

CO₂ 레이저와 일반 수술도를 이용한 백서의 부분적 설 절제술 후의 창상치유에 관한 비교연구

장재필 · 김경욱 · 이재훈 · 김창진*

단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실, 순천향대학교 의과대학 병리학교실*

Abstract

COMPARATIVE STUDY OF WOUND HEALING FOLLOWING PARTIAL GLOSSECTOMY OF RAT TONGUE USING CO₂ LASER AND SCALPEL

Jae-Pil Jang, 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, Soonchunhyang University**

Object

This study is focused on the comparison between CO₂ laser and scalpel by examining the overall process of wound healing after partial glossectomy of rats so that the result from the research could be easily applied to actual clinical environment.

Method and Material

In this research, 2mm defect was formed on both lateral borders of the tongue of rats by using CO₂ laser and scalpel respectively. 4rats were sacrificed each time on the 1st, 2nd, 4th, 7th, 14th and 21th day according to a general method. After fabricating 5µm paraffin specimen, H&E staining and MT staining were performed.

Results

Compared to scalpel, wound healing by CO₂ laser leads to a earlier initiation of vascular proliferation and re-epithelization. Therefore, some influence is exerted on the early stage of wound healing. However, the two methods seem to undergo the similar healing process.

I. 서 론

레이저(Laser)는 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 첫 자를 딴 용어로서 “복사의 자극방출에 의한 빛의 증폭”이라는 뜻이다. 즉, 여기상태(Excited state)의 원자나 분자를 외부에서 자극하여 결이 잘 맞는 빛을 방출하게 함으로서 큰 증폭율로 증폭된 빛으로 직진성이 강하고, 한가지의 색을 가지고 있으며, 매우 강력한 에너지를 낼 수 있는 특징이 있다¹⁾. 레이저는 1916년 처음으로 아인슈타인에 의해 이론적으로 연구되었으며, 실제적으로는 1960년 처음으로 Maiman에 의해 루비결정체를 활성매질로 이용한 레이저가 개발되었다²⁾. 이후 루비 이외의 다양한 활성매질을 이용한 많은 종류의 레

이저가 개발되어 현재 군사용, 산업용, 의학용 등 여러 분야에 걸쳐 광범위하게 활용되고 있다.

레이저가 구강연조직치수에 도입된 것은 구강악안면외과의사, 이비인후과의사와 기타 두경부 수술 전문의사 사이의 상호 교류를 통해서였다. Lenz 등(1977)³⁾이 구강악안면외과 영역에서 처음으로 Argon레이저를 사용하여 비상악동구(Nasoantral window)를 형성하였고, 그후 Pecaro와 Garehime(1983)⁴⁾이 구강악안면외과 영역에서의 CO₂ 레이저의 광범위한 이점에 대하여 논하였다. 1980년대 중반에 와서는 Fisher와 Frame 등^{5,6)}에 의해 CO₂ 레이저를 사용하여 양성 및 전암단계의 구강병소를 치료한 많은 증례가 발표되었다. 구강영역의 외과적 치료시 CO₂ 레이저사용의 이점을 보면 대단히 광범위하다. 우수한 지혈효과, 시술시 우수한 시야확보, 인접조직손상의 최소화, 술 후 종창 및 동통감소, 술후 감염감소, 반흔조직 및 창상수축의 상당한 감소등이 여기에 해당된다^{4,6,9)}. CO₂ 레이저는 구강연조직병소의 절제 또는 절개 생검에서 정밀한 절단도구로 사용될 수 있으며, 또한 소위 레이저박리술(Laser peeling technique)을 시행하기 위해 사용될 수 있다¹⁰⁾. CO₂ 레이저를 이용한 또다른 수술적용법으로 제거방식(Ablation mode)이 있는데, 이 방식에서 조직은 단순히 기화된다.

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
San 7-1, 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

구강연조직병소의 수술시, 창상치유과정에 있어 CO₂ 레이저를 이용한 경우와 다른 기구를 이용한 경우들과의 차이점들에 대한 많은 연구들이 보고되어져 왔다. Fisher 등(1983)⁹은 구강점막을 절제하는데 있어 일반 수술도에 비해 CO₂ 레이저를 이용한 창상에서 염증반응이 적고, 창상구축이 적게 일어나나 상피세포의 재생은 오히려 느리다고 보고하였고, Luomanen (1987)¹¹⁻¹²은 CO₂ 레이저에 의한 창상에서는 창상구축과 반흔형성이 적게 나타나나 염증반응은 느리게 나타나며, 모세혈관들의 재생도 일반 수술도에 비해 느리게 나타남을 보고하였다. Basu 등(1988)¹³은 CO₂ 레이저를 이용한 부분적 설 제거술시 일반 수술도에 비해 지혈 효과가 우수하며 술 후의 동통이나 부종, 반흔형성등이 최소한으로 일어난다고 보고하였고, Luomanen 등(1994)¹⁴은 CO₂ 레이저를 이용한 창상이 재생피화와 조직재생이 빠르고, 창상구축이 작다고 하였다. Evrard 등(1996)¹⁵은 CO₂ 레이저를 이용한 창상에서 창상구축이 다른 창상들에 비해 가장 적게 일어난다고 하였다.

현재, CO₂ 레이저는 구강연조직수술에 사용시의 여러 가지 많은 장점들에도 불구하고, 창상치유과정과 그 기간에는 서로 상반된 의견들이 대두되고 있다. 이에 본 연구에서는 CO₂ 레이저와 일반 수술도를 이용하여 형성한 창상들의 치유과정과 기간을 광학현미경적 관찰을 통하여 비교연구하고 이해하여, 이를 임상에 응용하고자 하였다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

실험동물로는 체중 200g내외의 백서 24마리를 대상으로 하였다. 수술도는 15번 칼날을 사용하였고, 실험에 사용된 CO₂ 레이저(LUXAR Corporation, LX-20SP, USA)의 선택모드는 연속모드에 슈퍼펄스모드를 적용하였고, 출력은 4watt로 고정하여 비접촉식 방식으로 정초점하에 사용하였다. 백서의 전신마취약제로 Ketara(Ketamin HCL)과 Rompun(Xylazine)을 사용하였고, 실험시 레이저에 대한 눈의 보호를 위해 보안경(Goggle)을 장착하였다.

2. 연구 방법

마취제를 각각 근주하여 전신마취를 시행하고, 백서의 양측 설측면에 우측은 레이저(실험군)를 이용하여, 좌측은 수술도(대조군)를 이용하여 직경 약 2mm 정도의 결손부를 형성하여 실험후 1일, 2일, 4일, 7일, 14일, 21일째 각 4마리씩 희생하였다.

통법에 따라 희생시킨 후 백서의 설 전체를 절제하여 10% Buffered formalin에 고정 후 50%, 70%, 95% 및 100% Ethanol로 탈수한 후 조직에 Paraffin을 침투시킨 후 Paraffin block을 만들었다. 이렇게 만든 Paraffin 포매에서 조직을 5 μ m로 박절하여 유리 Slide에 얹은 후 65 $^{\circ}$ C Oven에서 3시간 처리한 후 Xylene으로 탈 Paraffin하고 이를 다시 100%, 95%, 70%, 50%의 Degraded alcohol 용액을 거쳐 물로 함수(Hydration)시켰다.

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

창상치유시 일어나는 변화를 염색이 고르게 잘된 부위를 기준으로 하여 병리학자의 기준으로 음성반응시 (-), 정도의 염색상을 보인 경우 (+), 중등도의 염색상을 보인 경우 (++), 및 정도의 염색상을 보인 경우 (+++)를 각각 등급을 정하여 상호 비교하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 육안적 소견

창상 형성시 대조군에서는 다량의 출혈소견이 있었으나, 실험군에서는 출혈이 관찰되지 않았다. 1일째 양군 모두에서 부종이 관찰되었으며, 대조군에서는 창상면이 가피로 덮혀있는 반면 실험군에서는 레이저에 의해 검게 그을린 탄소층으로 창상이 덮혀 있었다(Fig. 1, 2, 3 & 4).

4일째 실험군에서는 거의 상피화가 완성된 모습을 관찰할 수 있었고, 대조군에서는 가피가 감소하고 상피로 일부가 덮혀 있는 모습을 관찰할 수 있었다(Fig. 9, 10, 11 & 12). 7일째에 대조군에서도 거의 상피화가 완성된 모습을 볼 수 있었고, 14일째에는 거의 창상의 치유가 완성된 모습을 관찰할 수 있었다(Fig. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 & 20).

2. 광학현미경적 소견(H&E, MT 소견)

1일째에는 양군 모두에서 심한 부종과 함께 급성염증세포들의 침윤으로 인한 급성 염증반응이 관찰되었으며, 섬유모세포의 증식이나 혈관증식 그리고 재생피화의 소견은 관찰되지 않았다(Fig. 1, 2, 3 & 4, Table 2, 3, 4, 5 & 6).

2일째에는 양군 모두에서 부종과 염증반응이 여전히 잔존하였고, 대조군에서 미약한 섬유모세포의 증식상을 관찰할 수 있었다. 대조군에서는 창상면이 가피로 덮혀 있는 모습을 관찰할 수 있었다. 양군 모두에서 섬유모세포나 혈관의 증식, 재생피화의 소견은 관찰되지 않았다(Fig. 5, 6, 7 & 8, Table 2, 3, 4, 5 & 6).

4일째에는 대조군에서 여전히 잔존하는 부종과 염증반응이 관찰되는 반면 실험군에서는 부종과 염증반응은 거의 소실된 소견을 관찰할 수 있었고, 대조군에서는 약간의 섬유모세포의 증식상과 혈관의 증식상을 관찰할 수 있었으나 실험군에서는 매우 활발히 진행됨을 관찰할 수 있었다. 대조군에서는 재생피화가 서서히 시작됨을 관찰할 수 있었고 실험군에서는 이미 재생피화가 거의 완성된 모습을 관찰할 수 있었다(Fig. 9, 10, 11 & 12, Table 2, 3, 4, 5 & 6).

7일째에는 양군 모두에서 부종과 염증 반응은 거의 사라진 모습을 관찰할 수 있었고 실험군에서는 재생피화가 완성된 모습을 관찰할 수 있었고 대조군에서는 재생피화와 섬유모세포의 증식이나 혈관 증식도 매우 활발히 이루어지고 있는 모습을 관찰할

Table 1. Histopathologic Features of Rat Tongue

| | | Edema | Inflammatory Cell Infiltration | Fibroblaste Proliferative Activity | Vascular Proliferative Activity | Reepithelization |
|------|---|-------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------|
| 1d | E | +++ | +++ | - | - | - |
| | C | +++ | +++ | - | - | - |
| 2ds | E | +++ | +++ | - | ++ | - |
| | C | +++ | +++ | + | - | - |
| 4ds | E | + | + | +++ | +++ | +++ |
| | C | ++ | +++ | ++ | ++ | +++ |
| 7ds | E | - | + | ++ | ++ | +++ |
| | C | - | + | ++ | +++ | +++ |
| 14ds | E | - | - | - | - | +++ |
| | C | - | - | - | - | +++ |
| 21ds | E | - | - | - | - | +++ |
| | C | - | - | - | - | +++ |

*Abbreviation ;

d : Day
E : Experimental group
C : Control group

*Degree of Stainability ;

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

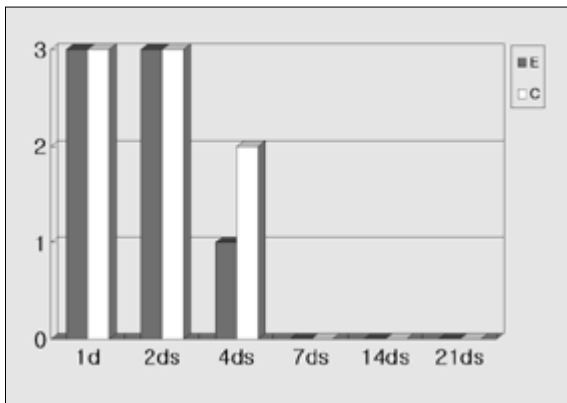


Table 2. Comparative Study of Edema

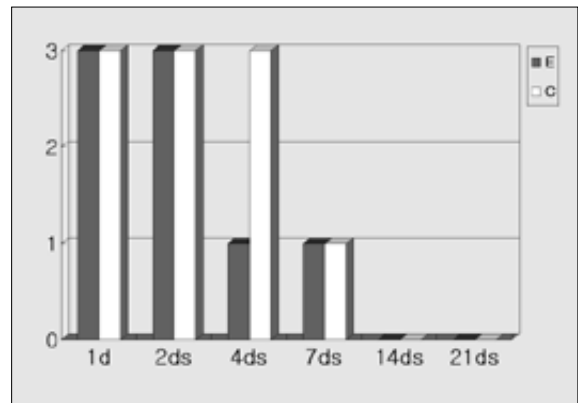


Table 3. Comparative Study of Inflammatory Cell Infiltration

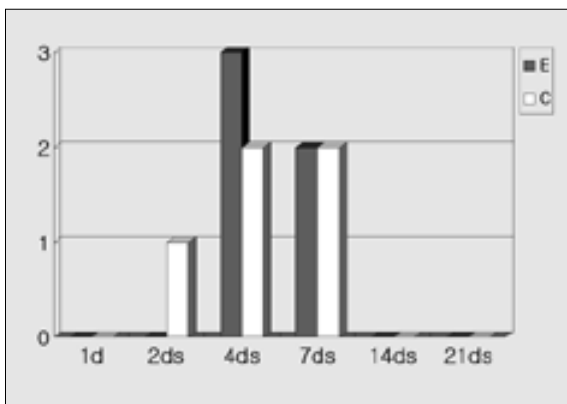


Table 4. Comparative Study of Fibroblast Proliferative Activity

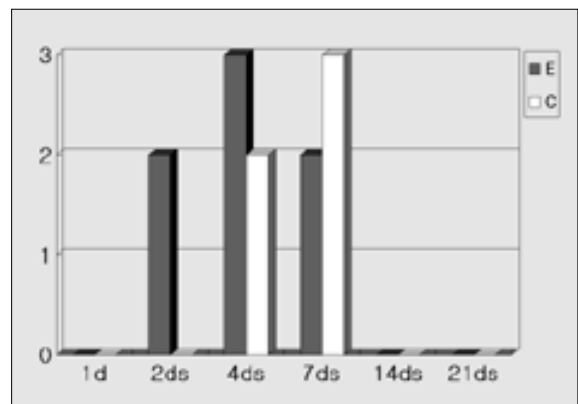


Table 5. Comparative Study of Vascular Proliferative Activity

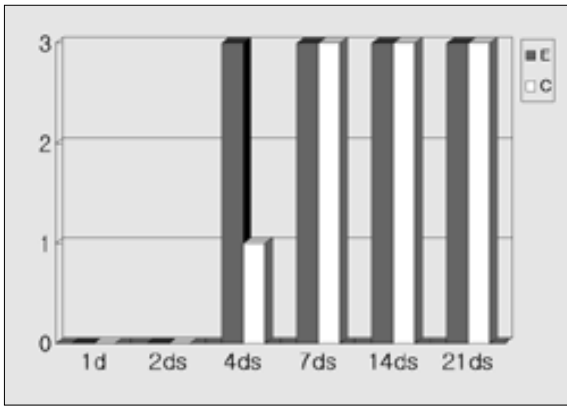


Table 6. Comparative Study of Re-epithelization

* Abbreviation ; d : Day

E : Experimental group

C : Control group

* Degree of Stainability ; 0 : Negative(-)

1 : Mild(+)

2 : Moderate(++)

3 : Severe(+++)

수 있었다(Fig. 13, 14, 15 & 16, Table 2, 3, 4, 5 & 6) .

14일째에는 양군 모두에서 재상피화가 완전히 이루어졌으며 창상치유가 완성된 모습을 관찰할 수 있었다(Fig. 17, 18, 19 & 20, Table 6).

21일째에는 양군모두에서 정상 조직과 거의 유사한 소견을 관찰할 수 있었다(Fig. 21, 22, 23 & 24) .

IV. 총괄 및 고찰

빛은 어떤 물질에 부딪히면 편향되거나 흡수될 수 있어, 빛의 기본 단위인 광자가 물질에 흡수되면 광자는 사라지지만 에너지는 소실되지 않고 광자를 흡수한 원자나 분자의 에너지준위를 높게 되고, 광자의 에너지를 흡수한 원자는 기저상태에서 여기상태로 끌어올려진다. 여기상태의 원자는 불안정하여 즉시 자발적으로 기저상태로 돌아오는데 이 때 저장하고 있던 에너지를 방출광자의 형태로 내어놓게 되는데, 이러한 과정을 자가방출(Spontaneous emission)이라고 한다. 레이저는 여기상태로 된 원자가 자발적으로 광자를 방출하기 전에 광자를 방출하도록 흥분된 원자를 유도할 때 발생한다. 즉, 여기상태에 있는 원자에 방출되는 광자와 동일한 파장을 가진 광자가 자극을 주면 자극을 준 광자와 결이 맞는 같은 파장의 빛이 방출되는데 이를 자극적 방출(Stimulated emission)이라고 한다¹⁰⁾. 이러한 레이저는 직진성이 강하고, 한가지의 색을 가지고 있으며, 매우 강력한 에너지를 낼 수 있는 특징을 가진다. 레이저가 조직에 미치는 효과는 파장, 펄스 지속시간, 펄스 당 에너지 및 에너지 전달방식에 따라 달라지며, 치료목적에 달성하는데 필요한 최소량의 에너지를 얻기 위한 레이저 변수 즉 최적의 레이저 조사 조건을 찾아내는 것은 레이저의 임상 적용에 있어 무엇보다 중요하다¹¹⁾.

여러 가지 레이저 중에서 현재 구강악안면영역에서 연조직 병소의 치료에 비교적 널리 쓰이고 있는 레이저는 Argon 레이저, CO₂ 레이저, Nd:YAG 레이저, Er:YAG 레이저 등이 있으며, 이들 중에서 CO₂ 레이저는 많은 적용상의 이점을 가지고 있어 조직의 지혈효과가 매우 탁월하며¹⁰⁾, 창상치유시 나타나는 초기의 염증 반응이나 술 후의 통증을 경감, 수술시의 넓은 시야제공, 인접조직의 최소한의 손상, 술 후의 감염이나 반흔조직 그리고 창상수축등이 적은 장점이 있다.

CO₂ 레이저는 기본적으로 비접촉식 방식으로 사용되며, 또한 정초점이나 탈초점 방식으로 사용된다. 정초점 방식의 경우 레이저의 빔이 초점 또는 가장 작은 직경으로 조직에 조사된다. 이 직경은 사용되는 렌즈의 크기에 따라 결정된다. 이러한 정초점 방식을 절단방식이라 하며, 흔히 조직의 절제나 생검시 사용된다. CO₂ 레이저를 사용하는 다른 형태는 탈초점 방식이다. 레이저광을 탈초점 방식으로 조사하거나 초점을 조직면에서 멀어지게 하면 조직에 부딪히는 빔의 크기는 점점 커져서 더 많은 부위의 조직에서 기화가 일어나지만, 빔을 탈초점 방식으로 조사하면 레이저의 강도나 출력밀도는 더 낮아진다¹²⁾. 이러한 탈초점 방식은 주로 수포성 병소등의 레이저박리술(Laser peeling technique)에 이용된다.

본 연구에서는 CO₂ 레이저를 정초점 방식으로 연속모드에 수퍼펄스모드를 적용시켜 4Watt의 출력으로 행해졌고, 전반적인 창상의 치유는 비슷한 과정을 거쳐 이루어졌으나, 치유기간에서 일반 수술도와 차이점을 보였다. 치유의 초기단계에서 수반되는 부종과 급성염증반응은 일반 수술도에 비해 먼저 감소되는 소견을 보였는데, 이는 CO₂ 레이저의 우수한 지혈작용을 하는 응고효과와 창상의 멸균효과, 및 조직접합효과로 설명할 수 있겠다. 이 모든 효과는 레이저와 생체조직 사이의 열적 상호작용에 의해 발생한다¹⁰⁾. 지혈은 조직과 레이저 사이의 바람직하고 특징적인 상호작용이다. 혈액과 조직단백질의 응고는 지혈이 일어나는 중요한 기전이다. 응고성 괴사나 열괴사의 형태로 비가역적인 조직손상이 발생하면 반드시 혈액응고과정이 동반된다. 지혈효과는 혈액성분을 가열하고 혈관벽의 건조와 수축에 의해 소혈관을 직접 폐쇄시킴으로써 얻을 수 있다. CO₂ 레이저는 직경 0.5mm이하인 혈관을 폐쇄시키는 것으로 보고되고 있다¹⁰⁾. Fisher 등(1983)¹⁰⁾은 쥐의 견치부 협측 점막의 절제실험을 통하여 CO₂ 레이저가 일반 수술도에 비해 지혈능력이 뛰어나고 염증반응도 적게 나타난다고 발표하였고, Luomanen 등(1987)¹¹⁾은 쥐의 설 절제실험후 면역조직화학적 연구를 통하여, CO₂ 레이저에 의한 창상의 치유는 일반 수술도에 비해 염증세포의 침윤이 적고, 말초혈관의 증식도 느리다고 보고하였다. Basu 등(1988)¹⁴⁾은 쥐의 설 절제실험을 통한 연구에서 CO₂ 레이저가 일반 수술도에 비해 지혈효과가 우수하고 염증반응이나 반흔형성이 적음을 보고하였다. 창상면의 작은 혈관과 림프관을 봉쇄하는 CO₂ 레이저의 능력이 부종과 염증반응의 초기단계를 차단한다고 생각되어 진다.

치유의 중간단계에서 볼 수 있는 조직의 재생능력, 즉 섬유모세포의 증식이나 혈관증식도 CO₂ 레이저를 이용한 경우에서 일반 수술도에 비해 먼저 나타남을 보였다. 또한 상피의 재생도

CO₂ 레이저를 이용한 경우에서 먼저 활발히 일어났다. 그러나, 치유의 기간에서 약간의 차이를 보인 것이며, CO₂ 레이저로 인해 창상의 치유과정에서 특이할 변화가 보인 것은 없었다. 예전의 연구들을 살펴보면, Hall (1971)⁹⁾은 피부에 형성한 창상에서 일 π 수술도에 비해 CO₂ 레이저에 의한 창상의 치유가 더 늦게 이루어진다고 보고하였고, Cochrane 등(1980)¹⁸⁾은 돼지의 피부이식 실험을 통하여 일반 수술도에 비해 CO₂ 레이저는 창상면의 치유가 늦고 조직에 열손상을 받는다고 보고하였다, Fisher(1983)와 Luomanen 등(1987)^{6,12)}도 CO₂ 레이저에 의한 창상에서 재생피화가 매우 느리다고 하였으나, Pogrel 등(1990)¹⁹⁾은 액체질소 동결법과 일반수술도, CO₂ 레이저를 비교한 실험에서 CO₂ 레이저가 가장 빠른 상피의 재생을 보였다고 하였다. Luomanen(1994)¹⁰⁾은 CO₂ 레이저를 이용한 창상에서의 재생피화가 더 빠르다는 결과를 다시 보고하였다. 느린 재생피화는 레이저적용시의 인접조직의 손상으로 인한 결과이고, 빠른 재생피화는 레이저의 생체자극효과로 생각되며, 이는 각각 창상치유의 속도에 영향을 미치는 인자라고 할 수 있겠다.

인접조직의 손상과 창상의 구축, 반흔형성에 대하여도 많은 연구가 있어왔다. Pecaro 등(1983)⁴⁾은 구강악안면영역에서 연조직 병소의 치료에 있어서, CO₂레이저는 진보된 치료방법이라 하였으며, 술 후의 동통이나 합병증이 매우 적다고 발표하였고, Fisher 등(1983)⁶⁾과 Rhys Evans 등(1986)²⁰⁾도 창상수축과 인접조직의 손상이 적음을 보고하였다. Luomanen 등(1987)²⁾과 Basu 등(1988)¹³⁾도 창상수축과 반흔의 형성이 적음을 보고하였다. Kardos 등(1989)¹⁹⁾과 Pogrel 등(1990)²¹⁾에 의해서도 연구가 이루어 졌으며, 근래에 와서는 Evrard 등(1996)¹⁵⁾과 Liboon 등(1997)²²⁾, Carew 등(1998)²³⁾이 계속해서 활발한 연구와 결과를 보고하고 있다. CO₂ 레이저로 창상을 형성했을 경우 창상면은 검게 그을린 색을 보이는 탄소층으로 피게된다. 이것이 일종의 해부학적인 방어막으로 작용하여 창상의 구축이나 반흔의 형성을 어느 정도 막는 것으로 생각된다.

CO₂ 레이저는 매우 고가의 장비인데다가 그 장점이나 사용법, 적응증등에 대하여 널리 알려지지 못한 실정이다. 그러나, 점점 환자들의 인지도나 호응도가 높아지고 있으며, 여러 가지 장점들을 고려해 볼 때 임상적으로 매우 유용한 가치가 있다고 사료된다. 본 연구에서는 일반 수술도와 비교하여 CO₂ 레이저에 의한 창상의 치유과정을 조직학적인 관찰로써 알아보고 이해하고자 하였으며, 앞으로도 많은 임상적, 실험적 연구를 통하여, 이를 전통적인 수술도에 의한 수술법의 보조 혹은 대체할 수 있는 방법으로 임상에 적용할 수 있게끔 많은 노력이 있어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

CO₂ 레이저와 일반 수술도를 이용하여 형성한 창상의 치유를 비교하기 위하여 백서의 양측 설측면에 우측은 레이저(실험군)를 이용하여, 좌측은 수술도(대조군)를 이용하여 직경 약 2mm 정도의 결손부를 형성하고 1일, 2일, 4일, 7일, 14일, 21일째에

회생한 후 채득한 표본을 통법에 따라 처리하여 5 μ m 파라핀 절편을 제작하고, H&E(Hematoxylin&Eosin) 염색, MT(Masson's Trichrome) 염색을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 1일째에서, 양군 공히 부종과 급성 염증세포 침윤상을 보였고, 2일째에서 실험군에서만 혈관증식이 나타났다.
- 2) 4일째에서, 실험군에서는 부종과 염증반응이 감소하였고, 섬유모세포의 증식이나 혈관증식 그리고 재생피화가 매우 활발히 일어났다.
- 3) 7일째에서, 양군 공히 부종과 염증반응은 거의 사라졌으며, 대조군에서 혈관증식과 재생피화가 매우 활발히 일어났다.
- 4) 14일째에서, 양군 공히 재생피화가 완전히 이루어졌으며, 창상치유가 완성되었다.

이상의 결과를 종합하면, CO₂ 레이저에 의한 창상의 치유는 수술도에 비하여 혈관증식이나 재생피화가 일찍 시작되어 창상 치유의 초기단계에서 약간의 영향을 미쳤으나, 전반적으로 비슷한 과정을 거치는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Woo-chun Ki : The principle of laser generation. J Kor Dent Assoc. 37(9):646, 1999.
2. Maiman, JH : Stimulated optical radiation in ruby. Nature 187:493, 1960.
3. Lenz HJ, Eichler G, Schaffer J, et al : Production of a nasointral window with the argon laser. J Oral Maxillofac Surg 5:314, 1977.
4. Pecaro BC, Garehime WJ : The CO₂ laser in oral and maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Surg 41:725, 1983.
5. Fisher SE, Frame JW : The effects of the carbon dioxide surgical laser on oral tissues. Br J Oral Maxillofac Surg 22:414, 1984.
6. Fisher SE, Frame JW, Browne RM, et al : A comparative histological study of wound healing following CO₂ laser and conventional surgical excision of canine buccal mucosa. Arch Oral Biol 28:287, 1983
7. Frame JW : Carbon dioxide laser surgery for benign oral lesions. Br Dent J 158:125, 1985.
8. Frame JW, Das gupta A, Dalton G, et al : Use of the CO₂ laser in the management of premalignant lesions of the oral mucosa. J Laryngol Otol 98:1251, 1984.
9. Hall RR : The healing of tissues incised by a carbon dioxide laser. Br J Surg 58(3):222, 1971.
10. Miseredino LJ, Pick RM : Laser in dentistry. Quintessence Publishing Co, Inc., 1995.
11. Luomanen M : A comparative study of healing laser and scalpel incision wounds in rat oral mucosa. Scant J Dent Res 95:65, 1987.
12. Luomanen M, Meurman JH, Lehto VP : Extracellular matrix in healing CO₂ laser incision wound. J Oral Pathol 16(6):322, 1987.
13. Basu MK, Frame JW, Rhys Evans PH : Wound healing following partial glossectomy using the CO₂ laser, diathermy and scalpel: a histological study in rats. J Laryngol Otol 102(4):322, 1988.
14. Luomanen M, Rauhamaa-Makinen R, Meurman JH, et al : Healing of rat mouth mucosa after irradiation with CO₂, Nd : YAG, and CO₂-Nd : YAG combination lasers. Scad J Dent Res 102(4):223, 1994.
15. Evrard L, Nammour S, Dourov N : Scanning electron microscopic and immunocytochemical studies of contraction during secondary CO₂ laser wound healing in rat tongue mucosa. J Oral Pathol Med 25(2):72, 1996.
16. David M, Robert M : Laser physics. Laser in dentistry 27-38.
17. Gum-back Shin : Treatment of oral soft tissue lesions using laser. J

- Kor Dent Assoc. 37(9):653, 1999.
18. Cochrane JP, Beacon JP, Creasey GH, et al : Wound healing after laser surgery : an experimental surgery. Br J Surg 67:740, 1980.
 19. Pogrel MA, Yen CK, Hansen LS : A comparison of carbon dioxide laser, liquid nitrogen cryosurgery and scalpel wounds in healing. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 69:269, 1990.
 20. Rhys Evans PH, Frame JW, Brandrick J : A review of carbon dioxide laser surgery in the oral cavity and pharynx. Journal of Laryngology and Otology 100:69, 1986.
 21. Kardos TB, Holt T, Ferguson MM : Histological evaluation of the effect of a miniature carbon dioxide laser on oral mucosa. Int J Oral Maxillofac Surg 18(2):117, 1989.
 22. Carew JF, Ward RF, LaBruna A, et al : Effects of scalpel, electrocautery, and CO₂ and KTP lasers on wound healing in rat tongues. Laryngoscope 108(3): 373, 1998.
 23. Liboon J, Funkhouser W, Terris DJ : A comparison of mucosal incisions made by scalpel, CO₂ laser, electrocautery, and constant-voltage electrocautery. Otolaryngol Head Neck Surg 116(3):379, 1997.

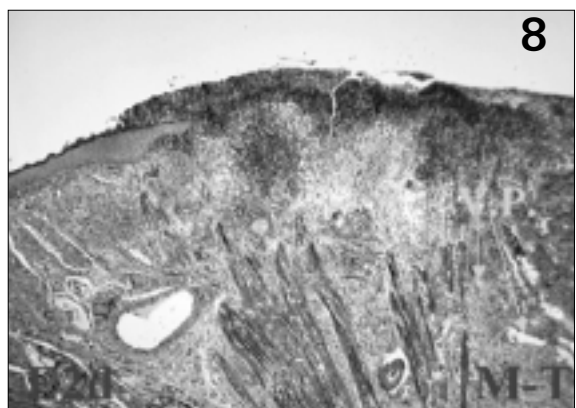
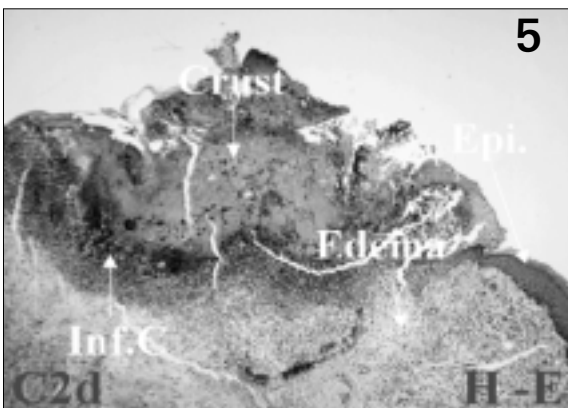
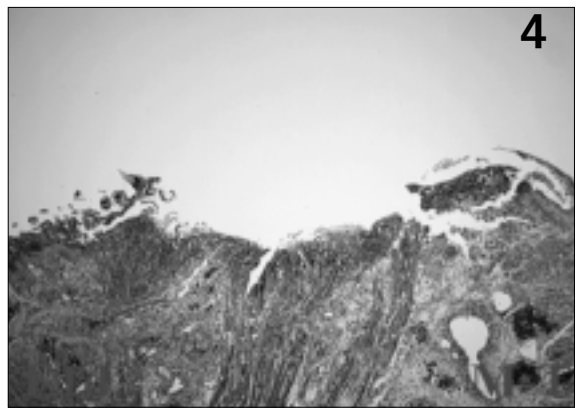
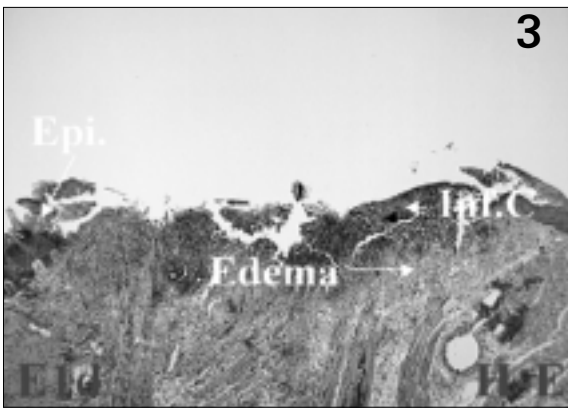
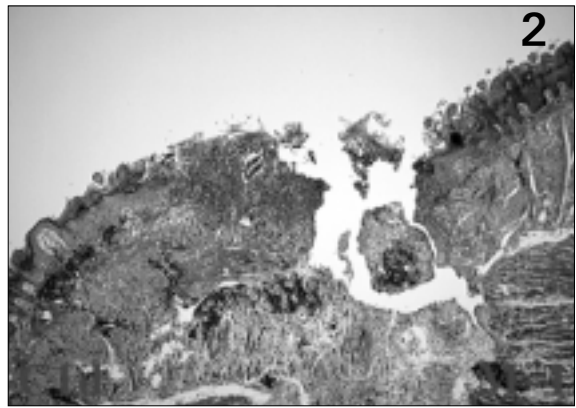
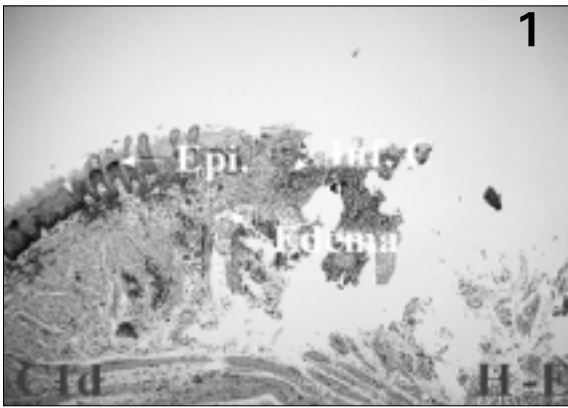
사진부도 설명

- Fig. 1. Control Group 1 day (H&E, ×100) Edema and inflammatory cells infiltration could be seen.
- Fig. 2. Control Group 1 day (MT, ×100) Edema and inflammatory cells infiltration could be seen.
- Fig. 3. Experimental Group 1 day (H&E, ×100) The finding was similar to that of the control group.
- Fig. 4. Experimental Group 1 day (MT, ×100) The finding was similar to that of the control group.
- Fig. 5. Control Group 2 days (H&E, ×100) Edema and inflammatory reaction were remained and crust covered the wound
- Fig. 6. Control Group 2 days (MT, ×100) Mild fibroblast proliferation could be seen.
- Fig. 7. Experimental Group 2 days (H&E, ×100) Edema and inflammatory reaction were remained.
- Fig. 8. Experimental Group 2 days (MT, ×100) Moderate vascular proliferation could be seen.
- Fig. 9. Control Group 4 days (H&E, ×100) Decreased edema and inflammatory reaction could be seen when compared to figure 5.
- Fig. 10. Control Group 4 days (MT, ×100) Mild fibroblast and vascular proliferation could be seen. Re-epithelization was started.
- Fig. 11. Experimental Group 4 days (H&E, ×100) Re-epithelization was almost completed.
- Fig. 12. Experimental Group 4 days (MT, ×100) Severe fibroblast and vascular proliferation could be seen.
- Fig. 13. Control Group 7 days (H&E, ×100) Re-epithelization was almost completed.
- Fig. 14. Control Group 7 days (MT, ×100) Severe fibroblast and vascular proliferation could be seen.
- Fig. 15. Experimental Group 7 days (H&E, ×100) Re-epithelization was completed.
- Fig. 16. Experimental Group 7 days (MT, ×100) Wound was almost healed.
- Fig. 17. Control Group 14 days (H&E, ×100) Wound healing was completed.
- Fig. 18. Control Group 14 days (MT, ×100) Wound healing was completed.
- Fig. 19. Experimental Group 14 days(H&E, ×100) The finding was similar to that of the control group.
- Fig. 20. Experimental Group 14 days (MT, ×100) The finding was similar to that of the control group.
- Fig. 21. Control Group 21 days (H&E, ×100) The normal histologic feature could be seen.
- Fig. 22. Control Group 21 days (MT, ×100) The normal histologic feature could be seen.
- 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.

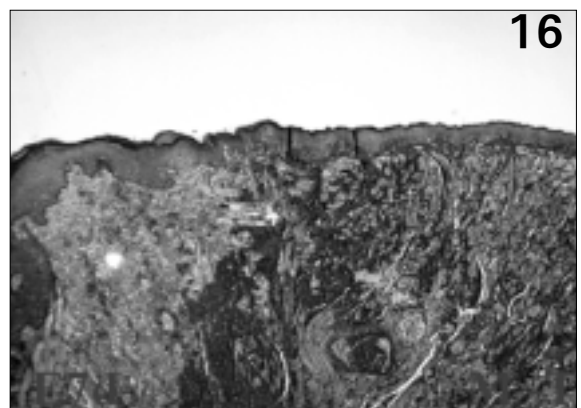
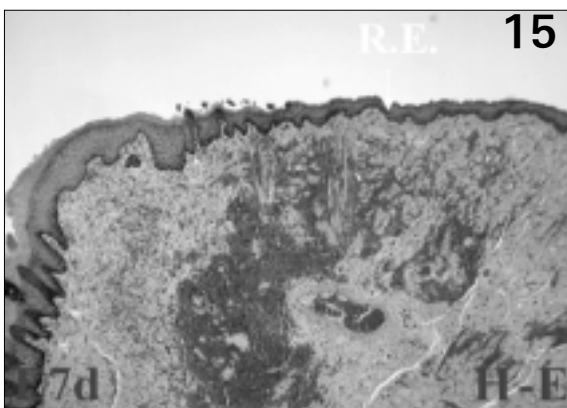
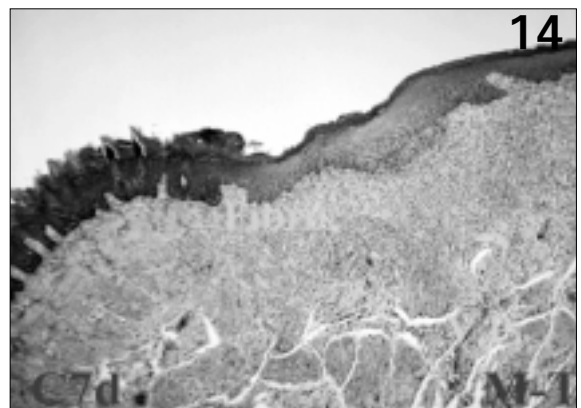
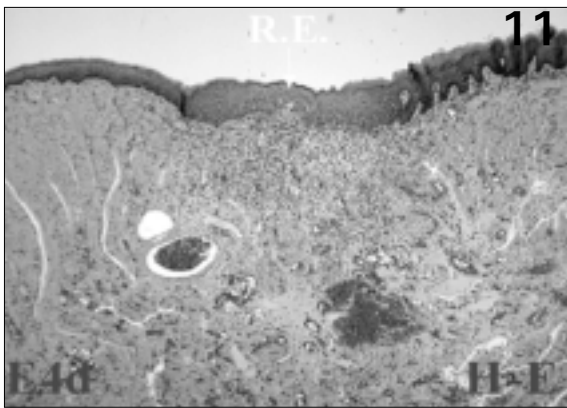
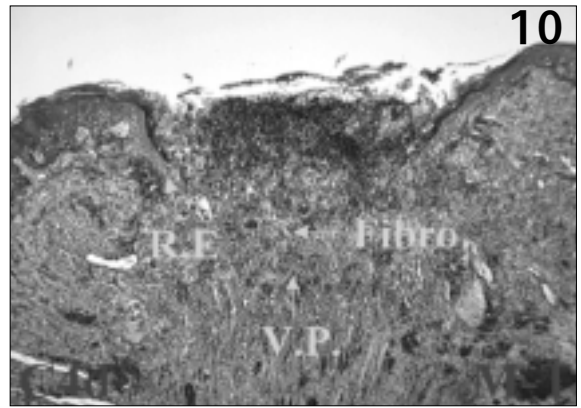
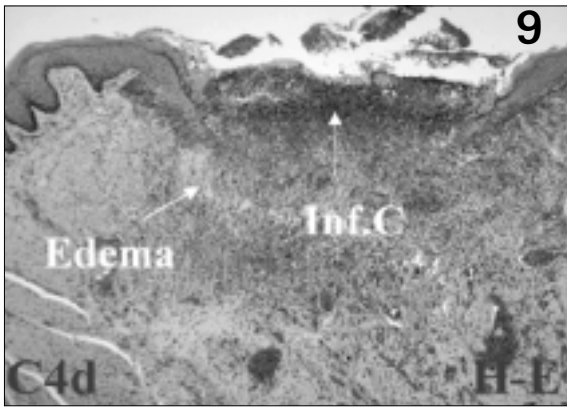
* Abbreviation ;

- H&E : Hematoxylin&Eosin 염색
- MT : Masson' s Trichrome 염색
- Epi. : Epithelial Cells
- Inf. C : Inflammatory Cells
- Fibro : Fibroblast Proliferation
- V.P. : Vascular Proliferation
- R.E. : Re-epithelization
- B.V. : Blood Vessel

사진부도 ①



사진부도 ②



사진부도 ③

