

# 저출력 레이저광선이 가토의 손상치유에 미치는 영향

연세대학교 치과대학 구강진단·구강내과학교실

박영진·김종열

## 목 차

- I. 서 론
  - II. 실험재료 및 방법
  - III. 연구성적
  - IV. 총괄 및 고찰
  - V. 결 론
- 참고문헌  
사진부도  
영문초록

## I. 서 론

레이저는 결정, 기체, 또는 특정 액체가 에너지원으로 사용되어 고도의 단색성, 일정성, 강도와 지향성의 빛을 방출한다. 이러한 특징이 조사 에너지 밀도를 야기한다<sup>2)</sup>.

1960년 Maiman<sup>37)</sup>이 합성 루비결정으로부터 최초의 레이저를 발견한 이래로, 레이저의 의학적, 광생물학적 응용이 연구되어 왔다.

1964년 McGuff<sup>38)</sup>가 처음으로 외과적 시술로써 레이저를 의학에 응용한 이래로 지난 30여년 동안 외과 영역은 물론 여러 다른 분야에서 사용되어왔다<sup>3, 18, 33)</sup>. 구강영역의 외과용 레이저는 양성 악성종양<sup>59)</sup>은 물론 백반증<sup>62)</sup>의 치료를 포함한 여러 다른 분야에서 사용되어 왔다.

이러한 고출력레이저는 조직파괴 작용이 있으며 이는 레이저광이 조사된 부위에서 흡수된 에너지가 열로 전환되기 때문이다<sup>28)</sup>. 즉 레이저광이 조직에 흡수될 때 빛에너지가 열로 전환되고 조사된 부위의 온도가 급속히 100℃로 상승하여, 세포내 및 세포외액을 비등시킨 뒤 조직구성 성분을 증발시킨다<sup>20)</sup>. 이러한 고출력레이저는 생물체를 절단하는 효과가 있으며, 특정 조직에 응고괴사를 야기시켜 주위조직에

부속적인 반응을 일으키는 효과가 있다<sup>28)</sup>.

1971년 Mester<sup>40)</sup>에 의하여 창상치유에 있어서 저출력레이저에 의한 치료의 성공이 처음 보고되었다. 그 이후 저출력레이저의 광생물학적, 광화학적 작용에 대한 많은 연구가 이루어져왔으며<sup>7, 9, 28, 42)</sup> 두 가지 다른 종류의 저출력레이저가 의학적으로 사용되어 왔다<sup>2)</sup>. 즉, He-Ne(Helium-Neon, 파장 632.8nm) 형태의 'soft laser'와 적외선 Ga-As(Gallium-Arsenide, 파장 904nm) 형태의 'medium laser'이다. 소프트레이저는 약 5mm의 침투효과를 가지고 있으며, 근적외선레이저는 생물체 조직에 35~40mm의 깊이까지 영향을 주는 것으로 되어 있으며<sup>64)</sup> 이 두 가지 형태의 저출력레이저는 창상치유를 위한 적절한 조건을 형성하는 것으로 볼 수 있다<sup>28, 30, 35, 39, 41, 62)</sup>.

또한 저출력레이저의 여러 다른 병리학적 현상의 치료를 보면, 소프트레이저를 이용하여 재발성 아프타성 구내염 치료에 긍정적인 결과를 얻었고<sup>30)</sup>, 급성 헤르페스성 구내염이나 부종성 다형성 홍반증, 치은염과 같은 점막 질환에 높은 치료효과와 질병 기간의 감소가 보고되었다<sup>35)</sup>. 동물에 실험적으로 야기된 손상치유에 미치는 영향에 대한 저출력레이저의 작용에 대한 연구가 있었다<sup>28, 39, 41, 63)</sup>. 이러한 연구들은 레이저 조사가 손상치유 과정에 유리한 영향을 준다고 지적하였다. 이외에도 저출력레이저에 대한 연구를 보면 소염작용<sup>46)</sup>, 진통작용<sup>26, 46)</sup>, 조직혈관의 변화<sup>24, 57)</sup>, 치은염증 및 세균에 대한 변화<sup>64)</sup>, 세포에 대한 자극 효과<sup>49, 60)</sup>뿐 아니라 침술에 관해<sup>8, 19)</sup>, 악관절동통이나 구강안면동통에 관해<sup>22, 23)</sup>, 임파구나 면역체계에 미치는 영향에 관해<sup>44, 53)</sup>, 눈의 망막이나 렌즈의 손상<sup>21, 62)</sup> 등에 관해 많은 연구가 있었다.

저출력레이저의 치료효과에 대해 초기에는 조직내 온도상승에 의한 열효과라고 믿어왔으나 현재까지 그 기전이 분명히 밝혀지지 않고 있다<sup>51)</sup>. 그러나 대체로 저출력 레이저가 열효과보다는 여러 생물학적 분자를 활성화시키는 광화학적 효과가 있는 것으로 보고되고 있다<sup>22, 25)</sup>. 특히 창상치유과정에서는 섬유모세포의 증식과 교원질의 형성을 촉진시키는 것으로 보고되고 있다<sup>56)</sup>.

치과임상에서 흔히 구강점막의 손상을 대할 뿐 아니라 특히 술자에 의한 다양한 손상(외과적, 전기적, 화학적)유발의 빈도가 높다. 그러나 약구강계는 손상치료에 여러가지 제한된 요소를 지니고 있다. 본 실험의 목적은 저출력레이저의 기전을 밝히려는 데 있기 보다는 임상에서 야기되어질 수 있는 구강내, 외에 발생하는 다양한 손상에 대한 저출력레이저의 치료효과를 규명하여 저출력레이저를 사용하기 위한 과학적인 근거를 제공하기 위함이다.

이에 저자는 Ga-As반도체를 사용한 저출력레이저 장치를 이용하여, 실험동물에 대하여 인위적인 다양한 손상을 형성한후, 저출력레이저가 손상의 치유에 미치는 영향을 광학현미경을 이용해 조직학적으로 평가하고 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 기구

#### 가. 실험동물 및 실험군 설정

생후 6개월된 체중 2.5~3kg의 가토 35두를 실험군 20두, 대조군 15두로 나누어 각각 4, 3두씩 5군으로 분류형성 하였다.

#### 나. 실험장치

##### (1) 레이저 장치

DENS-BIOLASER

(동양 메디칼 주, 한국)

Infrared pulsed or/and continuous Gallium-Arsenide(Ga-As) laser

Wave length : 904nm

Peak power output : 27W

Energy power : 1~20mW

Frequency : 5~10000Hz(16 positions)

(modulated freq. in 5~250)

이 실험에서는 구내염에 유효하다는 pulse 8 (1000Hz)를 사용하였다.

##### (2) 전기소작기

SATELEC servotome(France)

Frequency approx. : 1.5MHz

Input power : 120VA

Output power : 90VA

Line voltage : 50/60 Hz

Wave : 0~4

Power : 1~8

이 실험에서는 전기적 손상을 야기하기 위해 임상에서 치은절제시 사용되는 ave 4, power 7을 사용하였으며 이는 혈액응고와 절개를 동시에 수행할 수 있다. 또한 사용한 loop는 손상형성을 쉽게하기 위해 삼각형의 loop(TR 22T)를 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### 가. 손상의 형성

생후 6개월된 가토 35두를 실험군 20두와 대조군 15두를 각각 4, 3두씩 5군으로 형성한 후 Ketalar(Ketamine HCL, 유한양행, 50mg/ml)를 체중kg당 5~10mg을 대퇴부 근육에 주사하여 실험군과 대조군을 마취한 후 가토의 구강 점막과 피부에 손상을 형성하였다. 손상의 형성은 구강내 손상의 경우 협점막의 좌우측 양쪽에 각각 전기소작기와 11번 외과용 칼로 깊이 약 2mm, 길이 3mm의 창상을 형성하였고, 가토의 설 전연부에 치과용 에푸씨 용액(formocresol, 광명약품)을 적신 2×2mm의 여과지를 10초간 올려놓은 뒤 제거하여 화학적 손상을 야기하였다. 피부손상의 형성은 먼저 흉배부의 털을 가능한 한 짧게 깎은후 흉배부 정중선의 좌우측에 각각 전기소작기와 11번 외과용 칼로 손상을 형성하였다. 전기소작기에 의한 손상은 치은절제시 사용하는 wave 4, power 7, TR22T(triangular loop)를 사용하여 약 1초간의 조작으로 야기하였다(Table 1). 항생제는 투여하지 않았다.

Table 1. Types of injury

Types of injury	Site	Method for forming Injury	Size(mm) (length×depth)	Time(sec)
Electrical injury	Left buccal mucosa	Electrical cauterization	3×2	1
Incisional wound	Right buccal mucosa	No. 11 surgical blade	3×2	1
Chemical injury	Tongue tip	Formocresol	2×2*	10
Electrical injury	Left ventral skin	Electrical Cauterization	3×2	1
Incisional wound	Right ventral skin	No. 11 surgical blade	3×2	1

\* length×width

나. 레이저 조사

실험군과 대조군을 각각 5군으로 나누어 실험군에만 레이저 조사를 손상형성 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13일후 즉 격일에 1회 손상부위에 조사하였다(Table 2). 대조군의 경우는 레이저를 조사한 실험군과 손상치유효과를 비교하기 위해 레이저를 조사하지 않았다.

저출력레이저의 조사는 구내염에 유효하다고 인정되는 펄스 8(1000Hz)을 사용하여 실험군에 형성된 손상부위에 각각 5분씩 조사하였다.

이때 레이저 head는 가능한 한 손상부위에 밀접시켜 수직으로 조사하였다.

손상조직 표본제작을 위한 가토의 희생은 손상형성 1일후 레이저조사후 바로 실험 1군, 대조 1군을 모두 희생시켜 각 손상부위를 절제생검하여 각각 포르말린 용액(10%)에 고정시켰었다. 같은 방법으로 2군은 손상형성 3일후, 3군은 6일후, 4군은 9일후, 5군은 13일후 희생시켜 손상조직 생검을 시행하였다.

Table 2. The number of irradiations and the total irradiation time of laser on experimental groups

Sacrificed day	2	4	7	10	14
The number of irradiations	1	2	3	5	7
Total irradiation time(min)	5	10	15	25	35

3. 조직표본 제작

실험군과 대조군의 절제생검조직을 포르말린(10%, ph 7.4)에 48시간 고정후 paraffin포매

를 하여 절삭기로 5um 절편을 형성해 Hema-toxylin-Eosin 염색후 광학현미경으로 각 시기별 손상 치유과정을 관찰하였다.

### III. 연구성적

#### 1. 협점막의 외과적 손상

##### 가. 대조군

손상형성후 1일 경과후 손상표면은 출혈과 괴사를 보였으며 호중성백혈구의 심한 침윤을 보였다. 상피의 증식이나 육아조직의 형성은 관찰되지 않았다. 3일째 손상표면은 혈병으로 덮여있고 급성 및 만성염증세포의 침윤이 관찰되었으며, 상피 기저층으로부터 상피가 이동하였으며 혈관의 증식은 미약하였다. 또한 섬유

모세포의 이동조직이 보였고 다소의 부종이 관찰되었다. 또한 육아조직의 형성이 관찰되었다. 6일째에 만성염증세포와 형질세포의 침윤이 보였으며 육아조직의 현저한 증식과 혈관의 증식이 있었고, 상피화가 완성되었다. 또한 육아조직이 섬유화조직으로 일부 대체되고 있었다 (Figure 1). 9일경에는 아직도 약간의 만성염증세포가 관찰되었고 육아조직이 섬유화 조직으로 대체되었다. 13일째는 염증이 완전히 사라졌다 (Table 3).

Table 3. Incisional wound on buccal mucosa of control group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+ ~ -	++ ~ +	+ ~ -	-	-	-	-
3	+	+ ~ -	+ ~ ±	±	±	±	-
6	-	-	+ ~ -	-	++ ~ +	+	+
9	-	-	± ~ -	-	+ ~ -	+	+
13	-	-	-	-	+ ~ -	+	+ ~ -

##### 나. 실험군

대조군과 유사한 치유 양상을 보였으며 3일째 육아조직의 형성과 상피의 증식이 대조군의 같은 시기에 비하여 다소 왕성하였다. 또한 6일경의 육아조직의 섬유화로의 대체가 뚜렷하였고 상피화 또한 완성되었다 (Figure 2). 부종

은 완전소실되었고 혈관의 증식은 대조군과 비슷하였다. 9일째에 가서는 염증이 완전히 사라졌으며, 육아조직의 섬유화가 대조군보다 다소 빠른 양상을 보였다. 13일째 섬유화가 거의 완성되었다 (Table 4).

Table 4. Incisional wound on buccal mucosa of experimental group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+ ~ -	++ ~ +	+ ~ -	-	-	-	-
3	+ ~ ±	+ ~ -	+ ~ ±	+ ~ -	+ ~ ±	+ ~ ±	-
6	-	+ ~ -	+ ~ -	-	++ ~ -	+	+
9	-	-	-	-	-	+	+ ~ -
13	-	-	-	-	+ ~ -	+	+

Nec

: Necrosis

+ : surface necrosis

- : no surface necrosis

Granulation Tissue

+ : granulation tissue formation

± : minimal amount

- : no granulation tissue

Inflammation ++ : heavy inflammation  
 + : slight inflammation  
 ± : minimal inflammation  
 - : no inflammation

Epi : Epithelialization  
 + : complete epithelialization  
 - : not yet complete

Edema

Fibrosis

+ : edema  
 ± : minimal edema  
 - : no edema

+ : fibrosis  
 ± : minimal fibrosis  
 - : no fibrosis

## 2. 혈점막의 전기적 손상

### 가. 대조군

1일째 손상표면에 광범위한 출혈, 피사를 보였고 다수의 호중성 및 호산성백혈구의 침윤이 관찰되었으며 외과적 창상에 비해 손상의 크기와 깊이가 다소 심했다. 3일째는 다수의 급, 만성염증세포의 침윤과 심한 부종의 양상을 관찰할 수 있었으며 탄소입자가 세포잔사주위로 퍼져있어 용고피사의 증거를 보여주고 있었으며 그 주변으로 이물반응이 관찰되었다(Figure 3). 또한 상피화와 육아조직의 형성이 관찰되었다. 6일째 피사조직과 급만성 염증세포의 감소를 보였고, 상피는 완전히 손상면을 덮었으며 육아조직의 형성과 섬유화 조직으로의 대체가 시작되었다. 탄소입자와 그 주위의 이물반응이 섬유화와 같이 보였다. 9일째에 염증세포는 완전히 사라졌고, 손상표면의 피개화가 거의 이루어져 있었고, 약간의 섬유화가 관찰되며 탄

소입자와 이물반응은 거의 사라졌다. 13일째에는 정상적인 조직형태를 보이고 있으나 약간의 섬유화가 잔존하였다(Table 5).

### 나. 실험군

광범위한 조직피사와 급성염증세포의 침윤과 전기소작기에 의한 용고피사의 소견이 대조군과 비슷한 양상을 이루었으나 3일째의 육아조직의 형성이 대조군보다 다소 왕성하였으며, 상피의 형성정도는 대조군과 비슷하였다. 피사와 급성염증소견이 6일에는 관찰되지 않았으며 상피화는 3일째 시작되어 3~6일째 완성되었다(Figure 4). 육아조직의 형성은 3~6일째 대조군에 비해 다소 왕성하였고 섬유화는 6일째 시작되어 9~13일경 근육세포 사이로 섬유화조직의 형성이 관찰되었으며 대조군보다 더욱 진행된 양상이 관찰되었다(Table 6).

Table 5. Electrical injury on buccal mucosa of control group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	++~+	+~-	-	-	-	-
3	+	+	+	+	±	±~-	-
6	+~-	+~-	+~-	±~-	+	+	±~-
9	-	-	-	-	-	+	+~-
13	-	-	-	-	+~-	+	±

Table 6. Electrical injury on buccal mucosa of experimental group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	++	-	-	-	-	-
3	+	++~-	+~-	+~-	+~±	+~-	-
6	-	-	+~-	+~-	+	+	±
9	-	-	-	-	-	+	+~-
13	-	-	-	-	-	+	+

3. 설 전연부의 화학적 손상

가. 대조군

1일째 상피의 노출과 다수의 급만성 염증세포가 관찰되었으며 염증이 비교적 심부까지 확산되어 근육세포 사이에 염증세포의 침윤과 부종이 관찰되었다. 3일째 근육세포사이의 부종과 급만성 염증세포의 침윤이 여전히 보였으며 상피화는 관찰되지 않았고, 육아조직의 형성이 시작되었다(Figure 5). 6일째 상피화가 완성되고 육아조직이 형성이 뚜렷하였다. 약간의 만성염증세포를 관찰할 수 있었고, 다소의 부종이 관찰되었으며 섬유화는 거의 관찰되지 않았다. 9일경 다소의 섬유화가 관찰되었고 염증과 부종은 거의 사라졌다. 13일째 근육세포 사이

에 약간의 섬유화만 관찰되었고 대체적으로 다른 손상에 비해 육아조직의 형성이나 섬유화가 적었다(Table 7).

나. 실험군

괴사, 급만성 염증이 9일째까지 계속되었으며 상피화는 3~6일째 완성되었다. 3일째 이미 상피화가 시작되어 대조군보다 빨리 진행되는 것을 관찰할 수 있었으며 육아조직의 형성과 섬유화 또한 대조군과 같은 시기에 시작되었으나 대조군보다 빨리 진행되는 경향을 보였다(Table 8). 역시 다른 손상에 비해 육아조직의 형성이나 섬유화는 적었다(Figure 6).

Table 7. Chemical injury on tongue tip of control group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	++~+	+	+	-	-	-
3	+	+~-	+	+	±~-	-	-
6	-	-	±	+~-	+~-	+	-
9	-	-	-	-	±~-	+	±
13	-	-	-	-	-	+	+~-

Table 8. Chemical injury on tongue tip of experimental group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	++~+	+	+	-	-	-
3	+	+~-	+	+	-	+~-	±
6	+~-	±	±	+~-	+~-	+~-	-
9	-	-	±	±~-	+~-	+	+~-
13	-	-	-	-	+~-	+	+

#### 4. 피부의 외과적 손상

##### 가. 대조군

괴사는 1일까지만 존재하였고(Figure 7) 급만성 염증세포는 6~9일까지 존재하였다. 3일째 상피화의 시작과 함께 육아조직의 형성이 관찰되었고 점액성 간질조직과 함께 약간의 만성염증세포와 형질세포의 침윤이 보이고 또한 혈관의 증식이 다수보였다. 6일째 육아조직의 증식이 현저하고 섬유화의 진행도 관찰되며 점액성 기질의 형성이 관찰되었다. 상피화는 완

성되었다.

9일째 육아조직의 성숙과 더불어 섬유화조직으로 대체되었다. 13일째 섬유화 조직으로 거의 대체되었다. 구강내 손상에 비해 상피화의 정도가 다소 느림이 관찰되었다(Table 9).

##### 나. 실험군

대조군과 유사한 양상을 보였다(Table 10). 구강내 손상에 비해 치유과정이 다소 느렸다(Figure 8).

Table 9. Incisional wound on skin of control group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	+	+~-	±~-	-	-	-
3	-	+~-	+	-	+~±	+~-	-
6	-	-	+~±	+~-	+	+	+~±
9	-	-	±~-	-	+~±	+	+
13	-	-	-	-	+~-	+	+

Table 10. Incisional wound on skin of experimental group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	+	±~-	-	-	-	-
3	-	+~-	+~±	-	+~±	+~-	-
6	-	-	-	±~-	+	+	+~±
9	-	-	±~-	-	+	+	+
13	-	-	+~-	-	+~-	+	+

## 5. 피부의 전기적 손상

### 가. 대조군

1일째 외과적 창상에 비해 더 넓고 깊은 손상이 형성되었고 광범위한 출혈과 다수의 급성 염증세포가 관찰되었다. 3일째 탄소입자와 이에 대한 이물반응이 관찰되었으며 상피의 이동이 시작되었고 아직 육아조직의 형성이나 혈관의 증식을 관찰할 수 없었다. 6일째 괴사된 조직은 사라지고 만성염증세포와 형질세포의 침윤이 있었으며 탄소입자 주변에 거대세포의 침윤과 함께 육아조직의 증식이 왕성하였다. 상피화는 완성되었으나 섬유화조직은 아직 관찰되지 않았다. 9일경 섬유화가 시작되고 만성염

증 세포가 미약하게 잔존했으며 혈관증식이 왕성하였다. 또한 탄소입자도 사라졌다. 13일째 아직도 섬유화의 정도가 미약하였다. 구강내와 비교시 염증의 정도나 상피화와 섬유화의 진행이 더 오래 지속되었다(Table 11).

### 나. 실험군

대조군과 유사한 치유양상을 보였으나 부종의 감소가 다소 빠르게 관찰되었고 육아조직의 형성시기가 2~3일 정도 빠르게 나타났으며 섬유화도 다소 빨리 진행되는 양상이었다. 13일째 육아조직의 섬유화로의 대치가 뚜렷하였다(Table 12).

Table 11. Electrical injury on skin of control group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	+	-	-	-	-	-
3	+	+	+~±	-	-	-	-
6	-	-	+~±	+	+	+	-
9	-	-	+~-	+~-	+	+	±~-
13	-	-	±~-	±~-	+	+	±~-

Table 12. Electrical injury on skin of experimental group

Sacrificed Day	Nec	Inflammation		Edema	Granulation tissue	Epi	Fibrosis
		Acute	Chronic				
1	+	+	-	-	-	-	-
3	+	+~±	+	-	+~-	-	-
6	-	-	+~-	+~±	+	+	-
9	-	-	±~-	-	+~-	+	+~±
13	-	-	±~-	-	+~±	+	+

## IV. 총괄 및 고찰

구강내는 기능상 다양한 창상이 생기기 쉬운 부위이며 치료에 여러가지 제한된 요소가 많다. 이러한 다양한 구강내 창상을 치료하기 위해 여러 방면으로 다각적인 임상적인 시도가

있어왔고 한편으로 레이저를 이용해 창상치유를 촉진시키고자 하는 시도가 있었다. 저출력 레이저를 사용한 구강연조직 치료의 효과에 대해 선학들의 많은 연구가 있어 왔으며, 저출력 레이저의 사용에 대한 근거를 생체자극 효과에 두고있으나 생화학적 기전의 근거는 아직 확실



히 밝혀지지 않았으므로, 그 효과기전에 대해 아직도 많은 연구가 행해져야 할 것으로 사료된다.

저출력레이저의 조사효과는 레이저광이 조직과 조직액을 통과한다는 사실에 달려있다고 제기되어왔다. 에너지는 조직액의 농도가 가장 높은 곳에서 흡수되므로 더욱 쉽게 염증성, 부종성조직에 흡수된다. 이러한 에너지가 치유과정 중 관련된 여러 생물학적 작용을 자극한다고 주장되었다<sup>21</sup>.

최근의 임상적, 실험적 연구에서 피하 및 치주병소에 He-Ne 및 Ga-Al-As 레이저조사로 창상치유과정이 촉진되었음을 보고하였다.<sup>28, 40, 42, 63</sup>. 저출력레이저의 광생물학적, 광화학적으로 효과에 대한 연구에 있어서, 손상받은 조직에 저출력레이저를 조사하여 피부재생이 개선되었음을 보고하였다. 또한 He-Ne 또는 Argon 레이저를 이용한 생체실험에서 상피화의 촉진, 고도의 혈관 증식과 섬유모세포의 교원질 증가가 보고되었으며<sup>7, 9, 28, 42</sup>, Ga-As 레이저를 사용한 본 실험에서도 다소의 상피화 촉진, 혈관증식이 보였다(Table 4, 6, 10, 12).

다른 실험에서는 저출력레이저 조사시 상피세포를 비정형으로 유도시키며<sup>17, 18</sup>, 정상세포뿐 아니라 종양세포도 저출력레이저 조사로 자극받는다고 하였고<sup>45, 47</sup>, 섬유모세포에 의한 교원질합성의 증가와 백혈구의 대식작용의 증가가 입증되었다<sup>7, 50</sup>. 임상적으로 저출력레이저가 만성동통치료에 효과가 있다고 보고되었다<sup>22, 23</sup>.

저출력레이저의 창상치유 효과에 관한 전자현미경적 관찰에 대해 Mester<sup>44</sup>, Bosatra<sup>71</sup>, Pourreau-Schneider<sup>52</sup> 등이 보고하였는데, 교원질섬유의 양적증가와 세포내 라이소솜의 증가, 미토콘드리아의 비대, 세포간극에서의 교원질과 수포의 점차적인 증식을 관찰하였다. 교원질형성에 관해서는 창상치유의 교원질기에 레이저가 영향을 줄을 관찰하였다. 즉 교원질의 유전자발현에 선택적으로 작용해 교원질합성을 증가시킨다<sup>17</sup>. He-Ne 레이저는 정상적인 인체의 치은 섬유모세포의 복제를 촉진시키며 미토콘드리아의 비대, 비후, 세포질의 미세사속의 출현, 세포주위에 풍부한 섬유질이 축적되는 현미경적 형태변화를 유도하며, 미토콘드리아

단계에서 흡수된 에너지는 광화학적 작용에 사용되어질 수 있고 따라서 산화효소작용을 증가시킨다. 싸이토크롬에 의한 광자의 흡수가 단백질합성을 촉진시킬 수 있고 RNA, DNA 단백질합성으로 세포수를 증가시킨다<sup>52</sup>.

이러한 저출력레이저의 다양한 생물학적 효과기전을 보면 세포내외성분간의 이온이동 촉진작용<sup>32</sup>, Cytochrome Oxydase를 통한 미토콘드리아 기능항진작용<sup>32, 53</sup>, 세포호흡과정중 Cytochrome a를 통한 세포막 재분극에 대한 광전기적 작용<sup>53</sup>, RNA합성촉진작용<sup>41</sup> 및 DNA에 대한 공명작용<sup>12, 16</sup>이 있다.

창상조직의 치유는 손상에 반응하여 나타나는 혈관과 세포의 변화들과 연관된 일종의 염증기전이며 이러한 창상치유에는 수많은 내적요소와 외적요소가 작용한다. 즉, 창상의 위치, 물리적 요인, 순환기 요인, 내분비 요인, 감염, 영양 요소, 연령, 봉합의 종류 및 수 등 여러가지가 있다<sup>54</sup>.

현미경적 소견에서 창상의 치유과정은 3단계를 거친다<sup>44</sup>. 즉, 염증기, 증식기, 재생기이다. 처음 두 단계는 육아조직의 발달을 포함하며, 마지막 단계의 특징은 수축으로, 반흔조직형성의 성숙기이다. 초기의 손상후 각 단계에서의 특징적인 변화가 일어나고 그 다음에 섬유모세포가 출현한다. 토끼귀의 결합조직의 발육에 대한 보고에서 섬유모세포는 술후 6일째 출현하는데 이후 1~2일 후에 모세혈관이, 4~5일 후에는 결합조직섬유가 출현한다고 하였으며 그 속도에는 상당한 차이가 있으나 순서에는 차이가 없다고 하였다<sup>55</sup>. 본 실험에서도 비슷한 시기에 각 창상의 치유과정을 보였고 치유순서에도 차이가 없었다(Table 3~12). 섬유모세포에 의해 생긴 고장력의 교원질이 주어진 환경하에서 손상된 조직을 대체시킨다.

본 연구는 저출력레이저 조사에 따른 다양한 손상(외가적, 전기적, 화학적)의 치유과정을 손상치유과정의 특징적인 3단계 즉, 염증과 육아조직의 증식 및 상피화, 그리고 섬유화의 단계를 고려하여 대조군과 비교하였다.

실험결과를 총괄하여 보면 우선 염증기 즉 피사나 급만성 염증, 부종 등의 소견은 전반적으로 대조군과 실험군에서 큰 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 화학적 손상을 제외한 다른

두 손상에서는 미약하나마 대조군에 비해 실험군에서 다소의 염증의 감소를 관찰할 수 있었다(Table. 4, 6, 10, 12). 외과적 창상의 경우에서 있어서 실험군, 대조군의 염증의 정도의 큰 차이를 발견하기 어려웠던 이유는 일차 치유시기가 너무 빠르고 짧아 절제생검 당시의 치유효과와의 비교가 불가능하였으리라 사료되며<sup>54)</sup> (Table. 4, 5), 이에 반해 전기적 손상의 경우에서 있어서는 염증의 감소가 실험군에서 빠르게 관찰되었다(Table 6, 12). 이는 저출력레이저의 자극효과가 창상치유 과정 중 prostaglandin (PG)의 합성의 증가와 관계가 있으며, 다양한 PG양의 변화가 염증기의 치유의 일부과정을 촉진시키며<sup>44)</sup>, He-Ne 저출력레이저가 다른 생성기에서 염증성 부종에 대하여 중요한 항삼출효과를 가지고 있고, 동시에 치유과정을 방해하지 않는다<sup>48)</sup>는 보고를 고려할때 저출력레이저가 창상치유과정중 염증의 감소에 있어 효과가 있을 것으로 사료된다. Lee는 Ga-Al-As 레이저의 치은 염증치료에 대한 동물실험에서 레이저조사로 염증침윤의 밀도와 정도의 감소를 보고하였다<sup>65)</sup>.

한편 화학적 손상(Table 7, 8)의 경우는 오히려 실험군(Table 8)에서 염증이 보다 지속되었고, 비교적 심부까지 염증이 파급되어 근육세포사이로 심한 염증세포의 침윤과 타 손상에 비해 다소 심한 부종을 나타내었으며 상피의 전반적인 박리를 보였고, 또한 육아조직의 형성과 섬유화의 시기가 다른 두 창상에 비해 늦음을 관찰할 수 있었다. 이는 화학적 손상의 형성방법에 문제가 있음을 지적할 수 있다. 즉, 화학적 손상의 경우 다른 두 손상과는 달리 일정한 크기와 시간으로 손상을 가했음에도 불구하고 약물이 확산됨으로써 보다 광범위하고 불규칙하게 손상이 형성되었기 때문인 것으로 사료된다. 또한 레이저를 조사할 때마다 가해지는 또 다른 손상의 가능성도 배제할 수 없으므로 앞으로 더욱 객관적인 손상방법이 필요할 것으로 사료된다.

전기적 손상 야기시 조직의 증발효과로 인해 탄소입자가 생기는데 현미경적으로 관찰시 조직에 심한 응고괴사를 보이며 조직증발로 인해 천부조직부위에 기종이 관찰되고 잔존구조의

일반적인 변형양상을 보인다(Table 5, 6, 11, 12). 이는 고출력레이저를 사용했을 때와 임상적으로 비슷한 양상을 보이는데, 조직학적인 변화를 관찰시 창상연에서 측방으로 정상상피에 걸쳐 4가지 구역, 즉 열응고, 열분해, 가역적 세포손상, 정상 상피조직구역을 나타낸다. 그러나 고출력 레이저나 외과적 창상에 비해 창상치유기간이 길고 반흔의 형성량이 많다<sup>5, 13, 16)</sup>

본 실험에서 외과적 창상은(Table 3, 4, 9, 10) 일차치유의 과정을, 화학적, 전기적 손상(Table 5, 6, 7, 8, 11, 12)은 이차치유과정을 거쳤다고 사료되므로 일차치유과정을 거친 외과적 창상은 다른 두 창상에 비해 염증의 정도가 빨리 감소했을 뿐아니라 상피화와 섬유화의 과정이 빠르게 진행되었으며, 이차치유과정을 겪은 화학적, 전기적 손상은 염증반응과 섬유모세포 및 내피세포의 증식이 일어나 창상연으로부터 육아조직을 형성하여 손상부위를 향하여 증식하였으며 거의 육아조직으로 채워지면서 창상표면의 상피가 육아조직을 덮고 섬유모세포는 교원질을 형성하였다<sup>63)</sup>.

대부분의 창상이 창상형성 3일 경과후에 상피화가 시작되어 6일째 완성되었는데 상피화의 정확한 시작시기와 치유과정의 시기를 대조군, 실험군 모두에서 차이를 관찰할 수 없었다. 상피화의 시작은 외과적 창상(Table 3, 4, 9, 10)과 협점막의 전기적 손상(Table 5, 6)에서 실험군, 대조군 모두 이미 3일째에 시작되어 있었고, 대조군의 화학적 손상(Table 7)과 피부의 전기적 손상(Table 11, 12)에서는 6일째 시작되었으나 그 정확한 시작 시기를 알 수 없었는데 이는 상피의 이동 시작이 수시간에서부터 3~4일까지 연구에 따라 다르게 나타남을 볼 수 있으며, 그 차이는 실험조건이나 실험동물, 또 세포성장배양에 대한 관독기중의 차이에 따라 기인된 것이라 사료된다<sup>34, 35)</sup>. 그러나 상피화의 진행에 있어서는 대조군에 비해 실험군에서 보다 다소 빠르게 진행되었다.

상피화의 진행은 외과적 창상에 비해 화학적, 전기적 손상에서 오래 진행되었다. 특히 대조군에 비해 실험군에서 다소 빨리 진행되는 경향을 보였다. 화학적 손상의 경우에서 대조

군(Table 7)에 비해 실험군(Table 8)에서 2~3일정도 확실히 빠른 상피화의 시작을 보였다. 다른 창상에서도 상피화의 시작 시기는 비슷하였으나 상피화의 진행이 빠름을 알 수 있다.

이는 저출력레이저가 상피세포의 유사분열을 유도하여 상피화를 촉진시킨다는 보고와 유사성이 있는 것으로 사료된다<sup>28)</sup>. 김<sup>63)</sup>은 백서의 창상치유에 대한 Ga-As반도체레이저의 효과에 관한 연구에서 상피재생속도와 창상의 치유가 대조군에 비해 2~3일 촉진되었다고 하였다. Kana<sup>28)</sup>는 교원질의 양과 창상의 밀폐속도간의 상관관계가 없음을 설명하면서 He-Ne과 적색 산란광레이저 조사시 상피의 활성화가 야기되어 창상의 상피화가 촉진되고 이에 의해 창상의 밀폐속도가 촉진된다고 하였고, 따라서 섬유화의 증가가 결과적으로 밀폐속도를 촉진시키는 것은 아니라고 하였는데, 본 실험의 피부의 전기적 손상의 경우에서 그러한 예를 잘 관찰할 수 있었다(Table 12).

저출력레이저는 사실상 색소상피와 시세포사이의 세포간질을 증가시킨다. 세포간질의 정확한 기원에는 의문이 많지만 저출력레이저가 상피의 RNA합성을 증가시켜 세포간질을 증가시키는 것으로 예상된다<sup>32)</sup>. 저출력레이저가 세포분열 과정에서 섬유모세포의 RNA, DNA단백질 합성에 영향을 주어 세포수를 증가시킨다.

또한 창상치유의 초기 단계에 있어서 효소사상에 영향을 주는데 창상형성후 8~48시간 후에 창상표면 인접부의 상피세포의 기저층에서 succinic acid-dehydrogenase의 작용과 섬유모세포에서의 lactic acid-dehydrogenase와 ester-ase의 증가를 보여 섬유모세포의 기능에 예비적으로 증가시킨다<sup>31)</sup>.

육아조직의 형성과 섬유화도 대조군과 실험군 모두 같은 시기에 시작되었으나 실험군에서 다소 빨리 진행되는 경향을 보였다. 즉 레이저 광은 창상면과 기저층의 세포작용을 증가시켜, 세포분열을 증가시켜 육아조직의 형성을 촉진시키고, 새로운 혈관의 증식에 영향을 주며 특히 모세혈관의 재생에 중요한 작용을 하여 육아조직의 증식을 증가시킨다<sup>44)</sup>. He-Ne레이저 조사시 미세혈관 순환상의 기능적 상태에 유효한 작용이 나타나, 혈류속도의 증가, 미세혈관

과 기능중인 다수의 모세혈관의 직경의 증가와 세동맥-세정맥계수가 높아지게 된다<sup>4, 51)</sup>.

Lyonse<sup>36)</sup>등은 레이저 조사시 1~2주후에 연조직 창상의 신진력이 대조군과 차이를 보였다고 하였고 김<sup>63)</sup>등은 표피 창상의 술후 9일까지의 경과관찰시 7~9일째 섬유성 결체조직의 뚜렷한 성숙을 관찰하였으며, Mester<sup>44)</sup>등은 술후 8일경 저출력레이저에 의한 인장강도의 극적인 증가가 교원섬유생성과 혈관의 증식과 관계가 있음을 보고하였다. 또한 Takeda<sup>59)</sup>는 발치와의 창상치유과정 관찰시 섬유모세포의 증식이 실험군에서 보다 뚜렷하였다고 보고하였는데 본 실험의 결과 레이저가 창상치유 과정중 육아조직의 성숙과 섬유화를 촉진시키는 효과가 있다고 사료된다.

섬유모세포는 교원질이나 기타기질 구성요소들을 유지하고 전환시켜주는 주 세포형태이며 섬유모세포에 의해 형성된 교원질은 정상적인 결체조직을 유지하고 회복시키는 중요한 부분이다. 성숙한 결체조직에서는 섬유모세포가 최소한의 성장을 하게 되나 병적상태나 창상치유시에는 이들이 활성화되어 증식과 합성이 증가되므로 육아조직 형성이 촉진되어 창상치유가 증가된다<sup>31)</sup>. 저출력레이저의 치유의 구조적인 기본은 교원질형성의 활성화에 있고, 중심핵을 가진 과립형성에도 일정한 기여를 한다<sup>41)</sup>. 한편 창상치유효과를 얻기위해 조사된 부위와 멀리 떨어진 부위에 대한 조정 효과의 가능성은 레이저가 조사된 부위에 생신 엑소성 물질의 증가로 유도된다<sup>44)</sup>.

본 연구에 사용한 DENS-BIO laser는 파장 904nm의 적외선을 방출하는 Ga-As 반도체 레이저로써 연속방출과 펄스 변조를 병행하여 사용이 가능하며 펄스변조에는 15개의 주파수(5~10000Hz)가 있고 연속방출에는 5개의 주파수(10~10000Hz)가 있다. 이 두가지 방식을 병행하여 여러가지 악구강계의 염증 및 동통치료에 사용할 수 있다. Vand der Zypen 등은 망막에 대한 연구에서, 연속파는 열을 발생시키며 과동파레이저는 조직손상을 초래한다고 하였으나<sup>62)</sup> 아직 확실히 각 펄스에 대한 조직의 반응기전이 밝혀진 바 없어 본 연구에서는 임의로 구내염에 유효하다고 사료되는 펄스 8

(1000Hz), 치료출력 2mW를 사용하였다. 이는 Jarvis<sup>21)</sup> 등이 제시한 저출력레이저로서 요구되는 가능한 치료출력(0.1~5mW)과 방출시간(20초~15분)에 관한 기준에 합당하다고 사료되었다.

최근 반도체 레이저의 발달로 저출력레이저에서 Mid-Laser(medium power laser)로 향상되어 치료효과가 빨라지게 되었으며 치과분야에서도 많이 이용되어지고 있으나 그 종류가 다양할 뿐 아니라 주파수 변조의 다양성에 의해 각 부위별 질환에 따른 치료효과에 비해 임상적으로 분명하게 적립되어있지 않다. 따라서 각 펄스의 주파수 변조에 따른 조직반응에 대한 연구가 과학적이고 객관적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

저자는 Ga-Aa(Gallium-Arsenide, 파장 904nm) 저출력 반도체레이저가 실험동물에 인위적으로 형성된 손상의 치유에 미치는 효과를 규명하기 위해 가토 35두를 실험군 20두, 대조군 15두로 나누어 각군당 실험군 4두, 대조군 3두씩 5군으로 구분하여 구강내의 협점막, 피부의 흉배부에 인위적으로 길이 약 3mm, 깊이 2mm의 외과적 창상, 전기적 손상, 그리고 혀의 전연부에 가로, 세로 2mm의 여과지에 묻힌 에푸씨(Formocresol)용액을 사용하여 화학적 손상을 형성한 후 실험군은 Ga-As레이저를 사용하여 창상형성 1일후부터 격일간 각각 5분씩 레이저를 조사하여 1, 3, 6, 9 13일 경과후 대조군과 함께 일정수를 희생시켜 손상부위 조직을 절취하고 표본을 제작하여 광학현미경으로 대조군과 실험군의 치유과정을 비교, 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 외과적 손상, 전기적 손상에서는 대조군에 비해 저출력레이저를 조사한 실험군에서 염증의 감소가 빠르게 진행되었다.
2. 구강내 외과적 창상과 전기적 손상에서 상피화의 시작이 대조군과 실험군 공히 손상형성후 약 3일경 시작되었으나 실험군에서 빠르게 상피화가 완성되었고 화학적 손상에

서는 실험군에서 3일경에 상피화가 완성되어 대조군보다 3일이 빨랐으며, 피부의 전기적 손상에서는 공히 6일째 완성되었다.

3. 육아조직의 형성은 구강내 외과적, 전기적 손상에서 실험군, 대조군 공히 3일경 시작되었으나 실험군에서 다소 빨리 진행되었고 화학적 손상에서는 실험군보다 오히려 3일 정도 빨랐으며, 피부에서 외과적 창상은 실험군에서 9일경에 대조군보다 더 빠르게 육아조직이 완성되었으나 전기적 손상에서는 대조군이 더 빨랐다.
4. 섬유화는 외과적 손상과 구강내 전기적 손상에서 모두 6일경 시작되었고 피부의 전기적 손상에서는 9일경 시작되었으나 전기적 손상의 경우 결합조직의 치유량이 실험군에서 현저히 많았다. 화학적 손상의 경우 실험군에서 약 3~6일정도 섬유화가 빨랐다.
5. 피부와 구강내 손상치유효과 비교시 피부에서보다 구강내의 경우 육아조직형성과 상피증식이 활발하였다.

이상의 결과로 보아 레이저 조사에 따른 대조군과 실험군의 치유과정, 즉 염증반응, 육아조직 형성, 상피화, 섬유화의 시기와 순서는 큰 차이를 보이지 않았으나 결합조직을 비롯한 치유조직이 실험군에서 더 많은 양이 관찰되었다.

## 참 고 문 헌

1. Abergel RP, Lam TS, Meeker CA, et al : Biostimulation of procollagen production by low energy lasers in human fibroblast culture. Clin Res., 32 : 567-572. 1984.
2. Anneroth, G., Hall, G., Ryden, H., Zetterqvist, L. : The effect of low-energy radiation on wound healing in rats. British Journal of Oral and Maxillofacial surgery. 26 : 12-17, 1988.
3. Aronoff, B. L. : Lasers in medicine and surgery : Current state of the art. International Advances in Surgical Oncology, 5 : 325, 1982.

4. Barkovakii, V. S. : "Effect of radiation on the process of tissue vascularization after damage." *Arkh Patol*, 45 : 72, 1983.
5. Basu, M. K., Frame, J. W., Rhys, P. H., Evans. : Wound healing following partial glossectomy using the CO<sub>2</sub> laser, diathermy and scalpel : A histologic study in rats. *The Journal of Laryngology and Otology*, April, 102 : 322-327, 1988.
6. Benedicenti, A. : Biostimolazione con laser : ipoton riguardante imeccanismi che presidons alla sua zione terapeutica. *Parodontol Stomato(Nuova)* 3 : 39-47, 1979.
7. Bosatra, M., jucci, A., Olliaro, P., Quacci, D. & Sacchi, S. : In vitro fibroblast and dermis fibroblast activation by laser irradiation at low energy. *Dermatol.* 168 : 157-162, 1984.
8. Brockhaus, A., Elger, C. E. : Hypalgesic efficacy of acupunture on experimental pain in man. Comparison of laser acupunture and needle acupunture, *Pain.*, 43 : 181-185, 1990.
9. Brunner. R., Haina, D., Landthaler, M. Waldelich, W. & Braun-Falco, O. : Applications of laser light of low power density. Experimental and clinical investigations. *Curr. Probl. Derm.* 1885 : 111-116, 1986.
10. Feeney, L. : "Interceptive space. I. Postnatal ontogeny in mice and rats", *Devl Biol.*, 32 : 104-114, 1973.
11. Feeney, L. : "Interceptive space. II. Histochemistry of the matrix", *Devl Biol.*, 32 : 115-128, 1973.
12. Fine S, Klein E, Nowak W. Scott RE, et al : Interaction of laser radiation with biologic systems. I. Studies on interaction with tissue. *Fed Am Soc Exp. Biol.*, 24 : 35-45, 1965.
13. Gaspar, L., Toth, J. : Comparative study on wound healing in the oral cavity following experimental surgery using a scalpel, electocauterization and CO<sub>2</sub> laser beam., *Fogorvosi Szemle*, 84(11) : 339-43, 1991
14. Goldman, J., Chiapella, J., Casey, H., Bass, N., Graham, J., McClatchey, W., Dronavalli, R Brown, R., Huey, H. & Muckerheide, M. : Laser therapy of rheumatoid arthritis. *Laser Surg. Med.*, 1 : 93-101, 1990
15. Goldman, L. & Richfield, D. F. : The effect of repeated exposures to laser beams : case report of nine month's period of observation. *Acta Derm. Verereol.* 44 : 264-268, 1964
16. Goldman L : Laser action at the cellular level. *J Am Med Assoc* 1966;1986 : 641-644
17. Goldman, L. : Biochemical aspects of the laser : The introduction of laser applications of intobilogy and medicine. Springer Verlag, Berlin 1967.
18. Goldman, L. : The laser in skin cancer. *International Advances in Surgical Oncology*, 1 : 217, 1978.
19. Haker, E., Lundeber : Laser treatment applied to accupunture points in lateral humeral epicondylalgia. A double-blind study, *Pain.*, 43 : 243-247, 1990.
20. Hall, R. R., Beach, A. D., Baker, E. & Morrison, P.C.A. : Incision of tissue by carbon dioxide laser. *Laser. London.* 232 : 131, 1971a.
21. Ham, W. T., Geeraets, H. A., Mueller, H. A., William, R. C., Clarke, A. M., Ckeary, S. F. : Retinal burn thresholds for the He-Ne laser in the rhesus monkey. *Archs Opthal.* N. Y.
22. Hansen, H. J., Thotoe, U. : Low power laser biostimulation of chronic orofacial pain. A double-blind study. *Pain.*, 43 : 169-179, 1990.
23. Hansson, T. L. : Infrared laser in the treatment of craniomandibular disorders, arthrogenous pain. *J. Prothet. Dent.*, 61 : 614-616, 1989.
24. Henschel, R. A. : Dentistry and upper body

- strength. Letters to editor, J.A.D.A., 104 : 12, 1982.
25. Hillenkamp, F. : Interaction between laser radiation and biological system. In : F. Hillenkamp, R. Pratesi and C. A. Sacci (Eds.). Lasers in biology and medicine., Plenum Press, New York, 1-32, 1980.
  26. Jakush, J. : Can dental therapy enhance athletic performance? J.A.D.A., 104 : 292, 1982.
  27. Jarvis, D., Maciver, M. B., Tanelian, D. L. : Electrophysiologic recording and thermodynamic modeling demnstrate that helium-neon laser irradiation does not affect peripheral A $\delta$ -or C-fiber nociceptors. Pain., 43 : 235-242, 1990.
  28. Kana, J. S. & Hutschenreiter, G. : Effect of low-power laser radiation on healing of open skin wounds in rats. Arch. Surg. 1981 : 116 : 293-296.
  29. Kert, J., Rose, L. : Clinical laser therapy-Low level laser therapy, Scandinavian Medical Technology, Copenhagen, 1989.
  30. Korytny, D. L. : Use of a heliume-neon laser in theraputic stomatology. Stomatologia : (Moscow), 57(5) : 21, 1978.
  31. Ko, S. D., Narayandn, A. S. and Page, R. C. : Influence of cell cycle on collagen synthesis by human fibroblsts, J. Periodont., 16 : 302, 1981.
  32. Kubasoba T, Kovacs L, Somasy Z, et al : Biological effect of He-Ne laser. Investigation of functional and micromorphological alterations of cell membranes in vitro. Laser Surg Med 1984;3 : 285-290.
  33. Levin, H. & Bailin, P. : Carbon dioxide laser treatment of cutaneous hemangiomas and tattos. Archs. Otolaryngol, 108 : 236, 1982.
  34. Lindsay, W. K. & Birch, J. S. : Thin skin healing. Canad. J. Surg., 7 : 297, 1964.
  35. Lutsyk, L. A., Rybert, I. A. & Svisheh, M. P. : Use of a helium-neon laser in the combined treatment of oral mucosal diseases in children. Stomatologia : (Moscow), 60(6) : 15, 1981.
  36. Lyons, R. F., Abergel, R. P., White, R. A., Dwyer, R. M., Castel, J. C., Uito, J. : Biostimulation of wound healing in vivo by He-Ne laser. Ann. Plast. Surg., 18 : 47-50, 1987.
  37. Maiman, T. H. : Stimulated optical radiation in Ruby. Natere, 187 : 493, 1960.
  38. McGuff, P. E., Detering, R. A., Gottlieb, L. S., et al. : Effects of laser radiation on tumor transplants. Fed Proc., 24 : 150-154, 1965.
  39. Mester, E. & Spiry, T., Szende, B. & Tota, J. G. : Effect of laser rays on wound healing. The American Journal of Surgery. 122 : 532, 1971.
  40. Mester, E : Stimulation of wound healing by means oflaser rays(clinical and EM study) Acta Chir. Acad. Sci. Hung. 1973 : 14 : 347-354
  41. Mester, E. & Yaszszagi, E. : The effect of laser radiation on wound healing and collagen synthesis. Studia Biophysica. 35 : 227, 1973.
  42. Mester, E., Nagylucskay, E., Tisza, S. & Mester, A. : Stimulation of wound healing by means of laser rays investigation of the effect of immune competent cells. Acta. Chir. Acad. Sci. Hung. 1978 : 19 : 163-170
  43. Mester E : Clinical results of laser stimulation and experimental studies on its mechanisms of action. Minerva Med 1981;19 : 163-170
  44. Mester, E., Mester, A. F., Mester. A. : The biomedical effects of laser application. Lasers in surgery and medicine., 5 : 31-39, 1985.
  45. Mims, J. L. : Some effects of low energy ruby and neodymium laser radiation on transplantable subcutaneous mouse tumors. Tex. Rep. Biol. Med. 1968;26 : 434-435

46. Moore, M. : Corrective mouth guards : Performance aids or expensive placebos? *Physician Sports Med.*, 9 : 127, 1981.
47. Moskalik, K. G. & Kozlov, A. P. : Effect of pulsed laser radiation on mitotic activity and DNA synthesis of tumor cells. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR* 1979;244 : 206-208
48. Mozgovaia, L. A., et al. : "Anti-inflammatory activity of the light of helium-neon lasers." *Stomatologia(Mosk)*, 61 : 14, 1982.
49. Ohta, A., Abergel, R. P., Uitto, J. : Laser modulation of human immune system : Inhibition of lymphocyte proliferation by a Ga-As laser at low energy. *Lasers in surgery and medicine.*, 7 : 199-201, 1987.
50. Parr, W. H. & Fischer, R. S. : Aberrant corneal epithelial cells produced by ruby laser irradiation. *Invest. Ophthalmol.* 1967;6 : 356-363.
51. Piliikin, A. S. et al. : "Effect of helium-neon laser radiation on the microcirculation of the oral mucosa." *Stomatologia(Mosk)*, 63 : 12, 1984
52. Pourreau-Schneider, M., Soudry, N., Remusat, M., Franquin, J. : Modifications of growth dynamics and ultrastructure after helium-neon laser treatment of human gingival fibroblasts. *Quintessence Int* 1989; 20 : 887-893.
53. Rounds, D.E., Olson, R.S. : The effect of the laser on cellular respiration. *Z Zekkforsch* 1968;87 : 193-198.
54. Schafer, W. G., Hing, M. K., and Levy, B. A. : *A textbook of oral pathology*, ed. 3. Saunders Co., Philadelphia, 1974.
55. Schilling, J. A. : Wound healing. *Physiological Reviews*, Vol 48, No. 2, April p. 391, 1968.
56. Sciubba, J. J., Waterhouse, J. P. & Meyer, T. : A fine structural comparison of the healing of incisional wounds of mucosa and skin. *J. Oral Path.*, 7 : 214, 1978.
57. Smith, S. D. : Upper-body streng and dentistry. *Letters to the editor, J.A.D.A.* 104 : 140, 1982.
58. Strong, M. S., Jako, G. J., Polany, T. & Wallace, R. A. : Laser surgery in the aero digestive tract. *American Journal of Surgery.* 126 : 529, 1973.
59. Tageda, Y. : Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone after tooth extraction. *Experimental study in rats. Int. J. Oral. Maxillofac. Sur.* 1988;17 : 388-391.
60. Tsuboi, A., Kurotsu, T. & Terasima, T. : Changes in protein content per cell during growth of mouse L cell.
61. Tuffin, J. R. & Carruth, J. A. S. : The carbon dioxide surgical laser. *British Dental Journal.* 149 : 255, 1980.
62. Yew, D. T., Ling Wong, S. L., Chan, Y. C. : Stimulating effect of the low dose laser : A New hypothesis., *Acta, anat.*, 112 : 131-136, 1982.
63. 김기석, 김영구, 정성창 : 저출력레이저광선이 백서연조직 창상 치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, *대한구강내과학회지*, 19 : 91-99, 1985.
64. 이창우 등 : 저출력레이저 조사가 치은염증에 미치는 영향에 관한 연구, *조선대학교, 석사학위논문*, 1986.

## 사 진 부 도

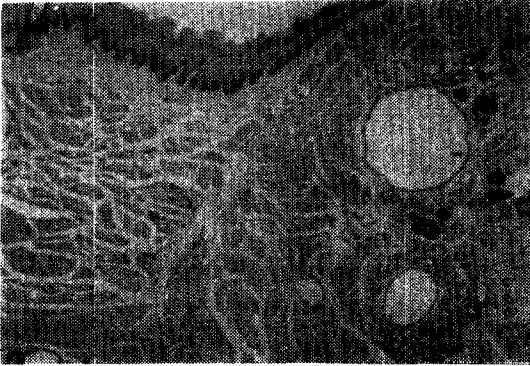


Figure 1.  $\times 10$

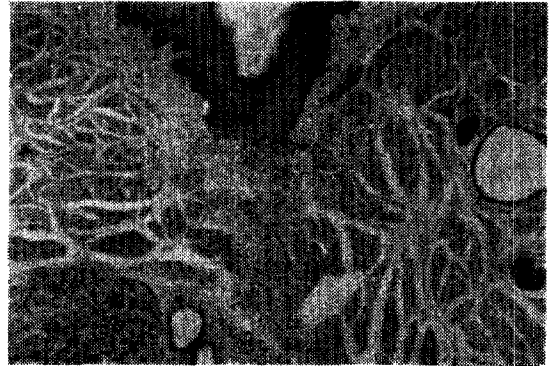


Figure 2.  $\times 13$

Figure 1. Histologic appearance of incisional wound on buccal mucosa (control group, 6 days after incision)  $\times 10$  : Complete re-epithelialization and dermal fibrosis are found. Inflammatory cells are remained, but intercellular edema is not found.

Figure 2. Histologic appearance of incisional wound on buccal mucosa (experimental group, 6 days after incision)  $\times 13$  : Complete re-epithelialization and granulation tissue are found. Fibrinoid exudate and chronic inflammatory cells are dispersed in dermal granulation tissue.



Figure 3.  $\times 10$

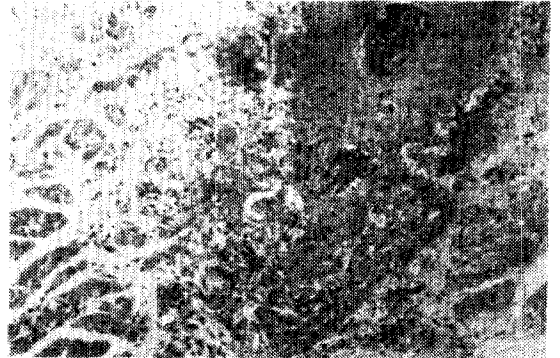


Figure 4.  $\times 40$

Figure 3. Histologic appearance of electrical injury on buccal mucosa (control group, 3 days after injury)  $\times 10$  : More intense wound than that of incision is found. Hemorrhagic necrosis and heavy infiltration of inflammatory cell with myxoid background are shown. There is no evidence of granulation tissue formation in this specimen.

Figure 4. Histologic appearance of electrical injury on buccal mucosa (experimental group, 6 days after injury)  $\times 40$  : Re-epithelialization is almost completed. Dermal fibrinoid exudate, edema and moderate amount of inflammatory cells are shown. Some granulation tissue grow from outside of wound.





Figure 5.  $\times 25$

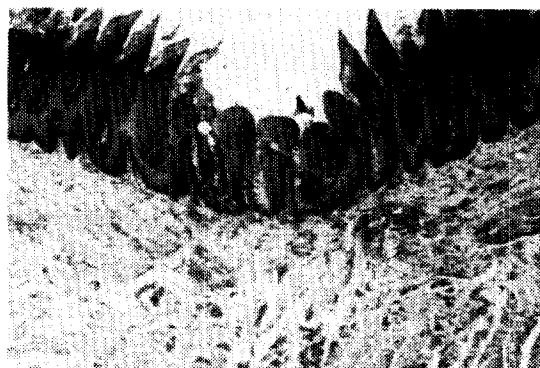


Figure 6.  $\times 13$

Figure 5. Histologic appearance of Chemical wound on tongue (control group, 3 days after injury)  $\times 25$  : Basal cell of neighbor epithelium proliferate and move into wound surface. Many inflammatory cells and ectatic blood vessels were found in muscular layer. Wound sruface is covered by fibrinoid clot.

Figure 6. Histologicl appearance of Chemical wound on tongue(experimental group, 6 days after injury)  $\times 13$  : Complete re-epithelialization and mild lymphocytic infiltration in subepidermal area are shown. There are not so much granulation tissues in dermis, but smal amounts in muscle fiber are shown.



Figure 7.  $\times 25$



Figure 8.  $\times 25$

Figure 7. Histologic appearace of incisional wound on skin (control group, 1 day after incision)  $\times 25$  : Blood clot and inflammatory exudate are shown. Epithelial migration is not yet found.

Figure 8. Histologic appearance of incisional wound on skin (experimental group, 9 days after incision)  $\times 25$  : Re-epithelialization is completed. Dermal granulation tissue is replaced by fibrosis and minimal amount of inflammatory cells are remained.

# Effect on wound healing of Low Power Generating LASER Irradiation on Artificially Produced Wounds of Rabbits

Young-jin Park, D.D.S., Chong-Youl Kim, D.D.S., M.S.D., Ph. D.)

Department of Oral Medicine and Oral Diagnosis, Yonsei University.

## ABSTRACT

The author used rabbits in order to examine the effect of Ga-As low power generating semiconductor laser on artificially produced injuries of experimental animals. Artificially produced injuries include surgical wound of 3mm length, 2mm depth in size on ventral skin surface of rabbit and buccal mucosa, and electrical injury formed on opposite side of skin and buccal mucosa by electrical cauterization of same length and depth, and chemical injury formed by FC (Formocresol) solution applied on the anterior dorsal part of tongue. And then, on the experimental group, Ga-As laser was irradiated beginning on the day after the wound formation and continued to irradiate every each other day for five minutes. After 1, 3, 6, 9, 13th day, certain number of animals of control and experimental group were sacrificed, and wound site tissue was excised to make samples and was observed under light microscope. The following is the conclusions after comparing the healing procedure of experimental and control group.

The following results were obtained :

1. Inflammation was decreased more rapidly in the experimental group than the control group.
2. In the surgical, the electrical and the chemical injuries on the oral mucosa, re-epithelialization was completed more rapidly in the experimental group than the control group. In the electrical injury on the skin, re-epithelialization was completed about 6 days after wound formation on both groups.
3. In the electrical and the surgical injuries on the oral mucosa, granulation tissue formation started at 3 days after injury on both groups, but in the chemical injury, it was completed about 3 days faster in the control group than the experimental group. In the surgical wound on the skin, it was completed about 9 days after injury, but faster in the experimental group. In the electrical injury on the skin, it was faster in the control group than the experimental group.
4. In the electrical and the surgical injuries on the oral mucosa, fibrosis was started at 6~9 days after injury on both groups, but regeneration of connective tissue in the experimental group was observed much more than the control group.
5. When comparing the effect of wound healing on skin and oral mucosa of control and experimental group, granulation tissue formation and re-epithelialization in the oral mucosa was more vigorous.

In conclusion, the difference of timing and the sequence of wound healing process (inflammation, re-epithelialization, granulation tissue formation, fibrosis) following Laser irradiation between control and experimental group was not observed, but the healing tissue was observed much more in the Laser irradiated group.

---

Keywords : Ga-As laser, surgical wound, chemical injury, electrical injury, inflammation, re-epithelialization, fibrosis