

백서에서 Pulsed Nd : YAG Laser에 의한 치은절제술후의 치유양상

김옥수 · 정현주

전남대학교 치과대학 치주과학교실

I. 서 론

현재 레이저는 의학 및 치의학계에 널리 적용되며 특히 안과, 외과, 피부과, 치과영역의 치료에서 레이저(LASER, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)는 현대적인 첨단 기술로 받아들여지고 있다. 1960년 Maiman¹⁾이 루비막대를 이용해 빛의 스펙트럼 중 가시영역내에서 자극된 빛의 방출을 발견하여 최초로 레이저 광선을 만들었으며 1961년 Javan²⁾은 가스 레이저와 연속 작동 레이저를, 1964년 Patel³⁾은 CO₂ 레이저를, 1964년 Geusic⁴⁾은 Nd : YAG 레이저를 개발하였다.

현재 연조직 사용이 가능한 것으로 FDA공인을 받은 레이저는 CO₂, Nd:YAG, Ho:YAG, Argon 레이저이며, 특히 Argon 레이저는 광중합 수복물질의 중합에도 이용된다.⁵⁻⁷⁾ 이들 레이저는 유형에 따라 조직 침투와 열적 특성이 다르다. Nd : YAG 레이저는 neodymium : yttrium - aluminum - garnet를 일컬으며 yttrium - aluminum - garnet crystal에 neodymium으로 도프 칠(dope)한 것이다. 이 레이저는 1,064nm 파장의 적외선이며 육안으로 관찰되지 않는다. 그래서 대부분은 조준을 위해 적색의 Helium - Neon 레이저를 이용한

다. 또한 Nd:YAG 레이저는 특성상 비이온화 광선이며 돌연변이를 일으키지 않는다고 알려져 있다.⁸⁾ 초기 Nd : YAG 레이저는 매우 높은 평균 출력을 가지고 있었으며 위장관 출혈을 조절하기 위해 이용되었다.⁹⁾ Nd : YAG 레이저는 착색된 조직에 친화성이 있으며 조직내에서 다양한 광학적 산란(optical scattering) 및 침투와 최소의 흡수를 보이며 반사가 되지 않는다. Nd : YAG 레이저는 파장의 연속성에 따라 펄스형과 연속파장형이 있는데 3-5 Watts의 펄스형은 구강 연조직에서 150mm 깊이의 응고층을, 40 Watts의 연속파장형은 수 mm 깊이의 응고층을 갖는다.¹⁰⁾ 치과용으로는 펄스형이 주로 이용된다.¹¹⁾ CO₂ 레이저는 산란이 거의 없어 대부분이 조직표면에서 완전히 흡수되고 단지 미소한 깊이에만 침투된다. CO₂ 레이저는 색조에 관계없이 수분을 많이 함유한 조직에 친화성이 높고 Argon 레이저는 혈액성분과 착색된 조직에 친화성이 있으며 Nd : YAG 레이저는 어두운 조직의 단백질 구조물에 친화성이 있다.¹²⁾

치과 분야에서 레이저는 연조직 제거¹³⁾, 지혈 및 혈액 응고, 양성 및 악성 종양의 제거¹⁴⁾, 백반증, 아프타성 궤양, 포진성 병소, 인공매식치의 노출, 육아조직의 제거, 소대절제술, 임상치관 연장술, 지각과민치의 처치, 치은정형술

등의 다양한 분야에 적용된다. 또한 혈우병, 특발성 자반병, Sturge-Weber disease와 같은 혈액 질환자에서 구강내 병소의 치료에도 효과적이다.^{15~18)}

치은절제술은 증식된 치은의 절제나 임상치관 연장술 등에 많이 이용되고 있다. 치은절제술은 외과적으로 형성된 창상의 특성 때문에 조절하기 힘든 출혈을 야기할 수 있으며, 술후 불편감 및 수술시 감염의 가능성도 있다. 반면 레이저는 거의 완전히 건조하며 무혈적인 수술시야를 제공할 수 있으며, 시술 후 최소의 부종 및 반흔을 보이며 기계적 외상과 술후 통증이 감소되거나 거의 없다는 것이 장점이다.^{7, 12, 16)} 그외에도 펄스형 레이저는 펄스 지속 시간이 신경 활동전위를 일으키는데 요구되는 시간보다 짧아서 국소마취가 필요없는 경우도 있다. 또한 접촉 소식자가 고온에 도달하여 수술과정중 무균적 환경을 제공할 수 있다. Kaminer¹⁹⁾은 hamster에서 레이저 치료와 통상적 수술 후 균혈증 상태를 비교한 결과, scalpel과 전기수술 후에는 심한 균혈증을 보였으나 레이저수술 후 균혈증이 없었다고 하였다.

Nd : YAG 레이저에 의한 창상 치유과정에 대해 Petrungaro²⁰⁾, McCullom²¹⁾은 beagle dog의 구강점막에 pulsed Nd : YAG 레이저 적용시 레이저 창상이 scalpel 창상보다 2-4일 늦게 치유됨을 보여 주었다. Abergel²²⁾과 Kana와 Hutschenreiter²³⁾의 in vitro 실험에서 레이저 적용 후 교원질 합성이 증진되었으며, Romanos²⁴⁾은 쥐의 피부에 scalpel과 Nd : YAG 레이저의 저에너지 수준(low energy level, 1.75 Watts, 20 pps), 고에너지 수준(high energy level, 3.0 Watts, 30 pps)을 이용하여 절개 후 치유과정 비교시 scalpel과 저에너지를 이용한 경우가 유사한 치유양상을 보여주었고 저에너지군에서 반흔과 수축, 그리고 착색이 최소로 나타났다. 이와 같이 피부나 구강점막에서 Nd : YAG 레이저를 이용한 연구는 다수 보고되

어 있으나 치은에서의 시술 후 조직학적 치유양상에 대한 연구는 매우 드문 상태이다.

따라서 본 연구에서는 백서에서 scalpel과 pulsed Nd : YAG 레이저를 이용하여 치은절제술을 시행한 후 이들의 치유과정을 조직학적으로 비교 관찰하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

실험동물로는 생후 3개월된 체중 150-250 gm의 건강한 Sprague-Dawley rats 20마리를 이용 하였으며, pulsed Nd : YAG 레이저를 이용한 부위를 실험군, scalpel을 이용한 부위를 대조군으로 설정했다.

2. 치은절제술의 시행

Xylazine(렘폰, 한국바이엘 20g/ml) 0.2ml와 염산케타민(케타라, 유한양행 100mg/ml) 0.8ml를 1cc 시린지에 준비하여 쥐 몸무게 100gm당 0.1cc씩 복강내로 주사하여 전신마취하였다. 각 백서의 상악 좌측 제1대구치의 협측 치은에는 No. 12 scalpel을 이용하여, 상악 우측 제1대구치의 협측 치은에는 pulsed Nd : YAG 레이저(SUNRISE Technologies, U.S.A., 1.5 Watts, 10 pps)를 이용하여 치은절제술을 시행하였다. Scalpel을 이용한 치은절제술은 치은변연으로부터 약 1.5mm 떨어진 부위에서 치아장축에 75° 경사로 약 1mm 두께의 치은을 절제하였으며 접합상피를 제거하기 위해 큐렛(HU-FRIEDY IMMUNITY, U.S.A., mini-five No.13/14)을 이용하여 노출된 치근면을 평활하게 하였다. Pulsed Nd : YAG 레이저를 이용한 치은절제술은 쓸어내리는 동작(sweeping motion)을 20회 반복하여 20초 동안 치아로부터 약 1mm 두께의 치은을 제거하였다.

3. 조직학적 관찰

실험 후 1, 2, 3, 5, 7, 11, 14일에 백서를 각각 희생하여 좌, 우측 상악 제1대구치의 근원심 부위에서 제1대구치와 치은조직을 보호하면서 골을 포함하여 조직표본을 얻었다. 조직표본을 4% glutaraldehyde 용액에 12시간 고정한 후 0.1 M cacodylate buffered solution(pH 7.4)로 세척하였으며 0.1 M EDTA(pH 7.4)로 20일 동안 탈회 후 다시 세척하고 2% osmium tetroxide로 2시간 후고정한 다음 30-100% 에탄올로 탈수하여 epon에 포매하였다. Ultramicrotome을 이용하여 협설면 방향으로 2 μ m 두께의 semithin section을 취하여 toluidine blue로 염색 후 검경하였다. 검경시에는 염증 상태, 상피화의 진행 상태, 신생 결합조직의 형성상태 등을 광학현미경(Olympus Vanox-S, Japan)으로 관찰하였다.

Ⅲ. 성 적

1. 육안적 소견

대조군에서는 수술 1일에 창상표면이 혈병으로 덮여 있었다. 2일부터 창상 크기가 줄어들었으며, 3일에는 창상 크기가 많이 줄었으나 아직 발적상태가 남아 있었고 조직이 얇았다. 5일 이후에는 육안적으로 정상적인 치은의 모습을 보였다.

실험군에서는 수술 1일에는 창상 표면에 누런 위막과 붉은 혈병이 존재하였다. 3일까지 창상 표면에 누런 위막이 덮고 있었으며 창상 크기가 감소되기 시작했다. 5일에는 창상이 거의 치유되었으나 조직의 잔사가 관찰되었고 7일 이후로는 육안적으로 정상적 치은의 형태를 보였다.

2. 광학현미경 소견

(1) 정상소견

구강상피와 열구상피가 각화되어 있었으며

접합상피는 열구상피의 안쪽으로 치아장축에 평행하게 배열된 납작하고 비각화 중층세포로 구성되어 있다. 접합상피의 기저부는 보통 백악법랑경계부나 그 근처에 위치되어 있었다. 열구상피와 접합상피 경계부 직하방 결합조직 내에 염증세포가 관찰되었다(Fig. 1).

(2) 대조군

광학현미경상 수술 1일에는 혈병으로 창상 표면이 덮여 있으며 창상 하방에는 염증세포 침윤이 심하였다(Fig. 2). 2일에는 잔존해 있던 각화성 구강 상피로부터 상피가 혈병과 염증 세포 사이로 이동하기 시작하였고 구강상피 하방조직에 염증세포 침윤과 육아조직이 존재하였다(Fig. 4). 3일에는 결합 조직 상방에 계속되는 상피의 이동과 함께 구강상피의 돌기와 열구상피가 형성되었다(Fig. 6). 5일에는 구강상피의 각화와 치은변연의 형성이 관찰되었으며, 열구상피가 8-12열의 세포 두께를 가지고 있었고 그 표면에 각화층이 관찰되었다. 또한 이 부위 내면에 평행하게 새로 분화되는 접합상피의 세포가 법랑질에 근접하여 형성되어 있었다. 결합조직의 치유상이 관찰되었으나 섬유배열이 규칙적이지 않았으며 약간의 염증세포가 관찰되었다(Fig. 8). 7일에는 열구의 형성과 열구상피의 각화가 관찰되었으며 구강상피의 두께가 증가하였고, 결합조직은 섬유의 배열이 어느 정도 규칙적이었고 열구상피 및 접합상피의 직하방에 염증세포가 관찰되었다(Fig. 10). 11일에는 접합상피의 형성 및 부착이 관찰되었으며 결합조직은 정상과 거의 유사한 치유양상을 보였다(Fig. 12). 14일에는 새로운 접합상피의 기저부가 치근면의 백악법랑경계부와 인접 백악질에 부착하였고 결합조직은 완전한 치유양상을 보였다(Fig. 14).

(3) 실험군

광학현미경 관찰시, 수술 1일에는 창상표면에 혈병과 염증세포가 관찰되었다. 창상 직하부에는 염증세포 침윤상이 관찰되었으며 결합조직은 세포성이 떨어지며 공포화가 많은 변

성이 관찰되었다(Fig. 3). 2일에는 혈병과 피사조직 사이로 상피가 증식하였으며 결합조직에 염증세포 침윤이 적었고 변성이 계속 존재하였다(Fig. 5). 3일에는 창상변연으로부터 상피가 증식하여 구강상피가 형성되었고 열구상피의 형성이 진행되었으며 결합조직내에는 현저한 염증세포 침윤상이 관찰되었으며 혈관성도 증가하였다(Fig. 7). 5일에는 열구상피의 하방 증식과 함께 접합상피도 형성되기 시작하였고 결합조직의 치유가 관찰되었다. 구강상피의 상피돌기가 관찰되었고 육아조직이 남아 있었다. 또한 상피상방에 조직 잔사가 남아 있는 경우가 자주 발견되었다(Fig. 9). 7일에는 구강상피의 각화와 치은변연의 형성이 관찰되었으며 구강상피의 두께가 증가하였고 각화된 열구상피의 안쪽으로 접합상피가 형성되었다. 결합조직은 섬유배열이 어느 정도 규칙적으로 나타났다(Fig. 11). 11일에는 열구상피의 각화와 새로운 접합상피의 형성 및 상피화가 거의 완료되었으나 접합상피의 두께는 정상에 비해

Table 1. Process of epithelialization in gingivectomized wound

	Control group	Experimental group
day 1	-	-
day 2	I	I
day 3	II	II
day 5	III, IV	II
day 7	IV, V	III, IV, V
day 11	VI	V, VI
day 14	VI	VI

- I : Migration of oral epithelium from wound margin
- II : Formation of sulcular epithelium
- III : Keratinization of oral epithelium
- IV : Gingival margin formation. Keratinization of sulcular epithelium
- V : Formation of junctional epithelium
- VI : Complete epithelialization

Table 2. Healing process of gingival connective tissue

	Control group	Experimental group
day 1	II	I, II
day 2	II, III	I, II, III
day 3	II, III, V	I, II, III
day 5	IV, VI	III, IV, V
day 7	IV, VI	IV, VI
day 11	VI	VI
day 14	VI	VI

- I : Vacuole formation and degeneration in CT
- II : Presence of blood clot
- III : Presence of granulation tissue
- IV : Presence of chronic inflammatory cell
- V : Initial connective tissue healing
- VI : Functional orientation of fiber

얇았다. 결합조직내 섬유배열이 거의 정상에 가깝고 섬유가 치밀하였으며 접합상피 직하부에 국한되어 염증세포가 관찰되었다(Fig. 13). 14일에는 상피 및 결합조직이 정상과 유사한 소견을 보였다(Fig. 15).

IV. 총괄 및 고찰

최근 치의학 및 피부과학, 안과학 분야에서 레이저에 대한 관심이 고조되고 있으며 치과 분야에서는 Nd : YAG, CO₂, Argon, Ho : YAG 레이저 등이 이용되고 있다. 이 중 Nd : YAG 레이저는 착색된 조직에서 고도로 흡수되어 이 레이저 사용시 어두운 색이거나 적색의 조직이 쉽게 절단되며, 부위가 넓고 두꺼우며 밝은 조직일수록 제거하기 힘들다. 또한 작은 크기의 fiber를 가지므로 Nd : YAG 레이저를 치은 소파술에 추천하기도 한다.¹²⁾ 그러나 발거치아의 치근면에 레이저 처치 후 검게 타거나(char) 함물 및 백악질 용융 등의 표면 변형이 초래되었고 레이저 tracking시 치근면에

대한 섬유아세포 부착도가 저하되었다.^{25~27)} 최근 특정 Nd : YAG 레이저는 coated sapphire tip을 이용하고 공기와 물에 의해 냉각을 병행한 경우 스케일러 사용시보다 더 치근면에 해를 가하지 않는 것으로 소개되었다.^{10, 27)} Nd : YAG 레이저는 구강내의 양성 및 악성 종양, 백반증과 같은 다양한 병소 치료에 이용되고 있다.^{28~30)} 최근에는 켈로이드 치료에 이용되기도 하는데 Nd : YAG 레이저는 과다한 켈로이드 조직을 완전히 제거하지는 못하나 조직을 편평화하고 연화하였다.³¹⁾

본 연구에서는 레이저에 의한 치은절제술 후의 치유과정을 scalpel 사용시와 비교 관찰하기 위해 Sprague - Dawley 백서를 이용하였다. 백서에서는 치은열구가 깊지 않다는 점이 인간에서와 유사하지만³²⁾ 열구상피가 각화되어 있으며 접합상피 세포가 발달된 막성 구조물을 가지나 각화상피로 분화되어 있지 않았다.³³⁾ 본 연구의 예비실험에서 1.0 Watt부터 3.5 Watts까지의 출력을 0.5 Watt 단위로 각각 치은에 조사한 결과 에너지가 너무 낮은 경우 치은 절제효과가 없었고 에너지가 높은 경우는 주위조직 괴사 및 하방의 골조직까지 손상이 있었다. 주위조직의 손상을 최소로 하며 치은 절제효과를 얻을 수 있는 레이저 에너지로서 1.5 Watts 수준을 본 연구에 이용하였다. 또한 저에너지의 레이저로 조직 절제시 조직이 fiber에 달라붙기 때문에 tip에 조직 침착을 막기 위해 쓸어내리는 동작을 이용해야 하므로¹¹⁾ 이 동작을 20회 정도 반복하여 약 20초 동안 조직을 제거하였다.

백서의 치은을 절제한 본 연구에서 레이저를 이용한 치은절제술 후 치유 양상이 beagle dog의 구강점막을 이용한 Northwestern University의 연구²¹⁾에서와 같이 scalpel로 시술한 경우에 비해 약간 지연되는 경향이 있었다.

1주에는 표면의 상피화가 완전히 이루어졌으며 조직내의 깊은 부위에서는 혈관들이 모여 있었으나 2주에는 완전한 치유상을 보였다

(Table 1). Pulsed Nd:YAG 레이저를 이용한 치은절제술 후 창상변연부 구강상피로부터의 유주가 2일부터 시작됨을 보여주었고, 5일에는 열구상피로부터 증식되어 접합상피가 형성되었고, 7일에는 치은변연의 형성과 열구상피의 각화가 이루어졌다. 이런 분화 양상은 쥐^{34, 35)}와 원숭이³⁶⁾의 치은절제술 후 치유양상 및 인간^{37, 38)}의 진피 창상의 치유양상과 유사하였다. 11일에는 접합상피의 형성과 부착이 이루어지고 있었으며, 14일에는 정상 치은 조직과 동일한 상피부착이 이루어져 있었다. 따라서 pulsed Nd:YAG 레이저를 이용한 치은절제술 후 상피화 과정은 scalpel을 이용한 치은절제술과 거의 유사하였음이 관찰되었다.

그러나 결합조직에서는 초기 치유과정 중 약간의 차이점이 있었다(Table 2). 레이저를 이용한 경우, 결합조직의 세포성 저하, 많은 공포 및 교원질의 변성이 관찰되었고 창상부에서의 염증세포 침윤이 더 적었다. 이는 hamster의 치아, 치수, 구강점막에 레이저 적용 후 구강점막내의 결합조직의 변성을 보인 Taylor등³⁹⁾의 관찰과 유사하였다. 레이저 처치시 결합조직의 변성의 결과로 결합조직의 치유과정이 scalpel 이용시보다 2일 늦게 시작되었다. 이는 레이저를 조직에 조사시 레이저광이 열에너지로 바뀌어 조직 절개 및 제거가 일어나는데 이때 발생하는 열이 주위조직에 열손상을 주었기 때문으로 추정된다. 레이저 처치시 물과 공기로 냉각하여 열발생을 줄였다면 본 연구에서 관찰된 초기 치유과정 중의 결합조직 변성이 경감되어 다른 소견을 보였을 것이다. 향후 물과 공기를 이용한 냉각을 병행하여 레이저를 적용한 연구가 필요하리라 사료된다.

그외에도 레이저의 유형이 이러한 조직소견에 영향을 줄 수 있다고 추정되는데, Rossmann 등⁴⁰⁾에 의하면 CO₂ 레이저는 연조직을 절개하고 응고시키는 능력 때문에 매우 간편하며 이는 광선이 하부층으로의 열전도 없이 최외층의

수분에 의해 빠르게 흡수되는 반면, Nd : YAG와 Argon 레이저는 좀 더 깊고 착색된 조직에 많이 침투하므로 CO₂ 레이저는 탈상피화에 매우 유용하나 Nd : YAG 레이저는 탈상피화 목적으로는 유용하지 못하다고 주장했다. 반면에 Zweig등⁴¹⁾은 쥐의 피부에 파장형 CO₂ 레이저에 의한 절개시 발생하는 주위조직의 열손상을 보고하였다. 레이저 절개부 근처의 열손상의 양은 열전도에 의해 설명될 수 있으며 절개 과정에서 용융된 조직층이 열저장소로 작용한다고 하였다. 송등⁴²⁾의 백서 연구에서도 CO₂ 레이저를 이용한 치은절제술의 경우 통상적인 방법보다 혈병의 흡수, 염증상태, 육아조직의 존재 등에 있어서 더 치유가 지연됨을 보여주었다. 인체내의 연구로 Pecaro와 Garehime⁴³⁾은 40명의 구강내 연조직 병소를 CO₂ 레이저로 제거한 후 합병증이 전혀 없고 술후 출혈이나 동통이 없었으나 치유는 scalpel을 이용한 경우보다 지연되었는데 그 이유를 CO₂ 레이저 조사 후에 생기는 잔존 조직층의 광범위한 응고에 의해 상피화가 저해되기 때문이라 하였다. 따라서 scalpel 이용시 10-14일간의 치유기간에 비해 17-21일의 치유기간이 필요하였지만 시술 즉시 수술부위가 멸균되어 균혈증의 위험이 감소되고 수술시간이 단축되는 이점을 보고했다. Pogrel등⁴⁴⁾은 신체 여러 부위의 생검표본에 CO₂ 레이저를 이용하여 절개 후 주위 조직의 괴사정도를 평가하였는데 상피는 86 μ m, 근육 85 μ m, 소성결합조직 51 μ m, 치밀결합조직 96 μ m, 타액선 41 μ m 폭의 조직괴사가 관찰되었다. 열성괴사의 범위가 조직 내의 수분 함량이 적을수록 크게 나타났다. 또한 전기수술보다 상대적인 괴사의 폭이 더 적어 레이저가 다소 양호하다고 하였다.

한편 잠중전에서의 연조직 재부착을 증진하기 위해 치주수술동안 coaxial CO₂/Nd : YAG 레이저를 이용한 연구에서, 저에너지의 조사는 통상적 치료와 비교시 연조직 부착에 차이가 없었으며 고에너지의 조사에서는 현저히 조직

부착률이 떨어졌고 조직괴사량이 증가하였다.⁴⁵⁾ White등¹³⁾이 Nd:YAG 레이저를 통상의 scalpel과 비교하기 위해 구강내 연조직 수술에 이용한 경우 치주낭 감소, 술후 통증 및 염증, 수술시간에서의 차이는 관찰되지 않았으며, 레이저 치료시 술중 및 술후의 출혈이 더 적었고 마취없이 시술하더라도 통증이 미약했다. 또한 치은절제술후 1개월이 되면 치은열구깊이가 0.5mm 정도 증가하는데 레이저를 사용한 경우 재증식에 의한 열구 깊이 증가량이 적었다.¹³⁾

상기한 바와 같이 레이저 처치시 창상주위 및 하방의 열손상에 대해 보고되고 있으며 현재까지 레이저는 고가의 기구이므로 임상가들이 통상적으로 사용하기에는 어려움이 있다. 반면에 술중 및 술후의 지혈, 술후 통증 및 부종의 감소, 봉합의 불필요, 기계적 외상의 감소 등을 포함한 임상적인 이점도 제시되고 있다. 수술부위가 멸균되므로 균혈증의 위험이 감소될 수 있어, 전신적인 상태가 좋지 않아 출혈과 술후의 감염을 최소화 해야 하는 환자에게 특히 도움이 되며, 출혈의 조절 및 국소 마취의 필요성 감소로 혈액 질환자나 마취를 기피하는 환자에도 효과적일 것이다. 또한 오히려 저출력 레이저(low power density laser)를 사용시 상처치유를 자극한다는 보고들^{22, 23)}이 있으며 열에너지를 국소적으로 증진시켜 암치료에 이용될 수도 있다는 보고⁴⁶⁾가 있어 장차 유망한 시술 장비가 될 것이다. 본 연구에서 pulsed Nd : YAG 레이저를 사용한 치은절제술이 통상적인 scalpel을 사용한 경우에 비해 결합조직의 변성으로 치유가 다소 지연되었지만 2주에는 완전한 치유 양상을 보였다. 따라서 정상조직에 대한 열적손상을 줄이고 정상적인 치유 과정을 따를 수 있는 에너지로 잘 조절해서 사용한다면 임상치관 연장술, 치은절제술 등의 연조직 수술에 유용할 것으로 사료된다. 본 연구는 정상조직에 대해 pulsed Nd : YAG 레이저를 이용한 치은절제술후의 치유과

정을 비교하였는데 앞으로는 염증조직에 대한 처치시 치유양상에 대한 조직학적 평가가 있어야 할 것이며, 아직 적용에 있어 논란의 대상이 되는 경조직에 대해 깊이 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 백서에서 pulsed Nd:YAG 레이저(SUNRISE Technologies, U.S.A., 1.5 Watts, 10 pps)를 이용한 치은절제술(실험군)과 통상적인 scalpel을 이용한 치은절제술(대조군) 후 1-14일 동안의 치유과정을 광학현미경적으로 비교, 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 육안적 소견

대조군에서는 5일 이후에 형태 및 색조에 있어 정상적 소견을 보였고 실험군에서는 7일 이후에 정상적 소견을 나타내었다.

2. 조직학적 소견

- ① 대조군에서 초기 치유과정 중 염증세포의 침윤이 심하였다.
- ② 상피화는 실험군에서 2일부터 시작되어 11-14일에 열구상피와 접합상피의 형성이 완전히 이루어졌고 이는 대조군에서와 거의 유사하였다.
- ③ 결합조직은 실험군에서 초기 치유과정 중 공포 형성 및 변성이 심하였으며 대조군에 비해 치유과정이 2일 정도 지연되었다.
- ④ 2주후에는 두군 모두에서 완전한 치유를 보였다.

이상의 결과로 보아 백서에서 pulsed Nd : YAG 레이저에 의한 치은절제술후의 치유가 scalpel을 이용한 경우에 비해 약간 지연되었지만, 레이저를 이용한 경우 수술 및 수술후의 지혈, 수술 후 통증 및 부종의 감소, 봉합의 불필요,

기계적 외상의 감소를 포함한 임상적인 이점을 고려한다면 치은절제술에 효과적인 시술법으로 이용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. Nature 187 : 493-494, 1960
2. Javan A, Bennett WR, Herriott DR. Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing a HeNe mixture. Physical Rev 6 : 106-110, 1961
3. Patel CKN, McFarlane RA, Faust WL. Selective excitation through vibrational energy transfer and optical maser action in N₂-CO₂. Physiol Rev 13 : 617-619, 1964
4. Geusic JE, Marcos HW, Van Uitert LG. Laser oscillations in Nd-doped yttrium aluminum, yttrium gallium, and gadolinium garnets. Appl Phys Lett 4 : 182, 1964
5. Wigdor HA, Walsh JT, Featherstone JDB, Visuri SR, Fried D, Waldvogel JL. Lasers in dentistry. Lasers Surg Med 16 : 103-133, 1995
6. Fuller TA. The characteristics in operation of surgical lasers. Surg Clin North Am 64 : 843-849, 1984
7. Pick RM, Colvard MD. Current status of lasers in soft tissue dental surgery. J Periodontol 64 : 589-602, 1993
8. Miserendino LJ, Pick RM. Laser in dentistry. Quintessence publishing Co. pp199-216, 1995
9. Kiefhaber P, Nath G, Moritz K. Endoscopic control of massive gastrointestinal hemorrhage by irradiation with high power

- Neodymium : Yag laser. *Prog Surg* 5 : 140-155, 1977
10. Kutasch VK. Lasers in dentistry : Comparing wavelengths. *J Am Dent Assoc* 124 : 49-54, 1993
 11. Pick RM. Using lasers in clinical dental practice. *J Am Dent Assoc* 124 : 37-47, 1993
 12. Pick RM, Powell GL. Lasers in dentistry : Soft tissue procedures. *Dent Clin North Am* 37 : 281-296, 1993
 13. White JM, Goodis HE, Rose CL. Use of the pulsed Nd : YAG laser for intraoral soft tissue surgery. *Lasers Surg Med* 11 : 455-461, 1993
 14. Frame JW. Carbon dioxide laser surgery for benign oral lesions. *Br Dent J* 158 : 125-128, 1985
 15. Pick RM, Pecaro BC, Silberman CJ. The laser gingivectomy : The use of the CO₂ laser for the removal of phenytoin hyperplasia. *J Periodontol* 56 : 492-496, 1985
 16. Pick RM, Pecaro BC. Use of the CO₂ laser in soft tissue dental Surgery. *Lasers Surg Med* 7 : 207-213, 1987
 17. Maillard GF, Geinoz J. Argon laser photocoagulation of various angiomas. *Br J Plast Surg* 38 : 156-162, 1985
 18. Hylton RP. Use of CO₂ laser of gingivectomy in a patient with Sturge-Weber disease complicated by dilantin hyperplasia. *J Oral Maxillofac Surg* 44 : 646-648, 1986
 19. Kaminer R, Liebow C, Margarone JE, Zambon JJ. Bacteremia following laser and conventional surgery in hamsters. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 45-48, 1986
 20. Petrunaro PS. A histologic study of wound repair produced by the carbon dioxide laser in oral mucous membranes of the beagle dog(Thesis). Chicago: Northwestern University, 1989.
 21. McCullom YA. A histologic study of oral wounds created by the Nd:YAG laser, scalpel, and electrosurgery(Thesis). Chicago : Northwestern University, 1990
 22. Abergel RP, Lyons RF, Castel JC, Dwyer RM, Uitto J. Biostimulation of wound healing by lasers: Experimental approaches in animal models and in fibroblast cultures. *J Dermatol Surg Oncol* 13 : 127-133, 1978
 23. Kana JS, Hutschenreiter G. Effect of low-power density laser radiation on healing of open skin wounds in rats. *Arch Surg* 116 : 293-296, 1981
 24. Romanos GE, Pelekanos S, Strub JR. Effects of Nd:YAG laser on wound healing processes: Clinical and immunohistochemical findings in rat skin. *Lasers Surg Med* 16 : 368-379, 1995
 25. Trylovich DJ, Cobb CM, Pippin DJ, Spencer P, Killoy WJ. The effects of the Nd:YAG laser on in vitro fibroblast attachment to endotoxin-treated root surfaces. *J Periodontol* 63 : 626-632, 1992
 26. Spencer P, Trylovich DJ, Cobb CM. Chemical characterization of lased root surfaces using Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy. *J Periodontol* 63 : 633-636, 1992
 27. Morlock BJ, Pippin DJ, Cobb CM, Killoy WJ, Rapley JW. The effect of Nd:YAG laser exposure on root surfaces when used as an adjunct to root planing : An in vitro study. *J Periodontol* 63 : 637-641, 1992
 28. Strong MS, Jako GJ, Polany T, Wallace

- RA. Laser surgery in the aerodigestive tract. *Am J Surg* 126 : 529-533, 1973
29. Colvard MD, Kuo P. Managing aphthous ulcers : Laser treatment applied. *J Am Dent Assoc* 122 : 51-53, 1991
30. Tuffin JR, Carruth JAS. The carbon dioxide surgical laser. *Br Dent J* 149 : 255-258, 1980
31. Abergel RP, Dwyer RM, Meeker CA, Lask G, Kelly AP, Uitto J. Laser treatment of keloids: A clinical trial and in vitro study with Nd:YAG laser. *Lasers Surg Med* 4 : 291-295, 1984
32. Listgarten MA. Similarity of epithelial relationships in the gingiva of rat and man. *J Periodontol* 46 : 677-682, 1975
33. Takata T, Nikai H, Ijuhin N, Okamoto H. Ultrastructure of regenerated junctional epithelium after surgery of the rat molar gingiva. *J Periodontol* 57 : 776-783, 1986
34. Henning FR. Healing of Gingivectomy wounds in the rat: Reestablishment of the epithelial seal. *J Periodontol* 39 : 265-269, 1968
35. Sabag N, Mery C, Garcia M, Vasquez V, Cueto V. Epithelial attachment after gingivectomy in the rat. *J Periodontol* 55 : 135-141, 1983
36. Braga AM, Squier CA. Ultrastructure of regenerating junctional epithelium in the monkey. *J Periodontol* 51 : 386-392, 1980
37. Odland G, Ross R. Human wound repair I : Epidermal regeneration. *J Cell Biol* 39 : 135-151, 1968
38. Krawczyk WS, Wilgram G. Hemidesmosome and desmosome morphogenesis during epidermal wound healing. *J Ultrastruct Res* 45 : 93-101, 1973
39. Taylor R, Shklar G, Roeber F. The effects of laser radiation on teeth, dental pulp, and oral mucosa of experimental animals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 19 : 786-795, 1965
40. Rossman JA, McQuade MJ, Turunen DE. Retardation of epithelial migration in monkeys using a carbon dioxide laser: an animal study. *J Periodontol* 63 : 902-907, 1992
41. Zweig AD, Meierhofer B, Muller OM, Mischler C, Romano V, Frenz M, Weber HP. Lateral thermal damage along pulsed laser incisions. *Lasers Surg Med* 10 : 262-274, 1990
42. 송원석, 채중규, 조규성, 김종관. 백서에서 CO₂ 레이저를 이용한 치은 절제술 후 Aloe Vera가 치유과정에 미치는 영향. *대한치주과학회지* 24 : 283-302, 1994
43. Pecaro BC, Garehime WJ. The CO₂ laser in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 41, : 725-728, 1983
44. Pogrel MA, McCracken KJ, Daniels TE. Histologic evaluation of the width of soft tissue necrosis adjacent to carbon dioxide laser incisions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70 : 564-568, 1990
45. Arcoria CJ, Steele RE, Vitasek BA, Wagner MJ. Effects of coaxial CO₂/Nd:YAG irradiation on periodontal wound healing. *Lasers Surg Med* 12 : 401-409, 1992
46. Panjehpour M, Overholt BF, Milligan AJ, Swaggerty MW, Wilkinson JE, Klebanow ER. Nd:YAG laser induced interstitial hyperthermia using a long frosted contact probe. *Lasers Surg Med* 10 : 16-24, 1990

LEGENDS FOR FIGURES

Fig. 1. Normal gingiva and dentogingival junction in the rat($\times 100$).

Fig. 2. Control group at the 1st day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 300$).

The wound surface was covered by blood clot and inflammatory cells.

Fig. 3. Experimental group at the 1st day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 300$).

The wound surface was covered by blood clot and char. The connective tissue showed the vacuole formation, degenerative change and decrease in cellularity.

Fig. 4. Control group at the 2nd day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

The epithelium began to migrate from remaining oral epithelium in the wound margin. A little coagulum remained on the wound surface and inflammatory cell infiltration and granulation tissue were observed in connective tissue.

Fig. 5. Experimental group at the 2nd day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

Blood clot and necrotic tissue were observed on the wound surface. The epithelium began to migrate from adjacent keratinized oral epithelium. The vacuole formation and degenerative change were observed in connective tissue but inflammatory cell infiltration was scarce compared to the control group.

Fig. 6. Control group at the 3rd day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

Newly formed oral and sulcular epithelia were observed.

Fig. 7. Experimental group at the 3rd day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 300$).

A little necrotic tissue remained on the epithelial surface.

Slightly degenerative change was persistent in loose connective tissue(\Leftarrow)

Fig. 8. Control group at the 5th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

The keratinized process could be observed in newly formed oral and sulcular epithelium(\Leftarrow), and the gingival margin and junctional epithelium were formed. The rete peg was formed in oral epithelium.

Fig. 9. Experimental group at the 5th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 300$).

The genesis of new junctional epithelium that appeared internally to stratum corneum of the sulcular epithelium was evident. The gingival margin formed partly. The cells and fibers of underlying connective tissue increased but inflammatory state and granulation tissue were persistent.

Fig. 10. Control group at the 7th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

The significant keratinization of sulcular epithelium, increased gingival thickness, newly formed rete peg of oral epithelium were observed.

Fig. 11. Experimental group at the 7th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

The keratinization of sulcular epithelium, formation of the gingival margin and junctional epithelium, and functionally oriented fiber in connective tissue were observed.

Fig. 12. Control group at the 11th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

The formation and attachment of junctional epithelium were completed, similar to normal gingiva.

Fig. 13. Experimental group at the 11th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

The formation and attachment of junctional epithelium were completed but its thickness was thin, compared to normal gingiva(Fig. 1).

Fig. 14. Control group at the 14th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

Healing was completed.

Fig. 15. Experimental group at the 14th day($\times 100$) and higher magnification of the area in the box($\times 200$).

Healing was completed.

Abbreviations

B : Bone	Bc : Blood clot
C : Cementum	CT : Connective Tissue
Ep : Epithelium	Je : Junctional epithelium
Oe : Oral epithelium	S : Sulcus
Se : Sulcular epithelium	

사진부도 (1)

사진부도 (2)

사진부도 (3)

Wound Healing After Gingivectomy Using Pulsed Nd : YAG Laser In The Rat

Ok - Su Kim, Hyun - Ju Chung

Dept. of Periodontology, College of Dentistry, Chon - nam National University

Recently, dental laser have been applied for removal of soft tissues, hemostasis and blood coagulation, removal of benign and malignant tumor, treatment of leukoplakia, aphthous ulcer and herpetic lesion, implant second surgery, removal of granulation tissue, frenectomy, clinical crown lengthening, gingivectomy, gingivoplasty, and treatment of dentin hypersensitivity. Even though the frequency of laser treatment is increasing, the research on the healing process after gingivectomy using pulsed Nd : YAG laser is very rare. The purpose of this study was to observe and compare the wound healing after gingivectomy using scalpel and pulsed Nd : YAG laser in the rat.

Gingivectomy was performed using pulsed Nd : YAG laser(SUNRISE Technologies, U.S.A., 1.5 Watts, 10 pps) on the buccal gingiva of right maxillary first molar and using scalpel(No.12) on the contralateral side. Those sites treated by surgical scalpel were designated as the control, and by pulsed Nd : YAG laser as the experimental group. Animals were sacrificed at 1, 2, 3, 5, 7, 11 and 14 days postoperatively, and specimens were histologically observed under light microscope.

The results were as follows :

1. Clinical observation

Normal color and shape were observed at the 5th day in the control group and the 7th day in the experimental group.

2. Histologic findings

- 1) In the control group, denser inflammatory infiltration was observed.
- 2) Epithelialization started at the 2nd day in the control group, similar to the experimental group, and completed at the 11th to the 14th day postoperatively.
- 3) In the experimental group, connective tissue showed the vacuole formation and degenerative change during early healing period. Healing of connective tissue was slower in the experimental group than in the control group by 2 days.
- 4) In the both groups, wound healing was completed at the 2nd week.

From this study, gingivectomy using pulsed Nd : YAG laser seems to result in a little delayed wound healing process, compared to the gingivectomy using scalpel. Considering the clinical advantages of laser surgery, pulsed Nd : YAG laser might be useful device for gingivectomy.