

## 한센환자의 피부궤양 치료에 발광다이오드(LED)의 효과에 관한 연구

한국한센복지협회 연구원

이래환, 이정매, 김종필

### Abstract

#### Research on effect of Light emitting diode(LED) on treating skin ulcer of Hansen's disease

Institute for Leprosy Research, Korea Hansen Welfare Association

Rae-Hwan Lee, Jeoung-Mae Lee, Jong-Pill Kim

Leprosy is disease of skin and peripheral nerve especially. Sequale and disability of musculoskeletal system, especially peripheral extremities (hands and feet) can be developed due to severe and irreversible peripheral nerve damage in leprosy. In leprosy, Skin ulcers can relapse very often and progress to deformity and amputation of hands or foot. We need methods to treat skin ulcer effectively. We have used various therapies such as antibiotics in infectious state, disinfectant, variable wet dressing materials(transparent film, foams, gels&hydrogels, hydrocolloids, calcium alignate), silver dressing, Vacuum Assisted Closure unit, debridement, curettage, surgery to treat skin ulcer in leprosy patients.

Sometimes we can treat skin ulcer successfully but, we often encounter ulcer resistant to treat. We need to find and develop methods to treat ulcer successfully. Several researches have reported articles to treat wound successfully using light emitting diode(LED). We tried to treat ulcer in old leprosy patients using LED. We divided ulcers patients into case group(conventional dressing therapy + LED therapy) and control group

(only conventional dressing therapy) randomly in out patient department and in ward. This research was carried out from February 2012 to September 2012. Case group and control group have composed of 30 patients respectively. Average age of patients was 74 years old in case group and 69 years old in control group. We have used LED device composed of 700 pieces of diodes emitting 635nm and 500 pieces of diodes emitting 830nm, totally 1200 pieces of diodes. We have observed the size of wounds twice per week in control group and case group. Before treatment average size of wounds was 8509.76mm<sup>3</sup> in case group and 8625.33mm<sup>3</sup> in control group. P-value was 0.49. There was no significant difference in case and control group. After treatment average size of wounds was 787.83mm<sup>3</sup> in case group and 8074.63mm<sup>3</sup> in control group. P-value was 0.02. There was significant difference in case and control group. After treatment average reduction of size per time was 338.02mm<sup>3</sup>/day in case group and 26.55mm<sup>3</sup>/day in control group. P-value was 0.002. There was significant difference in case and control group. Therefore we have concluded that LED device was effective in wound treatment. Some articles have reported that LED Device have helped to treat wounds in DM ulcer, third degree burn, oralulcer, skin ulcer in Klippel-Trenaunay syndrome patient, some retinopathy etc. We have concluded that LED of infrared or long visible wavelength light can be used effectively in treatment of wound along with conventional treatment concurrently.

Key word : leprosy, foot ulcer, LED, laser

## 서론

한센병환자는 복합화학요법으로 치료를 받았는데도 불구하고 지속적인 면역작용으

로 인해 심각하고 비가역적일 수 있는 말초 신경손상의 휴유증과 이로 인한 불구가 발생할 수 있는데<sup>1)</sup>, 나균이 치료로 완전히 소멸된 이후에도, 휴유증인 말초신경손상으로

\* 교신저자 : 이래환  
전자우편 : happylrh@naver.com  
주 소 : 경기도 의왕시 원골로 59  
한국한센복지협회(031-452-7093)

인한 감각, 자율, 운동신경기능 장애 때문에 주로 인체의 말초인 손발의 상처가, 궤양으로 진행하여 치료 시 단단한 반흔조직으로 대체되고, 만성적이며 자주 재발되어 점점 만성궤양까지 진행되어 수족의 변형이나 자연적 혹은 치료적인 절단 등 불구에 이르게 되는 경우도 많다. 2011년 현재 한센사업 대상자 장애지수가 45.3%로 보고되고 있고<sup>2)</sup>, 본 한국한센복지협회 연구원 부설의원에서 궤양치료를 위해 입원하는 환자가 입원사유 50~60%를 상회하고 있다. 상처를 효과적인 치료법을 통해 빨리 그리고 반흔조직이 아닌 정상조직에 가깝게 치료하면 할수록 불구는 덜 발생할 것이다. 최근 한센병 신환자는 줄고 있으나, 생존해 있는 많은 외래환자나 입원환자들이 손과 발의 상처로 치료받고 있고, 완전치 못한 회복으로 수족부의 변형이나 절단이 되는 근골격계장애가 계속 발생되고 있어, 빠르고 효과적인 상처치료가 중요하다. 감염병으로서의 한센병관리는 성공적이지만, 장애를 남기는 한센병의 특징으로 인해 장애 예방사업에 대한 관심이 커지고 있다.<sup>3-4)</sup> 장애를 예방하기 위해서는 효과적인 상처치료의 개발, 발전이 절실하다. 심한 상처나 피부궤양환자는 입원하여 보행을 제한하고, 다양한 성장인자와 배양표피조직과 습윤드레싱재료를 사용하고, 음압치료기와 같은 기구, 필요 시 절개, 변연절제나 피부이식수술과 약물치료 등 다양한 치료법으로 집중적으로 치료하고, 상처예방을 위해 여러 보장구를 사용하여 치료성과는 점점 좋아지고 있으나 충분하지는 않다<sup>5)</sup>. 아직도 많은 환

자들이 궤양의 재발과 수족부의 변형이나 절단 등의 발생이 지속되어 치료를 발전시켜야 할 부분이 많다. 때문에 새로 발견, 개발되고 증명된 치료법들을 적극적으로 적용시켜야 할 필요성이 크다. 발광다이오드(LED)를 만성피부궤양, 구강염, 당뇨병성 궤양, 화상, 광손상을 받은 망막세포의 질환과 수술 후나 레이저치료 후 후처치 등 상처치료에 이용해 효과를 본 여러 연구들이 보고되어<sup>10-18)</sup>, 본원에서도 발광다이오드를 한센환자의 수족부궤양치료에 이용하고 상처 크기의 변화를 관찰하고 효과를 평가하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

2012년 2월부터 2012년 9월까지 총 8개월간 입원 및 외래를 통해 궤양치료를 받은 환자를 모집단으로 하여 무작위 추출로 각각 30명씩 실험군(Case)와 대조군(Control)으로 분류하였다.

Table 1. Characters of case group and control group

	Case group	Control group
Number of patients	30	30
Mean age of patient	74	69
Sex	Male	24
	Female	6

## 2. 사용된 발광다이오드(LED)

Table 2. Characters of used LED

Composition(Total diodes number : 1200) (635nm+830nm)	700diodes emitting 635nm light(red light) 500diodes emitting 830nm light(infrared light)
Mean energy per square centimeter	90 mw/cm2
Energy density(when emitting for 15 minutes)	81 J/cm2

Brand name of device : SMARTLUX<sup>®</sup>

## 3. 방법

실험군에는 환자에게 안구를 보호하기 위해 보안경을 쓰게 한 후 상처를 LED기계와 약 10cm의 간격을 두고, 약 20분간 상기의 LED(Table 1)를 상기의 조건으로(Table 2) 조사한 후 일반적인 상처치료(드레싱)을 시행하였다. 대조군에서는 LED 조사 없이 일반적인 상처치료(드레싱)을 시행하였다. 이후 주 2회씩 규칙적으로 가로×세로×깊이의 크기를 측정하여 결과를 기록하였다.

## 결 과

치료 전 상처의 평균크기는 실험군은 8509.76mm<sup>3</sup>이었고, 대조군은 8625.33mm<sup>3</sup>이었다. 표준편차는 실험군은 10686.44mm<sup>3</sup>였고 대조군은 13574.47mm<sup>3</sup>이었다. P-Value는 0.49로 양군의 상처 크기는 유의한 차이가 없었다.

치료 후 상처의 평균크기는 LED치료와

통상적인 치료를 병행한 실험군은 787.83mm<sup>3</sup>였고 통상적인 치료만을 시행한 대조군은 8074.63mm<sup>3</sup>이었다. 표준편차는 실험군은 1182.44mm<sup>3</sup>였고, 대조군은 19015.03mm<sup>3</sup>이었다. P-Value는 0.02로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.

즉 LED치료와 통상적인 치료를 병행한 실험군의 상처크기가 통상적인 치료만을 시행한 대조군의 상처크기보다 통계학적으로 유의하게 작아졌다.

단위 기간당 상처의 평균 크기 변화를 보면 실험군은 338.02mm<sup>3</sup>/day였고, 대조군은 26.55mm<sup>3</sup>/day였다. 표준편차는 실험군은 410.76mm<sup>3</sup>/day였고 대조군은 399.32mm<sup>3</sup>/day였다. P-Value는 0.002로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.

즉 단위기간당 상처의 크기 감소가 통상적인 치료만을 시행한 대조군보다 LED치료와 통상적인 치료를 병행한 실험군에서 통계학적으로 유의하게 더 크게 나타났다.

Table 3. Comparison of wound size of case group and control group before experiment

	Case group	Control group
Mean wound size before experiment(mm <sup>3</sup> )	8509.76	8625.33
Standard deviation of wound size(mm <sup>3</sup> )	10686.44	13574.47
P-Value	0.49	

Table 4. Comparison of wound size of case group and control group after experiment

	Case group	Control group
Mean wound size after experiment(mm <sup>3</sup> )	787.83	8074.63
Standard deviation of wound size(mm <sup>3</sup> )	1182.44	19015.03
P-Value	0.02	

Table 5. Comparison of case group and control group about wound size reduction per the unit period after experiment

	Case group	Control group
Mean change of wound size after experiment(mm <sup>3</sup> /day)	338.02	26.55
Standard deviation(mm <sup>3</sup> /day)	410.76	399.32
P-Value	0.002	

Table 6. Results of Case group

Number	Zex	Age	Location of wound	Experimental duration / day	Size before experimental (mm×mm×mm)	Size after experimental (mm×mm×mm)
1	F	68	Sole	70	35×30×15	5×5×3
2	F	67	Sole	17	30×18×15	6×8×4
3	F	79	Sole	28	12×15×5	3×4×2
4	M	77	Sole	27	62×25×16	12×10×5
5	m	77	Wrist	18	29×15×3	5×5×2
6	F	70	Sole	23	25×35×21	10×12×3
7	F	74	Palm	18	25×28×3	5×5×2
8	M	57	Toe	32	12×10×8	3×2×2
9	M	57	Sole	10	17×52×5	20×10×2
10	M	71	Ankle	21	16×21×3	2×3×2
11	F	79	Toe	29	21×17×5	3×3×2
12	F	67	Finger	15	16×18×3	10×12×2
13	F	75	Sole	32	23×22×13	20×15×10
14	M	64	Sole	36	48×52×18	20×29×8
15	F	73	Sole	27	25×28×22	20×12×4
16	M	81	Finger	11	20×12×5	8×5×2
17	M	81	Sole	11	25×38×4	5×8×2
18	M	81	Sole	19	18×53×13	11×38×6
19	M	88	Sole	18	15×22×5	6×6×3
20	F	85	Stump of leg	26	25×20×12	15×12×8
21	F	85	Sole	26	15×20×8	10×15×6

22	F	78	Knee	16	22×38×8	20×38×5
23	M	68	Heel	28	20×22×5	8×5×2
24	M	79	Sole	14	22×30×9	13×11×5
25	F	76	Dorsum of hand	36	35×20×9	6×7×3
26	F	77	Foot	15	60×18×4	25×14×2
27	M	71	Lateral malleolus	8	20×16×5	5×5×3
28	M	62	Heel	34	50×20×5	20×11×2
29	F	80	Foot	19	40×37×25	10×8×4
30	m	79	Sole	16	30×32×12	14×17×5

M : 15 Mean age

F : 15 74.2

Table 7. Results of Control group

Number	Sex	Age	Location of wound	Experimental duration / day	Size before experimental (mm×mm×mm)	Size after experimental (mm×mm×mm)
1	F	56	Sole	68	28×25×20	25×28×15
2	M	79	Sole	73	45×48×12	35×30×10
3	M	64	Heel	18	28×40×16	22×20×10
4	F	65	Sole	39	45×42×29	35×40×25
5	F	93	Sole	38	20×25×10	8×12×5
6	M	58	Sole	43	15×16×7	13×10×8
7	M	68	Foot	53	25×20×5	15×14×4
8	M	62	Foot	15	59×20×42	69×25×44
9	M	67	Hand	39	20×24×5	15×15×3
10	M	67	Lateral malleolus	26	13×15×10	10×8×8
11	M	74	Sole	57	8×12×5	4×5×3
12	F	70	Toe	47	6×6×5	5×6×5
13	M	76	Knee	30	15×10×5	8×7×4
14	M	51	Heel	34	7×7×8	7×4×3
15	M	75	Stump of leg	16	35×12×10	30×12×5
16	M	91	Finger	47	7×5×6	8×8×5
17	M	70	Sole	36	13×10×10	10×12×10
18	F	57	Foot	16	7×7×4	4×5×2
19	M	68	Foot	15	6×7×5	5×8×4
20	M	79	Hand	30	17×15×4	10×10×4
21	M	77	Dorsum of hand	35	23×20×12	14×18×5
22	M	77	Foot	18	23×27×12	25×28×5

23	M	81	Foot	14	20×18×4	18×15×3
24	M	83	Dorsum of hand	28	10×9×5	11×8×5
25	M	81	Foot	95	40×35×12	90×52×15
26	M	67	Heel	45	38×40×12	15×15×7
27	M	48	Toe	35	28×30×7	15×15×7
28	M	88	Lateral malleolus	25	38×42×5	15×10×3
29	F	59	Sole	66	20×29×12	25×32×20
30	m	51	Sole	23	16×21×10	14×18×8

M : 24 Mean age

F : 6 69.86



Fig. 1. Example of foot ulcer of case group

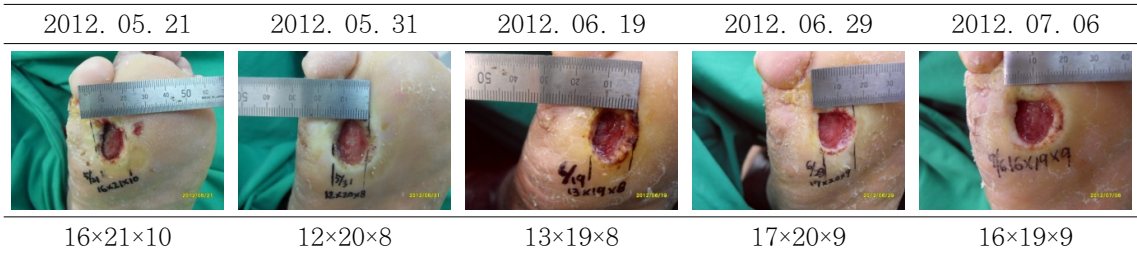


Fig. 2. Example of foot ulcer of control group



Fig. 3 Example of hand ulcer of case group



Fig. 4 Example of hand ulcer of control group



Fig. 5 Example of case group after operation



Fig. 6 Example of control group after operation

## 결론

무작위로 추출된 한센병환자의 피부궤양을 발광다이오드(LED) 조사와 단순드레싱의 병행치료를 한 실험군과 단순드레싱치료만 시행한 대조군을 비교했을 때 치유의 증거인 상처의 삼차원적인(상처의 가로길이×세로길이×깊이) 병변 크기의 축소가 실험군이 통계적으로 유의하게 더 컸고(p-value:0.02), 단위기간당 축소되는 상처의 크기도 LED 조사와 단순드레싱의 병행 치료를 한 실험군이 단순드레싱치료만 시행한 대조군보다 통계적으로 유의하게 더 커서(p-value:0.002)

LED치료는 효과가 있다고 결론지을 수 있다. 발광다이오드(LED)는 큰 부작용이 없는 치료로 한센병의 수족부피부궤양처럼 알려진 치료법으로 빠른 치유를 보이지 않는 질환의 치료 시 보조치료로 병행하면 더 좋은 치료결과를 볼 수 있을 것으로 생각된다.

## 고찰

한센병은 나균과 면역반응으로 말초신경 손상이 오고, 이로 인해 상처가 잘생기고, 재발하며, 점점 진행하여 만성궤양이 오고 손과 발의 변형이나 절단이 올 수가 있

다. 나균이 완전제거가 된 후에도 상처는 계속 재발하고 진행할 수 있다. 생존해 있는 많은 한센환자들이 재발하고 진행되는 심한 상처와 피부궤양으로 치료받고 있는 상황으로 이들 상처의 효율적인 치료를 위해 효과가 입증된 새로운 치료법을 적극적으로 도입하는 것이 필요하다.

상처의 치유단계는 염증기, 증식기, 개조기로 나뉜다. 염증기는 상처발생 초기부터 4~6일간 관찰되는 변화로 혈관반응과 세포반응으로 나뉜다. 염증기는 혈관 확장과 함께 혈액물질이 주변으로 유출되면서 홍반, 부종, 열감을 동반하고 24~48시간 계속된다. 혈소판은 TGF-a, TGF-b, PDGF 등의 성장인자를 분비해 여러 종류의 세포 이동과 육아조직형성에 영향을 미친다. 세포반응기에는 초기에는 호중구와 단핵구가 주로 발견되고 상처치유가 진행되며 대식세포가 증가하는데 결국 대식세포는 성장인자, PDGF, FGF, VEGF, TNF-a, TGF-b의 생산과 분비를 총괄하는 역할을 한다. 증식기에는 염증기에서 형성된 기초적인 골격을 기초로 세포이동과 증식이 발생하는 시기로 상처 발생 후 4~14일간 계속된다. 증식기는 투과정도를 조절하기 위해 일정한 장벽을 형성하는 재상피화, 적절한 영양공급을 위한 혈관형성 및 진피 구조물이 자리 잡기 위한 임시세포의 기질형성 등의 과정으로 구성된다. 각질형성세포의 이동은 보통 상처 시작 후 24시간 이내 시작되고, 7~9일 안에 기저막도 완성단계에 이르게 된다. 육아조직의 출현은 보통 상처 발생 후 3~4일 후 관찰되고, 혈관형성은 주변의 정상 혈관에서 새 혈관이 자라 나와서 완성되고 상처의 육아조직 형성과 새로 만들어진 주변조

직에 영양공급을 담당한다. 임시 세포의 기질은 교원질III, 글리코사아미노글리칸, 섬유결합소 등으로 구성되며 PDGF나 EGF에 자극받은 섬유모세포에서 만들어지며 육아조직형성에 매우 중요한 과정이다. 상처 구축 정도는 근육섬유모세포의 양에 따라 좌우되는데 상처발생 7일이 경과하면 풍부한 세포 외 기질과 함께 육아조직이 형성되고 섬유모세포가 점차 근육섬유모세포로 변화하게 되어 15일이 경과하면 전체 섬유모세포의 70%가 근육섬유모세포로 변하고 전층상처의 경우 상처치유과정에서 약 40%의 상처구축이 관찰되는데 이는 완전한 상처치유를 위해 중요한 현상이다. 개조기는 섬유소, 섬유결합소와 섬유모세포가 생산하는 글리코사아미노글리칸, 프로테오글리칸, 시스테인과 같은 단백질이 모여 기질 모양을 갖추게 된다. 초기에 형성된 육아조직엔 교원질III가 30%를 차지하지만 치유가 완성되면서 반흔이 만들어지면 10%까지 감소한다. 교원질 생산은 상처 발생후 4~5주간 지속된다. 교원질 굵기와 배열은 피부의 최종인장강도와 관련이 있다. 정상적인 교원질은 굵고 서로 교차해 엮인 모양이나 새로 만들어진 교원질은 가늘고 피부 표면과 평행하게 배열된다<sup>6)</sup>.

화합물 반도체의 PN결합에 순방향으로 전류를 흘려 빛을 발생시키는 소자를 발광다이오드(Light emitting diode:LED)라고 한다. 발광다이오드는 주로 갈륨을 포함한 III-V 속 화합물 반도체의 단순결정을 이용하고 있다. 다이오드라는 이름 그대로 전자가 전하단체가 되는 N형 반도체 결정과 정공이 단체가 되는 P형 결정이 단결정으로서 결정격자의 주기성을 교란하지 않은 인접한 구조를 갖는 반도체소자이다. 순방

향으로 전류를 흘리면 P측에서 정공이, N측에서 전자가 공급되어 접합부 부근에서 전자와 정공이 재결합하여 입자가 가지고 있던 에너지를 빛으로 방출한다. 여러 가지 파장이 얻어지며 응답이 빠르다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 LED는 적색 LED(파장 700nm)이고, GaP 녹색 LED, GaAlAs의 황색에서 오렌지색, GaAlAs 적색 LED 등이 있다.<sup>7)</sup>

빛은 파장에 따라 감마선, X선, 자외선, 적외선, 극초단파로 분류한다<sup>8)</sup>. 자외선은 파장이 200~400nm로 다시 200~290nm의 자외선C와 290~320nm의 자외선B, 320~400nm의 자외선A로 구분된다. 자외선A가 지구상의 전체 자외선의 90% 이상을 차지하고 10%이하가 피부에 화상을 유발할 수 있는 자외선B이다. 살균작용을 하는 자외선C는 오존층에서 흡수되어 거의 지구상에 도달하지 않는다. 자외선A는 320~400nm의 파장으로 광과민물질의 작용과장이며 색소침착을 유발한다. 다시 320~340nm의 자외선A-II와 340~400nm의 자외선 A-I으로 나뉜다. 가시광선은 400~800nm의 파장이며, 적외선은 800~10,000nm로서 피부에 조사 시 주로 열을 발생시킨다. 인간의 피부에 관여하는 파장은 290nm에서 800nm로 에너지를 가진 자외선의 양자는 부딪히는 물체의 분자를 활성화시켜 광화학 반응을 유발할 수 있으나 800nm 이상의 파장을 갖는 적외선은 어떤 물체 조사시 분자를 진동시켜 열을 발생시킬 뿐이지 어떠한 광화학적 반응을 유발하지 않는다<sup>9)</sup>. 상처치유에 활용되는 LED는 대부분 장파장의 가시광선이나 적외선 영역의 파장을 사용한다.

상처치료에 LED를 사용한 기존연구들을 보면 기존 상처치료에 반응하지 않던 Klippel-Trenaunay syndorme을 앓던 69세 남자가 우측 족부상과의 만성피부궤양이 LED 치료 후에 granulation이 되면서 완치가 된 경우가 보고되었고<sup>10)</sup>, 급성 임파성 백혈병에서 화학요법 중 생긴 구강염이 LED 조사치료 후 치료되었다<sup>11)</sup>. 양측 상안검수술 후나 눈 주위에 침습성레이저치료 후 한 쪽은 LED조사를 하지 않고, 한쪽은 LED를 조사하며 치료했을 때, LED조사를 한 쪽의 얼굴면의 상처치유가 조사하지 않은 쪽보다 우월했다<sup>12)</sup>. LED와 superluminous diode를 만성당뇨궤양에 전형적인 치료와 같이 한 후 치료에 저항하던 궤양이 8주 만에 치료되었다<sup>13)</sup>. 화상에서의 치료와 광손상을 받은 망막세포의 치료에서도 LED치료의 효과가 보고한 연구도 있다. LED가 상처치료에 도움이 되는 기전으로는 실험적 3도 화상에서 640nm의 LED치료 후 염증세포들이 줄고 세포의 이동이 증가하고 Healing process가 향상되었다<sup>14)</sup>. 670nm의 LED를 광손상을 받은 망막세포에 조사 시 자가 조절 mitochondria에서 기본에너지 과정을 자극하는 것에 기인하는 것으로 보인다<sup>15)</sup>. 쥐의 상처에 LED치료 후 섬유아세포의 상당한 증식을 하였다<sup>16)</sup>. 635의 LED조사 후 세포내의 reactive oxygen species가 줄어들고 혈관생성이 증가하였다<sup>17)</sup>. 실험실에서 LED 조사는 미토콘드리아의 산화과정을 자극하였고, 생체에서는 세포와 조직의 재생을 강화시켰다. 미토콘드리아의 기능이상과 관계된 많은 질환에서 치료의 선택이 될 수 있을 수 있다<sup>18)</sup>. 비후성반흔을 수술이나 이산화탄소레이저 후에 805nm의 LED로 조사한 후 대조군보다 유의하게

효과가 있었다. 가능한 기전은 TGF-beta expression의 inhibition이다<sup>19)</sup>. 880nm LED조사 후 염증세포의 감소와 IL-1 beta, IL-6, tumor necrosis factor-alpha (TNF-alpha)들의 억제가 관찰되었고, 초기에는 COX-2의 억제가 관찰되었다<sup>20)</sup>. LED 조사는 PDGF-C의 분비를 증가시키고, PDGF수용체를 phosphorylation시켜 ERK (regulated kinase) pathway를 활성화시켜 섬유아세포의 증식을 활성화시켜 상처치유에 기여한다<sup>21)</sup>. 붉은색 LLLT(Low-level laser therapy)와 LED는 조사 시 angiogenesis를 일으킨다<sup>22)</sup>. 근적외선 영역(630~1000nm)의 LED는 미토콘드리아의 기능이 저하되는 것이 주요한 병인이 되는 당뇨병성 망막증이나 노인성 황반변성이나 파킨슨병, Leber's hereditary optic neuropathy 등에 도움이 될 수 있다고 보고되었다<sup>23)</sup>. 이와 같이 많은 연구에서 상처치료에 LED의 효과가 보고되고 있고, 상처치료에 LED의 효과의 기전에 대한 연구들이 보고되었다. LED치료는 부작용이 심하지 않은 치료로, 한센환자의 상처치료에 기존의 상처치료와 병행해서 LED치료를 하는 것도 의미가 있을 것으로 생각된다.

### 참고문헌

1. Walker SL, Lockwood DN. Leprosy. Clin Dermatol. 2007;25(2):165-72.
2. Special education of Hansen disease. Korea Hansen Welfare Association Research Center. 2012;76.
3. Lockwood DN, Suneetha S. Leprosy. too complex a disease for a simple elimination paradigm. Bull World Health Organ. 2005;107(6):445-54.
4. Van Brakel W H. Perihperal neuropathy in leprosy and it's consequences. Lep Rev. 2000;71:Suppl S146~S153.
5. Korea Hansen Welfare Association. Relationships between disability due to Hansen disease and orthosis. 2008;43~67.
6. Kang Jin Mun, Kang Jin su, Kang Hun. Aesthetic and dermatologic surgery. Hanmi Medical. 2007;64~74.
7. The Japaneses Ministry of trade. Light emitting diode. Gyeom JI SA. 1992.
8. Ahn Sung Gu, Jang Kyung hoon, Song Joong Won et al. Common skin disease 2<sup>nd</sup> edition. Doctor's book. 2009;631-32.
9. Kye Yeong Cheol, Goo Dae Won, Kwon Gyung Sul et al. Dermatology. Yeo Mun Gak. 2008;131~132.
10. Dixit S, Maiua AG, Umakanth S et al. BMJ Case Rep. 2012:Jun 14.
11. Rimulo AL, Ferreira MC, Abreu MH et al. Eur Arch Paediatr Dent. 2011;12(2):124-7.
12. Trelles MA, Allones I. Red light-emitting diode(LED) therapy accelerates wound healing post-blepharoplasty and periocular laser ablative resurfacng. J Cosmet Laser Ther. 2006;8(1):39~42.
13. Sutter field R. Light therapy and advanced wound care for a europathic plantar ulcer on a Charcot foot. J Wound Ostomy Continence Nurs. 2008;25(1): 116-7.
14. Fiorio FB, Silveira L Jr, Munin E. Effct of incoherent LED radiation on third-degree burning woungs in rats. J Cosmet Laser Ther. 2011;dec13(6): 312-22.

15. Qu C, Cao W, Fan Y et al. Near-infrared light protect the photoreceptor from light-induced damage in rats. *AdvExp Med Biol.* 2010;664:365-74.
16. Olive Sampaio SC, Cangussu MC. Effect of laser and LED phototherapies on the healing of cutaneous wound on healthy and iron-deficient Wistar rats and their impact on fibroblastic activity during wound healing. *Laser Med Sci.* 2012;JUL.
17. Lim WB, Kim JS, Ko YJ. Effect of 635nm light-emitting irradiation on Angiogenesis in Cocl2-exposed HUVECS. *Lasers Surg Med.* 2011;43(4):344-52.
18. Desmet KD, Paz DA, Corry JJ, Eells JT et al. Clinical and experimental applications of NIR-LED photobiomodulation. *Poto med Laser Surg.* 2006;24(2):121-8.
19. Barolet D, Boucher A. Prophylactic low-level light therapy for the treatment of hypertrophic scars and keloids:a case series. *Lasers Surg Med.* 2010; 42(6)597~601.
20. Xavier M, David DR, de Souza RA et al. Anti-inflammatory effects of low-level light emitting diode therapy on Achilles tendinitis in rats. *Laser Sur Med.* 2010;42(6):553-8.
21. Komine N, Ikeda K, Tada K et al. Activation of the extracellular signal-regulated kinase signal pathway by light emitting diode irradiation. *Lasers Med Sci.* 2010;25(4)531-7.
22. Corazza AV, Jorge J, Kurachi C et al. Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wound in rats using different light sources. *Photomed Laser Surg.* 2007;25(2):102-6.
23. Eells JT, Wong-Riley MT, Ver Hoeve J et al. Mitochondrial signal transduction in accelerated wound and retinal healing by near-infrared light therapy. *Mitochondrion.* 2004;4(5-6):559-67.