

# 저출력 레이저 광선이 백서연조직 창상 치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

서울대학교 대학원 치의학과 구강진단학 교실

김기석 · 김영구 · 정성창

## - 목 차 -

- I. 서 론
  - II. 연구재료 및 방법
  - III. 연구성적
  - IV. 총괄 및 고안
  - V. 결 론
- 참고문헌  
영문초록

## I. 서 론

현재까지 과학기술자들이 만들어낸 여러가지 기구들을 이용하여 질병을 치료하고자 하는 노력이 계속되어 왔으며, 이 중에서 특히 1960년대 초부터 의학에 응용되고 있는 레이저는 주목받고 있다.

레이저는 1917년 아인슈타인이 그 이론을 발표한 이후 여러방면에서 응용, 개발되어 사용되고 있으며, 특히 독특한 레이저광의 특성 때문에 생물학자나 의학자들은 조직에 대한 레이저 조사 효과를 연구하게 되었다.

이와같이 이론적이고 실험적인 레이저의 의학적 이용은 생물체에 대한 레이저광의 특성을 응용한 진단분야와 레이저의 여러 주파수를 응용한 외과적 처치를 주로 한 치료분야로 나뉘어 많은 발전을 하게 되었다.

치의학 분야에서는 1964년 Goldman등<sup>1)</sup>이 우식된 치아 부위에 레이저를 조사, 관찰해 본 결과 레이저광으로 치질삭제도 가능하다는 것을 제시한 이후 치아 및 기타 치과재료에 대하여 레이저의 효과가 연구되기 시작하였고<sup>2,3)</sup> Lobene등<sup>4)</sup>과 Brune

등<sup>5)</sup>, Sterm등<sup>6)</sup>은 레이저가 치아에 미치는 영향에 대하여 관찰하였으며 Goodman등<sup>7)</sup>, Yamamoto등<sup>8)</sup>은 각각 Argon, Nd-YAG 레이저를 이용하여 치아우식증의 예방효과에 대하여 조사하였다.

또한 치과보철학분야에서는 Gordon등<sup>9)</sup>과 Smith등<sup>10)</sup>은 금합금의 용접에 응용하여 레이저의 효과를 조사하였고 Preston과 Reisbick<sup>11)</sup>는 도재 소부용 합금의 용접에 레이저를 응용할 수 있다고 보고하였다.

한편 Clayman등<sup>12)</sup>, Gordon등<sup>13)</sup>은 CO<sub>2</sub> 레이저의 골치유 효과에 대하여, Small등<sup>14)</sup>은 골절제시 CO<sub>2</sub> 레이저와 bone bur의 효과에 대하여 비교 연구하였으나 위와같은 연구들에 응용된 레이저는 주위 조직에 손상을 야기할 수 있는 고출력 레이저들이었기 때문에 국한된 외과적 응용 이외에는 많은 제한이 있어, 이에 조직에 전혀 손상을 초래하지 않으면서 구강병소에 대한 치료를 가능케 하는 저출력 레이저광의 개발과 이용이 시도 되었던 것이다. Mester 등<sup>15, 16, 17)</sup>, Porteder 등<sup>18)</sup>, Shinro Mashiko 등<sup>19)</sup>, Nemtsev 등<sup>20)</sup>은 창상치유 효과에 대하여, Mozgovaia 등<sup>21)</sup>, 清水 등<sup>22)</sup>은 소염작용에 대하여 Kamikawa 등<sup>23)</sup>, Walker 등<sup>24)</sup>은 진통작용에 대하여 조사하였으며 Pilikin 등<sup>25)</sup>, Barkovskii<sup>26)</sup> 등은 레이저에 대한 조직혈관의 변화에 대하여 조사 연구하였으나 아직은 구강병소에 대한 레이저의 임상적 응용에 대해서는 부족한 점이 없지 않다.

뿐만아니라 우리나라에서는 김등<sup>27)</sup>이 아르곤(Argon) 레이저를 이용하여 불소도포 법랑질의 결정 구조에 대한 영향을 관찰하였고 김<sup>28)</sup>은 레이저가 치과주조용 비귀금속 합금에 미치는 영향에 관하여, 이등<sup>29)</sup>은 CO<sub>2</sub> 레이저 조사에 따른 치수강 내 온

도변화에 관하여 조사하였으나 대부분 고출력 레이저의 효과에 관한 것으로 저출력 레이저의 연조직 및 구강점막에 대한 연구는 거의 전무한 상태이다.

따라서 악구강계의 여러 기능상 구강은 창상이 생기기 쉬운 부위이며 또 아프타성 구내염등이 호발되나 약물도포 등의 제한된 치료로 인하여 구강내과적 처치의 어려움이 많기 때문에<sup>20)</sup> 저출력 레이저의 연조직에 대한 효과에 관해 연구함으로써 구강내 창상 및 염증의 치료와 악관절 기능장애에 대한 치료 뿐만 아니라 치료 방법의 진전에도 도움이 되리라 생각된다.

이에 저자는 AsGa(Gallium Arsenide)를 매체로 한 저출력 레이저장치(Stomalaser)를 이용하여 실험동물에 대하여 인위적 창상을 형성한 후 창상면적의 감소비를 통계적으로 분석하고 아울러 광학현미경을 이용하여 창상의 변화를 관찰하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구 재료 및 장치

#### 가. 연구 재료

사용된 연구 재료는 체중 300gm내외의 Sprague-Dawley계 웅성백서32두를 사용하였다. 설창상 연구용으로 20두(대조군 8두, 실험군 12두), 피부창상 연구용으로 12두(대조군 4두, 실험군 8두)로 하였다.

#### 나. 레이저 장치

조직에 대하여 열과 손상을 주지 않는 저출력 레이저(Cold laser)의 특성을 발생시키는, 반도체 Gallium Arsenide를 이용한 저출력 레이저 장치로 Stomalaser (SEDATELEC사제품, France)를 사용하였으며, 이는 출력 2 Wp, 파장 904 nm, Pulse 폭 200ns인 근 적외선을 방사한다.

레이저 다이오드가 probe에 연결되어 있어 병소 부위에 쉽게 접근하여 조사할 수 있게 되어있다. (Fig. 1 참조)

이 장치는 치료의 형태에 따라 7가지의 Pulse로 조절된다(Table 1 참조).

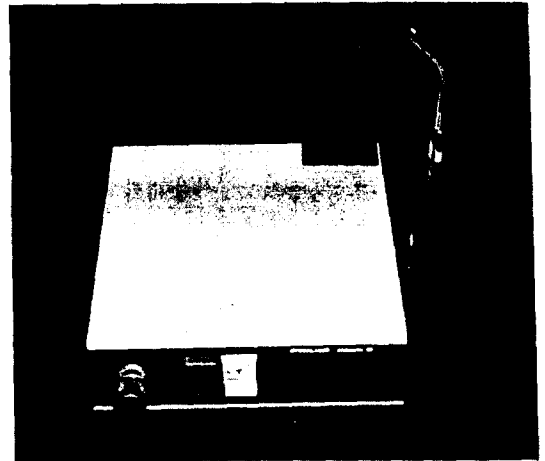


Fig. 1. Stomalaser (SEDATELEC Co., France); Radiation probe is seen at right side

Table 1. Pulse frequency radiated from stomalaser.

	Pulse
A	190 Hertz
B	380 Hertz
C	760 Hertz
D	1520 Hertz
E	3040 Hertz
F	47.5Hertz
G	95 Hertz

### 2. 연구 방법

#### 가. 설창상 치유에 대한 연구

Pentothal (Sodium thiopental-Abbott Laboratories, North Chicago, U. S. A., 1 gm / 40ml D. W.)을 체중 100gm당 0.1ml 씩 복강내 주사하여 실험군과 대조군을 마취한후 백서 설전연부에 Small rongeur forcep (No. 3300, 제일의과 주식회사, 일본)으로 길이 약 2mm, 깊이 약 1mm 크기의 창상을 만들었으며 항상생는 두 군에서 모두 사용하지 않았다.

저출력레이저의 조사는 Nogier등<sup>21)</sup>의 연구에 의하여 창상치유 촉진 효과가 있다고 보고된 A Pulse (190Hz)와 구내염에 유효한 B Pulse (380Hz)로 실험군의 창상부위에 각각 2분 30초씩 합계 5분씩 격일 조사하였다.

대조군은 레이저 조사만 하지 않았을 뿐 모든 방법은 동일하게 하였다. 실험군 및 대조군은 설창

상 형성후 1일, 3일, 6일, 9일 경과후 실험군 3두, 대조군 2두씩을 각각 희생시켜 창상을 형성했던 설전연부를 절취하여 통법에 의해 Paraffin포매하여 4~7 $\mu$ m절편을 만들어 Hematoxylin-Eosin으로 중염색한후 광학현미경으로 관찰하였다.

#### 나. 피부창상 치유에 대한 연구

동일한 과정으로 마취를 행한후 흉배부(胸背部)의 털을 가능한 짧게 깎은후 피부를 노출시키고 흉배부의 정중선 부위에서 늑골궁상 1cm부위에 Small rongeur forcep(No.3300, 제일의과 주식회사, 일본) 및 Surgical scissor로 길이 약6~8mm 길이 약2mm정도의 창상을 만들었으며 항생제는 두군에서 모두 투여하지 않았다. 창상치유 촉진 효과가 있다는 Pulse A(190Hz)를 실험군의 창상부위에 5분간 격일 조사하고 대조군은 레이저 조사를 제외하고는 동일하게 처리하였다.

실험군 및 대조군은 창상을 만든 후 1일, 3일, 5일, 7일, 9일 경과후, 창상과 카메라(ASAHI PENTAX, macro lense 50mm)와의 거리를 최소 초점 거리로 일정하게 유지시키고 카메라를 이용하여 창상 면적을 촬영한 후 이를 확대현상하여 면적계(Planimeter)로 측정하여 각 넓이의 비율을 산출하였다.

또한 3일, 6일, 9일 경과후 실험군 2마리, 대조군 1마리씩을 희생시켜 창상부위를 절취하여 통법에 따라 Paraffin 포매하여 4~7 $\mu$ m 절편을 만들어 Hematoxylin-Eosin으로 중염색한 후 광학현미경으로 관찰하였다.

### Ⅲ. 연구 성적

#### 1. 광학현미경적 소견

##### 가. 설창상 표본

##### 1) 1일 경과후

대조군의 소견에서 창상표면은 가피로 덮여있고 다소 심한 부종을 보이며 중성 호성 백혈구, 임파구, 대식세포등 현저한 염증 세포들의 침윤을 관찰할 수 있었다. 실험군에서는 가피가 잘 형성되어 있고 중등도의 부종 및 심한 염증세포의 침윤을 관찰할 수 있었다.

##### 2) 3일 경과후

대조군에서 창상부위는 케양면을 형성하고 창상 표면에는 중성 백혈구들이 침윤되어있고 그 아래로 대식세포가 출현하고 창상면의 인접부에서는 육아조직의 형성이 관찰되며 실험군에서는 대체적으

로 비슷한 소견을 볼 수 있으나 창상부위의 상피 기저층으로부터 상피이동의 조직과 부종의 감소가 대조군에서보다 촉진되었음을 관찰할 수 있었다.

##### 3) 6일 경과후

대조군에서는 창상면의 기저세포층으로부터 상피의 증식과 이동이 뚜렷하여 창상표면의 케양이 상당히 감소되었고 염증세포가 다소 잔존하며 신생 모세혈관의 증식과 육아조직의 성숙을 관찰할 수 있었으며 실험군에서는 기저층의 발달은 빈약하나 이미 창상표면의 상피화가 완성되었고 염증세포의 침윤도 잔존하나 상당히 감소되었음을 관찰할 수 있었다.

##### 4) 9일 경과후

대조군에서 창상표면이 기저세포층의 이동으로 모두 피개되었으나 상피능선의 발달이 아직 빈약함이 인지되었으며 염증세포의 침윤도 감소되었으나 여전히 잔존하였다. 실험군에서는 상피층과 섬유성 결합조직의 성숙을 뚜렷이 관찰할 수 있었다.

#### 나. 피부창상 표본

##### 1) 3일 경과후

대조군에서 창상표면은 가피로 덮여 있고 심한 부종과 염증세포의 침윤이 근육(muscle bundle)사이로 파급되었음을 볼 수 있고 창상면의 부위에서 섬유아세포의 출현 및 신생 모세혈관 및 섬유아세포의 증식이 인지되었다.

##### 2) 6일 경과후

대조군에서는 창상표면에서의 염증세포의 침윤이 감소되었고 교원 섬유의 성숙과 더불어 상피 이동의 조직이 인지되었고, 부종이 약화되었음을 관찰할 수 있었다. 실험군에서는 상피층의 이동이 시작되었음을 뚜렷이 관찰할 수 있었고 부종의 감소, 신생 모세혈관의 증식, 육아조직의 발달, 교원 섬유의 성숙등을 관찰할 수 있었다.

##### 3) 9일 경과후

대조군에서 상피의 이동으로 창상표면의 피개가 거의 이루어져 케양의 크기가 상당히 축소되었고, 육아조직의 발달에 따른 혈관의 수축 및 감소를 인지할 수 있었으며 실험군에서는 창상표면의 상피화가 완성되고 혈관의 감소, 성숙된 조직의 기질화를 관찰할 수 있었으나 상피능선의 발달은 미약하였다.

#### 2. 피부창상의 면적비교

실험군 및 대조군의 창상형성 직후부터 창상 면적을 격일 측정 계산하였으며 창상형성 직후의 초

기 창상면적을 100으로 환산하여 매 격일 경과후 각 창상 면적을 산출하여 실험군 및 대조군에서의 창상면적 감소율을 t-test 및 2원분산분석(two-way ANOVA)을 이용하여 검증한 결과 다음과 같았다( Table 2, 3 참조, Fig. 2, 3 참조).

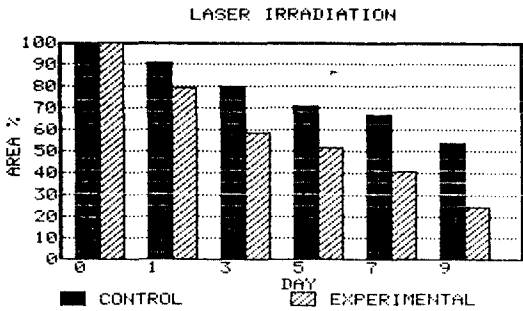


Fig. 2. Histogram of the decrease rate of wound area.

Table 3. Summary table for two-way ANOVA

Row variable=Laser		Column variable=Day-wound area			
Row variable :	SS=4217.92358	DF=1	MS=4217.92358	F=41.0598111	**
Column variable :	SS=8531.33056	DF=4	MS=2132.83264	F=20.7622788	**
Interaction :	SS=364.976751	DF=4	MS=91.2441878	F=.888225933	
Error-w :	SS=3595.42145	DF=35	MS=102.726327		
Total :	SS=158342.661	DF=44			

\*\* P<.01

#### IV. 총괄 및 고안

레이저(Laser)란 말은 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation(유도방출에 의한 광증폭)이란 단어의 머리글자를 모은 것으로 최초의 레이저는 1960년 Maiman<sup>22</sup> 이 발견한 루비레이저이었다.

이 레이저는 빛의 자연 방출과는 달리 많은 원자가 높은 에너지준위에 머물렀다가 외부자극에 의해 강력한 상호작용을 하면서 동시에 낮은 에너지 준위로 떨어지는 즉, 유도 방출(Stimulated Emis-

Table 2. The decrease rate of wound area (mean+ S. D.)

	Control	Experimental	
0	100	100	
1	90.98± 4.79	79.83± 8.35	P>0.05
3	80.26+ 6.35	59.06+ 6.08	P<0.05
5	71.19+18.49	51.87+ 6.32	P>0.05
7	67.50±24.75	40.93+ 8.53	P<0.10
9	54.23±22.30	24.78+12.21	P<0.10

(t-test)

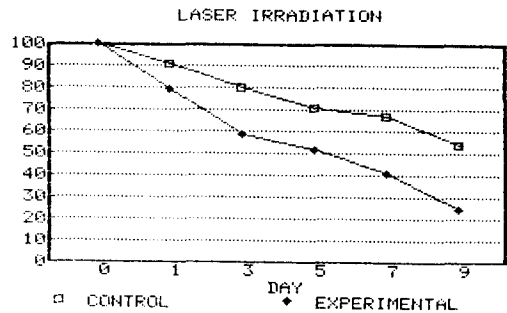


Fig. 3. Line diagram of the decrease rate of wound area.

sion)을 하게 되는데 낮은 준위로 떨어질 때 그 에너지 차에 해당되는 양의 빛이 방출되는 것을 의미하며 이때 일정한 파장의 빛만 나오게 되는 것이다.

이때 처음 방출된 빛은 사방으로 퍼지지만 레이저 축에 수직인 반사 거울 사이를 여러번 왕복하는 동안 축방향의 빛만 증폭되어 흩어지지않고 한 줄기로 멀리까지 나아갈 수 있게 된다.

이 레이저는 대단히 높은 규칙성, 즉 시간적 및 공간적으로 예측할 수 있는 성질인 코히런스(coherence)가 다른 광원에 비하여 대단히 높아 단색성(monochromaticity), 지향성(directionality), 고휘도

(brightness) 등의 새로운 특징을 가지므로 여러가지 응용이 가능하게 되는 것이다.<sup>33, 34, 35</sup>

대표적인 레이저들을 분류하면 루비, Nd:YAG 레이저등의 고체 에너지와 He-Ne, Argon, CO<sub>2</sub> 등을 이용한 기체 레이저, 색소등을 이용한 액체 레이저, As-Ga 등 반도체를 이용한 반도체 레이저가 있는데, 넓은 파장폭을 가지기 때문에 단색성은 나쁘지만 방법이 간단하고 효율이 높은 반도체 레이저가 의학분야에서도 많이 이용되고 있다.<sup>36</sup>

레이저의 임상치료에의 응용은 레이저가 발명된 이래로 큰 기대를 모아왔으나 다른 응용분야에 비해 상대적으로 뒤져있는 편이다. 그러나 몇년 전부터 안구기저(fundus oculi) 출혈의 치료나 떨어진 신경을 연결하는 경우, 절개 수술에 쓰이는 레이저 매스나 coagulator, 또는 병든 부위를 제거시키거나 지혈작용을 위한 레이저 응용기술도 최근에 실용화 되었다.

이와같이 치료에 레이저를 도입하면서 임상의학과 실험의학은 다음과 같은 점에서 더욱 발전하게 되었다.

첫째, 진행중인 질병의 상태에서 작용하는 레이저 방사선의 작용

둘째, 레이저 칼로서 응고 현상과 절개 효과의 이용

셋째, 낮은 에너지 상태의 레이저를 이용한 물리요법의 응용 등이다.<sup>37</sup>

또한 넓은 스펙트럼과 주파수 영역의 레이저를 방사하여 질병치료 및 외과적 치료를 도모하는 방법이 대두되었으며<sup>38</sup>, 이와 더불어 조직을 파괴시킬 수도 있고, 잘라낼 수도 있는 레이저광의 열효과를 이용하여 의학뿐만 아니라 치의학에서도 치아우식 치료, 치석제거, 악안면 중앙제거 등에 레이저를 응용하게 되었다.<sup>39</sup>

이와같은 저출력 레이저들은 수분이 주성분인 조직에 대하여 흡수도가 높아 조직의 심층부위에 대한 효과는 기대할 수 없기 때문에 세포 속으로 다소 깊이 침투하여 산란되는 저출력 레이저를 응용하게 되었다<sup>39</sup>. 저출력 레이저는 세포 자극은 물론 전기적으로도 작용하여 세포 대사조절 및 정상화 효과를 가져온다. 이러한 저출력 레이저의 장점으로서 시술시 감염의 위험이 없으며, 상처를 주지도 않고, 시술이 매우 간단하며 치료기간도 단축되고 동통이 거의 없다는 것 등이다.<sup>40</sup>

치과에서의 이용은 치아우식부위, 치수염상태, 구강점막 조직의 급성 및 만성염증, 파면치아 등에

응용할 수 있다.<sup>40</sup>

본 실험에서 행한 레이저에 의한 창상 치유 촉진 현상은 생체가 갖는 특징적인 현상들 중에서도 가장 흥미로운 현상 중의 하나이다.

창상 조직의 치유는 손상에 반응하여 나타나는 혈관과 세포의 변화들과는 분리시킬 수 없는 일종의 염증기전이다.

이 창상치유에는 수많은 내적요소와 외적요소가 있는데 알아두어야 할 요소들로서는 창상의 위치, 물리적 요인, 순환기 요인, 영양요소, 연령, 감염, 내분비요인, 봉합의 종류, 수등 여러가지가 있다.<sup>30, 41, 42</sup>

그리고 창상에는 절창과 같이 창면이 근접하여 치유되는 1차치유와 조직이 많이 상실되는 절제창과 같이 개방된 채 치유되는 2차치유로 분류할 수 있다.<sup>30</sup>

따라서 본 실험에서 행한 설창상과 피부창상은 개방된 채로 치유되는 2차 치유과정을 거쳤다고 사료되며 따라서 염증반응과 섬유아세포 및 내피세포의 증식이 일어나 창상면으로부터 육아조직을 형성하여 손상부위를 향하여 증식하였으며 거의 육아조직으로 채워지면서 창상표면상피가 육아조직을 덮고 섬유아세포는 교원질을 합성하였다<sup>43, 44</sup>

상피세포의 이동에 관해서는 많은 학자들의 보고가 있는데 Clarks<sup>45</sup>가 상피재생부에 섬유피가 있음을 보고한 이후로 Gillman<sup>46</sup>은 재생상피가 단백질 용해 효소를 분비하여 상피이동이 혈병과 조직간사 밑으로 보다 원활하게 이동한다 하였다.

세포조직이 기능을 하기 위해서는 미토콘드리아의 작용이 필요하며 이것은 알부민 효소합성이 그 전제가 되고 있다. 또 다른 면에서 핵산의 생물학적 과정은 미토콘드리아의 기본 에너지 요소인 ATP 없이는 불가능하다.

레이저 조사는 일정한 한도 내에서 미토콘드리아의 생리학적인 변화를 초래할 뿐만 아니라 에너지 상호작용을 초래한다. 즉, 세포내 호흡작용, 산화인산화작용, 알부민과 핵산의 합성 등 주 세포 내 과정에 영향을 줄 수 있다. 따라서 저출력의 레이저가 조직의 재생과 치유에도 영향을 미쳐 촉진시킨다<sup>44</sup>고 사료된다.

Inlushin 등<sup>37</sup>은 저출력 레이저 조사가 대사와 정을 가속화하고 조직재생의 과정을 더욱 촉진시키며 질환을 앓고 있는 경우 치료효과를 가진다고 발표하였다.

레이저를 이용하면 조직의 부종단계를 감소시키

고 acid phosphatase의 활성 즉, Lysosome Vacuole apparatus의 활성증가와 함께 호기성 해당효소 및 혐기성 해당 효소의 활성화가 일어나 수술시의 손상에도 불구하고 재생되는 표피의 대사작용이 증가된다<sup>46</sup>

본 실험에서 대조군에 비해 실험군의 상피재생 속도와 창상의 치유가 2~3일정도 빠르게 관찰된 것은 저출력으로한 아르곤 레이저(Argon, 2J/cm<sup>2</sup>~6 J/cm<sup>2</sup>)를 격일 조사하여 3일 이상의 치료 일수가 촉진되었다<sup>47</sup>고 한 보고와 거의 일치된다.

그러나 상피세포 이동의 시작은 수시간에서부터 3~4일까지 연구에 따라 다르게 나타남을 볼 수 있는데<sup>48, 49</sup> 그 차이는 실험조건이나 실험동물, 또 세포성장에 대한 관독기준의 차이에 따라 기인된 것이라 사료된다.<sup>50</sup>

Ross<sup>51</sup>에 따르면 현미경적 소견으로 보아 창상 치유의 단계는 염증, 증식, 재구성으로 나뉘어진다. 처음 두 단계에서는 육아조직이 발달하며 세번째 단계에서는 한편으로는 복구가, 다른 한편으로는 화농됨으로써 그 특징을 나타내며 섬유세포는 상처 발생 후 첫번째 단계의 특징적 변화를 거치면서, 장력저항이 꽤 큰 교원질을 생성시켜 상처로 인한 결손부위를 채우게 된다.

레이저의 창상에 대한 자극은 주로 창상치유의 교원질 형성에 영향을 미치며, 재생조직 내의 혈액순환을 증가시키고 있음을 인체 폐양의 전자현미경 및 방사선활성도(radioactivity)연구로 밝혀내었다<sup>52</sup>. 생물학적 작용의 광범위한 Spectrum을 가진 저출력 He-Ne 레이저를 조사하면 조직의 혈관계통에도 영향을 미친다. 혈관의 긴장을 높이고 혈액의 섬유소 환성을 증가시키므로 여러가지 증후군과 치주조직의 파괴와 관련된 구강 질병치료에 성공적으로 이용되고 있다<sup>53</sup>.

따라서 본 실험에서 육아조직 내 모세혈관의 성숙과 증식이 실험군에서 다소 많이 관찰되었던 것은 이와같은 레이저의 혈관계에 대한 효과에 기인되었다고 사료된다.

레이저의 조사효과를 보기 위하여 glycine과 proline을 혼합한 후 그 활동을 측정할 결과 교원질의 생성작용에 효과가 있었으며 창상치유에 기본이라 할 수 있는 교원질에는 창상치유에 촉매역할을 하는 생활성 물질이 포함되어 있다고 추정되므로 창상치유효과를 얻기 위하여 전 부위를 조사할 필요없이 조사된 부위의 체액에 의해 멀리 떨어진 곳에서도 효과를 볼 수 있다<sup>54</sup>고 사료되었다.

그러나 얇은 창상에서 레이저를 조사하여 치유 효과가 인정되었다 하더라도 이의 전신적 영향과의 관계를<sup>55</sup> 추정하기 위해서는 앞으로 더욱 연구가 필요하다 하겠다.

최근 다이오드의 성능의 향상과 광전학의 발전으로, 소형이고 비싸지 않으며 여러가지 주파수를 선택할 수 있는 넓은 범위의 파장을 가진 레이저를 사용할 수 있게 되었다. 조직 속으로 레이저가 흡수되는 정도는 여러 조건에 따라 다양할 뿐만 아니라 흡수되는 깊이도 다르기 때문에 임상에서는 병소 부위에 따라서 레이저 조사량을 달리해야 한다. 즉, 밝은 색의 조직은 어두운 조직보다 훨씬 많은 레이저를 주어야 효과를 가질 수 있는 것이다.<sup>56</sup>

그러므로 레이저의 조직에 대한 반사율과 흡수율, 침투력 등에 기초하여 각 장기나 조직의 병소에 가장 유효한 주파수를 구하려는 연구가 다각적으로 이루어져야 한다고 생각된다.

또한 레이저의 특성이 중국은 물론 유럽에서도 레이저 침술로서 임상에 활용되고 있어<sup>57</sup> 이에 관한 많은 연구와 노력 또한 필요하다 하겠다.

현재까지 알려진 저출력 레이저 중에는 He-Ne이나 AsGa(Gallium Arsenide)반도체 등을 이용한 장치들이 있다.

He-Ne을 이용한 장치로서는 Soft laser 632 가 있으며 AsGa를 이용한 장치치로서는 Stomalaser 가 있다.

본 연구에서는 후자인 Stomalaser를 이용하였으며 본 장치는 선택 조절할 수 있는 7가지의 주파수가 47.5Hz까지의 3,040Hz까지의 범위내에서 발생된다. 190Hz에 속하는 A Pulse는 염증치료에, 380Hz의 B Pulse는 소화기관 및 점막이상에, 760Hz의 C Pulse는 근육, 관절 및 혈관수축장애, 1520Hz의 D Pulse는 전치부위의 장애, 3,040 Hz인 E Pulse는 류마티즘 등 동통에, 47.5Hz인 F Pulse는 골형성에, 95Hz인 G Pulse는 신경통 등에 유효하다고 한다.<sup>58</sup>

본 연구에서는 설창상에는 A Pulse 및 B Pulse를 동시에 사용하였고, 피부창상에는 A Pulse만을 사용하였다. 그러나 각 Pulse의 조직에 대한 반응 기전은 아직 명확히 규명된 바 없어 앞으로 각 주파수에 대한 조직의 반응에 대하여 더욱 더 과학적이고 객관적인 연구가 필요하다고 사료된다.

이와같은 저출력 레이저들의 연조직에 대한 효과는 구강영역에서 빈발하는 아프타성 구내염, 바

이러스성 수포, 발치 및 외과적 처치, 치주염증, 악관절장애 등 다양하게 이용될 수 있으리라 생각되나 그렇다고 해서 모든 문제를 해결할 수 있는 만병통치약처럼 생각하여서는 안될 것이며 단지 확실한 것은 가까운 미래에 치과진료에 있어 매우 필요한 보조 진료기구가 되리라는 점이다.

따라서 매우 많은 다양한 레이저들에 대하여 깊은 연구가 필요하다고 보며 이와 더불어 아직까지는 크게 나타나지 않은 레이저의 부작용에 대하여 많은 연구 조사가 이루어져야 할 것이다.

## V. 결 론

저자는 Small rongeur forcep으로 백서 설전연부에 길이 약 2mm, 깊이 약 1mm의 창상을 형성하고 흉배부상의 피부에 길이 6~8mm, 깊이 약 2mm의 창상을 형성한 다음 실험군은 AsGa레이저를 사용하여 피부 창상 실험군은 1, 3, 5, 7, 9일 경과후 마다 창상 면적을 측정하였고 1, 3, 6, 9일 경과마다 피부창상 실험군, 설창상 실험군 및 모든 대조군을 일정할 수 회생시켜 창상부위 조직을 절취하고 표본제작하여 광학현미경으로 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 설창상 조사에서 설점막 상피의 이동과 상피의 완성은 대조군에 비해 저출력 레이저를 조사한 실험군에서 촉진되었다.
2. 피부창상 조사에서 피부상피의 이동과 완성은 대조군에 비해 저출력 레이저를 조사한 실험군에서 촉진되었다.
3. 사진계측상으로 피부창상 치유시의 창상면적을 비교하면 저출력 레이저를 조사한 실험군과 대조군 사이에는 뚜렷한 차이가 있음이 인정되었다( $P < 0.01$ ; 2-Way ANOVA).

## 참 고 문 헌

1. Goldman, L., et al: Impact of the laser on dental caries. *Nature*, 203:417, 1964.
2. Kinersly, T, et al.: Laser effects on tissue and materials related to dentistry. *JADA*, 70:593, 1965.
3. Kinersly, T., et al.: Laser and teeth. *New York Dent. J.*, 32:56, 1966.

4. Lobene, P.R., Bhussry, B.R., and Fine, S.: Interaction of carbon dioxide laser radiation with enamel and dentin. *J. Dent. Res.*, 47:311, 1968.
5. Brune, D.: Interaction of pulsed carbon dioxide laser beams with teeth in vitro. *Scand. Dent. Res.*, 88:301, 1980.
6. Stern, R.H. and Sognnaes, R.F.: Laser beam effect on dental hard tissues. *J. Dent. Res.*, 48:873, 1964.
7. Goodman, B.D. and Kaufman, H.W.: Effects of an argon laser on the crystalline properties and rate of dissolution in aid of tooth enamel in the presence of sodium fluoride. *J. Dent. Res.*, 56:1201, 1977.
8. Yamamoto, H. and Sato, K.: Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser irradiation. *J. Dent. Res.*, 59:137, 1980.
9. Gordon, T.E. and Smith, D.L.: Laser welding of prostheses, an initial report. *J. Prostheses an initial report. J. Prosthet. Dent.* 24:472, 1970.
10. Smith, D.L., Burneff, A. P., and Gordon, Jr. T.E.: Laser Welding of gold alloy. *J. Dent. Res.*, 51:161, 1972.
11. Preston, J. D. and Reisbick, M.H.: Laser fusion of selected dental casting alloys. *J. Dent. Res.*, 54:232, 1975.
12. Clayman, L., Fuller, T., and Beckman, H.: Healing of continuous - wave and rapid superpulsed, carbon dioxide, laser induced bone defect. *J. Oral Surg.*, 36:932, 1978.
13. Gorden, Jr. T.E.: Some effects of laser impacts on extracted teeth. *J. Dent., Res.*, 45:372, 1966.
14. Small, I.A., et al.: Observation of carbon dioxide laser and bone bur in the osteotomy of the rabbit tibia. *J. Oral Surg.*, 37:159, 1979.
15. Mester, E.: Clinical results of laser stimulation and experimental studies on its mechanism of action. *Minerva Med. (Ita)*, 72:2195, 1981.
16. Mester, E.: The stimulative effect of low power laser rays on biological systems.

- Vortrag Paris Juli 1969, In med. Biol. Ingng. n° 8, Seite: 4, 1969.
17. Mester, E.: Clinical results of wound healing stimulation with laser and experimental studies of the action mechanism. In "Laser 75, Optoelectronics Conference Proceedings", Seiten: 119, 1981.
  18. Portededer, H., et al.: Effect of helium-neon lasers on the promotion of wound healing. *Osterrz Stomatol*, 80:333, 1983.
  19. Shinro Mashiko, et al.: Accelerating effect of wound healing by irradiation with Laser, Preliminary report. *Japan Society for Laser Medicine*, 3:553, 1982.
  20. Nemtsev, I.Z., et al.: Effect of ultraviolet laser radiation on long term non healing wound. *Vestn Khir (Rus)*, 128: 95, 1982.
  21. Možgovaia, L.A., et al.: Anti-inflammatory activity of the light of helium-neon lasers. *Stomatologiia (Mosk)*, 61:14, 1982.
  22. 清水良一: 低出力レーザー照射による口腔 顔面部の炎症性 症変の 治源効果. *日本歯科評論*, 502: 236, 1984.
  23. Kiyoo Kamikawai, et al.: Laser therapy for pain. *Japan Society for Laser Medicine*, 3:345, 1982.
  24. Walker, J.: Relief from chronic pain by low power laser irradiation. *Neurosci. Lett*, 43:339, 1983.
  25. Pilikin, A.S. et al.: Effect of helium-neon laser radiation on the microcirculation of the oral mucosa. *Stomatologiia (Mosk)*, 63:12, 1984.
  26. Barkovskii, V.S.: Effect of laser radiation on the process of tissue vascularization after damage. *Arkh Patol.*, 45:72, 1983.
  27. 김종배, 백대일, 신승철: 불소도포 법랑질 결정 구조에 대한 아르곤 레이저 조사의 영향에 관한 연구, 서울대학교 치과대학 논문집 8 : 53, 1984.
  28. 김경남: 레이저가 치과 주조용 비귀금속 합금에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한 치과 의사 협회지, 22 : 781, 1984.
  29. 이종만, 이정석: CO<sub>2</sub> 레이저 조사에 따른 치수강내 온도 변화에 관한 실험적 연구. 연세대 치대 논문집, 3 : 277, 1985.
  30. Shafer, W.G., Hing, M.K., and Levy, B.A.: A textbook of oral pathology, ed. 3, Saunders Co., Philadelphia, 1974.
  31. Nogier, P.: Detection par le pouls. *Auriculomedicine*, 5:976, 1976.
  32. Maiman, T.H.: Stimulated optical radiation in Ruby. *Nature*, 187:493, 1960.
  33. O'Shea, D.C., et al.: Introduction to Lasers and their Applications. Addison-wesley, 1978.
  34. Siegman, A.E.: An Introduction to Lasers and Masers. McGraw-Hill, New York.
  35. Svelto, O.: Principles of Lasers. Plenum, New York.
  36. 오명, 강문호: 레이저 응용. 청문각, 1984.
  37. Inlushin V.M.: Laser light and the living Organism. *Alm. Ata*, 1970.
  38. Shcherbitskaia, L.L., et al.: Lasers and their application in clinical practice. *Vrach Delo*, 8 : 11, 1981.
  39. Kubo, U.: Lasers in medical applications, AUE, 1981.
  40. Plog, F.M. W.: Lasers in medicine. John Wiley and sons, Chichester - New York - Brisbane - Toronto, 1980.
  41. Bhasker, S.N.: General principles of Oral Pathology. 6th ed., C.V. Mosby Company, St. Louis, 1981.
  42. Cameron, R.: Inflammation and repair., In: Robbins, S.L.: Pathology, 3rd edition. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1967.
  43. Clark, E.R., and Clark, E.L.: Growth and behavior of epidermis as observed microscopically in observation chambers inverted in ears of rabbits. *Am. J. Anat.*, 93: 171, 1953.
  44. Gillman, T., and Penn, J.: Studies on repair of cutaneous wound. *Med. Proc.*, 2:121, 1956.
  45. Zubkova, S.M.: Mechanism of biological effect of helium-neon laser irradiation. *Biol Nauki (Rus)*, pp. 30-37, 1978.
  46. Berezin, Iu D., et al.: Characteristics of the regeneration of mouth and pharyngeal mucosa exposed to He-Ne laser. *Vestn Khir (Rus)*, 132:64, 1984.
  47. LeGrund, J.F., et al.: étude clinique du



traitment des lesions de la muguese buccale par le Laser doux. Actualités Odonto-Stomatologigues, n° 145, 1984.

48. Lindsay, W.K. & Birch, J.S.: Thin skin healing. *Canad. J. Surg.*, 7:297, 1964.
49. Sciubba, J.J., Waterhause, J.P. & Meyer, T.: A fine structural comparision of the healing of incisional wounds of mucosa and

skin. *J. Oral Path.*, 7:214,1978.

50. 이홍우, 김규식 : 구개점막 절제창 치유에 관한 실험적 연구. *대한치과의사협회지*, 21 : 319, 1983.
51. Ross, R.: *Wound healing in chemistry and molecular biology of the intercellular matrix*, Edited by Blazas, Academic Press, London & New York, 1970.

## Explanation of Figures

- Fig. 4. Control group of tongue wound at 1 day. Under the pseudomembrane with a lot of inflammatory cells, edema is severe. X 40.
- Fig. 5. Experimental group of tongue wound at 1 day. Edema is moderate and a lot of inflammatory cells are present. X40.
- Fig. 6. Control group of tongue wound at 3 days. Under the necrotic tissue with inflammatory cells, edema is minimal. Note the beginning of epithelial projecting. X100.
- Fig. 7. Experimental group of tongue wound at 3 days. Migrated epithelium is seen and granulation tissue is observed. X100.
- Fig. 8. Control group of tongue wound at 6 days. The epithelium is considerably regenerating but not covered completely. X40.
- Fig. 9. Experimental group of tongue wound at 6 days. Note the completion of epithelium with little rete ridge. X40.
- Fig.10. Control group of tongue wound at 9 days. The epithelium is completed but the rete ridge of epithelium is not developed. X200.
- Fig.11. Experimental group of tongue wound at 9 days. The rete ridge of epithelium is well developed and a lot of collagen fibers are seen among the fibroblasts. X200.
- Fig.12. Control group of skin wound at 3 day. Note the severe edema and infiltration of inflammatory cells. X100.
- Fig.13. Experimental group of skin wound at 3 days. Moderate edema and severe inflammatory cells infiltration under the pseudomembrane. X100.
- Fig.14. Control group of skin wound at 6 days. Note a few fibroblast and intercellular matrix containing a little collagen. X200.
- Fig.15. Experimental group of skin wound at 6 days. Note a lot of fibroblasts and abundant intercellular matrix containing collagen fiber. X200.
- Fig.16. Control group of skin wound at 9 days. The epithelium is well regenerated but not covered completely. Inflammatory cells are present. X40.
- Fig.17. Experimental group of skin wound at 9 days. Note the completion of the epithelium with poorly developed rete ridge. X40.
- Fig.18. Control group of the skin wound at 7 days. Normal wound healing is observed. (Photographic finding)
- Fig.19. Experimental group of skin wound at 7 days. The surface of wound is considerably contracted. (Photographic finding)



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

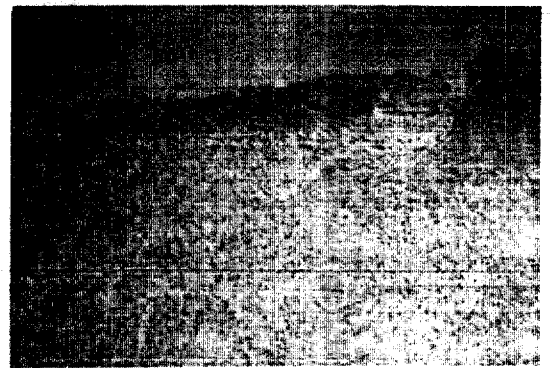


Fig. 7



Fig. 8

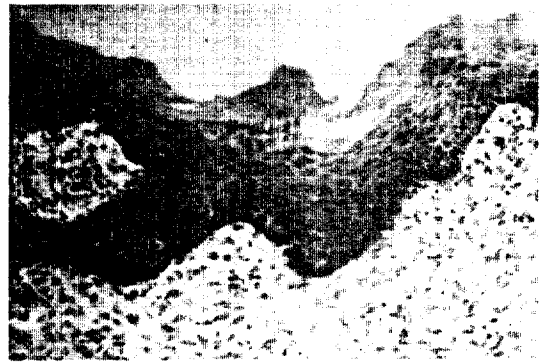


Fig. 10



Fig. 9

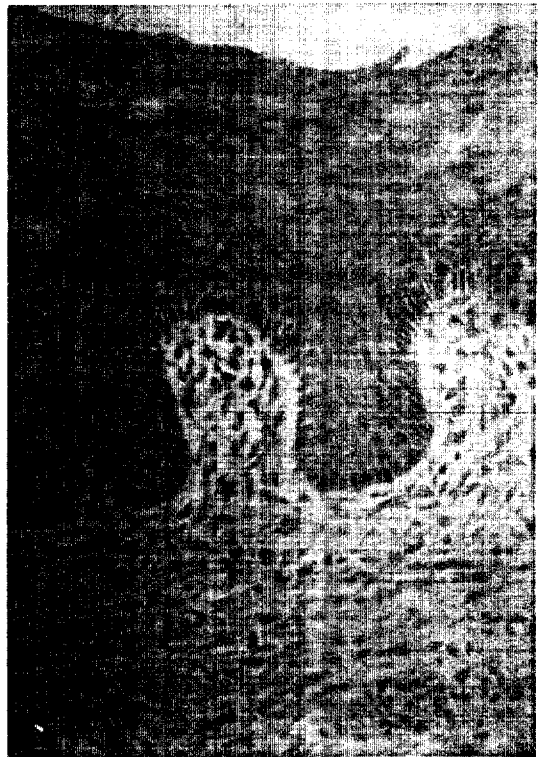


Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13

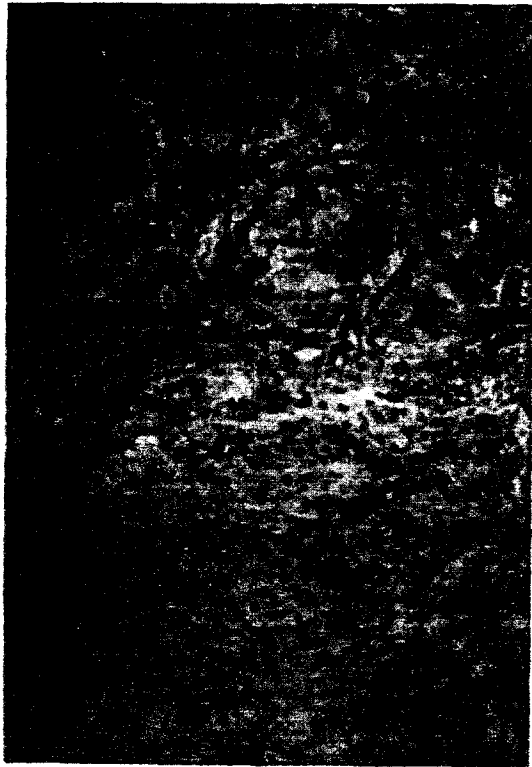


Fig. 14

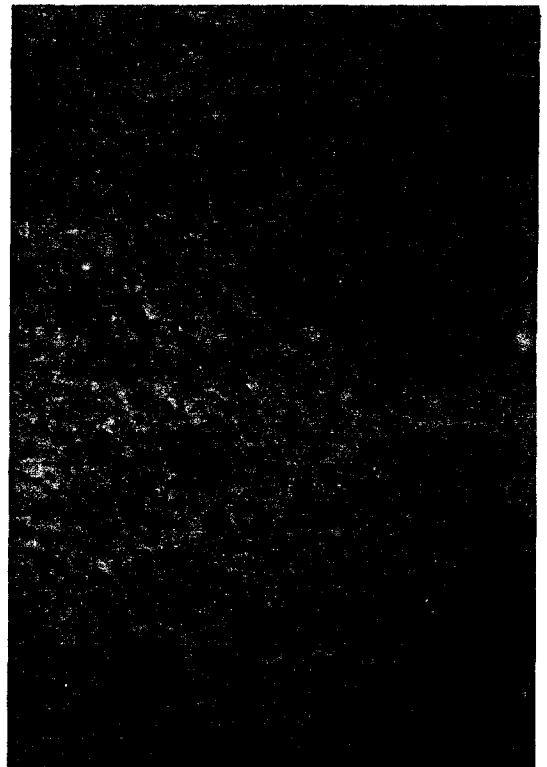


Fig. 15

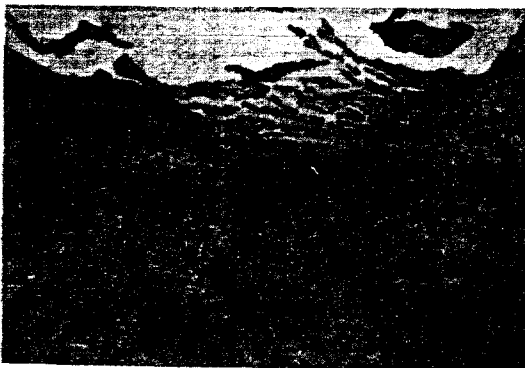


Fig. 16



Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19

## **An experimental study on the effects of low power density laser (AsGa) on the wound healing of rat tongue and skin**

Ki Suk Kim, D.D.S., Young Ku Kim, D.D.S., Sung Chang Chung, D.D.S.

Dept. of Oral Diagnosis and Oral Medicine, School of Dentistry,  
Seoul National University.

### **[Abstract]**

In order to study the effects of the low power density laser (AsGa) on the wound healing of tongue and skin, thirty two healthy rats were anesthetized with pentothal. The tongue wound, approximately 1mm in depth and 2mm in diameter, was created on the anterior of the tongue and the skin wound, approximately, 2mm in depth and 6-8mm in diameter, was created on the back of rat with the tip of small rongeur forcep.

Wounds of experimental groups were irradiated with AsGa laser (Stomalaser, SEDATELEC Co., France) every other day by ninth day.

The areas of wounds were measured at 1, 3, 5, 7, 9 days after wounding and the specimens were sectioned, stained, and observed with light microscope.

The results were as follows:

1. In the AsGa laser irradiated wound of tongue, the epithelial and fibroblastic regeneration were accelerated when compared with controls.
2. In the AsGa laser irradiated wound of skin, the epithelial and fibroblastic regeneration were accelerated when compared with controls.
3. When the wound areas were compared, there was a significant difference between control group and experimental group ( $P < 0.01$ ; 2-Way ANOVA).