

2010년도 2월
석사학위논문

2010년
2월

석사학위논문

Er:YAG laser와 rotary instrument의 골치유 영향에 대한 조직형태학적 평가

정미경

Er:YAG laser와 rotary
instrument의 골치유 영향에 대한
조직형태학적 평가

조선대학교 대학원

치 의 학 과

정 미 경

Er:YAG laser와 rotary
instrument의 골치유 영향에 대한
조직형태학적 평가

A comparative histologic study of bone healing
on ostectomy defect as Er:YAG laser and rotary
instruments

2010년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

정 미 경

Er:YAG laser와 rotary
instrument의 골치유 영향에 대한
조직형태학적 평가

지도교수 김 수 관

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2009년 10월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

정 미 경

정미경의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 임 성 철 인

위 원 조선대학교 교수 김 수 관 인

위 원 조선대학교 교수 문 성 용 인

2009년 11월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 연구대상 및 방법	2
III. 연구결과	4
IV. 총괄 및 고찰	6
V. 결 론	10
참고문헌	11

표 목 차

Table 1. New bone formation rate as instruments and durations	5
---	---

도 목 차

- Fig1-5. surgical procedure of ostectomy on skull area 16
- Fig 6. Photomicrograph of group of high-speed engine at 3 days after surgery. :No new-bone formation is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 100$) 17
- Fig 7. Photomicrograph of group of high-speed engine at 4 weeks after surgery. :Some new-bone formation (asterisk) around the defect margin is identified.(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) around the defect margin.(H-E stain, $\times 100$) 17
- Fig 8. Photomicrograph of group of high-speed engine at 8 weeks after surgery. :Well formed woven bone is filling the defect area.(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates well formed woven bone is filling the defect area.(H-E stain, $\times 100$) 17
- Fig 9. Photomicrograph of group of low-speed engine at 3 days after surgery. :No new-bone formation is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40, \times 100$) 18
- Fig 10. Photomicrograph of group of low-speed engine at 4 weeks after surgery. :Continuous new-bone formation (asterisks) is identified around the defect margin(arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates continuous new-bone formation (asterisks) is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 100$) 18

- Fig 11. Photomicrograph of group of low-speed engine at 8 weeks after surgery. :Continuous new-bone formation (asterisks) is identified in the defect area (arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates continuous new-bone formation (asterisks) is identified in the defect area (arrows).(H-E stain, $\times 100$) 18
- Fig 12. Photomicrograph of group of Er:YAG laser at 3 days after surgery. :No new-bone formation is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40$, $\times 100$) 19
- Fig 13. Photomicrograph of group of Er:YAG laser at 4 weeks after surgery. :New-bone formation (asterisks) around the defect margin (arrows) is noted.(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 100$) 19
- Fig 14. Photomicrograph of group of Er:YAG laser at 8 weeks after surgery. :Continuous new-bone formation (asterisk) is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) in the defect area (arrows).(H-E stain, $\times 100$) 19

Abstract

A comparative histological study of bone healing on osteotomy defect as Er:YAG laser and rotary instruments

Mi-Kyung Jung,

*Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry,
Chosun
University*

Purpose: We evaluated bone healing of skull defect prepared in rats using different devices.

Materials & Methods: Forty five rats were randomly assigned to 3 different groups (n=15) according to the type of device: high-speed rotation engine with carbide round bur (diameter: 2 mm), low-speed rotation engine with carbide round bur (diameter: 2 mm), and Er:YAG laser. Specimens obtained after 3 days, 4 and 8 weeks were submitted for histological analysis.

Results: 3 days after surgery, no bone formation was seen in all groups. 4 weeks after surgery, $90\pm 8.16\%$ of new bone formation was seen in high-speed groups and 8 weeks after surgery, $100\pm 0\%$ of new bone formation was seen in low-speed and high-speed groups.

Conclusion: There were significant differences among the periods after surgery, but no significant differences were observed among the groups as using different devices.

I. 서 론

구강악안면외과 분야에서는 여러 가지 기구를 이용하여 골을 삭제하거나 절단하는 등의 술식이 많이 사용 된다. 자가골 이식시 골편 형성, 치조골 성형술, 골융기 제거술 등이 해당된다. 이 때 사용하는 기구의 종류에 따라 골의 형성에 차이가 발생할 수 있다. 초기에는 주로 chisel과 mallet을 사용하였으나 좀 더 빠르고 정확한 술식을 위해 rotary instrument 등을 이용하기도 하며 이는 high speed, low speed로 분류할 수 있다. 이러한 회전절삭기구의 종류는 외과적 술식, 해부학적인 위치, 골질 등에 따라 선택될 수 있다. High-speed rotation은 최고 330,000rpm까지 도달할 수 있어서 삭제가 쉽고 시간이 절약되지만, 이로 인해 주위조직의 온도가 상승하고 손으로 조작시 주의가 요구된다. Low-speed rotation은 발생하는 열이 high speed 보다는 낮지만 역시 충분한 주수가 필요하고 시술 시간이 연장될 수 있다. 오히려 시술시간이 길어지고 과도한 압력이 작용시 온도가 더 상승할 수 있다.1)

오늘날 laser의 적용분야가 광범위해지면서 연조직 뿐 아니라 경조직인 골, 치아 등의 삭제에도 널리 사용된다. 경조직 처치에 적용하는 laser는 high-energy laser로, neodymium: yttrium-aluminum-garnet[Nd:YAG], erbium: yttrium-aluminum-garnet [Er:YAG], holmium:yttrium-aluminum-garnet [Ho:YAG], carbon dioxide[CO2], erbium: chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet가 있다. 그중 Er:YAG는 특별한 마취 없이 우식을 제거하는 용도로도 사용된다.2)

본 연구의 목적은 각기 다른 절삭 기구를 사용하였을 때 골치유 양상에 어떠한 차이가 나타나며 골재생에 유리한 기구가 무엇인지 알아보려고 하는데 있다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

300g 45 마리의 Wister rats을 대상으로 하였으며 실험을 시작하기 전 새로운 환경에 대해 적응할 수 있도록 7 일의 안정기를 두었다. 쥐들을 골절삭 기구의 종류에 따라 3 그룹으로 나누었고 희생한 기간(3 일, 4 주, 8 주)에 따라 다시 3 그룹으로 나누었다: Group I, high-speed rotation; II, low-speed rotation; III, Er:YAG laser.

2. 연구방법

마취를 위해 zolazepam solution(Zoletil[®] 50, Virbac, São Paulo, Brazil) 10 mg/kg과 Rompun[®](한국바이엘 주식회사) 0.3 mg/kg을 근육주사 하였다. 충분히 마취가 시행된 후에 두개부 주위를 삭모하여 피부를 노출시켰으며 2% lidocaine을 시술부위에 주입하였다. Potadine을 이용하여 소독을 시행하고 약 25 mm 길이로 절개한 후 피하조직을 박리하고 골막과 같이 양측으로 거상하여 두개부의 골조직을 노출시켰다.(Fig 1.) 주위 연조직이 시술시 방해되지 않도록 거상한 상태에서 Er:YAG laser와 high speed carbide bur, low speed carbide bur로 7 mm 직경의 critical size보다 작은 두개 전층 결손부를 형성하였다.(Fig 2-4.) 골삭제 시에는 충분한 주수하에 시행하여 주변조직의 손상을 최소화 하였으며 결손부의 크기는 caliper를 이용하여 측정할 수 있었다.

실험시 사용한 Er:YAG laser(SDL-3300EN[®], Seoul, Korea)의 wave length는 2.94 μ m, pulse당 에너지는 20 Hz에 300 mJ였다. High-speed rotation engine(Yoshida[®], Japan)은 40,000 rpm, low-speed rotation engine(SSWHITE[®], USA)은 1,500 rpm이었다. Rotation engine에 사용한 bur는 2 mm 직경의 carbide bur였다. 두개부에 critical size의 defect를 형성한 후 4-0 polyglactin v(Vicryl[®], Johnson & Johnson)을 이용하여 단순봉합을 시행하였고 감염을 방지하기 위해 gentamycin을 주사하였다.(Fig 5.)

3. 조직 표본 제작 및 관찰

각 그룹의 동물은 술후 3 일, 4 주, 8 주에 수술시와 동일한 마취를 시행한 후 경추를 탈골시켜 희생시켰다. 두개부 골결손부와 주위 인접한 건전한 골을 포함시켜 en bloc으로 절제하여, 10% 중성 포르말린에 고정시키고 Calci-Clear Rapid™(National Diagnostics, Atlanta, USA)를 이용하여 탈회하였다. 파라핀 블록에 포매하고 4-5 μm 두께로 절편을 만들어 hematoxylin-eosin 염색을 시행하여 광학현미경으로 조직학적 소견을 관찰하였다.

4. 통계학적 분석

사용한 기구와 수술후 경과시간에 따른 골형성율을 비교하기 위해 Repeted Measures ANOVA 분석을 시행하였으며 그룹간의 유의성을 파악하기 위해 Tukey test를 사용하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 3일 소견

모든 그룹에서 새로운 골형성을 보이지 않았으며 세 그룹 사이에 특이할 만한 차이가 없었다. 대부분의 경우에서 결손부는 red blood cell과 fibrin이 포함된 blood clot로 차 있었다. 다만, 그룹 II 보다 그룹 I 시편에서 좀 더 거친 골결손부 형태를 나타냈다(Fig 6, 9, 12).

2. 4주 소견

새롭게 형성된 성숙골이 골 결손부를 채우고 있었으며 골수조직과 치밀골이 선명하게 나타났다. 몇몇 부위에서는 완벽하게 골형성이 이루어지지 않은 곳도 있었다. 또한 새로이 형성되는 미성숙한 골도 같이 관찰되고 있었다. 그룹 I, II과 III에서 골결손부 경계부와 그 주변의 신생골이 관찰되었다(Fig 7, 10, 13).

3. 8주 소견

대부분의 경우에서 trabecular pattern이 나타났으며 골개조를 의미하는 lamellar area가 관찰되었다. 그룹 I, II, III에서는 현미경 소견상에서 골결손부의 경계를 확인할 수 있는 연속적인 골형성을 나타냈다(Fig 8, 11, 14).

각 그룹과 실험기간에 따른 골형성율을 백분율로 계산하였다. 결과를 비교해 보면 각 그룹에서 실험기간에 따른 골형성량에는 유의할 만한 차이가 있었으나($p < 0.05$), 모든 실험기간에서 그룹 I, II, III간의 큰 유의성은 없었다($p > 0.05$). 8주 소견에서 laser의 골형성율이 다른 그룹보다 약간 낮은 것을 알 수 있었다(Table 1).

Table 1. New bone formation rate as instruments and durations (%)

Groups/Duration	3 days	4 weeks	8 weeks
High speed	0 ^A	82.5±12.58 ^B	100±0 ^C
Low speed	0 ^A	90±8.16 ^B	100±0 ^C
Er:YAG laser	0 ^A	80.00±14.14 ^B	97.50±2.88 ^C

The groups allocated the same letter are similar between each other with no statistically significant difference ($p>0.05$). Groups with different letters are not similar between each other with statistically significant difference ($p<0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

Er:YAG 레이저는 고체 레이저이며 2.94 μm 의 중적외선 영역에서 가장 강력한 방출과장을 가진다. 이 레이저는 유기질, 무기칼슘과 같은 골조직의 주요 구성요소에 매우 강력하게 흡수되는 성질이 있어 치아 경조직 및 골조직에 적용하는 이론적인 뒷받침이 된다. Hibist 등은 치아 경조직 우식치료에 있어서 어떠한 다른 레이저보다 효율적인 레이저라고 하였고 이는 광삭제 효과에 의해 이루어진다. 이 레이저가 갖고 있는 과장은 인접조직에 최소한의 열적 손상으로 석회화된 생체조직을 삭제할 수 있게 한다고 하였다.^{2,3,17)}

Er:YAG 레이저는 여러 단계를 거쳐서 삭제를 시행하는데 그것은 기화단계와 미세폭발 현상이며 두 번째는 레이저 에너지 흡수로 인한 골절제로 열작용에 의해 진행되며 세 번째는 강한 레이저 방사선의 광과괴이다.

레이저는 사용시 과도한 열이 발생하기 때문에 주위 조직 괴사 등의 손상을 유발할 수 있다. Nd:YAG 레이저나 CO₂ 레이저의 경조직 적용시 높은 에너지 조사조건과 이로 인해 발생하는 과도한 열로 인하여 치유에 심각한 부작용이 발생하는 문제점이 있다. 그러나 Er:YAG 레이저는 다른 레이저에 비해 물에 강력하게 흡수되므로 결과적으로 조직의 손상이 적어 경조직 적용에 유리한 면이 있다.

본 연구에서는 300 J, 20 Hz의 Er:YAG 레이저와 기존 임상에 많이 사용하는 high speed engine, low speed engine의 round bur를 이용하여 백서의 두개부에 critical size의 골 결손부를 형성하고 치유과정을 광학현미경을 통해 비교하였다. 그 결과 기구에 따른 3 그룹간의 골 신생을 차이는 없었으며 이러한 결과를 토대로 Er:YAG 레이저의 구강내 수술에 적용하는 것은 무리가 없을 것으로 사료된다.

다른 여러 가지 문헌에서도 Er:YAG 레이저를 뼈나 치아 등의 경조직에 조사하여 그 효과를 알아보려고 하였다. 그 중에서 Er:YAG 레이저가 기존의 광삭제 방법들보다 우수하거나 비슷한 결과를 보인 경우는 다음과 같다. Yamada 등⁴⁾은 우식이 있는 치질 삭제시 Nd:YAG와 Er:YAG 두가지 레이저를 사용하여 그 결과의 차이가 있는지를 알아보는 연구를 시행하였다. Nd:YAG나 Er:YAG 레이저를 사용한 경우 기존의 bur를 사용했을 때 보다

시술시간이 2-3배 더 많이 길어지는 단점은 있으나 주변조직의 thermal damage가 관찰되거나 특이할 만한 합병증이 발생되지 않았기 때문에 임상에 적용할 만한 가치가 있다고 결론지었다. Stübinger 등⁵⁾은 Er:YAG laser로 40명의 환자에게 골절제술을 시행하였다. 조직학적으로 분석한 결과, 조직의 thermal damage는 관찰되지 않았고 다른 합병증도 나타나지 않았으나 깊이 조절을 하기 어렵고 주의깊은 조작이 필요하다는 단점을 지적하였다. 이와 비슷한 결론을 보고한 Stübinger 등⁶⁾의 논문에서는 매복치 주변골 삭제시 Er:YAG 레이저를 이용하였는데 주목할 만한 thermal damage나 부작용 없이 양호한 치유양상을 나타냈다고 하였다. 이는 기존의 방법보다 시간이 오래 걸린다는 점을 제외하면 Er:YAG 레이저를 임상에서 사용하는 것에 무리가 없다는 것을 의미한다고 하였다. 쥐의 두개부에 Er:YAG 레이저와 electrosurgery로 defect를 형성하고 치유과정을 비교한 Ishikawa 등⁷⁾과 Yoshino 등²²⁾의 연구에서 레이저를 사용한 경우는 큰 thermal damage 없이 새로운 골로 치유됨을 관찰한 반면 electrotrod를 사용한 경우는 defect가 형성되지 않은 채 넓은 피사된 조직이 나타났으며 시간이 경과되어도 새로운 골로 치유되지 않았다. 레이저를 주수 없이 사용했을 때 골 삭제가 보다 쉬웠고 큰 thermal damage가 없었으며 양호한 치유결과가 나타났다고 결론에서 밝히고 있다. Pourzarandian 등⁸⁾의 논문에서는 24마리 쥐를 실험대상으로 하여 Er:YAG 레이저, 기존의 bur, CO2 레이저로 두개부에 골결손부를 형성하여 골치유에 차이가 있는지 조사하였다. 다른 그룹에 비해 Er:YAG laser 그룹이 더 치유에 유리한 세포조성을 갖고 있어 치유에 유리하다고 말하였다. Mello 등⁹⁾은 본 연구와 유사한 내용의 실험 결과를 발표하였는데, Er:YAG 레이저와 low-speed engine을 쥐의 두개부 defect를 만드는데 사용하여 차이점을 비교한 것이 그것이다. 그 결과 두 그룹 사이에는 유의할 만한 차이가 없는 것으로 나타났다.

위와 같이 레이저의 긍정적인 효과를 보고한 논문도 있었지만 오히려 치유가 늦게 일어난다고 한 연구결과도 있었다. Buchelt 등¹⁰⁾의 논문에서는 Er:YAG와 Ho:YAG 레이저, saw를 사용하여 골절단술을 시행하고 골치유 과정을 관찰하였다. 술후 1 주에는 saw를 사용한 그룹에서 Er:YAG 레이저를 사용한 경우보다 더 많은 가골이 형성되는 조직학적 소견을 보였으며 8주후

에는 Ho:YAG 레이저를 사용한 그룹에서는 가골이 형성되지 않고 두꺼운 섬유성조직이 관찰되었다. 방사선 소견에서도 saw를 사용했을 때 더 많은 가골이 형성되는 것을 확인할 수 있었다.

Er:YAG 레이저 외에 다른 레이저의 효과를 조사한 연구도 있었다. Rizoiu 등¹¹⁾의 Nd:YAG 레이저에 관한 논문에서는 충분한 주수하에 각기 다른 에너지로 토끼의 경골에 hole을 형성하였다. 그 결과 냉각처치와 함께 레이저를 사용하면 thermal damage를 최소화 할 수 있어 임상에 적용가능하다고 보고하였다. Friesen 등¹²⁾이 기존 rotary bur, CO₂ 레이저, Nd:YAG 레이저를 사용하여 쥐의 경골부위에 골결손부를 형성하고 치유형태를 조직학적으로 분석하여 비교하였다. 기존의 rotary bur를 사용한 경우보다 레이저를 사용했을 때 치유가 지연되는 결과가 나타났으며 그 이유를 char layer가 잔존하여 치유에 방해가 된 것으로 보았다. 토끼를 대상으로 CO₂ 레이저와 oscillating saw를 사용하여 골절제술을 시행하고 치유과정을 관찰한 Callahan¹³⁾의 실험에서는 레이저를 사용한 그룹에서 다른 그룹보다 치유가 늦은 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과가 나온 이유는 삭제시 발생한 골잔사등이 골치유를 방해했기 때문일 것으로 추측하였다.

그 외에 rotary bur와 다른 기구 등을 사용했을 때 골치유에 주는 영향을 알아보는 연구에서, Vercellotti 등¹⁴⁾은 개를 대상으로 골절제술을 시행하여 사용한 기구에 따른 차이가 있는지 조사하였는데, 사용한 기구는 piezoelectric instrument와 carbide bur, diamond bur를 이용한 engine이었다. 술후 28 일에는 세 그룹 모두 bone level이 상승하였으나 술후 56 일에는 piezoelectric instrument의 그룹에서 나머지 그룹보다 양호한 osseous repair와 remodeling이 관찰되었다. 따라서 기존의 절삭기구에 비해 piezoelectric instrument가 골부위의 수술에 적용 시 유리할 것으로 결론짓고 있다. 환자에서 장골부위 자가골 채취시 기존 engine과 trephine bur를 사용하여 그 결과를 평가한 Sándor 등^{15,16)}의 연구에서는 특별한 합병증 없이 3년간 양호한 치유결과를 보고하였다. Ribeiro 등¹⁾은 pneumatic low-speed, pneumatic high-speed와 electric low-speed engine rotation engine을 이용하여 토끼의 하악골에 골결손부를 형성했을 때 차이가 있는지 알아보려고 하였다. 조직학적으로 분석한 결과 3 그룹 사이에 특이할만한 다른점은 없었으나 조

직 사진상 그룹 II에서 좀 더 많은 골재생이 관찰되었다고 보고하였다. 그와 비슷한 실험을 Boyne¹⁸⁾이 시행하였는데 그 내용은 개의 대퇴골과 상하악골에 200,000 rpm의 high-speed, 5,000 rpm의 low-speed engine을 사용하여 골결손부를 만들고 조직학적으로 평가하였다. 술후 14 일, 21 일에는 high-speed가 더 진전된 치유양상을 보였으나 술후 42 일에는 두 그룹간의 차이가 없었다. 본 연구에서도 4 주경에 다른 그룹보다 high-speed에서 약간 높은 골형성율을 보이는 것과 일치하는 내용이다. Horton 등¹⁹⁾도 ultrasonic instrument, low-speed rotary cutting bur와 chisel의 효과를 비교실험에서 chisel이 가장 우수한 결과를 보였다고 발표하였다.

Er:YAG 레이저로 골결손부 형성시 새로이 형성되는 골조직층이 관찰되는데, 이것이 기존의 골조직과 완전히 융합을 이루기 위해서는 char 층이 완전히 흡수되어야 한다고 보고한 Lewandrowski 등²⁰⁾과 El Montaser 등²¹⁾의 논문도 있었다. Sasaki 등²³⁾과 El Montaser 등²⁴⁾은 신생골과 주변골의 융합은 전통적인 bur를 사용한 경우에 레이저보다는 빠른 7 일에서 14 일 경에 나타나지만 21 일 경에는 조직학적으로 큰 차이가 없었다고 밝혔다.

V. 결 론

본 연구에서는 쥐의 두개부에 high-speed engine, low-speed engine with carbide round bur, Er:YAG 레이저를 이용하여 7 mm 직경의 critical size보다 작은 골결손부를 형성하고 치유양상을 조직학적으로 분석하였다. 시술시 모든 기구에 동일하게 물을 주수하였으며 수술 3 일, 4 주, 8 주에 희생하였다. 치유정도는 골형성율(%)로 평가하였다.

1. 실험 3 일후의 모든 그룹에서 골절제술을 시행한 부위에서 신생골 형성이 관찰되지 않았다.
2. 실험 4 주후의 모든 그룹에서 골절제술을 시행한 부위를 중심으로 활발한 골재생 과정을 통한 신생골 형성이 관찰되었으며 기구에 따른 3 가지 그룹 사이에 유의할 만한 통계학적 차이는 보이지 않았다.
3. 실험 8 주후의 모든 그룹에서 골결손부가 신생골로 채워져 있었으며 레이저를 사용한 경우에서 약간의 적은 골형성율을 나타내기는 하였으나 3 가지 그룹사이에 유의할 만한 통계적 차이는 보이지 않았다.

결론적으로 레이저를 사용하여 골을 삭제한 경우 신생골 형성이 약간 적지만 이는 유의성이 없었고 high-speed와 low-speed를 비교하였을 때 engine의 속도에 따른 골형성율도 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러므로 임상적 용도에 따라 적절한 기구를 사용하여 골삭제를 시행하였을 때 그 결과는 큰 차이가 없을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Ribeiro Junior PD, Barleto CV, Ribeiro DA, Matsumoto MA. Evaluation of different rotary devices on bone repair in rabbits. Dent J 18:215-9, 2007.
2. Hibst, R, Keller, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. Laser Surg Med 9:338-344,1989
3. Hibst, R. Keller, U. Effects of water spray and repetition rate on temperature elevation during Er:YAG laser ablation of dentin. SPIE 2623:139-144, 1996
4. Yamada Y, Hossain M, Nakamura Y, Suzuki N, Matsumoto K. Comparison between the removal effect of mechanical, Nd:YAG, and Er:YAG laser systems in carious dentin. J Clin Laser Med Surg 19:239-43, 2001.
5. Stübinger S, von Rechenberg B, Zeilhofer HF, Sader R, Landes C. Er:YAG laser osteotomy for removal of impacted teeth: clinical comparison of two techniques. Lasers Surg Med 39:583-8, 2007.
6. Stübinger S, Ghanaati S, Saldamli B, Kirkpatrick CJ, Sader R. Er:YAG laser osteotomy: preliminary clinical and histological results of a new technique for contact-free bone surgery. Eur Surg Res 42:150-6, 2009.
7. Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA. Clinical application of erbium:YAG laser in periodontology. J Int Acad Periodontol 10:22-30, 2008.
8. Pourzarandian A, Watanabe H, Aoki A, Ichinose S, Sasaki KM, Nitta H, Ishikawa I. Histological and TEM examination of early stages of bone healing after Er:YAG laser irradiation. Photomed Laser Surg 22:342-50, 2004.
9. Mello ED, Pagnoncelli RM, Munin E, Filho MS, de Mello GP, Arisawa EA, de Oliveira MG. Comparative histological analysis of bone healing of standardized bone defects performed with the

- Er:YAG laser and steel burs. *Lasers Med Sci* 23:253–60, 2008.
10. Buchelt M, Kutschera HP, Katterschafka T, Kiss H, Lang S, Beer R, Losert U. Erb:YAG and Hol:YAG laser osteotomy: the effect of laser ablation on bone healing. *Lasers Surg Med* 15:373–81, 1994.
 11. Rizoiu IM, Levy GC. The efficiency of bone ablation with an Nd:YAG laser beam delivered with a cooling spray: an in vitro study. *Compendium* 15:106, 108, 110–1; quiz 112, 1994.
 12. Friesen LR, Cobb CM, Rapley JW, Forgas-Brockman L, Spencer P. Laser irradiation of bone: II. Healing response following treatment by CO₂ and Nd:YAG lasers. *J Periodontol* 70:75–83, 1999.
 13. Callahan DJ. Osseous healing after CO₂ laser osteotomy. *Foot Ankle* 11:146–51, 1990.
 14. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, Nevins M, Wada K, Schenk RK, Fiorellini JP. Osseous response following resective therapy with piezosurgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 25:543–9, 2005.
 15. Sàndor GK, Rittenberg BN, Clokie CM, Caminiti MF. Clinical success in harvesting autogenous bone using a minimally invasive trephine. *J Oral Maxillofac Surg* 61:164–8, 2003.
 16. Sàndor GK, Nish IA, Carmichael RP. Comparison of conventional surgery with motorized trephine in bone harvest from the anterior iliac crest. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95:150–5, 2003.
 17. Hibst, R. Mechanical effects of erbium:YAG laser bone ablation. *Laser Surg Med* 12:125–130, 1992
 18. Boyne PJ. Histologic response of bone to sectioning by high-speed rotary instruments. *J Dent Res* 45:270–6, 1966.
 19. Horton JE, Tarpley TM Jr, Wood LD. The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotary bur. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 39:536–46, 1975.
 20. Lewandrowski KU, Lorente C, Schomaker KT, Flotte TJ, Wilkes

- JW, Deutsch T. Use of the Er:YAG laser for improved plating in maxillofacial surgery: comparison of bone healing in laser and drill osteotomies. *Lasers Surg Med* 19:40-45, 1996.
21. El Montaser MA, Devlin H, Sloan P, Dickinson MR. Pattern of healing of calvarial bone in the rat following application of the erbium-YAG laser. *Lasers Surg Med* 21:255-261, 1997.
 22. Yoshino T, Aoki A, Oda S, Takasaki AA, Mizutani K, Sasaki KM, Kinoshita A, Watanabe H, Ishikawa I, Izumi Y. Long-term histologic analysis of bone tissue alteration and healing following Er:YAG laser irradiation compared to electrosurgery. *J Periodontol* 80:82-92, 2009.
 23. Sasaki KM, Aoki A, Ichinose S, Yoshino T, Yamada S, Ishikawa I. Scanning electron microscopy and Fourier transformed infrared spectroscopy analysis of bone removal using Er:YAG and CO₂ lasers. *J Periodontol* 73:643-652, 2002.
 24. El Montaser MA, Devlin H, Dickinson MR, Sloan P, Lloyd R. Osseointegration of titanium metal implants in erbium:YAG laser prepared bone. *Implant Dent* 6:79-82, 1999

사진 부도 설명

Fig1-5. surgical procedure of ostectomy on skull area

Fig 6. Photomicrograph of group of high-speed engine at 3 days after surgery. :No new-bone formation is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 100$)

Fig 7. Photomicrograph of group of high-speed engine at 4 weeks after surgery. :Some new-bone formation (asterisk) around the defect margin is identified.(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) around the defect margin.(H-E stain, $\times 100$)

Fig 8. Photomicrograph of group of high-speed engine at 8 weeks after surgery. :Well formed woven bone is filling the defect area.(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates well formed woven bone is filling the defect area.(H-E stain, $\times 100$)

Fig 9. Photomicrograph of group of low-speed engine at 3 days after surgery. :No new-bone formation is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40$, $\times 100$)

Fig 10. Photomicrograph of group of low-speed engine at 4 weeks after surgery. :Continuous new-bone formation (asterisks) is identified around the defect margin(arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates continuous new-bone formation (asterisks) is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 100$)

Fig 11. Photomicrograph of group of low-speed engine at 8 weeks after surgery. :Continuous new-bone formation (asterisks) is identified in the defect area (arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher

magnification demonstrates continuous new-bone formation (asterisks) is identified in the defect area (arrows).(H-E stain, $\times 100$)

Fig 12. Photomicrograph of group of Er:YAG laser at 3 days after surgery. :No new-bone formation is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40$, $\times 100$)

Fig 13. Photomicrograph of group of Er:YAG laser at 4 weeks after surgery. :New-bone formation (asterisks) around the defect margin (arrows) is noted.(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 100$)

Fig 14. Photomicrograph of group of Er:YAG laser at 8 weeks after surgery. :Continuous new-bone formation (asterisk) is identified around the defect margin (arrows).(H-E stain, $\times 40$) Higher magnification demonstrates some new-bone formation (asterisks) in the defect area (arrows).(H-E stain, $\times 100$)

사진 부도



Fig. 1

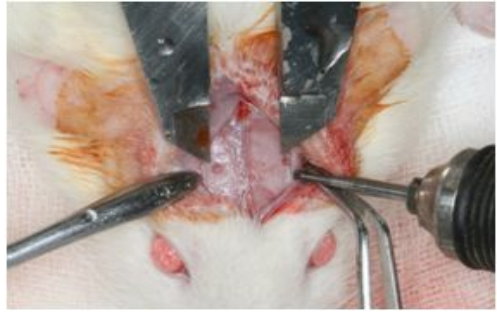


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

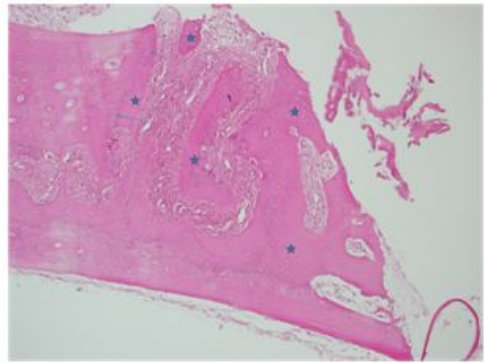
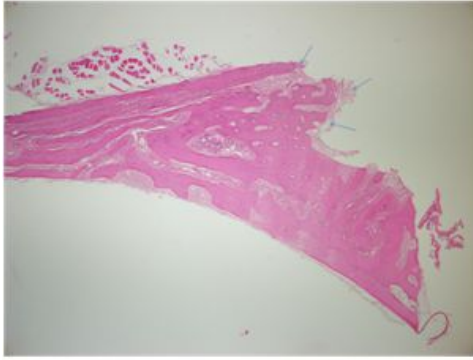


Fig. 6

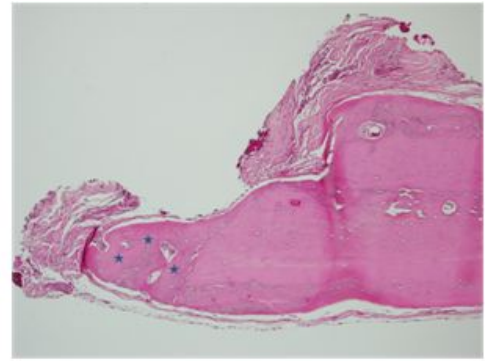


Fig. 7

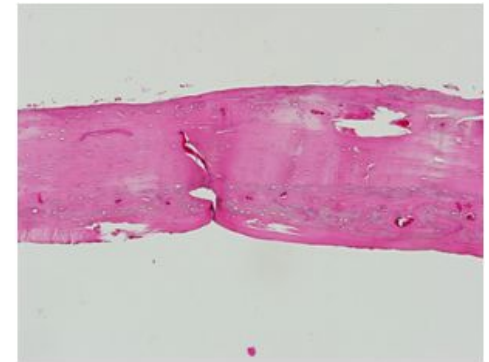


Fig. 8

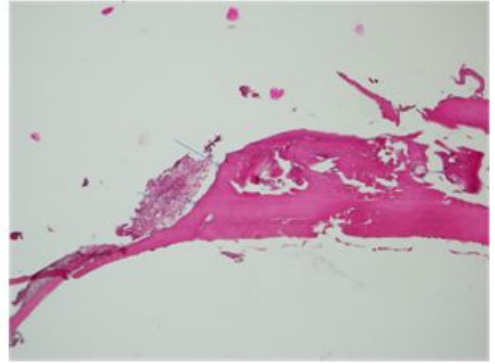
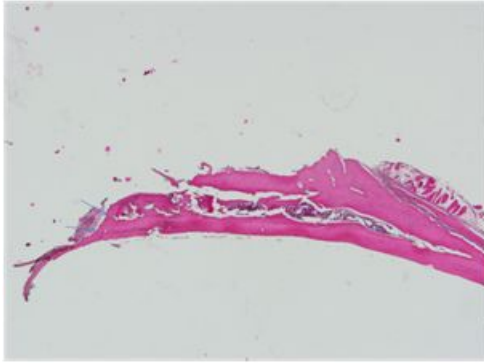


Fig. 9

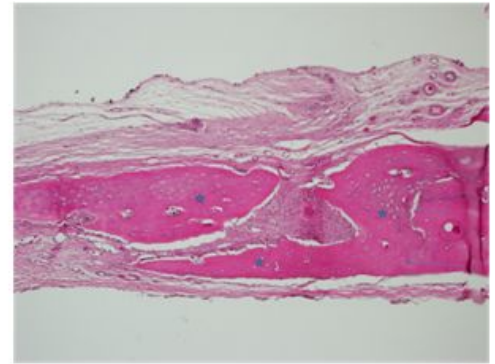
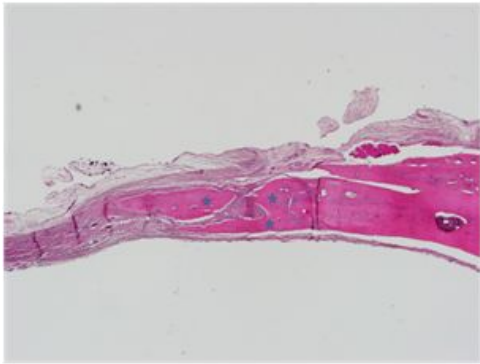


Fig. 10

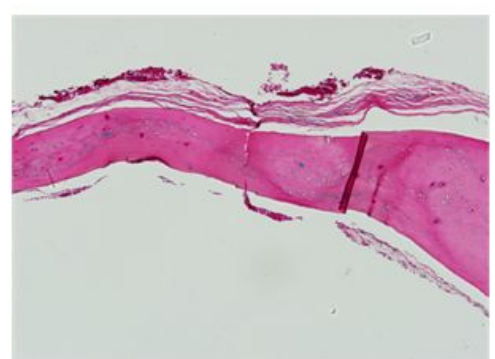
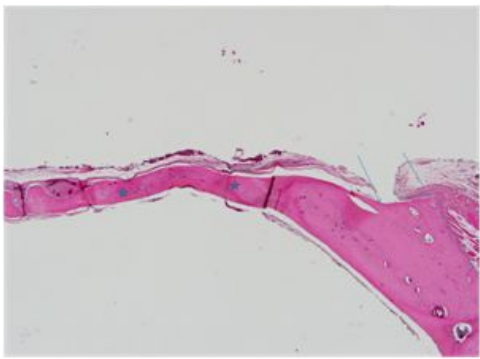


Fig. 11

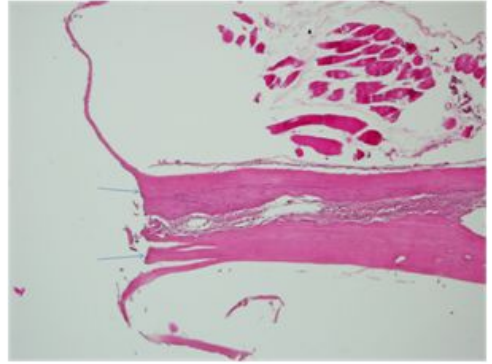
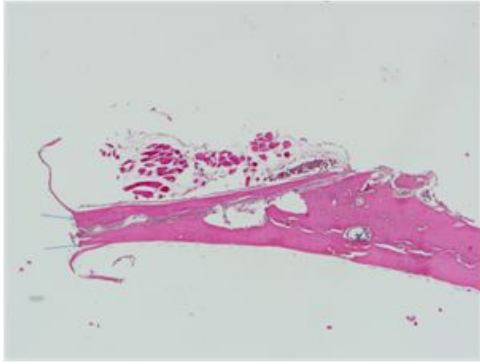


Fig. 12

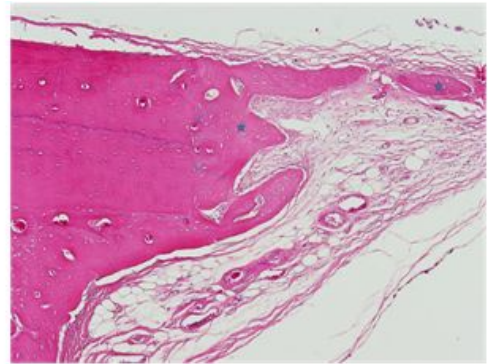
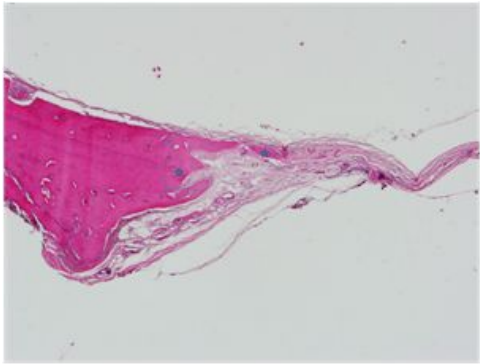


Fig. 13

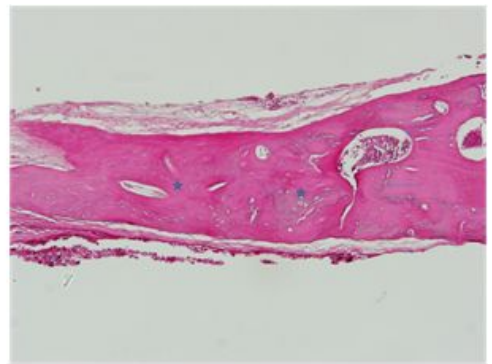
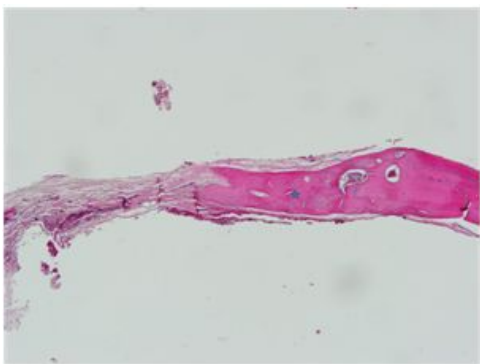


Fig. 14

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20087269	과 정	석사
성 명	한글 : 정 미 경 한문:鄭 美 京 영문: Jung, Mi-Kyung				
주 소	대구 달서구 도원동 사계절타운아파트 305동 901호				
연락처	E-MAIL : miggy1203@hanmail.net				
논문제목	한글 : Er:YAG laser와 rotary instruments의 골치유 영향에 대한 조직형태학적 평가				
	영어 : A comparative histologic study of bone healing on ostectomy defect as Er:YAG laser and rotary instruments				
<p>본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.</p> <p style="text-align: center;">- 다 음 -</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함 2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함. 3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함. 4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함. 5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함. 6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음 7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함. <p style="text-align: center;">동의여부 : 동의(○) 반대()</p> <p style="text-align: center;">2010 년 2 월 일</p> <p style="text-align: center;">저작자: 정 미 경 (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">조선대학교 총장 귀하</p>					