 정상사람 구강각화상피세포(NHOK)에 미치는 생물학적 영향을 세포 생존율과 세포형태변화를 조사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 광 조사 후 NHOK세포의 생존율은 광 조사 전과 거의 차이가 없었다.
2) 광 조사 후 NHOK세포의 형태변화는 광 조사 전의 세포형태와 뚜렷한 차이를 관찰할 수 없었다.

따라서 이러한 결과들로 보아 본 실험조건 내에서는 red LED광이 NHOK세포에 어떤 영향을 미치는 징후는 발견할 수 없었다. 향후에 red LED 광 조사에 따른 다양한 세포들에 대한 영향평가가 필요하고, 분자생물학적 기전에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Rochkind, S, M Rousso, M Nissan (1989) Systemic effects of low-power laser irradiation on the peripheral and central nervous system, cutaneous wounds, and burns. *Lasers Surg Med.* 9:174-182.
2. Walsh, LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. (1997) Part 1. Soft tissue applications. *Aust Dent J.* 42:247-254.
3. Silva Junior, AN, AL Pinheiro, MG Oliveira (2002) Computerized morphometric assessment of the effect of low-level laser therapy on bone repair: an experimental animal study. *J Clin Laser Med Surg.* 20:83-87.
4. Nissan, J, D Assif, MD Gross (2006) Effect of low intensity laser irradiation on surgically created bony defects in rats. *J Oral Rehabil.* 33:619-924.
5. Mester, E, AF MesterA Mester. (1985) The biomedical effects of laser application. *Lasers Surg Med.* 5:31-39.
6. Kamali, F, M Bayat, G Torkaman (2007) The therapeutic effect of low-level laser on repair of osteochondral defects in rabbit knee. *J Photochem Photobiol B.* 88:11-15.
7. Khadra, M, SP Lyngstadaas, HR Haanaes (2005) Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material. *Biomaterials.* 26:3503-3509.
8. Basford JR (1993) Laser therapy: scientific basis and clinical role. *Orthopedics* 16:541-547.
9. Basford JR (1995) Low intensity laser therapy; still not an established linical tool. *Lasers Surg Med* 16:331-342.
10. Rochkind S, Nissan M, Alon M, Shamir M, Salame K (2001) Effects o f laser irradiation on the spinal cord for the regeneration of crushed

peripheral nerve in rat. Lasers Surg Med ; 28:216-219

11. Shamir MH, Rochkind S, Sandbank J, Alon M: Double-blind domized study evaluating regeneration of the rat transected sciatic nerve after suturing and postoperative low-energy laser treatment. J Reconstr Microsurg 2001; 17: 133-137

12. Shefer G, Oron U, Irintchev A, Wering A, Halevy O: Skeletal muscle cell activation by low-energy laser irradiation: a role for MAPK/ERK pathway. J Cell Physiol 2001; 187: 73-80

13. Van Breugel HH, Bar PR: He-Ne laser irradiation affects proliferation of cultured rat Schwann cells in a dose-dependent manner. J Neurocytol 1993; 22: 185-190

14. Salomão, K., Dantas, A.P., Borba, C.M., Campos, L.C., Machado, D.G.,Aquino Neto, F.R., de Castro, S.L., Chemical composition and microbicidal activity of extracts from Brazilian and Bulgarian propolis. Lett Applied Microbiol 2004; 38, 87 - 92.

15. Aga, H., Shibuya, T., Sugimoto, T., Kurimoto, M., Nakajima, S., Isolation and identification of antimicrobial compounds in Brazilian propolis. Biosci Biotech Biochem 1994; 58, 945 - 946.

16. Hull PS. Chemical inhibition of plaque. J Clin Periodontol 1980; 7:431 - 42.

17. Mackie I, Blinkhorn A. Oral Health. Centre for pharmacology, postgraduate education; 1995. p. 33 - 6.

18. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The erosive potential of commercially available mouthrinses on enamel as measured by quantitative light-induced fluorescence (QLF). J Dent 2003; 31(5):313 - 9.

19. Pontefract H, Hughes J, Kemp K, Yates R, Newcombe RG, Addy M. The erosive effects of some mouth rinses on enamel. A study in situ. J Clin Periodontol 2001; 28(4): 319 - 24.

20. Addy M, Loyn T, Adams D. Dentine hypersensitivity-effects of some proprietary mouthwash on the dentine smear layer: a SEM study. J Dent 1991; 19(3):148 - 52.

21. Weiner R, Millstein P, Hoang E, Marshall D. The effect of alcoholic and non-alcoholic mouthwashes on heat-treated composite resin. Oper Dent 1997;22(6):249 - 53.

22. Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. Scand J Dent Res 1984; 92(3):257 - 61.

23. Kahkonen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. J Agri Food Chem 1999; 47;3954 - 3962.

24. Kim, D. O., Chun, O. K. Y., Kim, Y. J., Moon, H. Y., & Lee, C. Y. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. J Agri Food Chem 2003; 51, 6509 - 6515.

25. Kubo, I., Muroi, H., & Himejima, M. Antimicrobial activity of green tea flavor components and their combination effects. J Agri Food Chem 1992; 40, 245 - 248.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학	학 번	20087247	과 정	석사
성 명	한글: 박 찬 호 한문 : 朴贊豪 영문 :Park Chan Ho				
주 소	경남 양산시 신기동 396-2 삼성병원 3층 삼성치과				
연락처	010-5120-6791	E-MAIL	dentochan@naver.com		
논문제목	한글: 적색 LED에 관한 치과적 응용연구				
	영어: Study of dental application on red LED				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제,
   기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집・형식상의 변경을 허락함.
   다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포・전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가
   없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는
   1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한
   권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의
   전송・출력을 허락함.

동의여부 : 동의(0) 반대( )

2009 년 11 월 일

저작자: 박 찬 호 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하