

# 백서 연조직에 저수준 레이저 요법시 창상 치유기전에 관한 연구

유상우 · 김경욱 · 이재훈 · 김창진\*

단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실, 순천향대학교 의과대학 병리학교실\*

## Abstract

### EFFECT OF LOW LEVEL LASER THERAPY ON HEALING OF OPEN SKIN WOUNDS IN RATS

Sang-Woo You, Kyung-Wook Kim, Jae-Hoon Lee, Chang-Jin Kim\*  
*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Dankook University*  
*Dept. of Pathology, College of Medicine, Soon Chun Hyang University\**

This research was focused on overall examination of tissue alteration, wound healing promotion. After the hair on the dorsal surface was shaved, 5×5mm oval skin defect was formed. Experimental wounds of right side were irradiated on every day for 90 second with Ga-Al-As semi-conductor laser. Left side wounds served as control group. The rats were sacrificed on the 1st, 3rd, 5th, 7th, 14th, 21th day. For light microscopically, parafin section were stained with H&E, MT.

The outcomes were as follows :

1. On 1st day, experimental and control group were seen acute inflammatory cell infiltration, edema.
2. On the 3rd days, both groups were seen crust development, collagen, blood vessel proliferation.
3. On the 5th days, experimental group were reduced edema and inflammatory cell infiltration than control group.
4. On the 7th days, both groups were observed edema, inflammatory cell infiltration disappearance and keratinocytes motility from wound defect.
5. On the 14th days, experimental group appeared collagen, blood vessel proliferation and hair follicle than control group.
6. On the 21th days, both groups were seen normal status re-epithelization.

According to the above results, The wound-healing stimulated by laser radiation involves an increased rate of epithelial growth. LLLT was confirmed that it has fibroblast, blood vessel proliferation, influence initial wound healing process.

**Key words** : LLLT(Low level laser therapy), Epithelial growth

## I. 서 론

레이저는 여기상태(excited state)의 원자나 분자를 외부에서 자극하여 결이 잘 맞는 빛을 방출하게 함으로서 큰 증폭율로 증폭된 빛이다. 레이저는 광자가 물질에 흡수되면서 에너지 준위를 높히게 되는데, 광자의 에너지를 흡수한 원자는 기저상태(ground state)에서 여기상태로 끌어올려지나, 여기상태의 원자는 불안정하여 즉시 자발적으로 기저상태로 돌아오면서 이때 저장하고 있던 에너지를 방출광자의 형태로 내어놓는 자가 방출(spontaneous emission)과정에 의해 발생된다. 어떤 원자에서는 특정한 전자궤도에서만 이러한 현상이 일어나기도 하며 결과적

으로 원자나 분자에 따라 자신만의 독특한 흡수 스펙트럼을 가진다. 레이저는 여기상태로 된 원자가 자발적으로 광자를 방출하기 위해 흥분된 원자를 유도할 때 발생한다. 광자와 동일한 파장을 가진 광자가 자극을 주면 자극을 준 광자와 결이 맞는 같은 파장의 빛이 방출되는데 이를 자극적 방출(stimulated emission)이라고 한다<sup>1)</sup>. 레이저가 일반적인 빛과 다른점은 직진성이 강하고 한 가지의 색을 가지고 있으며, 매우 강력한 에너지를 낼 수 있는 특징이 있다는 것이다<sup>2)</sup>.

Hard 또는 hot 레이저(예 : CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, Er:YAG)는 연조직과 치과영역에서 사용시 많은 장점들에도 불구하고 장비가 고가이고 치과영역에서는 열전도시 치수에 열자극을 줄 수 있기 때문에 사용할 때 많은 제한점을 가지고 있다. 반면, 파장이 작고 cold 또는 soft 레이저라 불리는 semi-conductor diode 레이저는 고효율의 hard 레이저와는 달리 높은 효능을 가지면서도 간편하고 저렴하기 때문에 의학분야에서 널리 사용되고 있고 저수준 레이저 요법(low level laser therapy) 또는 생체자극(biostimulation)으로 불려지고 있다<sup>3)</sup>. 저수준 레이저 요법은 Mester 등<sup>4)</sup>이 저수준 레이저 조사시 재생조직의 혈류증가를 보인다고 보고한 이후로 많은 관

### 김 경 욱

330-716, 충청남도 천안시 신부동 산 7-1  
단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Kyung-Wook Kim

Dept. of OMFS, College of Dentistry, Dankook University  
Sinbu-Dong, Chonan-si, Chungnam 330-716, Korea  
Tel : 82-41-550-1993 Fax : 82-41-551-8988

E-mail:kkwoms@anseo.dankook.ac.kr

심을 가져왔고, Lievens 등<sup>9)</sup>은 창상 치유시 림프계와 모세혈관계의 형성이 촉진됨을 관찰하였다. Bosatra 등<sup>10)</sup>은 저수준 레이저조사시 섬유아세포에서 *ergastoplasm*이 양적으로 증가하는데 이는 단백질의 생산을 촉진한다고 하였다. 저수준 레이저의 치유 작용에는 동통감소<sup>7-11)</sup>, 염증과 부종 감소 및, 창상 치유 촉진등이 있다<sup>12-14)</sup>. 레이저의 생물학적인 작용에는 조직을 자르는데 이용하는 열적효과와 세포 대사에 영향을 미치는 비열적 효과 즉 생체 자극효과(*biostimulation effect*)와 광화학 요법이 있다. 생체 방해를 포함하는 생체자극은 임상 효과를 성취하기 위해 조직에 저에너지광을 이용하는 것으로 생체자극은 동통 감소 및 에너지 수준 및 진동수 영역에서 전달된다. 예로는 632.8nm에서 적색광을 가지는 He-Ne laser, 820nm의 파장을 갖는 Ga-Ar laser를 들 수 있는데 다양한 질환에 치료 효과가 있다는 주장이 이들 레이저 시스템에 대하여 제기되어지고 있다. 생체자극은 또한 섬유아세포와 내피세포에서 대사 및 세포 복제를 증가시키는데 효과적이라고 보고되고 있다. 저수준 레이저는 섬유아세포가 증가되어 인장력이 커지고 재생피화가 촉진되어 창상치유의 초기화에 관여한다고 하였다<sup>12-14)</sup>.

본 연구에서는 화상 및 칼과상 등의 연조직 손상시 저수준 에너지 요법을 통한 창상 치유 과정 중에 일어나는 피부조직의 변화를 광학현미경으로 관찰하여 염증세포와 부종의 변화 양상, 섬유아 세포와 혈관 재생 과정을 관찰하여 창상치유 기전에 관여하는 세포들에 대해 관찰하고 결과를 임상에 응용하고자 하였다.

이에 저자는 백서 양쪽 등쪽의 피부에 타원형의 피부결손부를 형성하고 시간 경과에 따라 회생하여 관찰한 후 의의있는 결과를 얻었기에 이에 문헌 고찰과 함께 보고 드리는 바이다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

실험동물로는 체중 200g내외의 백서 24마리를 대상으로 하여 우측은 실험군, 좌측은 대조군으로 술후 1일, 3일, 5일, 7일, 14일 및 21일째에 각각 4마리씩 24마리를 배정하였다.

### 2. 연구 방법

실험동물을 10mg/Kg Ketamin hydrochloride(케타라)와 0.15ml/Kg 2% xylazine hydrochloride(림퐁)으로 근주하여 전신마취시킨 후 백서 등쪽부위 피부의 털을 제거하여 상처를 무균상태로 보관한 후 5×5mm의 표준 타원형의 피부전층을 포함한 결손부를 만들고 우측은 실험군으로 저수준 레이저(Ga-As half-conductor, 830nm, 30mW)를 실험기간동안 90초간 조사하고 좌측은 대조군으로 특별한 처치를 시행하지 않았다.

통법에 따라 회생시킨 후 상처부위의 피부를 절제하여 10% buffered formalin에 8~12시간 고정 후 50%, 70%, 95% 및 100% ethanol로 탈수한 후 조직에 파라핀을 침투시킨 후 파라핀 포매

Table 1. Sacrification Schedule

Duration Group	1일	3일	5일	7일	14일	21일
대조군						
(좌측)	4	4	4	4	4	4
실험군						
(우측)	4	4	4	4	4	4

을 만든 후, 조직을 4μm로 박절하여 유리 슬라이드에 얹은 후 650C oven에서 3시간 처리한 후 Xylene으로 탈파라핀하고 이를 다시 100%, 95%, 70%, 50%의 degraded alcohol용액을 거쳐 물로 함수(hydration)시켰다.

광학현미경적 관찰을 위하여 조직을 통상적인 H&E (Hematoxylin & Eosin)염색을 시행하였고, 교원섬유의 형성을 관찰하기 위하여 MT(Masson's Trichrome)염색을 시행하였다.

창상 치유시 일어나는 변화를 관찰하기 위해 염색이 균일하게 잘된 부위를 기준으로 하여 병리학자에 의해 각각 음성반응시(-), 경도의 염색상(+), 중등도의 염색상(++), 심한 염색상(+++)을 각각 등급을 정하여 상호 비교하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 육안적 소견

창상 형성시 대조군에 비해서 실험군에서는 출혈이 관찰되지 않았다. 1일째 양군 모두에서 피부표면에 심한 삼출물과 부종이 관찰되었다. 3일째는 양군 모두 1일째 소견과 비슷한 소견이 관찰되었고 창상면으로부터 가피를 관찰할 수 있었다. 이러한 급성 염증성 변화는 5일째 실험군에서 감소하기 시작하여 부종과 삼출물이 감소하였다. 14일째 실험군에서는 재생피화가 정상적인 모습을 관찰할 수 있었고 대조군에서는 재생피화가 일부 덮여 있었다. 21일째는 창상치유가 완성된 양상을 관찰할 수 있었다.

### 2. 광학현미경적 소견 (H&E, MT 소견)

1일째에는 양군 모두에서 심한 부종, 삼출물 및 염증세포의 침윤을 관찰할 수 있었고 섬유아세포나 혈관증식은 관찰되지 않았다(Fig. 1, 2, 3 & 4).

3일째에는 양군 모두에서 1일째 소견과 비슷한 심한 부종 및 염증세포의 침윤을 관찰할 수 있었으며 상피면이 가피로 덮혀있는 양상을 관찰할 수 있었고 섬유아 세포의 증식과 혈관 증식의 출현이 관찰되었다(Fig. 5, 6, 7 & 8).

5일째에는 양군 모두에서 재생피화가 관찰되었으며 실험군에서는 부종과 염증 세포의 침윤이 대조군에 비해서 감소된 양상을 관찰할 수 있었으며 섬유아세포의 증식이 증가된 양상이 관찰되었다(Fig. 9, 10, 11 & 12).

7일째에는 양군 모두에서 중등도의 섬유아세포, 혈관 증식, 재생피화를 관찰할 수 있었으며 부종은 완전히 소실되었으나 미약

**Table 2.** Histopathologic Features of Rat Soft Tissue

		Edema	Inflammatory Cells	Collagen	Vessel Prolif.	Re-epithelization
1일	실험군	+++	+++	-	-	-
	대조군	+++	+++	-	-	-
3일	실험군	+++	+++	+	++	-
	대조군	+++	+++	+	++	-
5일	실험군	+	+	++	++	+
	대조군	++	++	++	++	+
7일	실험군	-	+	++	++	++
	대조군	-	+	++	++	++
14일	실험군	-	-	+++	+++	+++
	대조군	-	-	++	++	++
21일	실험군	-	-	+++	+++	+++
	대조군	-	-	+++	+++	+++

Degree of Stain ability :

- : Negative
- + : Mild
- ++ : Moderate
- +++ : Severe

한 염증세포의 침윤을 관찰할 수 있었다(Fig. 13, 14, 15 & 16).

14일째에는 양군 모두에서 부종과 염증반응은 완전히 소실된 양상이 관찰되었으며 실험군에서는 섬유아세포, 혈관의 증식과 재상피화가 완성된 양상이 관찰되었고 대조군에서는 7일째 소견과 비슷하게 관찰되었다(Fig. 17, 18, 19, 20).

21일째에는 양군 모두 정상적으로 치유된 양상을 관찰할 수 있었다(Fig. 21, 22, 23 & 24).

#### IV. 총괄 및 고찰

저수준 레이저 요법에 관한 연구가 상처나 병소에서 레이저 조사시 치유효과를 알아보기 위해서 진행되었으나 대부분은 동통과 신경 기능 회복뿐만 아니라 근골격계와 피부의 생체 자극효과 회복에 초점을 맞춰 왔다. 저수준 레이저의 치료효능에 대한 기전은 임상적으로 사용되고 조사된지 20년이 지났음에도 불구하고 명확하지는 않고 있다<sup>19</sup>. 레이저 치료는 중앙세포의 증식과 성장을 야기하고, 태아의 기형을 초래할 수 있기 때문에 암조직이나 임신부 및 pace-maker을 가진 환자의 흉부에는 금기시되고 있다.

저수준 레이저 요법의 출력은 mW이하로서 가시광선과 적외선 영역의 파장을 가지고 있고 세포에 광화학적 작용을 하는데 예로는 Helium-neon, Gallium aluminum arsenide, argon, ruby laser등이 있다. 저수준 레이저 요법의 생체 자극효과는 재생되는 조직에 혈류 순환을 증가시키고 섬유아세포에 의해 콜라겐 생산을 증가시켜 인장력을 증가시키고 미세 분열 활성을 증가시켜 세포성장을 자극하고 골의 개조와 재생을 증가시키고 비정상적인 호르몬을 교정하고 동통을 감소시키며 엔돌핀의 방출을 자극하고 면역계를 억제하는 효과가 있다<sup>16-18</sup>.

저수준 레이저 요법시 주로 흡수되는 부분은 단백질로 밀도를

증가시켜 면역 글로부린, 히스타민, 세로토닌 등의 다양한 물질을 생성하나 저수준 레이저 요법시 광수용체의 인식은 아직 밝혀지지 않고 있고 세포 내의 미토콘드리아 시토크롬계나 내인성의 포피린이 에너지를 흡수한다고 알려져 있다<sup>19</sup>.

콜라겐 합성은 재생 과정 중 증가되어지나 콜라겐의 자극이 섬유아세포의 대사를 증가시키는 것인지 섬유아세포의 증식을 증가시키는 것인지는 명확하지는 않다. 낮은 양의 레이저 조사는 (2J/cm<sup>2</sup>) 증식을 일으키고 높은 양(16J/cm<sup>2</sup>)은 증식을 방해한다<sup>20</sup>. 저수준 레이저 조사시 섬유아세포의 성숙과 기질을 통하여 이동이 영향을 받고 이것이 치유되는 상처의 높이는 인장력에 기인한다고 보고되고 있다<sup>21,22</sup>. 저수준 레이저 요법이 섬유아세포의 증식을 자극하는데는 몇 가지 기전이 있다. 저수준 레이저 요법은 섬유아세포의 증식과 분화를 지지하는 basic fibroblast growth factor (bFGF), multi-functional polypeptide의 생산을 자극한다<sup>23,24</sup>. 낮은 양의 저수준 레이저 요법으로 조사된 섬유아세포는 세포증식을 증가시키고 bFGF의 생산을 증가시킨다. 반면에 높은 양의 레이저 조사는 생산을 억제한다. 콜라겐 생산의 자극은 콜라겐 유전자의 번역(translation)와 전사(transcription)에서 발생한다. Prolyl-hydroxylase가 증가하는 post-transcription은 콜라겐 합성의 증가를 나타내는데 prolyl-hydroxylase를 추출함으로써 알 수 있다. Procollagen mRNA는 콜라겐 유전자 표현시 지표로서 나타나는데 레이저 조사시 염색질의 구조를 변형시킴으로서 type I, III procollagen 유전자의 배열에 영향을 미치며 증가한다<sup>25</sup>.

섬유아세포에 대한 저수준 레이저 요법의 부가적인 효과는 섬유아세포를 근 섬유아세포로 변형시키면서 창상 수축에 영향을 미친다<sup>26</sup>. Jan 등<sup>27</sup>은 백서에서 피부에 창상을 형성한 후 저 레이저 조사후 18일째 콜라겐 하이드로프로틴의 양을 관찰하여 He-Ne, argon레이저에서 모두 콜라겐의 양이 증가됨을 보았고 많은 양을 조사시 창상 치유에 방해할 수 있어 레이저

를 사용할 때 최대 한계 범위 및 오랜 기간 연구의 필요성에 대해서 보고하였다.  $4J/cm^2$ 의 에너지량은 가장 좋은 창상 치유를 나타낼 수 있었고  $20J/cm^2$ 의 에너지량은 치유를 방해하였다. 다양한 파장의 저수준 레이저 요법은 분자의 회전과 진동에 의해 생체 자극효과를 나타낼 수 있다<sup>28)</sup>.

저수준 레이저 요법은 백혈구의 탐식 작용을 증가시키면서 면역계에 직접적으로 또는 선택적으로 영향을 미친다. 말초 혈액 림프구에 레이저 조사시 mitogen phytohaemagglutinin(PHA)를 자극 후에 발생하는 것과 유사한 핵 염색질의 변화를 볼 수 있다. 레이저 조사는 PHA에 대한 말초 혈액 림프구의 증식 반응에 있어 잠재성을 가지고 있다. 창상 치유에 있어, 저수준 레이저 요법시 림프구의 활동은 조직에 존재하는 자극 매개체에 작용을 한다. 저수준 레이저 요법은 섬유아세포의 증식을 증가시키는 요인의 분비를 증가시킴으로 대식세포의 기능에 영향을 미친다. 저수준 레이저 요법의 부가적인 작용은 외상을 받은지 6시간의 초기 과정 중에 대식세포의 탐식 작용을 증가시킨다. 이것은 괴사된 상처의 조직을 촉진하고 치유과정의 증식에 영향을 미친다. 레이저 조사시 lysozyme과 acid phosphatase 활동을 증가시키는데 이는 항염증 작용을 나타낸다.

본 연구에서는 5일군 소견에서 부종과 염증세포 침윤의 감소와 7일군 소견에서 부종의 소실을 관찰할 수 있었으며 collagen분자의 교차결합과 섬유의 조직체를 관찰할 수 있었다.

저수준 레이저 요법은 상피세포의 자극을 통해 재생피화를 촉진시키는데 상처 결손부로부터 상피의 keratinocyte의 이동과 증식을 일으킬 수 있다<sup>29)</sup>. 영향을 미치는 요인으로는 다양한 성장요인, cytokines, 세포의 기질의 단백질, 염증 존재 여부, 국소적 산소 장력 등이 있다. 저수준 레이저 요법은 상피의 keratinocyte의 이동을 증가시켜 상처받은 부위의 수축을 일으킨다. 이러한 증식효과에도 불구하고 저수준 레이저 요법은 정상적인 keratinocyte의 분화와 keratin의 합성, 정상적으로 기능하는 상피의 형성을 방해하지 않는다. 그래서, keratinocyte의 이동을 증가시키는 저수준 레이저 요법을 임상적으로 사용할 때는 창상 결손부위로 이동하는 상피의 분화 기능을 변형시키진 않는다. Goslen 등<sup>30)</sup>은  $0.8J/cm^2$  He-Ne 레이저 조사시 창상 결손부로부터 keratinocyte의 이동이  $12\mu m/h$ 으로 대조군에 비해서( $4\mu m/h$ ) 증가한다고 하였다.

본 연구에서는 두 군들 사이에서는 명확한 차이를 보이지는 않고 있으나 창상면에서 국소적으로 증식효과를 유도할 가능성이 있다고 사료된다.

저수준 레이저 요법으로 치료시 상처 치유과정 중 주된 변화는 육아조직의 증식, 초기 상피화의 촉진, 섬유아세포의 증식과 기질 합성의 증가, 혈관화의 증식등이 있다. Chavrier 등<sup>31)</sup>은 저수준 레이저는 섬유아세포를 촉진하는데 있어 단백질과 DNA합성을 촉진한다고 하였고 치유기전에 관하여 분자적인 연구가 이루어져야 한다고 하였다.

Walker 등<sup>32)</sup>은 다양한 신경병적인 소인을 가진 환자에게 He-Ne 레이저를 사용하여 동통 감소기전에 관한 연구를 시행하여 저수준 레이저 요법시 말초 신경 끝부분, 기계적 수용체 또는 A-beta

섬유의 회복에 영향을 미친다고 하였다. 이러한 신경의 재생과 감각 소실의 감소를 설명할 수 있는 기전은 부가적으로 신경의 재생을 이루기 위해 인접 조직으로부터 신경이 성장한다는 것이다. 다른 기전으로는 레이저조사시 신경계에 있어서 서로 다른 지역에서 일어나는 rhodopsin kinase나 rhodopsin kinase like protein에 작용을 한다는 것이다<sup>33,36)</sup>. 이러한 레이저 조사에 민감한 단백질은 신경 기능의 회복이나 동통감소를 일으킬 수 있다. 저출력 레이저 광이 효과적인 것은 통각 임펄스의 전달에 작용하거나 통증 인식에 주요한 전달 물질의 receptor sites를 차단함으로써 인체의 동통인식을 조정하기 때문이라고 추정된다. 레이저는 반복투여해야 하는 약물과는 달리 즉각적 반응이 나타나는 국소반응뿐만 아니라 서서히 나타나는 전신수준의 반응이 모두 나타난다. Shelly 등<sup>37)</sup>은 6개월 이상 지속된 하지조신경 손상시 저수준 레이저 요법을 사용하여 감각회복을 관찰하였다.

Trelles 등<sup>38)</sup>은 백서를 인위적으로 골절시킨후 레이저로 조사한 군에서 8일째 골소주(bone trabecula), 연골세포(chondrocyte)의 형성을 관찰하여 골세포의 기능을 조절하여 가골형성에 있어 보다 빠른 대사와 반응을 증진시킬 수 있다고 보고하였다. High 등은 prostaglandin E<sub>2</sub>가 골절시 치유과정 중에 활동적이라고 보고하였고, Mester 등은 레이저조사시 prostaglandin이 증가한다고 보고하였다<sup>39)</sup>.

Robert 등<sup>23)</sup>은 5~7mJ, 904nm Ga-Al-As 레이저 조사시 생화학적 관점에서 섬유아세포에 의해 ascorbic acid가 증가되고 콜라겐 합성을 자극하여 최대효과가 나타낼 수 있다고 보고하였다. 콜라겐 형성은 많은 상처의 치유과정중 일반적인 반응으로 나타나는 데, Turderman 등<sup>24)</sup>은 ascorbate는 hydroxylation의 보조인자라고 하였고, Berg 등<sup>40)</sup>은 ascorbate가 결핍시 약한 결합 구조로 콜라겐 저하를 일으킬 수 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 14일군에서 ascorbic acid의 증가로 collagen형성이 많이 증가하고 재생피화가 복구된 양상을 관찰할 수 있었다.

Pinnell 등<sup>41)</sup>은 세포내의 ascorbate의 농도의 변화는 collagen대사를 선택적으로 변형시킬 수 있는데 이것은 비 이온화 가시 광선이 collagen대사를 가속화시켜서 생체 자극 측면에서 혈관 증식, neuron 성장, 동통 조절과 다양한 창상 치유를 나타낼 수 있다고 보고하였다.

본 연구는 표준 타원형의 피부전층을 포함한 결손부를 형성한 후 저수준 레이저 요법을 통하여 창상치유에 대한 염증, 부종, 콜라겐과 혈관재생과정, 상피세포의 재생과정을 광학현미경으로 관찰하여 창상치유기전 및 기전에 관여하는 세포들과 변화양상을 알아보고자 했으며, 창상치유의 변화시 초기 창상치유에 촉진 및 빠른 재생피화를 관찰할 수 있었으나 이것을 토대로 하여 기전에 대한 명확한 이해와 임상적으로 사용시 적절한 레이저의 양과 치유 양상기전에 대한 더 많은 연구와 노력이 시행되어야 한다고 사료된다.

## V. 결 론

저수준 레이저 요법에 의한 창상치유의 조직학적 변화를 관찰

하여 결과를 임상에 응용할 목적으로 체중 200g 내외의 백서 24마리를 대상으로 하여 양쪽 등부위의 털을 제거한 후 일정 크기의 피부전층 결손부를 형성한 후 우측은 실험군으로 저수준 레이저를 조사하고 좌측은 대조군으로 하여 1일, 3일, 5일, 7일, 14일 및 21일에 희생후 조직표본을 만들고 H&E와 MT로 염색후 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 1일째 대조군과 실험군에서는 다량의 염증세포의 침윤과 부종을 관찰할 수 있었으며 교원 섬유는 관찰되지 않았다.
- 2) 3일째 대조군과 실험군에서는 염증세포와 부종이 감소되지 않은 채 외피의 발생과 콜라겐, 혈관의 증식을 관찰할 수 있었다.
- 3) 5일째 실험군에서는 대조군에 비해서 부종과 염증세포의 침윤이 감소된 양상을 관찰할 수 있었으며 상피세포 재생이 관찰되었다.
- 4) 7일째 대조군과 실험군에서는 부종의 완전한 소실과 염증세포의 감소를 관찰 할 수 있었고 창상 결손부로부터 keratinocyte의 이동을 관찰할 수 있었다.
- 5) 14일째 양군에서 모두 염증세포의 완전한 소실을 관찰할 수 있었으며 실험군에서는 대조군에 비해서 콜라겐, 혈관의 증식과 모낭이 나타나면서 재생피화가 정상으로 복구된 양상을 관찰할 수 있었다.
- 6) 21일째 대조군과 실험군에서는 재생피화가 정상으로 복구된 양상을 관찰 할 수 있었다.

이상의 결과로 5일째 실험군에서 부종과 염증세포의 감소를 볼 수 있었으며 14일째 실험군에서는 재생피화가 대조군에 비해서 정상으로 빨리 복구된 반응이 관찰되었다.

## 참 고 문 헌

1. Einstein A : Zur quantem theorie der strahlung. Phys Zeit 18:121, 1917.
2. Ossoff RH, Karlan Ms : Laser surgery in otolaryngology. In Ballenger J 1985.
3. L J Walsh : The current status of low level laser therapy in dentistry. part 1. soft tissue applications. Australian dental J 42:247, 1997.
4. Mester E : Clinical results of wound healing stimulation studies with laser and experimental studies of the action mechanism. Laser optoelectronics 119, 1976.
5. Lievens P : Effects of laser irradiation on the lymph system and wound healing pharmacology. Pharmakon 66:65, 1986.
6. Bosatra M, Jucci A, Occiaro P, et al : In vitro fibroblast and dermis fibroblast activation by laser irradiation Dermatol 168:657, 1984.
7. Pick RM : Laser in denstry. soft tissue procedure Dent Clin North Am 37:281, 1993.
8. Miller M : Laser in denstry. J Am Dent Assoc 124:32, 1993.
9. Clokie C : The effects of the He-Ne laser on postsurgical discomfort. J Can Dent Assoc 52:584, 1991.
10. Kert J : Low level laser therapy used pre-operatively. Laser News 4:26, 1992.
11. Roynesdal AK, Bjorland T : The effect of soft laser application on post-operative pain and swelling. Int J Oral Maxillofac Surg 22:242, 1993.
12. Carrillo Js, Calatayud J : A randomized double-blind clinical trial on the effectiveness of He-Ne laser in the prevention of pain, swelling and trismus after removal of impacted third molars. Int J Dent 40:1, 1990.

13. Moystad A, Krogstad Bs : Transcutaneous nerve stimulation in a group patient with rheumatic disease involving the temporomandibular joint. J Prosthet Dent 6:596, 1990.
14. Merritt R : Low energy lasers in dentistry. Br Dent J 173:9, 1992.
15. Masami Akai, Mariko Usuba, Toru Maeshima : Lasers effect on bone and cartilage change induced by joint immobilization. Laser in Surg and Med 21:480, 1997.
16. Mona K Marei, Shadia H Abdel-Meguid, Sherif A Mokhtar, et al : Effect of low-energy laser application in the treatment of denture-induced mucosal lesions. J prosthet Dent 77:256, 1997.
17. Yasunori Takeda : Irradiation effect of low energy laser on alveolar bone after tooth extraction. Int J Oral Maxillofac Surg 17:388, 1988.
18. Ki-Suk Kim : Effects of low level laser irradiation with 904 nm pulsed diode laser on the extraction wound. J of Korean Academy of Oral Med 23:301, 1998.
19. Ki-Suk Kim : LLLT and dental clinical activity. J of The Korean Dental Asso 37(9):649, 1999.
20. Goslen JB : Wound healing for the dermatologic surgeon. J dermatol surg oncol 14:959, 1988.
21. Pinnell SR : Regulation of collagen synthesis. J Invest Dermatol 79:73, 1982.
22. David saperia, Edward glassberg, Richard F Lyons, et al : Demonstration of elevated type I and type III procollagen mRNA levels in cutaneous wound treated with helium-neon laser. Biochemical and Biophysical Communications 138:1123, 1986.
23. Robert F Labbe, Kristen J. Skogerboe : Laser photobioactivation mechanisms. Lasers in Surgery and Medicine 10:201, 1990.
24. Tuderman L, Myllylyla R, Kivirikko KI : Mechanism of the polyhydroxylase reaction. Nutr Rev 40:306, 1982.
25. Patrick Abergel, Richard F Lyons, John C Castel, et al : Biostimulation of wound healing by lasers. J Dermatol Surg Oncol 13:127, 1987.
26. Mester E : Recent investigations on the effect of laser beams on the healing of wound. Exp Chir 10:301, 1977.
27. Jan S Kana, Gerd Hutschereiter : Effect of low power dentistry laser radiation on healing of open skin wound in rats. Arch Surg 116:293, 1981.
28. Clark RAF : Cutaneous wound repair Molecular and cellular controls. Prog Dermatol 22:1, 1988.
29. Hass AF, Isseroff RR, Wheeland Rg, et al : Low energy helium-neon laser irradiation increases the motility of cultured human keratinocytes. J Invest Dermatol 94:822, 1990.
30. Gosten JB : Wound healing for the dermatologic surgeon. J Dermatol Surg Oncol 14:959, 1988.
31. Chavrier C, Couble ML, Magloire H, et al : Immunohistochemical localization of type I, III and IV collagen in healthy human gingiva. J de biologie buccale 9:271, 1981.
32. Walker J : Relief from chronic pain by low power laser irradiation. Neuro sci Lett 43:339, 1983.
33. Robinson PP : Reinnervation of teeth. Brain Res 220:241, 1981.
34. Robinson PP : Evidence against a central stimulus for collateral reinnervation of oro-facial tissues in the cat. Brain Res 322:33, 1984.
35. Robinson PP : A peripheral stimulus initiates the collateral reinnervation of cat teeth. Brain Res 366, 1986.
36. Sommers RL; Klein DC : Rhodopsin kinase in the mamalian pineal gland. Science 226:182, 1984.
37. Shelley M Khullar, Pal Brodin, Pal Barkvoll, et al : Preliminary study of low level laser for treatment of long standing sensory aberrations in the inferior alveolar nerve. J Oral Maxillofac Surg 54:2, 1996.
38. M.A Trelles, E Mayayo : Bone fracture consolidates faster with low power laser. Laser in Surg and Med 7:36, 1987.
39. High W B : Prostaglandinas en la Curacion de fracturas. Madrid Profesion Medica 1985.
40. Berg RA, Steinmann B, Rennard SI : Ascorbate deficiency results in decreased collagen production. Arch Biochem Biophys 226:681, 1983.
41. Pinnell SR : Regulation of collagen synthesis. J Invest Dermatol 79:73, 1982.

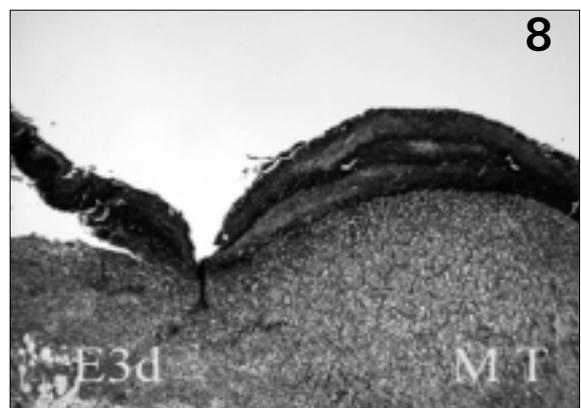
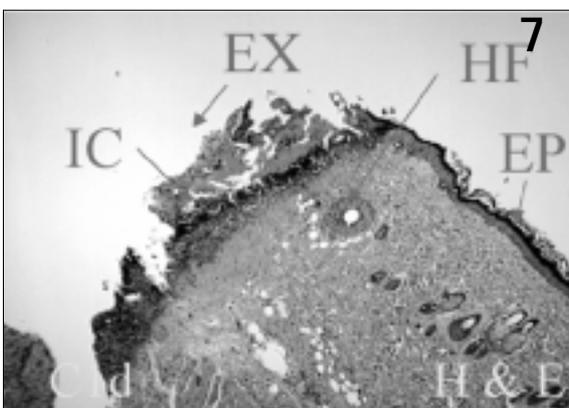
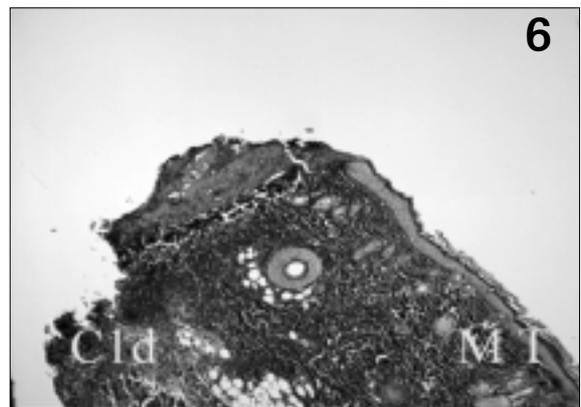
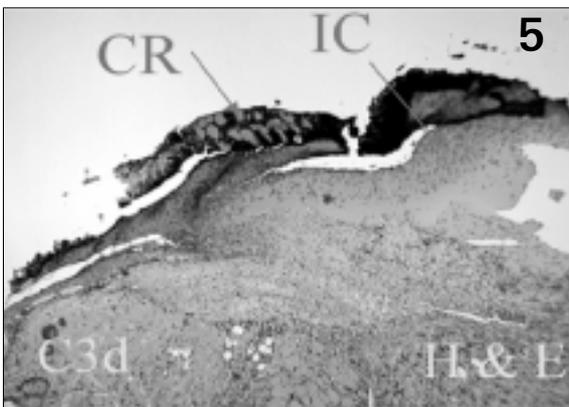
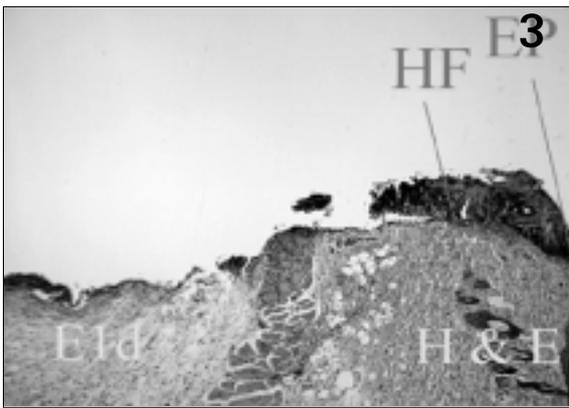
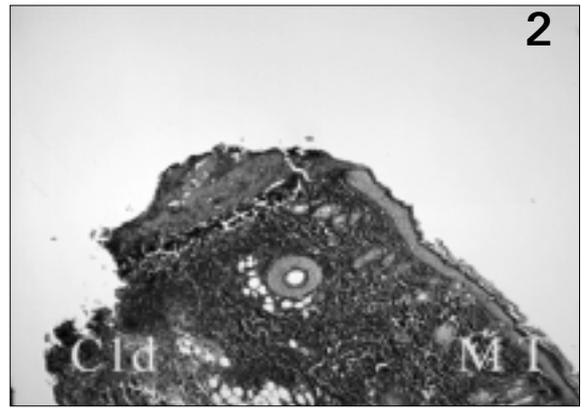
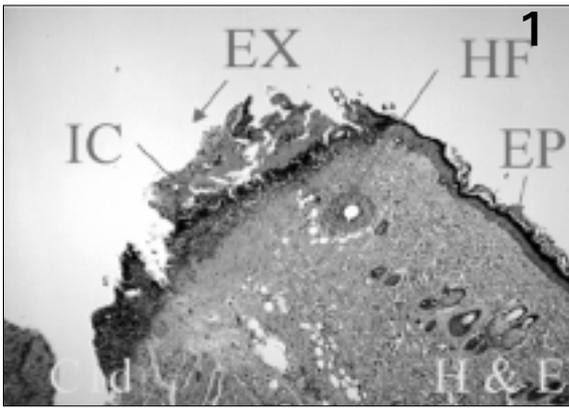
## 사진부도 설명

- Fig. 1. Control Group 1 Day (H&E, ×100) Exudate, edema, inflammatory cells infiltration could be seen.  
Fig. 2. Control Group 1 Day (MT, ×100) Exudate, edema, inflammatory cells infiltration could be seen.  
Fig. 3. Experimental Group 1 Day (H&E, ×100) Exudate, edema, inflammatory cells infiltration could be seen.  
Fig. 4. Experimental Group 1 Day (MT, ×100) Exudate, edema, inflammatory cells infiltration could be seen.  
Fig. 5. Control Group 3 Days (H&E, ×100) Edema and inflammatory reaction were remained and crust could be seen  
Fig. 6. Control Group 3 Days (MT, ×100) Mild collagen, moderate blood vessel proliferation could be seen.  
Fig. 7. Experimental Group 3 Days (H&E, ×100) Edema and inflammatory reaction were remained and crust could be seen  
Fig. 8. Experimental Group 3 Days (MT, ×100) Mild collagen, moderate blood vessel proliferation could be seen.  
Fig. 9. Control Group 5 Days (H&E, ×100) Decreased edema and inflammatory reaction when compared to figure 5. Re-epithelization was started.  
Fig. 10. Control Group 5 Days (MT, ×100) Moderate collagen, blood vessel proliferation could be seen.  
Fig. 11. Experimental Group 5 Days (H&E, ×100) Decreased edema and inflammatory reaction when compared to figure 7. Re-epithelization was started.  
Fig. 12. Experimental Group 5 Days (MT, ×100) Moderate collagen, blood vessel proliferation could be seen.  
Fig. 13. Control Group 7 Days (H&E, ×100) Inflammatory reaction were remained. Keratinocyte could be seen.  
Fig. 14. Control Group 7 Days (MT, ×100) Moderate collagen, blood vessel proliferation could be seen.  
Fig. 15. Experimental Group 7 Days (H&E, ×100) Inflammatory reaction were remained. Keratinocyte could be seen.  
Fig. 16. Experimental Group 7 Days (MT, ×100) Moderate collagen, blood vessel proliferation could be seen.  
Fig. 17. Control Group 14 Days (H&E, ×100) Inflammatory reaction were disappeared.  
Fig. 18. Control Group 14 Days (MT, ×100) Moderate collagen, blood vessel proliferation could be seen.  
Fig. 19. Experimental Group 14 Days (H&E, ×100) Inflammatory reaction were disappeared. Severe re-epithelization could be seen.  
Fig. 20. Experimental Group 14 Days (MT, ×100) Wound healing was completed.  
Fig. 21. Control Group 21 Days (H&E, ×100) Wound healing was completed.  
Fig. 22. Control Group 21 Days (MT, ×100) Wound healing was completed.  
Fig. 23. Experimental Group 21 Days (H&E, ×100) The finding was similar to that of the control group.  
Fig. 24. Experimental Group 21 Days (MT, ×100) The finding was similar to that of the control group.

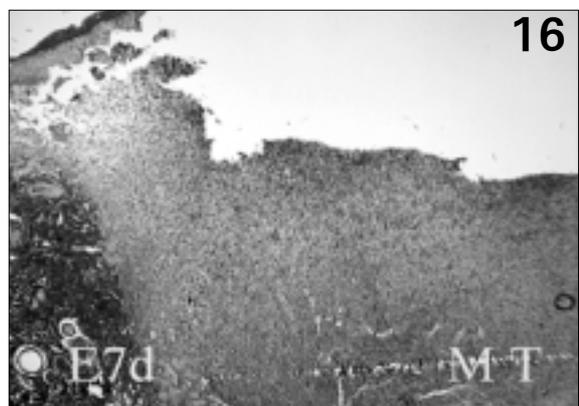
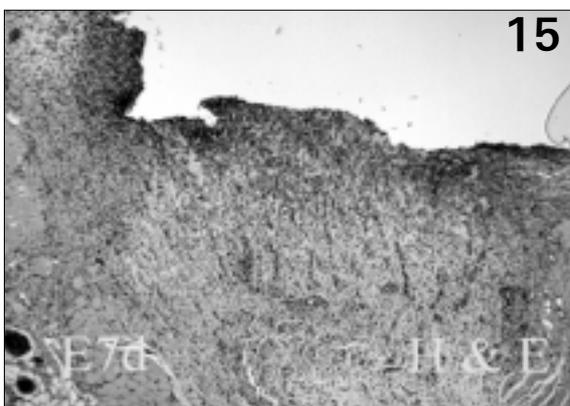
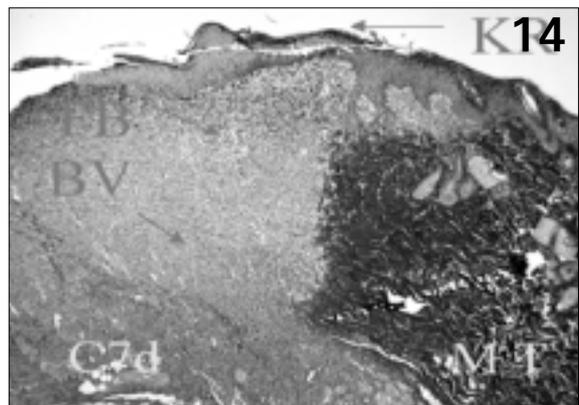
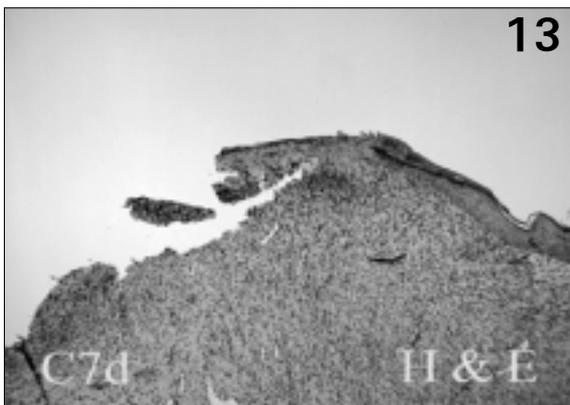
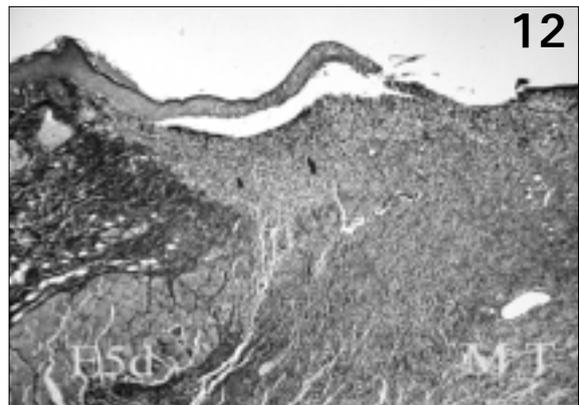
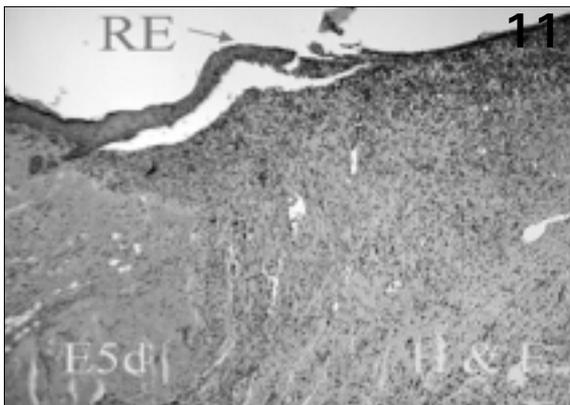
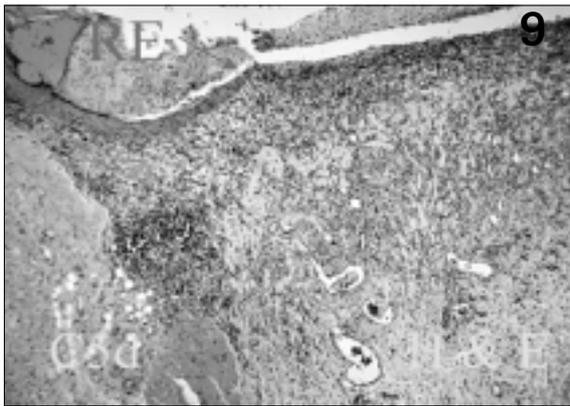
### Abbreviation :

- H&E : H&E (Hematoxylin&Eosin) 염색  
MT : Masson's Trichrome 염색  
E : Experimental  
C : Control  
D : Days  
IC : Inflammatory cell infiltration  
VP : Vessel proliferation  
EX : Exudate  
EP : Epithelium  
CR : Crust  
FB : Fibroblast  
RE : Re-epithelization  
KR : Keratinocyte

사진부도 ①



사진부도 ②



사진부도 ③

