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]I804:24011-200000239635

2010년 2월

碩士學位論文

파란색 발광다이오드가 정상사람 구강각화상피세포에 미치는 영향

조선대학교 대학원

치의학과

이 상 준

파란색 발광다이오드가 정상사람 구강각화상피세포에 미치는 영향

Effect of Blue LED on Normal Human Oral Keratinocyte Cells

2010年 2月 25日

조선대학교 대학원

치의학과

이 상 준

파란색 발광다이오드가 정상사람 구강각화상피세포에 미치는 영향

지도교수 고 영 무

이 논문을 치의학 석사학위 논문으로 제출함.

2009年 11月

조선대학교 대학원

치의학과

이 상 준

이상준의 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 3
제 1절 발광다이오드 3
제 2절 파란색 발광다이오드 5

제 3장 실험재료 및 방법 7
제 1절 광 조사 시스템 7
제 2절 정상사람 구강각화상피세포 배양 9
제 3절 광 조사 실험 10

제 4장 실험결과 및 고찰 10
제 1절 광 조사에 의한 NHOK 생존율변화 10
제 2절 광 조사에 의한 NHOK 형태변화 15

제 5장 결론 17

참 고 문 헌 18

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Diagram of blue LED illumination system for *in vitro* biological evaluation. 8

Fig. 2. Blue LED module and 12 well dish 8

Fig. 3. LED controller 9

Fig. 4. Cell viability in NHOK after 24h incubation 13

Fig. 5. Cell viability in NHOK after 48h incubation 14

Fig. 6. Cell morphology changes after 24 h incubation under various blue LED exposure time 15

Fig. 7. Cell morphology changes after 48 h incubation under various blue LED exposure time 16

LIST OF Table

Table 1. Conditions of LED irradiation experiments 10

ABSTRACT

Effect of Blue LED on Normal Human Oral Keratinocyte Cells

Sang-Jun Lee, D.D.S, M.S.D
Director : Prof. Yeong-Mu Ko, Ph.D., DDS
Department of Dental Science
Graduate School of Chosun University

Blue light is used in dental practise to cure resin-based materials, but the path of the light often includes oral tissues. A few studies have investigated the impact of blue light exposure on oral cells. The aim of the present in vitro study was to evaluation the biological effects of blue light emitted by blue LED array on Normal Human Oral Keratinocyte (NHOK). Light intensities were measured with a radiometer. Cellular response to blue 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 MTT assay.

제 1 장 서 론

의광학(Biomedical photonics)은 빛이 생체조직과 일으키는 상호작용을 이용하여 환자의 치료나 진단 또는 의학 기초분야의 발전에 효과적으로 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[1]. 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. 이러한 효과 들은 세포의 광 자극에 대한 생리적인 결과이다. 의료조명에서 통증 치료기는 적외선 LED, 피부노화치료 기기는 황색 LED, 치과용 UV 광 중합기는 UV와 청색 LED, 메디컬 플래쉬, 메디컬 일루미네이션, 스코우프광원 등에는 백색광원이 사용된다. 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. 빛을 이용한 치료원리는 광 역학 반응, 생체자극반응, 광열생체자극반응을 이용하는데 광 역학 반응에는 순수 청색 파장대역인 415nm가 관여해, 항바이러스 효과가 있어서 여드름의 원인균, 피부의 정상 상재균인 P-Acne을 박멸할 수 있는 기능이 있으며 P-Acne을 잡기위해서는 99% 순수한 청색파장대역의 광원이 필요하다. 따라서 세 가지 파장대역을 적정하게 이용함으로써 대상포진, 단순포진, 아토피피부염, 모발관리, 여드름 등의 치료에 응용할 수 있다. 즉 선택적인 광 파장을 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 이루어

지게 되는 형태이다. 또한 Blue LED는 이러한 여드름 치료뿐만 아니라 신생아의 황달에 blue 파장대를 조사해 치료하기도 하고 치과용 레진을 중합하는데 이용한다[2-4].

특히 최근 몇 년간 치아교정용 접착제 분야에서 파란색으로 경화시키는 대체장비의 도입은 광 경화 접착제의 응용에 놀랄만한 혁명을 가져옴과 동시에 환자가 진료 받는 시간의 단축을 가져왔다. 일반적으로 사용되는 할로겐 광과는 달리 플라즈마 아크나 LED 광과 같은 새로운 광원은 짧은 조사시간에도 광 경화가 가능하다. 현재 플라즈마 램프는 할로겐램프에 비하여 매우 높은 강도와 효율적 스펙트럼 450-500nm를 보이고, 사용시간은 5000시간으로 상당히 긴 편이다. 교정용 접착제에 광이 조사되는 시간은 보통 세라믹 브라켓의 경우 3초, 그리고 스테인레스 브라켓은 6초 정도이다. 최근에 LED 광 경화 장비는 420-600nm에서 최대 1100mW/cm^2 강도를 가지며, 가격대도 비교적 비싸지 않은 편이다.

최근에 이러한 광원이 여러 조직에 미치는 생물학적 위험성에 대한 수많은 보고가 되고 있다[5,6]. 연구보고에 의하면, 파란색 광이 다양한 세포에 활성산소종(ROS)의 생성으로 인하여 DNA integrity, 세포유사분열, 그리고 미토콘드리아 상태에 영향을 미친다[7-12]. 따라서 본 연구에서는 Blue LED 광이 정상사람 구강각화상피세포(NHOK)에 미치는 생물학적 영향을 조사하고자 한다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절. 발광다이오드

발광 다이오드(發光diode)는 순방향으로 전압을 가했을 때 발광하는 반도체 소자이다. LED (한국어: 엘이디, Light Emitting Diode)라고도 불리며, 발광 원리는 전계 발광 (Electroluminescence) 효과를 이용하고 있다. 또한 수명도 백열전구보다 상당히 길다. 발광색은 사용되는 재료에 따라서 다르며 자외선 영역에서 가시광선, 적외선 영역까지 발광하는 것을 제조할 수 있다. 일리노이 대학의 닉 호로니악이 1962년에 최초로 개발하였다. 오늘날까지 여러 가지 용도로 사용되었으며 향후 형광등이나 전구를 대체할 광원으로 기대되고 있다. 개발광 다이오드는 반도체를 이용한 PN 접합이라고 불리는 구조로 만들어져 있다. 발광은 PN 접합에서 전자가 가지는 에너지가 직접 빛 에너지로 변환되기 때문에 거시적으로 열이나 운동에너지를 필요로 하지 않는다. 전극으로부터 반도체에 주입된 전자와 정공은 다른 에너지띠 (전도띠나 원자가띠)를 흘러 PN 접합부 부근에서 띠간격를 넘어 재결합한다. 재결합할 때 거의 띠간격에 상당한 에너지가 광자, 즉 빛으로 방출된다.

다른 일반적인 다이오드와 동일하게 극성을 가지고 있으며, 캐소드 (음극)에서 애노드 (양극)로 정전압을 가해서 사용한다. 전압이 낮은 동안은 전압을 올려도 거의 전류가 흐르지 않고, 발광도 하지 않는다. 어느 전압 이상이 되면 전압 상승에 대하여 전류가 빠르게 흘러서, 전류량에 비례해서 빛이 발생된다. 이 전압을 순방향 강하전압이라고 하고, 일반적인 다이오드와 비교해서 발광 다이오드는 순방향 강하전압이 높다. 발광색에 따라 다르지만, 빨간색, 오렌지색, 노란색, 초록색에서는 2.1V 정도이다. 빨간빛을 내지 않는 것은 1.4V 정도이다. 백색과 파란색은 3.5V 정도이다. 고출력 제품은 5V 전후인것도 있다. 발광할 때 소비 전류는 표시등 용도에서는 수 mA ~ 50 mA정도이지만, 조명 용도에서는 소비 전력이 수W단위의 대출력 발광 다이오드도 판매되고 있어 구동 전류가 1 A 를 넘는 제품도 있다. 역방향으로 전압을 가하는 경우의 내전압은 일반적인 실리콘 다이오드 보다 더 낮고, 보통은 -5 V

정도이며, 이것을 넘으면 소자가 파괴된다. 따라서, 정류 용도로 사용할 수 없다. 발광되는 빛의 파장 (색)은 PN 접합을 형성하는 소재의 띠간격의 크기와 관련있다. 발광 다이오드는 근적외선이나 가시광선, 자외선에 이르는 파장에 대응하는 띠간격을 가지는 반도체 재료가 이용된다. 일반적으로 발광 다이오드에는 발광재결합 확률이 높은 직접 천이형의 반도체가 적합하고, 일반적인 반도체 재료인 규소 (실리콘)나 게르마늄같은 간접 천이형 반도체에서는 전자나 정공이 재결합할 경우에 빛을 방출하기 어렵다. 그러나 노란색이나 황녹색에 오랫동안 사용되어온 GaAsP계나 GaP계는 도핑한 불순물 준위를 개입시켜 강한 발광을 하는 재료도 있어서 넓게 사용되고 있다.

아래의 소재를 사용하여 다양한 색의 발광 다이오드를 만들 수 있다.

알루미늄 갈륨 비소 (AlGaAs) - 적외선, 빨간색

갈륨 비소 인 (GaAsP) - 빨간색, 오랜지색, 노란색

인듐 질화 갈륨 (InGaN)／질화 갈륨 (GaN)／알루미늄 질화 갈륨 (AlGaN) - (오랜지색, 노란색) 녹색, 파란색, 보라색, 자외선

인화 갈륨 (GaP) - 빨간색, 노란색, 녹색

셀렌화 아연 (ZnSe) - 녹색, 파란색

알루미늄 인듐 갈륨 인 (AlGaInP) - 오랜지색, 노란색, 녹색

다이아몬드 (C) - 자외선

산화 아연(ZnO) - 근 자외선 (개발 중)

아래는 기판으로 사용되고 있다.

탄화 규소 (SiC) 기판 - 파랑

사파이어 (Al2O3) 기판 - 파랑

규소 (Si) 기판 - 파랑 (연구 단계)

제 2 절. 파란색 발광다이오드

파란색 발광 다이오드는 주로 질화 갈륨(GaN)을 재료로 하는 파란색 빛을 가진 발광 다이오드이다. 일본 화학 회사인 니치아 화학공업 주식회사가 큰 시장 점유율을 가지고 있다. GaN계 화합물을 이용한 발광 다이오드의 개발과 거기에 이어서 파란색 반도체 레이저의 실현으로 자외선부터 완전한 녹색 가시광선 단파장 영역의 반도체 발광소자가 널리 실용화 되었다.
발광 다이오드는 낮은 전력으로 구동할 수 있는 광원이기 때문에 디스플레이 장치에 응용하는 것을 기대하고 있다. 하지만 1980년대 중순까지 빛의 삼원색에 필요한 빨간색은 실용화되었지만, 파란색은 실용적으로 높은 휘도를 내는 제품은 없었다. 그리고 노란녹색은 일찍부터 실용화되었지만 순수한 녹색은 파란색과 같은 GaN계 반도체 재료가 사용되기 때문에 녹색 LED의 실용화는 파란색 LED의 등장 이후이다. 그렇기 때문에 발광 다이오드에 의한 RGB 디스플레이의 구현은 쉽지 않았다. 순수한 파란색 발광의 구현때문에 셀렌화 아연(ZnSe) 계 화합물이나 탄화 규소(SiC)를 이용한 연구가 예전부터 행해져 ZnSe계에 의한 파란녹 ~ 녹색 발광 다이오드 개발 이외, SiC의 파란색 발광 다이오드는 낮은 발광 강도로 시판도 되었다. 그러나 이 후에 GaN계 화합물에 의한 발광 다이오드가 급속도로 보급되었기 때문에 현재에는 이러한 재료계의 기술은 흰색 발광소자나 기판같은 용도에만 사용되고 있다.
질화 갈륨을 이용한 고휘도 파란색 LED 개발과 관련되서 나치아 화학공업의 나카무라 슈지(中村修二)가 유명해 졌으며, 기초적인 부분은 나고야 대학(名古屋大學)의 이사무(赤崎勇) 교수(현재 메이조 대학(名城大學) 교수)가 제안한 것이 많다. 고휘도 파란색 LED의 첫 제품화는 나치아 화학공업이었지만 그 전에 도요타 중앙 연구소(豊田中央硏究所)와 아카사키(赤崎)교수의 협력을 받은 도요타 합성(豊田合成) 주식회사에서 먼저 실현된 적도 있어서 "누가 먼저 만들었는가?" 라고 하는 물음에 답하는 것은 곤란하다. 2001년 8월에 나카무라 슈지(中村修二) (현재 캘리포니아대학 산타 바바라교 교수)가 직무상에서 발명한(특허법에서 직무발명이라고 함) "404 특허"를 놓고서 이전 업무회사인 니치아 화학공업을 제소해서 같은 특허의 원고에게 귀속권 확인내지 양도 대

가를 둘러싸고 논쟁이 되었다. "기업과 직무 발명자와의 관계에 대하여 논란이 생긴다" 라는 사회 문제도 일으키게 되었다. 2004년 12월에 도호쿠 대학(東北大學) 금속재료 연구소의 가와사키 마사시(川崎雅司) 교수 (박막 전자재료 화학)의 연구팀은 가격이 저렴한 산화 아연을 이용한 파란색 발광 다이오드 개발에 성공했고, (파란색 LED의 재발명이라고 함) 12월 19일자 영국 과학잡지(온라인판) 네이처에 발표했다. 비싼 질화 갈륨을 대체할 가능성도 있다.

제 3 장 실험재료 및 방법

제 1 절. 광 조사 시스템

본 실험에서는 440nm 파장을 갖는 시판용 blue LED를 광원으로 사용하였다. Fig. 1은 광 조사 실험장치의 모식도를 나타내었다. 광 조사 시스템은 LED의 조사세기 및 시간을 제어 할 수 있는 광 제어장치와 blue LED array로 구성된 모듈로 이루어져 있다. LED 모듈은 세포배양용기 12 well plate와 6 well plate의 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. 2는 LED전원이 들어오지 않은 상태의 LED모듈사진 전원이 들어와서 blue LED광이 빛나는 모듈사진, 그리고 12 well plate를 모듈위에 올려놓은 모습을 사진으로 나타낸 것이다. Fig. 3은 광조사 제어기의 실물사진이다. 노란색 스위치가 총12개로서 12개의 LED array를 시간별로, 세기별로 조절할 수 있도록 제작되었다. LED모듈과 제어기는 케이블로 연결로서 탈부착이 가능하도록 하도록 제작되었다.

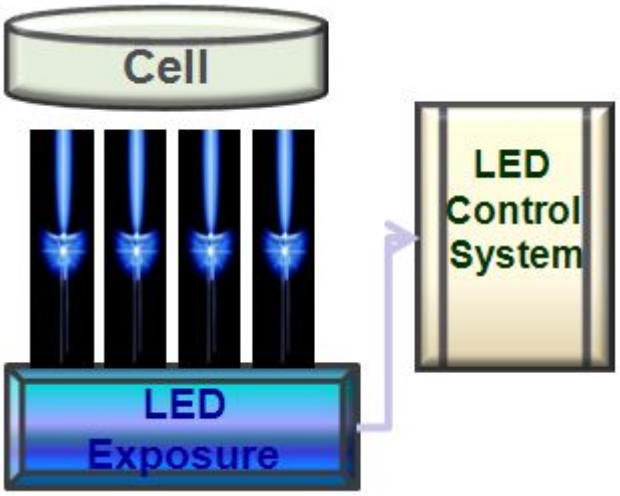

Fig. 1. Diagram of blue LED illumination system for *in vitro* biological evaluation.

Fig. 2. Blue LED module and 12 well plate

Fig. 3. 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 실험은 NHOK세포에 광의 세기와 조사 시간을 변화시켜 가면서 세포의 생존율과 형태를 조사하였다. 실험조건은 Table 1.에 정리하여 나타내었다. 광조사세기는 2.5 mW/cm^2, 5.5 mW/cm^2, 8.5 mW/cm^2 로 설정하였고, 조사시간은 10분, 30분, 60분으로 실험을 실시하였다. 이러한 조건에서 광을 조사 후 24시간, 48시간을 CO_2배양기에서 배양하여 광에 의한 세포독성을 조사하기위하여 MTT assay를 하였고, 세포형태의 변화는 광학 위상차현미경(Olympus, Japan)으로 관찰하였다.

Table 1. Conditions of LED irradiation experiments

Incubation for 24hour				Incubation for 48hour			
Entry	Exposure Intensity (mW/cm^2)	Exposure Time (min)	Cell	Entry	Exposure Intensity (mW/cm^2)	Exposure Time (min)	Cell
1	2.5	10	NHOK	10	2.5	10	NHOK
2		30		11		30	
3		60		12		60	
4	5.5	10		13	5.5	10	
5		30		14		30	
6		60		15		60	
7	8.5	10		16	8.5	10	
8		30		17		30	
9		60		18		60	

제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절. 광 조사에 대한 NHOK 생존율 변화

10분, 30분, 60분 광 조사 후 24시간 배양 후에 MTT assay결과는 Fig. 4에 나타내었다. 광량의 세기가 2.5 mW/cm^{2}일 때 10분의 경우 108.1%, 30분은 100.6%, 60분은 102.5%이었다. 조사시간 증가에 따른 NHOK세포의 생존율에는 변화를 관찰할 수 없었다. 따라서 광세기의 강도를 5.5 mW/cm^{2}로 증대시켜 세포의 생존율을 조사하였다. 그러나 세포생존율의 변화는 나타나지 않았다. 최종적으로 본 실험에서 사용한 광 조사 모듈의 최대 광세기 8.5 mW/cm^{2}으로 10분, 30분, 60분을 조사하였다. 저출력의 경우와 마찬가지로 10분의 경우 113.6%, 30분은 94.5%, 60분은 99.7%이었다. 세포생존율에는 큰 차이를 발견 할 수 없었다. NHOK세포에 대한 생물학적 영향평가를 더 자세히 알아 보기위하여 위의 동일한 실험조건에서 광 조사 후 48시간 배양 후 MTT분석을 하여 세포의 생존율을 조사하여 Fig. 5에 나타내었다. 그러나 광 조사 후 24시간 배양 후 생존율을 조사한 이전결과와 뚜렷한 차이를 발견 할 수 없었다. 이것은 본 실험의 조건(광조사세기 및 조사시간)에서는 NHOK세포의 생존율은 차이가 없었다. 본 실험범위 내에서는 blue LED 광이 세포에 영향을 미치지 않았음을 의미하는 것으로 사료된다.

파란색 광(380-500 nm)은 일반적으로 치과용 레진의 광중합 개시제에 활성을 주는데 사용된다. 비록 초기에는 파란색 광이 비교적 무해하다고 하였으나, 최근에 세포병리학적인 면으로 영향을 미친다는 보고가 되고 있다.[13] 이것은 산화 스트레스로 인하여 미토콘드리아 기능을 저해된다고 하였으며, DNA 손상 혹은 심지어 세포유사분열의 저해에 영향을 미친다고 보고되었다.[14,15] 본 실험에서는 고출력 blue LED의 적용에 어려움이 있어서 저출력 blue LED를 사용하여 장시간 LED 광을 조사하였다. 그 이유는 고출력 LED를 적용했을 경우에는 세포배양배지의 온도가 급격히 상승 할 것으로 예상되므로 세포가 온도와 광을 영향을 동시에 받으므로 온도에 대한 영향을 배제하기 위하여 저출력 LED로 장시간 광 조사실험을 채택하였다.

따라서 본 실험조건에서 광 조사 최대세기 8.5 mW/cm^{2}로 최장시간 60분간 조사했을 경우에 NHOK 세포의 생존율의 변화가 없는 것은 Blue LED광이 세포에 산화 스트레스의 영향이 미치지 못한 것으로 사료된다. 향후 LED array를 재설계하여 광원의 집적도를 향상시켜 광세기를 증가시키고 조사시간을 아주 짧게하여 다양한 상피세포에 대한 영향을 평가해야 할 것으로 사료된다. 또한 분자생물학적 기전을 연구하여 광에 의한 DNA손상정도를 조사할 수 있는 연구가 보강되어야 할 것으로 사료된다.

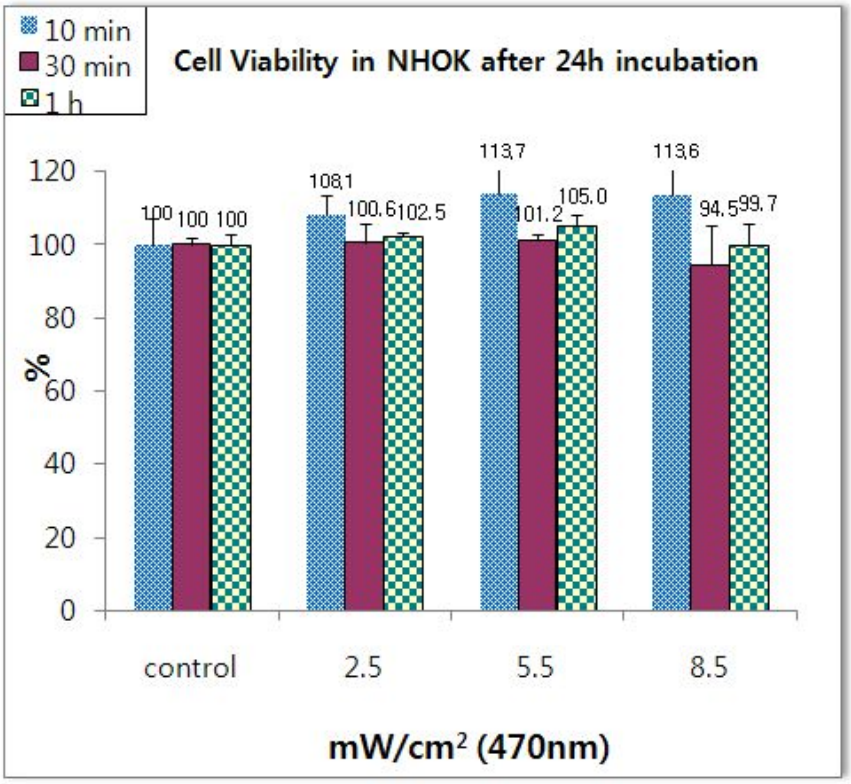

Fig. 4. Cell viability in NHOK after 24h incubation

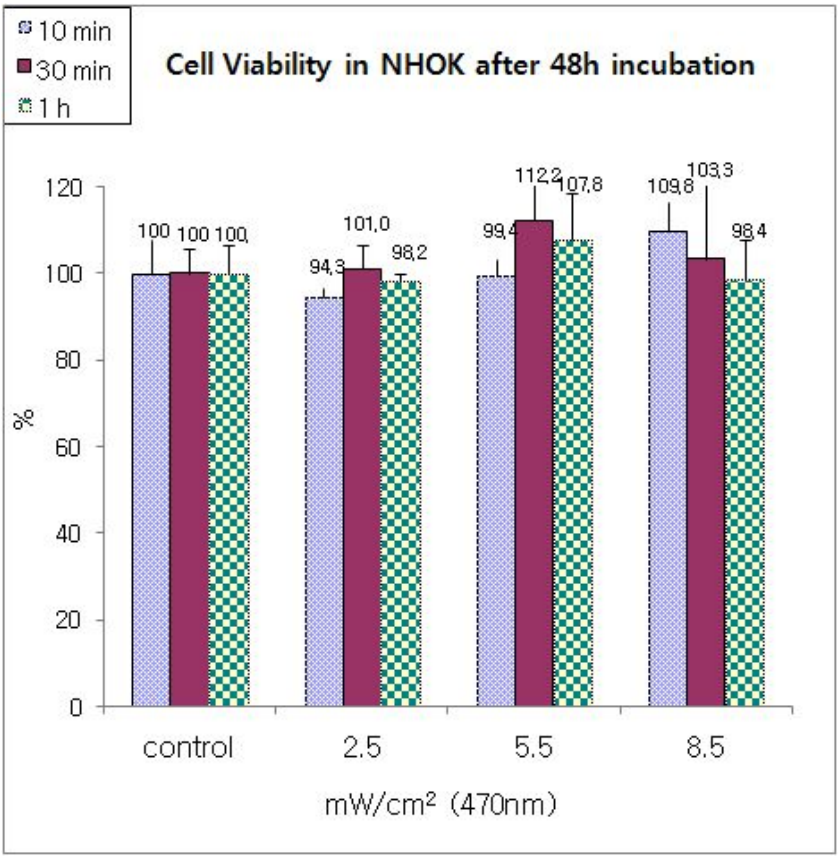

Fig. 5. Cell viability in NHOK after 48h incubation

제 2 절. 광 조사에 대한 NHOK 형태변화

Fig. 6은 10분, 30분, 60분 동안 2.5, 5.5, 8.5 mW/cm^{2}세기로 광 조사 후 CO_2 배양기에서 24시간 배양 후 광학위상차 현미경으로 관찰한 세포형태를 나타내었다. 대조군의 세포형태와 뚜렷한 차이를 발견 할 수 없었다. 특히 NHOK세포의 골격을 잘 유지하고 있었으며, 세포모양의 변화는 없었다. Fig. 7은 Fig. 6의 광 조사 실험조건은 동일하나, 광 조사 후 48시간 배양 후 세포형태를 관찰하였다. 이 실험에서도 세포형태의 변화는 찾아 볼 수가 없었다. 이것은 본 실험조건 (Table. 1)하에서 Blue LED광이 NHOK세포에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

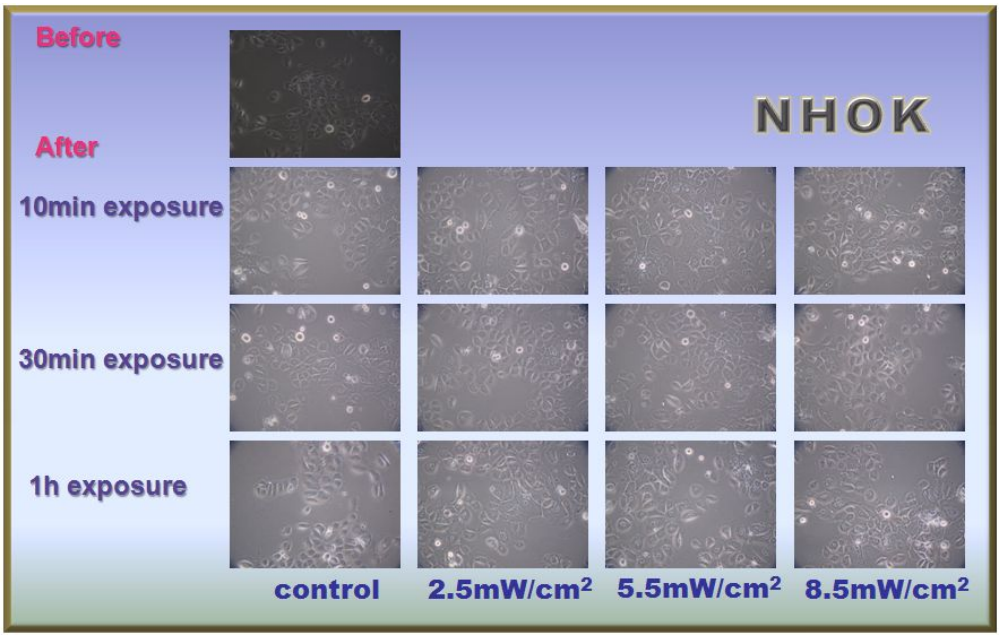

Fig. 6. Cell morphology changes after 24 h incubation under various blue LED exposure time.

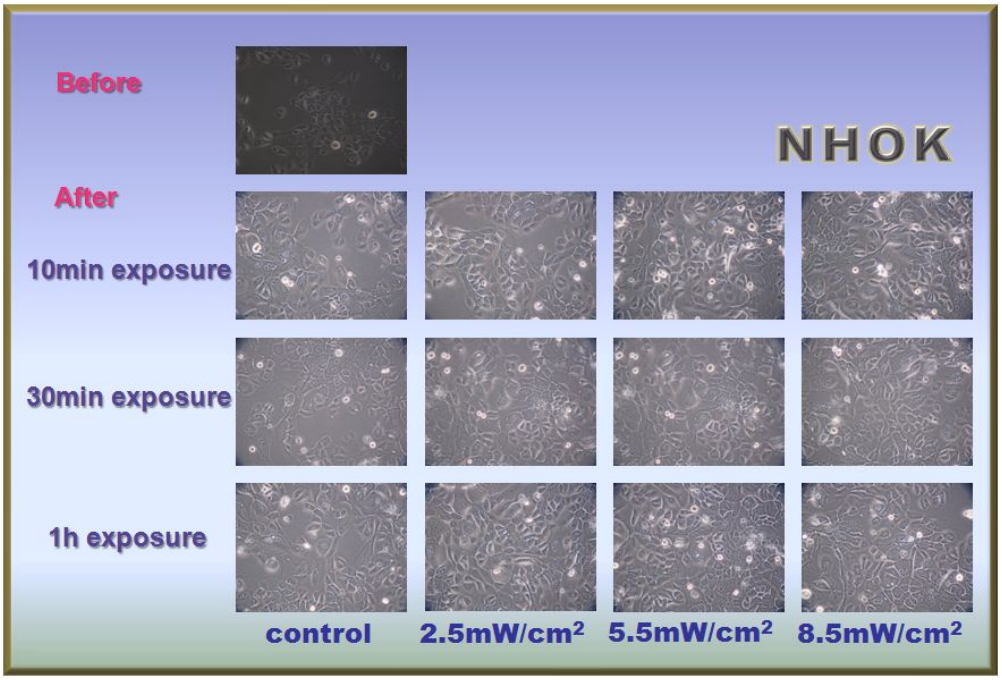

Fig. 7. Cell morphology changes after 48 h incubation under various blue LED exposure time.

제 5 장 결론

본 실험 조건의 광조사세기 및 조사시간범위 내에서 Blue LED광이 정상사람 구강각화상피세포(NHOK)에 미치는 생물학적 영향을 세포 생존율과 세포 형태변화를 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 Blue LED광이 NHOK세포에 어떤 영향을 미치는 징후는 발견할 수 없었다. 향후에 Blue LED 광조사에 따른 다양한 세포들에 대한 영향평가가 필요하고, 분자생물학적 기전에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Black HS, deGruijl FR, Forbes PD, Cleaver JE, Ananthaswamy HN, DeFabo EC, Ullrich SE, Tyrrell RM. (1997) Photocarcinogenesis: an overview. *J Photochem Photobiol B: Biology* **40**: 29-47.
2. Knezevic A, Tarle Z, Meniga A, Sutalo J, Pichler G, Ristic M.(2001) Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. *J Oral Rehabil* **28**: 586-591.
3. Noda M, Wataha JC, Kaga M, Lockwood PE, Volkmann KR, Sano H. (2002) Components of dentinal adhesives modulate heat shock protein 72 expression in heat-stressed THP-1 human monocytes at sublethal concentrations. *J Dent Res* **81**: 265-269.
4. Bornman L, Baladi S, Richard M-J, Tyrrell RM, Polla BS. (1999) Differential regulation and expression of stress proteins and ferritin in human monocytes. *J Cell Physiol* **178**: 1-8.
5. Aggarwal BB, Quintanilha AT, Cammack R, Parker L. (1978) Damage to mitochondrial electron transport and energy coupling by visible light. *Biochim Biophys Acta* **502,** 367 - 382.
6. Lockwood DB, Wataha JC, Lewis JB. (2005) Blue light generates reactive oxygen species (ROS) differentially in tumor vs. normal epithelial cells. *Dent Mater* **21(7)**: 683 - 688.
7. Omata Y, Lewis JB, Rotenberg S. (2006) Intra- and extracellular reactive oxygen species generated by blue light. *J Biomed. Mater Res A* **77(3)**: 470 - 477.
8. Krishnamoorthy RR, Crawford MJ, Chaturvedi MM. (1999) Photo-oxidative stress down-modulates the activity of nuclear factor-kB involvement of caspase-1, leading to apoptosis of photoreceptor cells. *J Biol Chem* **274**: 3734 - 3743.

9. Pflaum M, Kielbassa C, Garmyn M, Epe B. (1998) Oxidative DNA damage induced by visible light in mammalian cells: extent, inhibition by antioxidants and genotoxic effects. *Mutat Res* **408(2)**: 137 - 146.
10. Gorgidze LA, Oshemkova SA, Vorobjev IA. (1998) Blue light inhibits mitosis in tissue culture cells. *Biosci Rep* **18(4)**: 215 - 224.
11. Wataha JC, Lewis JB, Lockwood PE, (2004) Blue light differentially modulates cell survival and growth. *J Dent Res* **83(2)**: 104 - 108.
12. Wataha JC, Lockwood PE, Lewis JB, (2004) Biological effects of blue light from dental curing units. *Dent Mater* **20(2)**: 150 - 157.
13. Aggarwal BB, Quintanilha AT, Cammack R, Parker L. (1978) Damage to mitochondrial electron transport and energy coupling by visible light. *Biochim Biophys Acta* **502**: 367 - 382.
14. Gorgidze LA, Oshemkova SA, Vorobjev IA. (1998) Blue light inhibits mitosis in tissue culture cells. *Biosci Rep* **18(4)**: 215 - 224.
15. Wataha JC, Lewis JB, Lockwood PE. (2004) Blue light differentially modulates cell survival and growth. *J Dent Res* **83(2)**: 104 - 108.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학	학 번	20087261	과 정	석사
성 명	한글: 이 상 준 한문 : 李 相 準 영문 :Lee Sang Jun				
주 소	인천시 남구 관료동 492-4 스마일치과				
연락처	011-9230-6750	E-MAIL	yksant@hanmail.net		
논문제목	한글: 파란색 발광다이오드가 정상사람 구강각화상피세포에 미치는 영향				
	영어: Effect of Blue LED on Normal Human Oral Keratinocyte Cells				

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: 이 상 준 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하