

# CO<sub>2</sub>레이저를 이용한 백서의 치은절제술시 출력에 따른 초기 치유과정의 비교

조규성 · 홍성재 · 최성호 · 채중규 · 김종관

연세대학교 치과대학 치주과학교실  
치주조직 재생 연구소

## I. 서론

치주치료의 궁극적인 목표는 깊어진 치주낭을 제거하고 파괴된 치주조직의 재생을 도모하며, 치료후에 보다 더 효율적으로 관리할 수 있도록 생리적 환경을 형성하는 것이다.

이를 위한 치주치료의 한 방법으로 치은 절제술이 Robicsek 등<sup>1)</sup>에 의해 처음 기술되었다. 이 술식은 골연상 치주낭 제거를 목적으로, 질병에 이환된 치주낭을 절제함으로써 시야와 기구 도달을 용이하게 하고, 치은의 생리적 형태를 만들어줄 수 있는데, 이의 치유과정은 Ramfjord<sup>2)</sup>, Henning<sup>3)</sup>, Persson<sup>4)</sup> 등에 의한 연구를 통해 보고되었다.

레이저가 치과영역에서 사용되기 이전에는 질환에 이환된 치주낭을 제거하는 방법으로 크게 scalpel을 이용한 외과적 방법과 화학 약제를 이용한 화학요법(chemosurgery), 그리고 전기를 이용한 전기수술법(electrosurgery) 등이 사용되어져 왔다.

화학요법에 의한 치은절제술은 외과적 방법으로 치은조직을 절개하는 대신에 potassium hydroxide 등의 화학물질을 사용, 치은 변연부

와 치주낭내에 작용시켜 치은절제술 효과를 얻는 방법이다. 하지만 이는 작용하는 화학물질의 작용범위를 조절할 수 없어 치주낭 아래의 건강한 결합조직까지 손상을 줄 수 있으며, 생리적 치은형태를 재현하는데 비효율적이고, 또한 치은 조직의 재형성이 scalpel을 이용한 방법보다 느리다는 단점이 있어 오늘날 이의 사용은 추천되지 않고 있다<sup>5)</sup>.

전기수술법은 고주파 전류를 이용하여 연조직에 시술하는 방법으로, 수술중 지혈이 용이하고, 치은조직의 형태를 적절히 형성할 수 있다는 장점이 있으나, 기구끝이 치조골이나 백악질과 같은 경조직에 닿으면 심각한 손상을 줄 수 있으므로 치은 성형술과 같은 표층 시술에서만 국한되어 사용하여야 한다. 또한 심박조정기를 지닌 환자에서는 사용할 수 없으며, scalpel 이용시보다 치유속도가 느리다는 단점이 있다<sup>6, 7)</sup>.

일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 scalpel을 이용한 치은절제술은 술자가 창상으로부터의 출혈로 인해 연속된 술식에서의 시야가 나빠지고, 구강내 구조상 scalpel과 치은절제용 칼의 접근이 어려울 수 있으며, 환

\* 본 연구는 연세대학교 학술연구비 (1997년도) 지원에 의한 결과임.

자는 치료 도중 또는 술후 감염의 위험성이 있고, 또한 즉각적인 염증반응으로 때때로 심한 술후 불편감을 경험할 수도 있다.

20세기 신기원중 하나로 불리우는 레이저는 Einstein의 양자론 원리에 기본개념을 두고 발전했다<sup>8)</sup>. LASER란 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 약어로 1960년 Maiman<sup>9)</sup>에 의해 최초로 발견되었고, 최초에는 MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)라는 용어로 소개되어 ruby레이저를 탄생시켰다. 그 후 1961년 Javan<sup>10)</sup>이 He-Ne 혼합기체를 이용한 gas레이저를, 1964년 Patel<sup>11)</sup>이 CO<sub>2</sub>레이저를, 같은해에 Geusic<sup>12)</sup>에 의해 Nd:YAG 레이저가 개발되었다.

레이저는 사용되는 물질에 따라 서로 다른 파장을 가지므로, 레이저의 종류마다 가지고 있는 특징이 다르다.

레이저와 조사받는 생체조직간의 상호관계에서는 사용되는 레이저의 단위면적당 에너지의 양인 Energy density(Joule/Cm<sup>2</sup>)와 표적 조직의 광학적 특성 및 구성에 의해 영향을 받는다<sup>13)</sup>.

이러한 레이저는 의학분야에서 1964년 McGuff<sup>14)</sup>가 외과적 시술에 사용한 이래로 피부과, 이비인후과, 안과, 성형외과, 신경외과 등의 영역에서 많이 사용되어져 왔고, 치과분야에서는 Stern과 Sognnaes<sup>15)</sup>가 임상에서 처음 사용한 이래 많은 연구가 진행되었고, 현재진행중이지만 미국 식품의약품국(FDA)에 의해서는 연조직과 광증합에 한해서만 그 사용이 허락되어져 있다.

레이저를 이용한 연조직 수술은 혈관을 봉쇄하기 때문에 출혈이 없어 시야를 좋게하여 시술시간을 단축시키며, 또한 림프관을 봉쇄하여 술후 종창이 최소화 되도록 한다. 레이저의 이용은 신경섬유를 봉쇄하여 통증을 감소시키며, 기계적 외상이 거의 없으므로 반흔이 최소화되고, 봉합의 필요성이 감소된다. 또

한 레이저가 조사되는 일부 부위는 멸균되므로 균혈증 위험을 감소시킨다<sup>13, 16, 17)</sup>.

1985년 Pick 등<sup>18)</sup>은 조직 절제시 CO<sub>2</sub>레이저가 보여주는 탁월한 지혈효과의 특성을 인식하고, 처음으로 치주수술에 사용하였다. 본 연구에서 사용한 CO<sub>2</sub>레이저는 적외선 영역의 10600nm 파장을 가지며, 조직의 색과 무관하게 수분을 많이 가지는 조직에 잘 흡수되는 특성이 있다. 구강내 조직은 90% 이상 수분을 포함하므로, 이러한 CO<sub>2</sub>레이저는 구강 연조직의 술식에 있어 Argon, Nd:YAG레이저에 비해 조직의 절단이나 기화에 있어 더 빠르고 정확한 외과적 접근이 가능하다.

Robert<sup>19)</sup>는 쥐의 피부에 CO<sub>2</sub>레이저의 출력을 5, 10, 20watts로 달리하여 조사한후 형성된 레이저 창상부위의 초기 치유과정을 비교하였다. 그 결과, 초기 치유에서 저출력의 5watts를 사용한 경우에는 빠른 상피의 치유가 시작되었고, 고출력인 경우에는 그 시작이 늦었으나 2주 후에는 양쪽 모두 같은 치유양상을 보고한바 있다. 본 연구는 CO<sub>2</sub>레이저를 이용한 백서의 치은절제술시의 치유과정과 레이저 출력을 달리하였을때 치유과정을 관찰하기 위해, 백서의 상악전치의 치은조직에서 치은절제술 효과를 얻을 수 있는 최소 출력인 4watts를 이용한 부위를 대조군으로, 6watts를 이용한 부위를 실험군으로 하여, 치은조직의 초기 치유과정을 비교 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 연구의 실험동물은 생후 약 3개월 전후의 체중 200g 내외의 건강한 웅성 백서로 암수 구별없이 15마리를 대상으로 하여, CO<sub>2</sub>레이저(A state of the art CO<sub>2</sub> dental laser :

Courtesy of luxar corporation, Bothell, WA)를 사용하였다.

## 2. 연구방법

### (1) 실험군 설정

총 15마리 백서의 상악 전치를 대상으로, 4watts를 이용하여 치은절제술을 시행한 경우를 대조군으로 하였고, 6watts를 이용하여 치은절제술을 시행한 경우를 실험군으로 설정하였다.

### (2) 치은절제술의 시행

실험동물은 Ketalar<sup>R</sup>(Ketamine HCl, 유한양행, 50mg/ml) 1mg을 근육주사하여 전신 마취시킨후, 레이저를 focused, continuous mode로 한쪽 상악 전치에 4watts, 다른 한쪽에는 6watts로 레이저를 조사하여 치은절제술을 시행하였다. 실험후 2일, 3일, 1주, 2주, 3주째 각각 실험동물을 희생시킨후 실험부위를 골과 연조직을 포함하여 적출하였다.

### (3) 조직학적 관찰.

적출한 조직을 diamond disk로 block section 하고, 10% 중성 Formalin 용액에 1주일간고정한 후, formic acid로 2주일간 탈회하고 통법에 따라 paraffine 포매하여 Microtome을이용, 협설로 6 $\mu$ m 두께로 절단하여 Hematoxylin-Eosin 염색후 검경했다. 검경시에는 창상부위의 혈병의 상태, 염증세포 침윤정도, 육아조직의 형성상태 및 신생 결합조직의 형성상태, 상피화의 진행상태등을 광학 현미경(Leitz-Laborlux 11, Japan)으로 관찰하였다.

## III 연구성적

### 1. 레이저 조사후 2일째 소견

대조군과 실험군 모두에서 레이저를 조사받

은 부위의 표층부위에서 작은 크기의 혈병이 관찰되었고, 그 하방에는 괴사성 삼출물과 주로 임파구로 구성된 염증세포 침윤지역이 있었다. 염증세포 침윤지역 하방에는 염증세포와 모세혈관 그리고 신생 섬유아세포로 구성된 육아조직이 발견되었으며, 레이저의 열손상에 의한 변성으로 공포화가 관찰되었다. 대조군과 실험군의 비교시 실험군에서 염증세포 침윤지역과 육아조직의 크기가 더 컸으나, 그 구성성분에 있어서는 차이가 없었다. 레이저 조사 부위의 인접 상피에서 손상부위로의 상피 이동이 시작됨이 관찰되었다(사진부도 1, 2).

### 2. 레이저 조사후 3일째 소견

대조군과 실험군 모두에서 염증세포 침윤지역 및 육아조직의 크기가 많이 감소되었으며, 특히 대조군에서 크기 감소가 더 컸다. 대조군, 실험군 모두 육아조직에서 염증세포의 수가 많이 감소되었고, 신생 섬유아세포들이 2일째 소견보다 더 많이 관찰되었다. 혈병은 더 이상 관찰되지 않았다. 접합상피 및 치은 열구상피의 형성을 위한 상피의 계속적인 이동이 관찰되었다(사진부도 3, 4)

### 3. 레이저 조사후 1주째 소견

실험군과 대조군 모두에서 염증세포 침윤지역이 뚜렷하게 줄어들었고, 육아조직은 크기의 감소와 함께 더욱 성숙된 소견을 보이고 있다. 즉 육아조직에서는 염증세포가 많이 감소된 반면, 더 많은 섬유아세포와 섬유질이 관찰되었다. 이 시기에서는 접합상피의 부분적 형성을 관찰할 수 있었고, 상피돌기도 관찰되었다. 이 시기 이후부터는 실험군과 대조군 모두에서 그 차이를 발견할수 없었다(사진부도 5, 6, 7, 8).

#### 4. 레이저 조사후 2주째 소견

이 시기 이후에는 염증세포 침윤지역은 거의 소실되었고, 육아조직은 더욱 성숙되어, 성숙된 섬유아세포 및 섬유질이 관찰되었으나 아직도 적은 수의 염증세포가 관찰되므로 완전한 치유가 일어났다고 볼 수는 없는 상태였다. 접합상피의 형성이 관찰되며, 구강열구상피의 각화가 시작됨이 관찰되었다(사진부도 9, 10, 11, 12)

#### 5. 레이저 조사후 3주째 소견

염증세포 침윤지역 및 육아조직은 소실되었고, 육아조직은 정상의 치은 결합조직으로 대체되었다. 이 시기에서는 구강열구상피의 각화가 완성됨이 관찰되었다(사진부도 13, 14, 15, 16).

### IV. 총괄 및 고찰

레이저란 유도방출에 의한 빛의 증폭(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)의 약어이며, 그 특성으로는 응집성(Coherence), 단색성(Monochromatic), 지향성(Directionality), 고휘도성(Brightness)을 가진다. 또한 순수하며 퍼짐이 없이 곧바로 진행하는 위상이 고른 연속된 단일 파장의 빛으로, 높은 에너지 밀도를 가지고, 아주 작은 면적으로 집광할수 있다<sup>13, 20)</sup>.

레이저는 사용되는 물질에 따라 그 종류가 분류되며, 그 파장이 적외선, 가시광선, 자외선 영역에 걸쳐 다양하고, 이러한 파장의 차이가 각각의 레이저 특징을 결정한다. 즉 사용되는 매개물질에 따라 고체, 기체, 반도체 레이저등으로 분류될 수 있고, 혹은 외과적으로 사용 가능한 hard laser(CO<sub>2</sub>레이저, Argon 레이저, Nd:YAG레이저등)와 생체에 자극과 진정효과를 나타내는 soft레이저<sup>21, 22, 23)</sup>(He-

Ne레이저, diode레이저등)로 분류된다.

1960년 Maiman<sup>9)</sup>에 최초로 발명된 pulsed ruby레이저는 0.694 $\mu$ m의 파장을 갖고 있었고, 주로 치아 경조직 및 수복재에 대한 열효과를 중심으로 연구되어졌다. 1965년 Leon Goldman<sup>24)</sup>에 의해 임상에서 인간의 치아에 처음 사용된 ruby레이저는 치아 경조직에 대한 파괴적인 작용으로 인해 그 전망이 희망적이지 못했다.

1964년 Geusic<sup>12)</sup>에 의해 소개된 Nd:YAG레이저는 1640nm의 파장을 가지며 주로 치아의 경조직에 대한 효과에 대해 연구가 진행되었다. 1985년 Myers<sup>25)</sup>는 자유방출형 펄스형의 Nd:YAG를 이용하여 상아-법랑경계를 침투하지 않은 치아 우식병소를 멸균상태로 제거할 수 있음을 보고하였다. 이 레이저 파장의 특징은 멜라닌 색소와 혈색소를 조직흡수 모델로 하고 물에는 잘 흡수되지 않으므로 구강 연조직에서는 CO<sub>2</sub>레이저보다 조직에 침투되는 깊이가 더 크므로 주로 지혈, 응고, 연조직 제거등에 사용되었다.

1960년대 의학 분야에서 처음 사용된 Argon레이저는 488nm와 514.5nm의 두개의 주 파장을 가지며 헤모글로빈, 헤모시테린, 멜라닌이 풍부한 조직에 잘 흡수되는 반면, 법랑질, 상아질, 수분에 흡수가 잘 되지않는 특징때문에 주로 연조직에서는 지혈, 응고, 기화에 사용되고, 경조직에서는 치아 우식증 발견을 위한 치아 투시, 수복재료의 광증합에 사용되고 있다.

본 연구에서 사용한 CO<sub>2</sub>레이저는 수분 함유가 많은 어떤 조직에서도 그 색깔에 관계없이 친화력이 강하다. 그러므로 구강조직이나 습한 조직에서 절단을 용이하게 할수있다. 침투 깊이는 산란이 거의 없어, 구강내 조직에서 0.2-0.3mm 정도로 최소의 깊이를 보이며, Carruth 와 McKenzie 등<sup>26)</sup>의 연구에 의하면 입사에너지중 90%가 조직 표면의 표층 100 $\mu$ m내에서 흡수된다고 보고하였다. Pick등

27)에 의하면 구강 연조직의 절단이나 기화에 있어 Argon 또는 Nd: YAG 레이저보다 빠르고, Nd:YAG레이저와 비교하면 같은 출력에서 10배 정도 빠르게 절단이나 박리가 가능하다 하였다. 그러나 모든 광섬유들이 CO<sub>2</sub>레이저의 빛을 잘 흡수하므로 광섬유 전달계를 사용할 수 없어 과거에는 연결부위에 거울이 적절히 배열된 접합팔(articulating arm)을 사용하였는데, 이는 구강내 접근이 매우 어려웠으나, 최근에는 유연한 도파관(hollow waveguide technology)의 개발로 이러한 불편감이 상당히 해소되었다<sup>13)</sup>.

방사에너지가 조직에 의해 흡수될때 네가지 기본적 상호작용이 일어난다, 즉 광화학적(photochemical)상호작용, 광열적(photothermal)상호작용, 광역학적(photomechanical)상호작용, 광전기적(photoelectrical)상호작용이 그것인데, 이중 레이저의 주된 치료기전은 광화학적 상호작용과 광열적 상호작용에 의한다. 광화학적 상호작용은 치유 및 회복과 같은 조직내의 정상적인 생화학적 분자과정에 대한 레이저의 생체 자극효과를 의미한다.

광열적 상호작용은 초점 영역을 사용시 순간적 고온상태를 형성, 조사부위의 세포내 수분을 증발시켜 절개를 가능하게 하며, 초점외 영역 이용시 조직의 응고, 지혈등을 가능하게 한다<sup>13, 28)</sup>.

레이저와 조사받는 생체조직간의 상호관계에서, 조직에 미치는 레이저의 효과는 일반적으로 광에너지 밀도(Energy density : Joule/Cm<sup>2</sup>)에 영향을 받는데, 이는 레이저로부터 나오는 방사에너지의 파장, 초점 크기, 출력(watts), 펄스 지속시간등의 레이저에 대한변수와 표적조직의 광학적 특성 및 구성에 의한다<sup>13)</sup>.

본 연구에서 사용한 Sprague-Dawley 백서는 깊이않은 치은 열구를 가진다는 점과 치아에 부착된 부착치은의 형태가 인간에서와 유사하다는 특징을 가지며, 또한 치주질환에

강한 저항성을 가지는 특징이 있다. 그러나 구강열구상피가 각화되어 있고, 백악질과 골의 침착을 통한 계속적인 치아의 맹출이 있다는 점에서 인간과 다른 점이 있다<sup>29, 30)</sup>.

통상적인 scalpel을 이용한 치은절제술후의 치유과정은 초기반응으로 표층에 혈병이 형성되고 그 하방의 심부조직은 약간의 괴사와 함께 급성 염증소견을 보인다. 12-24시간 후에 상처 변연부의 상피세포들이 육아조직으로 이동하여 혈병의 오염된 표층과 분리시킨다. 24시간이 지나면 염증과 괴사소견을 보이는 표층아래로 새로운 혈관아세포와 결합조직세포의 증식이 있고, 24-36시간이 지나면 상피세포 활성이 최고에 이르며, 상피세포들은 계속 진행하여 반괴소체와 새로운 기저판에 의해서 기질에 고정된다. 3일이 지나면 많은 새로운 섬유아세포들이 위치한다. 육아조직이 치관부쪽으로 증식하여 새로운 유리치은과 치은열구를 형성하며, 치주인대의 혈관에서 유래한 모세혈관들이 육아조직으로 이동하여 치은의 혈관들과 결합한다. 5-14일이 지나면 표면의 상피화가 완성되며 완전한 상피회복에는 한달이 걸리고, 결합조직의 완전한 회복에는 약 7주가 필요하다<sup>2, 4, 31, 32)</sup>.

1996년 김등<sup>33)</sup>은 백서에서 scalpel을 이용한 치은절제술시, 결합조직의 치유는 5일째까지 불규칙한 섬유배열을 보이며, 11일째에 정상과 거의 유사한 치유양상이 관찰되고, 2주째에 완전한 결합조직의 치유상이 관찰되었다 하였다. 상피의 치유는 2일째 혈병과 염증세포 사이로 상피가 이동하고, 3일째에는 열구상피 형성이 관찰되었으며 5일째는 접합상피형성의 시작과 열구상피의 각화가 관찰되었다. 그리고 11일째에 접합상피의 완성이 관찰되었다고 보고한바 있다.

scalpel을 이용한 치은절제술시 혈병은 손상 후 72시간까지도 손상부위의 틈을 채우며, 후에 거대세포의 효소작용으로 없어지는데<sup>34)</sup>, 레이저를 이용한 본 연구에서는 4, 6watts 모

두 술후 2일째까지만 작은 크기의 혈병만이 관찰되었다. 이는 CO<sub>2</sub>레이저 이용시 직경 0.5mm 정도의 혈관 봉쇄 효과가 있다는 Slutzki<sup>35)</sup>의 연구와도 일치되는 결과였다. 또한 Kaminer<sup>36)</sup>는 hamster에서 scalpel과 레이저를 이용한 수술시, scalpel을 이용한 수술후에는 심한 균혈증을 보인 반면에 레이저 수술시에는 균혈증이 없었다고 보고하였는데, 이러한 출혈의 감소와 균혈증 위험의 감소는 레이저 사용의 큰 장점으로 임상에서 응용될 수 있다.

본 연구에서 사용한 4, 6watts 모두에서 염증세포의 침윤이 2일, 3일, 1주 그리고 2주째까지 손상부위 표층에 존재하였으며, 염증세포의 침윤정도는 시간 경과에 따라 그 크기가 감소하여 1주째에서는 크기의 감소가 뚜렷하게 관찰되었다. 또한 실험군에서 대조군보다 3일째까지 그 크기가 컸으나 1주째부터는 크기의 차이가 나타나지 않았다.

염증세포 침윤층 하방의 육아조직 역시 시간의 경과에 따라 염증세포의 감소와 함께 새로 형성된 섬유아세포의 성숙, 섬유질의 형성을 통해 치유가 일어나는데, 대조군과 실험군 모두에서 1주째에는 더욱 성숙된 육아조직이 관찰되며, 2주째에는 육아조직이 거의 소실되었고, 3주째에서는 정상의 치은 결합조직으로 대체되었다. 또한 실험군에서 대조군보다 3일째까지는 육아조직이 크기가 컸으나, 1주째부터는 크기의 차이가 관찰되지 않았다.

1990년 Robert<sup>19)</sup>는 출력을 달리한 CO<sub>2</sub>레이저와 scalpel을 백서의 피부 절개에 이용한 후 치유과정을 비교하였는데, 저출력인 5watts의 레이저를 이용한 경우에서 상피 치유가 빠르게 일어났으나, 출력을 높인 20watts에서는 scalpel을 이용한 경우에서와 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 레이저와 scalpel 모두에서 상피치유의 시작은 달랐으나, 2주 후에는 그 차이가 없었다고 보고한바 있다. 반면 송 등<sup>37)</sup>은 백서의 치은에서 CO<sub>2</sub>레이저와 scalpel

을 이용하여 치은절제술후의 치유양상을 비교한 결과, CO<sub>2</sub>레이저 사용에서 치은의 상피화가 느리게 시작되었으나 역시 2주째부터는 scalpel을 이용한 경우에서와 차이가 없다고 하였다. 본 연구에서 상피세포의 재생은 실험군과 대조군 모두에서 2일째에 치은이 오염된 표층과 염증세포 침윤지역으로 이주됨이 관찰되었고, 1주째에 이르러 접합상피의 부분적 재생 및 상피돌기가 관찰되었으며, 2주째에는 구강열구상피의 각화가 시작되고 접합상피의 형성이 관찰되었다. 3주째에는 구강열구상피의 각화가 완성됨이 관찰되었다. 이는 사람에서 scalpel을 이용하여 치은 절제술시 술후 1-2주 사이 손상부위에 상피화가 완전히 일어난다는 Stahl 등<sup>38)</sup>의 연구와, 백서에서 치은절제술시 11일째 상피치유가 완성된다는 김등<sup>33)</sup>의 연구와는 차이가 나는 결과로, 레이저 이용시 치은의 재생이 더 늦게 일어남을 알수있다. 이러한 결과는 CO<sub>2</sub>레이저로 환자의 구강내 연조직 병소를 제거한 경우, scalpel을 이용한 경우에서 보다 상피 치유가 지연됨을 보고한 Pecaro<sup>39)</sup>의 연구와, beagle dog에서 Nd:YAG레이저와 scalpel을 사용 구강점막의 치유 비교시, 레이저 사용이 치유를 약간 지연시킨다고 보고한 McCullom<sup>40)</sup>의 연구와 일치되는 결과였다.

이러한 치유의 지연은 레이저광이 조직에 조사시 열에너지로 바뀌어 발생하는 열손상과 레이저가 조사되는 부위에 형성되는 과도한 응고때문으로, 이러한 열손상은 결합조직의 변성을 야기하고, 과도한 응고는 상피의 치유를 방해하기 때문이다. Zweig 등<sup>41)</sup>은 쥐의 피부에 CO<sub>2</sub>레이저로 절개시 열전도에 의한 주위조직의 열손상에 대해 보고하였고, Pogrel 등<sup>42)</sup>은 상피, 결합조직, 근육, 타액선등의 조직에서 열성괴사의 범위를 비교시 조직내의 수분 함량이 적을수록 크게 나타나며, 전기수술 방법에 비해서는 레이저에서 열성괴사의 폭이 적었다고 보고한바 있다. 이러한

열손상을 제거하기 위한 방법이 연구되어졌는데, Wakaki는 열손상 부위의 냉각을 위해 질소의 사용을 연구하여 치유양상이 개선됨을 보고하였고, 송(1994)등<sup>37)</sup>은 aloe vera를 레이저 조사부위에 도포하는 방법등을 연구하였지만 이러한 방법은 많이 사용되지 않고, 주로 공기-물분사를 이용한 방법이 사용되고 있다.

최근에 레이저가 치과영역에서 적용되는 범위가 점점 넓어지고 있는 추세이다. 연조직에서 레이저의 적용은 무혈적, 무균적 처치가 가능하다는 장점을 바탕으로 치은절제술 및 치은성형술등의 연조직 제거, 양성 및 악성 종양의 제거, 생체 조직검사를 위한 조직표본 채취, 구강점막의 궤양 치료등에 사용될 수 있다. 또한 경조직에서의 적용으로는 초기 치아우식증의 치료, 치아우식증의 예방적 처치, 근관치료시의 활용, 지각과민치아의 상아세관 폐쇄 효과등에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 이러한 연구의 진행과 더불어 고가의 장비와 열손상에 대한 부작용등의 단점을 해결하면 치과영역에서 그 이용이 더욱 보편화 될 것이라고 생각된다.

이상의 연구를 통해 저출력의 CO<sub>2</sub>레이저를 통한 치은절제술시 scalpel을 이용한 방법에 비해 치은 상피의 재생이 늦어짐을 알수 있었으나, 본 연구에서는 scalpel을 이용한 외과적 치은절제술을 대조군으로 설정하지 않고, 기존의 연구를 바탕으로 하였으므로, 이들 비교분석시 주의를 기울일 필요가 있다. 또한 4watts, 6watts에서의 치은 치유 비교시 술후 2, 3일까지는 염증세포 침윤 지역의 크기, 육아조직의 크기만이 차이가 나타났으나, 그 외의 조직 표본에서는 차이를 관찰할 수 없었는데, 이는 두개의 출력에 따른 열손상 정도의 차이가 미미하였기 때문으로 생각되어지며, 표본의 채취시간 간격이 너무 멀어 채취 시기 사이의 치유효과를 관찰할 수 없었다. 향후의 연구에서 레이저 이용시 출력에 따른

치유과정을 비교하기 위해서는 레이저의 출력을 더욱 다양하게 하고, 표본 채취기간의 간격을 줄여야 할것으로 사료된다.

## V. 결론

CO<sub>2</sub>레이저를 이용한 백서의 치은절제술시의 치유과정과, 레이저의 출력을 달리하였을 때 그 치유과정의 변화를 관찰하기 위하여, 백서의 치은에서 치은절제술 효과를 얻을 수 있는 최소 출력인 4 watts를 조사한 군을 대조군으로, 6 watts를 조사한 부위를 실험군으로 설정한 후 각각 2일, 3일, 1주, 2주, 3주째에 희생시켜 조직학적 관찰을 시행하였다.

1. 대조군과 실험군 모두에서 2일째에서만 작은 크기의 혈병이 관찰되었고, 그 이후에서는 관찰되지 않았다.
2. 염증세포 침윤지역 크기는 대조군과 실험군 모두에서 2일째 가장 컸으며, 그 크기는 시간이 경과될수록 줄어들어 2주째는 거의 소실되었으며, 실험군의 경우 대조군에 비해 2, 3일째까지 크기가 더 컸으나, 1주째부터는 크기의 차이가 관찰되지 않았다.
3. 육아조직은 대조군, 실험군 모두 시간의 경과에 따라 점점 성숙되어, 2주째부터는 거의 정상 치은 결합조직으로 대체되는 소견을 보였고, 3주째에서는 완전한 치유양상을 보였다. 실험군의 경우 대조군보다 3일째까지는 그 크기가 더 컸으나 1주째부터는 크기의 차이가 없었다.
4. 대조군과 실험군 모두에서 치은의 상피화는 2일째에서 시작되는 소견을 보였고, 1주부터 상피돌기와 부분적인 접합상피의 재생이 관찰되었으며, 2주째부터는 구강열구상피의 각화가 시작되어 3주째에는 각화의 완성이 관찰되었다.

## VI. 참고문헌

1. Robicsek, S. : Ueber das Wesen und Entstehen der alveolar pyorrhoe und deren Behandlung., J. Periodontol., 36 : 265, 1965.
2. Ramfjord, S., Engler W.D., and Hiniker JJ. : Healing after simple gingivectomy. J. Periodontol. 34 : 401, 1963.
3. Henning, F. : Healing of gingivectomy wounds in rat : Re-establishment of the epithelial seal. J. Periodontol. 39 : 265, 1968.
4. Persson, P.A. : The healing process in the marginal periodontium after gingivectomy with special regard to the regeneration of epithelium(an experimental study on dog). Odontology. 6:30, 1959.
5. Loe, H. : Chemical gingivectomy. : Effect of Potassium hydroxide on periodontal tissues. Acta. Odontol. Scand. 19 : 517, 1961.
6. Flocken, J.E. : Electrosurgical management of soft tissue and restorative dentistry. Dent. Clin. North. Am. 24 : 147, 1980.
7. Pope, J.W., Gargiulo, A.W., Staffileno, H. and Levy, S. : Effects of electrosurgery on wound healing in dogs. J. Periodontics. 6:30, 1968.
8. Einstein, A., Zur Quantum. Theorie der strahlung physikalische. Zeitschrift. 18:121-28, 1917.
9. Maiman, T.H. : Stimulated optical radiation in ruby. Nature. 187 : 493, 1960.
10. Javan, A., Bennett, W.R., Herriott, D.R. : Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing a HeNe mixture. Physiol. Rev. 6 : 106, 1961.
11. Patel, CKN. McFarlane, RA. Faust, WL. Selective excitation through vibrational energy transfer and optical maser action in N<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>. Physiol. Rev. 13 : 617, 1964.
12. Geusic, J.E., Marcos, HW. Van uitert, LG. Laser oscillations in Nd-doped yttrium aluminium, yttrium gallium, and gadolinium garnets. Appl. Phys. lett. 4 : 182, 1964.
13. Pick, R.M., Miserendino, L.J., : Laser in dentistry. Quintessence publishing. 1995.
14. McGuff, P.E. : Surgical applications of laser. Charles C. thomas, spring field. 1966.
15. Stern, R.H., Sognnaes, R.F., : Laser beam effect on dental hard tissue. J. Dent. Res. 43 : 873, 1964.
16. Hall, RR. The healing of tissue by a carbon dioxide laser. Br. J. Surg. 58 : 222, 1971.
17. Fisher, S.E., Frame, J.W., : The effect of the CO<sub>2</sub> surgical laser on oral tissue.Br. J. Oral Maxillofac. Surg. 22:414-25, 1984.
18. Pick, R.M., Pecaro, B.C., Silberman, C.J. : The laser gingivectomy. J. periodontol. 56:492, 1985.
19. Robert, B., Shira., A : comparison of carbon dioxide laser, liquid nitrogen cryosurgery and scalpel wounds in healing. Oral surg. Oral med. Oral path. 69:269-73, 1990.
20. Pick, RM., Colvard, MD. : Current status of lasers in soft tissue dental surgery. J. Periodontol. 64 : 589, 1993.
21. Mester, E., Mester, A. : The biomedical effects of laser application. Laser in



- surgery and Medicine, 5 : 31, 1985.
22. Jans, Kana, Diether Haina : Effect of Low power density laser radiation on healing of open skin wounds in rats, Arch Surg, 116 : 293, 1981.
23. 김기석 등. 저출력 레이저광선이 백서 연조직 창상치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한 구강내과 학회지. 10 : 91-104, 1985.
24. Goldman, L., Horby, P., Goldman, B., Meyer, R. : Impact of the laser beam on dental caries. Nature, 203 : 417 1964.
25. Myers, T.D., Myers, W.D. : The use of a laser for debridement of incipient caries, J. Prostho. Dent, 53:776, 1985.
26. Carruth, J.A., McKenzie A.L. : The production of surgical laser lesions. Medical lasers : Science and clinical practice, 51, 1986.
27. Pick, R.M., Powell, G.L. Lasers in dentistry. Dent. Clin. North, Am, 37:281, 1993.
28. Harris, D.M. Werkhaven, J.A. : Biophysics and applications of medical lasers. Adv. Otolaryngol. Head Neck Surg. 3:91, 1989.
29. Listgarten, M.A. : Similarity of epithelial relationships in the gingiva of rat and man, J. periodontol, 46 : 677, 1975.
30. Page, R.C. Schroeder, H.E. : Periodontitis in man and other animals, Karger, 1982.
31. Watanabe, Y., Suzuki, S. : An experimental study in capillary vascularization in the periodontal tissue following gingivectomy or flap operation, J. Dent. Res, 42:758, 1963.
32. Stanton, G., Levy, M. stahl, S. : Collagen restoration in healing human gingiva, J. Dent. Res, 48 : 27, 1969.
33. 김옥수, 정현주. 백서에서 pulsed Nd:YAG laser에 의한 치은절제술후의 치유양상. 대한 치주과 학회지. 26:293-308, 1996.
34. Stahl, SS. : Soft tissue healing following experimental gingival wound in femalerats of various ages. Periodontics, 1:142, 1963.
35. Slutzki, S., Raphael, M.B., Bornstein, L.A. Use of the carbon dioxide laser for largeexcision with minimal bone loss. Plastic & Recons. Surg, 60 : 250, 1977.
36. Kaminer, R. Liebow, C. Margaron, JE. Zambon, J.J. : Bacteremia following laser and conventional surgery in hamsters. J. Oral Maxillofac. Surg, 48:45-48, 1986.
37. 송원석, 채중규, 조규성, 김종관. : 백서에서 CO<sub>2</sub>레이저를 이용한 치은 절제술 후 Aloe vera가 치유과정에 미치는 영향. 대한 치주과 학회지. 24:283-302, 1994.
38. Stahl, S.S. Witkin, G.J. Cantor, M. Brown, R. : Gingival healing II. Clinical and histologic repair sequence following gingvectomy. J. Periodontol, 39:109-18, 1968.
39. Pecaro, B.C., Garehime, W.J. : The CO<sub>2</sub> laser in oral and maxillofacial surgery, J Oral Maxillofac. Surg, 41 : 725., 1983.
40. McCullom, Y.A. : A histologic study of oral wounds created by the Nd:YAG laser, scalpel, and electrosurgery. Chicago: Northwestern Univ. 1990.
41. Zweig, A.D., Meierhofer, B., muller, O.M, Mischler, C, Romano, V., Frenz, M., Weber, H.P. : Lateral thermal damage along pulsed laser incisions. Laser in surgery and Medicine, 10:262, 1990.
42. Pogrel, M.A., McCracken, K.J, Daniels, T.E. : Histologic evaluation of the width of soft tissue necrosis adjacent to carbon dioxide laser incisions. Oral surg. Oral

## 사진부도 설명

- 그림 1 Control group, 2 days post-operatively(H-E×10)  
Blood clot, inflammation zone, and granulation tissue are seen on the wound surface. Gingival migration toward the wound site is also observed.
- 그림 2 Experimental group, 2 days post-operatively(H-E×10)  
Inflammation zone and granulation tissue are seen on the wound surface, and its size appears to be larger than that of the control group. There is gingival migration toward the wound site.
- 그림 3 Control group, 3 days post-operatively(H-E×10)  
Epithelialization is in process. The sizes of inflammation zone and granulation tissue have decreased, and there are less inflammatory cells in the granulation tissue.
- 그림 4 Experimental group, 3 days post-operatively(H-E×10)  
Epithelialization is in process. The sizes of inflammation zone and granulation tissue have decreased, but still, they are larger than those of the control group.
- 그림 5 Control group, 1 week post-operatively(H-E x 10)  
The inflammation zone shows a significant decrease in size. Granulation tissue shows maturation: newly formed fibroblasts are increased, and inflammatory cells are decreased. Partial formation of junctional epithelium along with rete peg formation is observed.
- 그림 6 Control group, 1 week post-operatively(H-E×66)  
Partial formation of junctional epithelium and rete peg formation are seen.
- 그림 7 Experimental group, 1 week post-operatively(H-E×10)  
The inflammation zone shows a significant decrease in size, and granulation tissue shows maturing patterns. Differing from the specimens of second and third days, there are no differences in the sizes of inflammation zone and granulation tissue between the two groups. Partial formation of junctional epithelium and rete peg formation are seen.
- 그림 8 Experimental group, 1 week post-operatively(H-E×66)  
Partial formation of junctional epithelium and rete peg formation are seen.
- 그림 9 Control group, 2 weeks post-operatively(H-E×10)  
Inflammation zone has almost disappeared, and matured granulation tissue is seen. There are more formations of junctional epithelium, and keratinization of oral sulcular epithelium has begun.
- 그림 10 Control group, 2 weeks post-operatively(H-E×66)  
Formation of junctional epithelium and initiation of keratinization of oral sulcular epithelium are seen.
- 그림 11 Experimental group, 2 weeks post-operatively(H-E×10)

Inflammation zone has almost disappeared, and matured granulation tissue is seen. Junctional epithelium is formed, and oral sulcular epithelium has begun the process of keratinization. There is no significant difference from the control group.

그림 12 Experimental group, 2 weeks post-operatively (H-E×66)

Junctional epithelium is formed, and oral sulcular epithelium has begun the process of keratinization.

그림 13 Control group, 3 weeks post-operatively(H-E×10)

Graunlation tissue has become more matured, and shows connective tissue patterns of normal gingiva. Keratinization of oral sulcular epithelium is completed.

그림 14 Control group, 3 weeks post-operatively(H-E×66)

Keratinization of oral sulcular epithelium is completed.

그림 15 Experimental group, 3 weeks post-operatively(H-E×10)

Graunlation tissue has become more matured, and shows connective tissue patterns of normal gingiva. Keratinization of oral sulcular epithelium is completed. There is no significant difference from the control group.

그림 16 Experimental group, 3 weeks post-operatively(H-E×66)

Keratinization of oral sulcular epithelium is completed.

## ABBREVIATIONS

A : artifact	JC : Junctional epithelium
BC : Blood clot	K : Keratinization layer
CT : Connective tissue	M : Epithelial migration
Ep : Epithelium	R : Rete peg
G : Granulation tissue	SC : Oral sulcular epithelium
I : Inflammation zone	

## 사진부도( 1 )



사진부도 1 대조군 2일째 소견(H-E×10)



사진부도 2 실험군 2일째 소견(H-E×10)



사진부도 3 대조군 3일째 소견 (H-E×10)

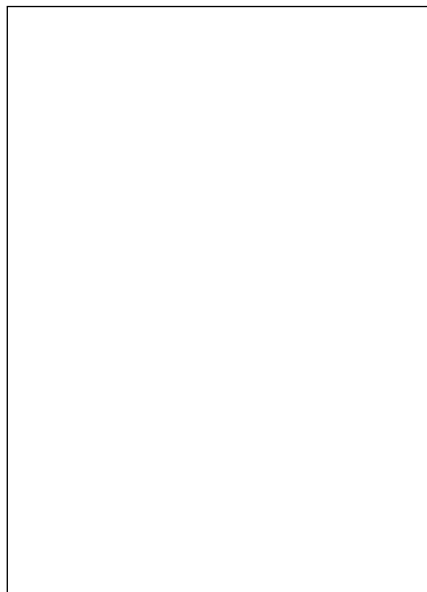


사진부도 4 실험군 3일째 소견(H-E×10)

## 사진부도( Ⅱ )



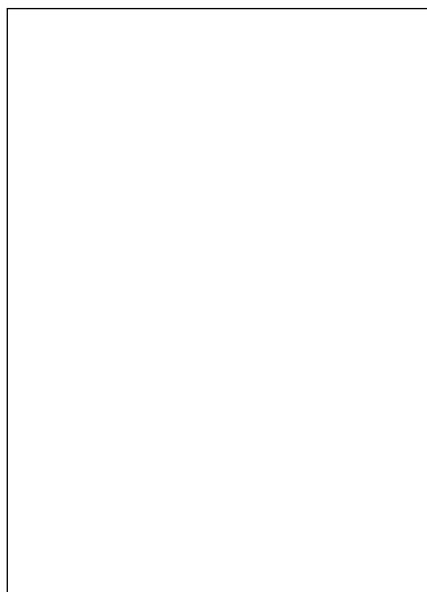
사진부도 5 대조군 1주째 소견(H-E×10)



사진부도 6 대조군 1주째 소견(H-E×66)

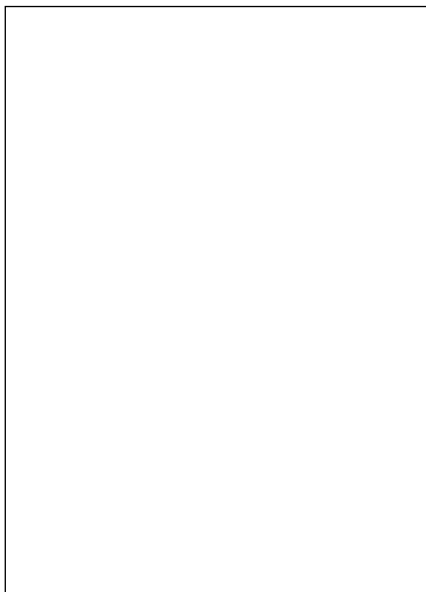


사진부도 7 실험군 1주째 소견(H-E×10)

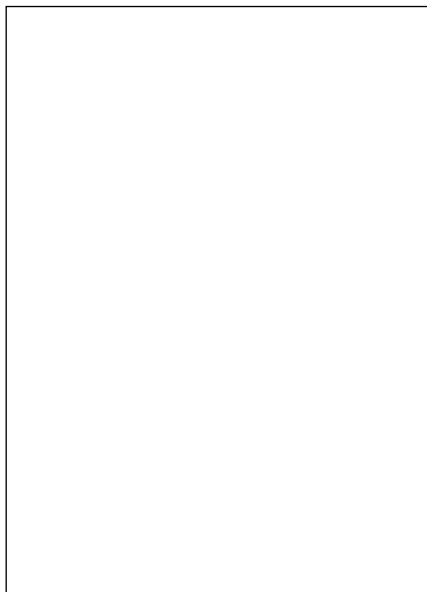


사진부도 8 실험군 1주째 소견(H-E×66)

## 사진부도(Ⅳ)



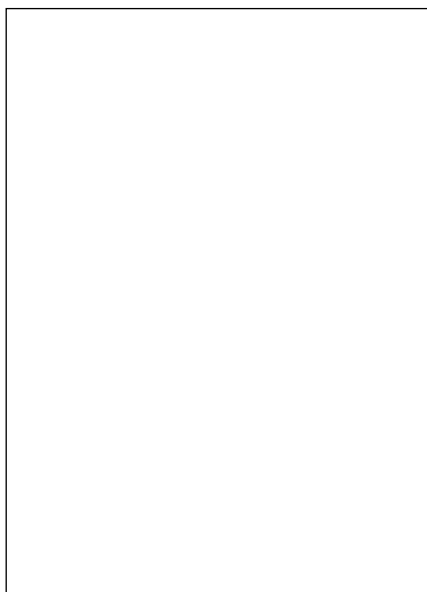
사진부도 9 대조군 2주째 소견(H-E×10)



사진부도 10 대조군 2주째 소견(H-E×66)

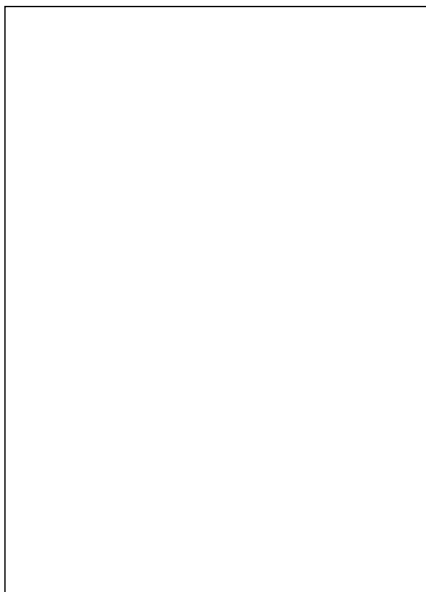


사진부도 11 실험군 2주째 소견(H-E×10)

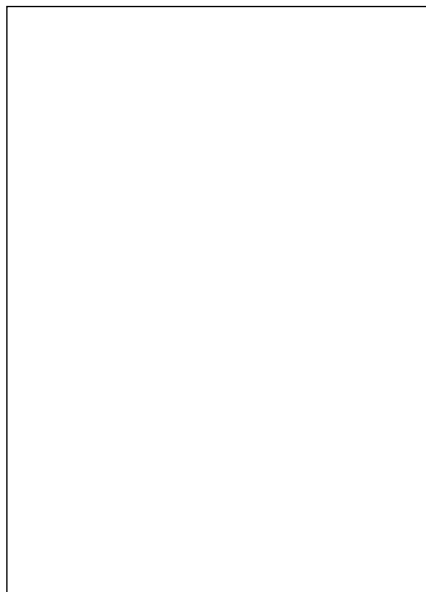


사진부도 12 실험군 2주째 소견(H-E×66)

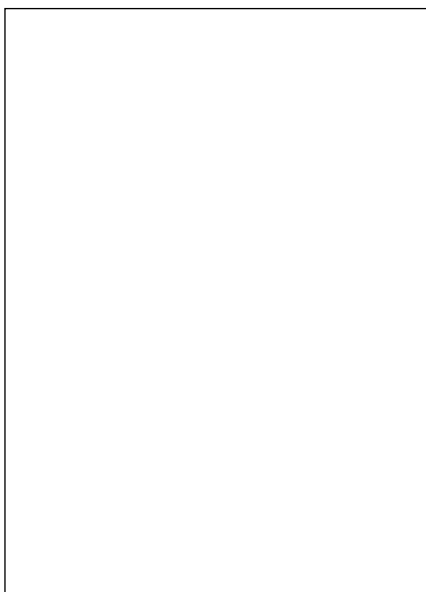
## 사진부도( V )



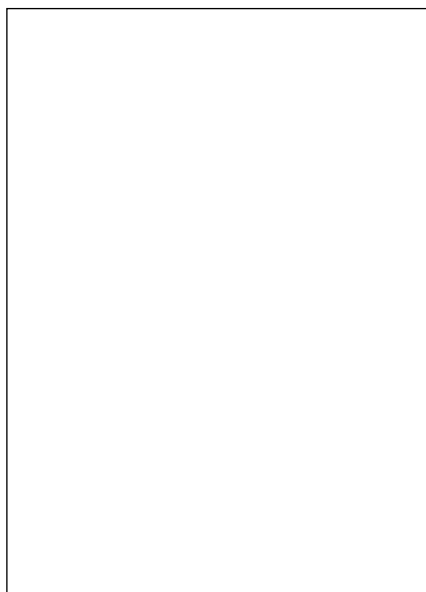
사진부도 13 대조군 3주째 소견(H-E×10)



사진부도 14 대조군 3주째 소견(H-E×66)



사진부도 15 실험군 3주째 소견 (H-E×10)



사진부도 16 실험군 3주째 소견 (H-E×66)

## **A Comparative Study of Initial Healing Process in White Rats after Gingivectomy using CO<sub>2</sub> Laser of different watts**

Kyoo-Sung Cho, Sung-Jae Hong, Seong-Ho Choi, Jung-Kiu Chai, Chong-Kwan Kim  
Dept. of Periodontology, College of Dentistry, Yonsei University.  
Research Institute for Periodontal Regeneration

The use of laser in the treatment of soft tissue minimizes hemorrhage, provides better view of the operating field, and thereby minimizes operating time. Also, there

will be far less post-operative swelling, pain and scar formation, and sterilizing effect are shown in some portions of the wound site. All these advantages of laser therapy contribute to its widespread use in the field of medicine and dentistry. Regarding such facts, we used CO<sub>2</sub> laser of different watts in gingivectomy for white rats to compare initial healing process. For the control group, the least amount of output in performing gingivectomy(4watts) was offered, and for the experimental group, 6watts was given. Animals were sacrificed on the second, third days, 1 weeks, 2 weeks, and 3 weeks after operation, and their specimens were histologically analyzed.

The following results were obtained:

1. Blood clot of small size was observed in both the control and experimental groups after two days, and no more thereafter.
2. In both the control and experimental groups, the inflammation zone size was the greatest after two days, and it decreased gradually to become almost invisible by the second week. The experimental group showed larger size of inflammation zone during second and third days; however, there was no difference after one week.
3. Granulation tissue in both the control and experimental groups showed gradual maturation with time, and by the second week, it was almost replaced by normal connective tissue. By the third week, complete healing pattern was observed. The experimental group showed larger granulation tissue than the control group until the third day, but there was no significant difference after one week.
4. In both the control and experimental groups, gingival epithelialization began on the second day. After one week, regeneration of rete peg and partial formation of junctional epithelium were observed; by the second week, keratinization of oral sulcular epithelium began, and it was completed by the third week.

---

Key words: gingivectomy, CO<sub>2</sub> laser, blood clot, inflammation zone, granulation tissue, junctional epithelium, oral sulcular epithelium.



## CO<sub>2</sub>레이저를 이용한 백서의 치은절제술시 출력에 따른 초기 치유과정의 비교

레이저를 이용한 연조직 수술은 출혈이 없어 시야를 좋게 하고 시술시간이 단축되며, 술후 종창이 최소화 되고, 통증의 감소와 최소화된 반흔 형성, 그리고 레이저가 조사되는 일부 부위의 멸균효과등의 장점이 있어 최근에 의학분야 및 치의학분야에서 많이 사용되는 추세에 있다. 이에 본 연구에서는 CO<sub>2</sub>레이저를 이용한 백서의 치은절제술시의 치유과정과 레이저 출력을 달리 하였을때의 치유과정을 관찰하기 위해, 백서의 상악전치의 치은조직에서 치은절제술 효과를 얻을 수 있는 최소 출력인 4watts를 이용한 부위를 대조군으로, 6watts를 이용한 부위를 실험군으로 하여, 술후 2일, 3일, 1주, 2주, 3주후에 각각 실험동물을 희생시켜 치유결과를 조직학적으로 비교 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대조군과 실험군 모두에서 2일째에서만 작은 크기의 혈병이 관찰되었고, 그 이후에서는 관찰되지 않았다.
2. 염증세포 침윤지역 크기는 대조군과 실험군 모두에서 2일째 가장 컸으며, 그 크기는 시간이 경과될수록 줄어들어 2주째는 거의 소실되었으며, 실험군의 경우 대조군에 비해 2, 3일째까지 크기가 더 컸으나, 1주째부터는 크기의 차이가 관찰되지 않았다.
3. 육아조직은 대조군, 실험군 모두 시간의 경과에 따라 점점 성숙되어, 2주째부터는 거의 정상 치은 결합조직으로 대체되는 소견을 보였고, 3주째에서는 완전한 치유양상을 보였다. 실험군의 경우 대조군보다 3일째까지는 그 크기가 더 컸으나 1주째부터는 크기의 차이가 없었다.
4. 대조군과 실험군 모두에서 치은의 상피화는 2일째에서 시작되는 소견을 보였고, 1주 부터 상피돌기와 부분적인 접합상피의 재생이 관찰되었으며, 2주째부터는 구강열구상피의 각화가 시작되어 3주째에는 각화의 완성이 관찰되었다.

---

핵심되는 말 : 치은절제술, CO<sub>2</sub>레이저, 혈병, 염증세포, 육아조직, 접합상피, 구강열구상피.