

백서 임플란트주위염 모델에서 808 nm와 810 nm 파장의 Diode Laser를 이용한 박테리아 제거 효과

김위봉¹, 이성호¹, 김륜경², 임호경^{1,3}, 변수환⁴, 임영준⁵, 김성민^{1,6}, 이종호^{1,6,*}

¹서울대학교 치과병원 구강악안면외과, ²성균관대학교 정보통신공학, ³고려대학교 구로병원 구강악안면외과, ⁴동탄한림대학교병원 구강악안면외과, ⁵서울대학교 치과병원 보철과, ⁶서울대학교 치과대학 치의학연구소

Bacteria removal in a SD rat peri-implantitis model using diode laser of 808 nm and 810 nm

Wei-Fung Jin¹, Sung-Ho Lee¹, Ryun Kyung Kim², Ho-Kyung Lim^{1,3}, Soo-Hwan Byun⁴, Young-Joon Lim⁵,
Song-Min Kim^{1,6}, Jong-Ho Lee^{1,6,*}

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Clinical Trial Center, Seoul National University Dental Hospital, Seoul, ²College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, ³Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Korea University Medical Center, Guro Hospital, Seoul, ⁴Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Dongtan Sacred Heart Hospital, Hallym University Medical Center, Hwaseong, ⁵Department of Prosthodontics, Seoul National University Dental Hospital, ⁶Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

Purpose: Peri-implantitis is defined by an inflammation that occurs at the soft tissue and the alveolar bone around the site of an implant. The failure of implant placement or the loss of the supporting bone may occur due to peri-implantitis. From a pathological perspective, *A. actinomycetemcomitans*, *Capnocytophaga* sp., *F. nucleatum*, or other infectious agent is seen as the cause of the peri-implantitis. To remove the cause of the disease, many non-invasive methods are being studied. In this study, we demonstrated decontamination of the implant surface and its surroundings through experiments using diode laser products in existing products and diode laser experiments that studied the effect on the decreasing peri-implants.

Materials and Methods: 12-week-old male Sprague-Dawley rats weighing 300 g were purchased. The size of 1.2 * 4 mm hole was drilled into the hard plate of the maxillary bone to insert titanium screw implant. Test groups were divided into control, titanium screw implant group, peri-implantitis group, and laser-treated peri-implantitis group. Infection levels around the site of implants were checked with SEM. The degree of microbial reproduction was checked through real-time PCR (qPCR) for each group.

Results: The use of 808 nm Diode laser (0.5 w, 15 seconds in continuous mode) to treat the inflammation caused by peri-implantitis in the soft tissue and the alveolar bone resulted in an effective reduction in the number of bacteria without the surface denaturation of the implant due to the laser. In comparison to the existing products, such as Picaso Diode laser (810 nm) and Bison Diode laser (808 nm), both products have shown effectiveness in eliminating bacteria. In particular, 808 nm Diode laser showed equal effectiveness to the 810 nm Diode laser at a lower temperature.

Conclusion: Peri-implantitis was treated in the inflammation region of soft tissue and alveolar bone using the 808 nm and 810 nm Diode laser in continuous mode at 0.5 w for 15 seconds. As a result, laser-induced excessive heat generation or denaturation on the implant surfaces did not occur and the number of bacteria decreased. (JOURNAL OF DENTAL IMPLANT RESEARCH 2016;35(1):1-8)

Key Words: 808 nm, 810 nm, Diode laser, Peri-implantitis, SD rat, Bacteria

Received Apr 23, 2016, Revised May 15, 2016, Accepted May 20, 2016.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 이종호, 03080, 서울시 종로구 대학로 101, 서울대학교병원 구강악안면외과

Correspondence to: Jong-Ho Lee, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Seoul National University Dental Hospital, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea. Tel: +82-2-2072-2630, Fax: +82-2-766-4948, E-mail: leejongh@snu.ac.kr

This study was supported by a grant of Ministry for Trade, Industry, and Energy, Republic of Korea (10047615).
The first two authors (Wei-Fung Jin, Sung-Ho Lee) contributed equally for this study.

서 론

치과에서 임플란트를 이용한 보철치료가 보급됨에 따라 임플란트 주위 질환의 발생 빈도가 높아지게 되어¹⁾, 이에 대한 적절하고 효과적인 치료 방법이 계속적으로 연구되고 있다. 현재의 치료 방법으로는 비외과적 치료방법⁶⁾과 외과적 치료방법⁷⁾으로 구분되며, 비외과적 치료법으로 항생제, 소파술(curettage), 초음파 세정술(ultrasonic scaling), 레이저(laser) 등이 이용되고 있다^{2,8)}. 그러나 비외과적인 다양한 치료법의 다양한 시도에도 불구하고 임플란트주위염에 대해 적용이 편리하고 명확한 결과를 보이는 치료법은 아직 없는 실정이다³⁾. Diode Laser 치료 방법은 치주염 치료에서 많이 이용되었으며, 임상적 데이터와 치료결과에 긍정적 영향을 가지고 있다⁹⁾. 그러나 Diode laser를 임플란트주위염에 적용하여 치료효과를 살펴본 실험데이터는 미미한 상태이며, titanium 금속에 Diode laser를 조사하였을 때 열 발생이나 표면 변화 그리고 세균 조절의 정도 등에 대한 연구는 미흡하다.

본 연구는 *in vitro*, *in vivo* 연구를 통하여 임플란트주위염에 새로 개발된 Diode laser (808 nm)를 이용하여 치료가 얼마만큼 효과적이고 안전한지를 평가하고자 하였으며, 기존 출시된 Picasso Diode laser (810 nm)와 같이 비교 효능 조사를 시행하였다.

대상 및 방법

1. Diode laser 시스템

연속발진(continuous wave) 동작과 펄스파(pulse wave) 동작의 레이저 출력이 모두 가능한 808 nm 파장의 다이오드 레이저를 사용하였다(Bison Medical Co., Seoul, Korea). 펄스파 동작의

레이저를 치료에 이용할 경우에는 펄스폭(pulse width)과 펄스 반복율(pulse repetition ratio)을 원하는 사양대로 조정할 수 있으며, 이에 따라 출력되는 레이저의 출력파워는 달라진다. 레이저 시스템은 연속발진(continuous wave) 동작과 펄스파(pulse wave) 동작의 레이저 출력이 모두 가능한 808 nm 파장의 다이오드 레이저를 사용하였다(Bison Medical Co., Seoul, Korea).(Fig. 1) 레이저의 출력은 200 μ m의 코어를 가지는 광섬유를 이용하여 치료를 위한 핸드피스(hand-piece)로 구성되었으며, 펄스파 동작의 레이저를 치료에 이용할 경우에는 펄스폭(pulse width)과 펄스 반복율(pulse repetition ratio)을 원하는 사양대로 조정하였다.

장비의 출력 파워는 기존 상품으로 출시 되어 있는 810 nm의 diode laser인 Picasso Lite 장비(Dentsply international, Sarasota, FL, USA)와 비교하여 특성을 알아 보았다. 레이저의 출력파워는 laser powermeter (Gentec-EO Inc, Quebec, Canada)를 이용하여 레이저 핸드피스 끝 부분의 출력파워를 측정 하였으며 약 5 mm 거리에서 측정하였다.

2. 임플란트 준비 및 임플란트 조사 시 표면의 변화

임플란트는 두가지 형태를 준비하였다. 기존의 상품으로 나와 있는 임플란트(3.8×8.0 mm, Dentium Co, Suwon, Korea)와 백서에 식립할 수 있는 1.2×4 mm SLA-coated Titanium Screw를 주문 준비하였다. Diode laser를 조사했을 때 SLA-coated Titanium screw (SLA-TS)의 표면에 미치는 영향을 알아보기 위해 SLA-TS에 808 nm (Bison), 810 nm (Picaso)의 Diode laser를 조사하고 표면의 물리적 변화를 주사현미경(SEM)으로 관찰 하였다¹⁰⁾. 아무런 처리를 하지 않은 SLA-TS와 조사 강도 1.5, 2.0, 2.5 watt, Pulse mode로 15초간 diode laser를 조사한 SLA-TS를 주사현미경(배율 100배와 50000배)으로 관찰하였다^{11,12)}.

3. *In vitro* 열발생 측정

소뼈에 6.0 mm 깊이, 3.5 mm 직경이 되도록 drilling을 하고 3.8×8.0 mm SLA-TS를 식립하되 상부 2 mm는 소뼈에서 노출되도록 하였다. SLA-TS를 식립하고, 주위에 온도측정 센서를 장착할 홀을 0.5 mm 직경 깊이 1 mm로 레이저 조사 점의 medial, distal, superior, inferior에 총 4개 뚫었다. 각 SLA-TS에 온도 측정 장비(Omron, ZR-RX40, JAPAN)의 센서를 삽입하여 온도를 측정하였다(열전식 온도기록계에 실시간 그래프로 표시 온도 범위는 최저 20°C에서 최고 60°C로 설정).(Fig. 2) 치경부 2 mm는 임플란트주위염으로 간주하고 810 m Picasso Diode laser와 808 nm Bison Diode laser를 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 W로 non-initiated tip으로 Continuous mode와 Pulse mode로 식립된 임플란트 표면에 surround 방식으로 각각 15초간 조사하고 조사할 때 각 센서의 열발생 수치를 기록하여 비교분석을 진행하였다.



Fig. 1. Bison Medical에서 개발한 808 nm Diode Laser 장비.

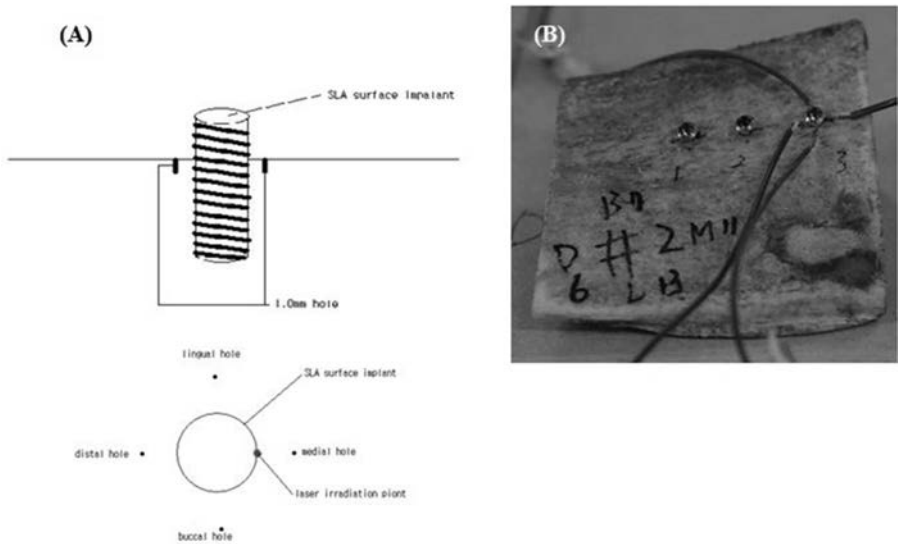


Fig. 2. *In vitro* 열발생 측정. (A) 소뼈에 SLA-TS 식립 모식도와 레이저 조사 위치에 대한 schematic graph. 오른쪽부터 시계방향으로 Mesial, Distal, Buccal, Lingual로 가정하여 mesial 부위에 Diode laser를 조사한다 (B) 소뼈에 SLA-TS를 식립한 뒤 온도 측정 센서를 장치한 모습.

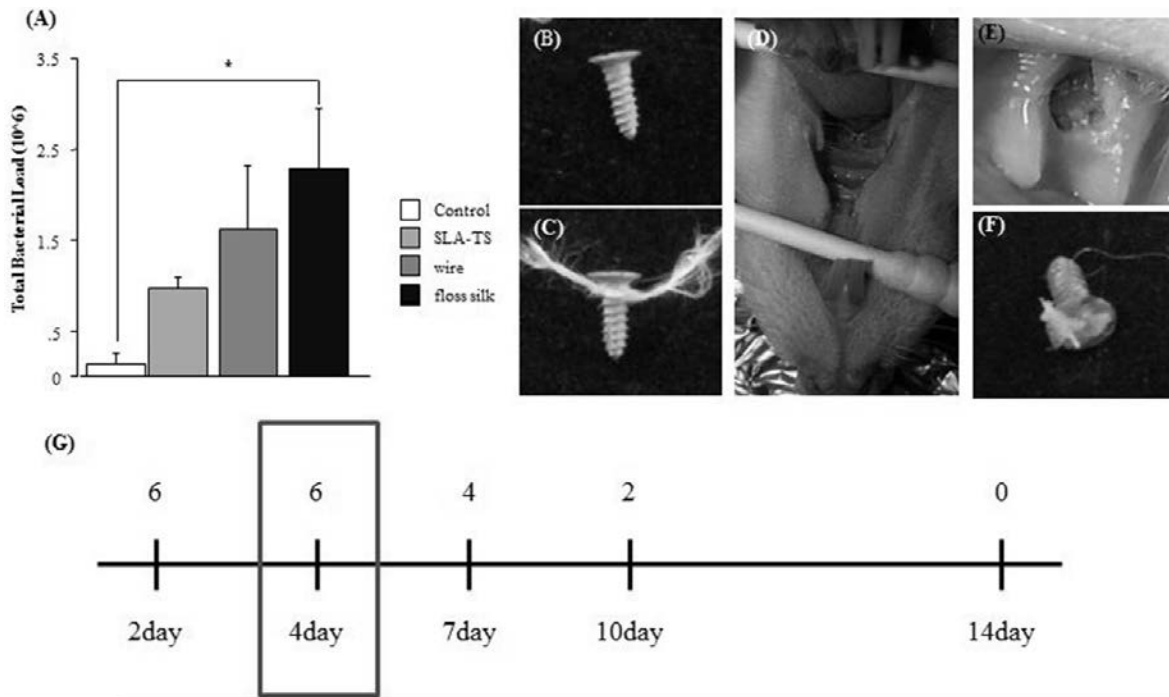


Fig. 3. Peri-implantitis-induced in rat. (A) Peri-implantitis 유발에 적합한 재료를 위해 wire와 floss silk를 사용함(n=3, P<0.0001). (B) 아무런 처치를 하지 않은 SLA-TS (C) SLA-TS에 플로스 실크를 감은 모습 (D) 백서 경구개에 (B), (C)를 식립한 모습 (E) 경구개에 식립한 SLA-TS에서 임플란트주위염이 유발된 모습 (F) 식립된 SLA-TS를 추출한 모습. (G) 임플란트 주위염 유발 기간에 대한 schematic graph.

4. 백서 임플란트주위염 형성

Sprague-Dawley 종(300~350 g) 수컷 백서를 구입(Orient Bio, Gapyeong, Korea)하여 일정한 온도(21°C±1°C), 습도(55%), 12시간 간격의 명암주기(명: 07:30~20:00, 암: 20:00~07:30)를 유지하는 SPF (Specific-Pathogen-Free) 실험동물실에서 동물을 사육하였다. 일반사료(Purina Rodent Chow, Purina Co., Seoul, Republic of Korea)와 정수된 물을 자유급식 하였으며, 1주일간 검역기간을 가졌다. 적응기간을 거친 백서의 복강에

pentobarbital (Hanlim Pharm. Co., LTD, Gyeonggi, Korea) 과 chloral hydrate (Sigma-Aldrich. Co., ON, Canada) 혼합액 3 ml (100 mg/kg)을 주사하여 신속히 깊게 마취 시킨 후 의 좌우 상악골 구개부에 1.2×4 mm짜리 SLA-TS를 좌우 각각 식립하였다⁴⁾.

좌측 SLA-TS에 면소재의 플로스 실크(floss silk) 또는 26 G 강선을 SLA-TS head에 결찰하여 플라크를 형성하여 임플란트주위염 형성을 시도하였다. 정상 타액, SLA-TS만 심은 곳, 강선 또는

4 김위봉 등: 백서 임플란트주위염 모델에서 808 nm와 810 nm 파장의 Diode Laser를 이용한 박테리아 제거 효과

플로스 실크를 결찰한 SLA-TS 주위 열구액(Gingival crevicular fluid, GCF)을 근관치료용 페이퍼 포인트(Absorbent Paper Point, META BIOMED CO., Ltd. Cheongju, Korea)를 이용하여 채취한 뒤, 중합효소연쇄반응(CytoGen CO., Ltd, Seoul, Korea)을 실시하여⁵⁾ 2, 4, 7, 10, 14일간 관찰하였고, 플로스 실크가 4일이면 효과적으로 임플란트주위염을 일으키는 것으로 파악하였다.(Fig. 3)

5. 백서 임플란트주위염 모델에서 Diode laser 치료 효과

백서에 식립한 titanium screw 주위를 Diode laser 0.5 w, 15초간 continuous mode로 조사 후 SLA-TS 주위 열구액

(Gingival crevicular fluid, GCF)을 근관치료용 페이퍼 포인트(Absorbent Paper Point, META BIOMED CO., Ltd. Cheongju, Korea)를 이용하여 채취한 뒤¹³⁾, 중합효소연쇄반응(CytoGen CO., Ltd, Seoul, Korea)을 실시하였다¹⁴⁾. 그리고 백서에 식립한 SLA-TS를 제거하여 4% PFA용액에 24시간 보관한 뒤 주사현미경으로 screw head의 박테리아를 관찰하고 균수계측을 실시하였다⁵⁾.

결 과

1. Diode laser의 출력특성

본 연구를 위하여 준비된 Diode laser 장비의 출력파워를 측정

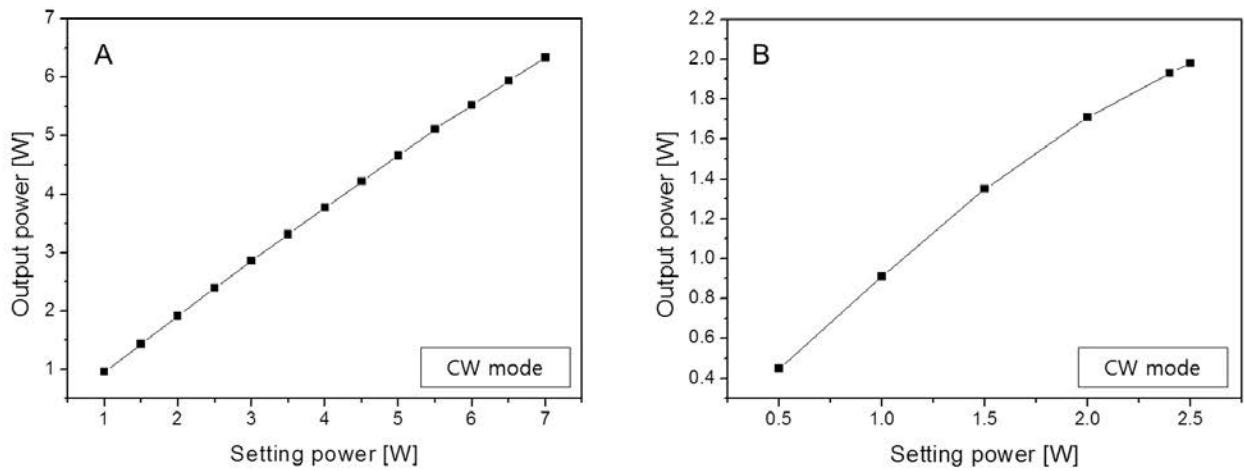


Fig. 4. Diode Laser의 출력파워 측정. (A) Bison Diode laser: 808 nm, 7 W (max.). (B) Picasso Lite Diode laser: 810 nm, 2.5 W (max.) - Bison Diode laser는 최대 출력 7 W의 장비 세팅에서 6.34 W의 출력파워를 보이며 90% 이상의 효율을 보였으나, Picasso Lite diode laser는 최대 출력 2.5 W에서 1.98 W로서 80% 정도의 효율을 보였다.

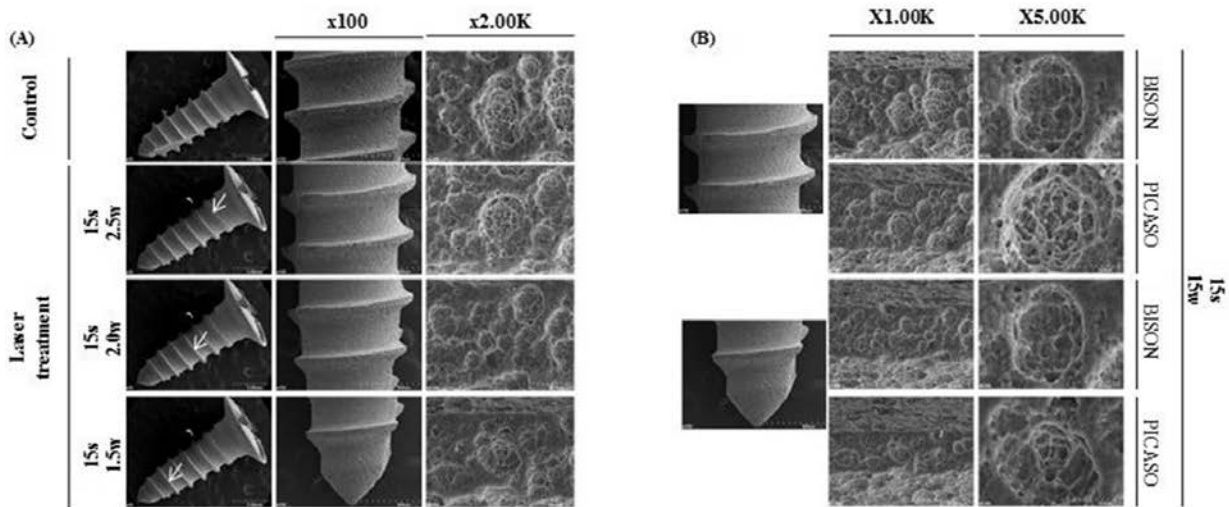


Fig. 5. 주사현미경으로 관찰한 SLA surface Titanium screw. (A) Diode laser는 15초간 1.5, 2.0, 2.5 watt로 조사하였으며, 흰색 화살표 위치에 조사하였다. SEM을 이용하여 100배율과 5000배율로 대조군과 관찰한 결과 diode laser에 의한 표면 변화는 관찰되지 않았다. (B) SLA-TS에 Picasso Diode laser와 Bison Diode laser를 조사한 결과 SLA-TS의 표면 변화는 관찰되지 않았다.

하여 임플란트주위염에 이용할 때 실제 조사되는 레이저 파워와 레이저 시스템의 효율성을 알아보았다. 레이저는 continuous mode 동작에서 측정하였는데 Fig. 4A는 새로 개발된 808 nm 다이오드 레이저의 출력파워이며 Fig. 4B는 기존의 Picasso Lite의 다이오드 레이저의 출력파워이다. Bison Diode laser는 최대 7 W 출력파워를 setting하였을 때 6.34 W의 출력파워를 나타냄으로써 90.6%의 효율을 가졌다. 그리고 Picasso Diode laser의 최대 출력인 2.5 W 파워에서는 2.35 W 출력파워로써 94%의 높은 효율을 보였으며, 1.5 W 파워에서 93% 이상 출력효율의 1.4 W의 출력파워를 가졌다. 이는 다이오드 레이저와 광섬유의 coupling 효율이 높고 레이저 빛의 손실(loss)이 크지 않음을 보여주었다. 그러나 Picasso Diode laser는 최대 2.5 W 출력파워에서 1.98 W 레이저 출력으로서 약 80% 정도의 효율을 보였다.

2. 임플란트 표면의 변화

Diode laser를 조사했을 때 SLA-coated Titanium screw의 표면에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 808 nm Diode laser를 15초간 1.5, 2.0, 2.5 watt 세기로 조사한 뒤 SEM으로 관찰한 결과, 대조군과 실험군 사이에 뚜렷한 변화는 관찰되지 않았다. (Fig. 5A) Picasso와 Bison Diode laser 간의 SLA-TS 표면 변화에 대해 확인해 보고자 15초간 1.5 watt의 세기로 조사한 결과 두 그룹 모두 SLA-TS 표면에 변화를 관찰 할 수 없었다.(Fig. 5B)

3. In vitro 열발생 측정

Diode laser가 SLA-TS에 조사되었을 때 구강 내에 미치는 온도의 영향을 확인해보기 위하여 소뼈에 SLA-TS를 식립한 다음 mesial에서 Diode laser를 조사하여 온도변화를 관찰 하였다.(Fig. 6)

Picasso와 Bison Diode laser를 이용하여 Continuous mode로 0.5, 1.0 watt로 15초간 mesial에 조사한 뒤 온도 변화를 측정된 결과 Picaso Diode laser는 조사 시 25.3°C에서 시작하여 15초간 29°C까지 상승하여 평균 3.7°C 상승하였으며, Bison Diode laser는 조사시점에 22.7°C에서 시작하여 25.8°C로 상승하여 평균 3.1°C 상승하여 두 장비간에 온도 상승폭은 3.1°C~3.7°C이며, Bison Diode laser가 Picaso Diode laser 보다 낮은 온도를 유지하는 것으로 측정되었다.(Fig. 6A, B) 각각의 장비를 이용하여 Pulse mode에서 0.5, 1.0 watt 세기로 15초간 mesial에 조사한 결과, Picaso Diode laser는 25.2°C에서 27.5°C로 약 2.3°C 상승하였으며 Bison Diode laser는 22.8°C에서 24.5°C로 약 2.3°C 상승하여 온도 상승의 폭은 비슷하지만(+2.3°C), 808 nm Bison Diode laser가 810 nm Picasso Diode laser 보다 낮은 온도를 유지하는 것으로 측정되었다.(Fig. 6C, D)

4. 백서 임플란트주위염 모델에서 Diode laser 치료 효과 4일과 7일만에 식립한 SLA-TS그룹과 임플란트 주위염 유발 후

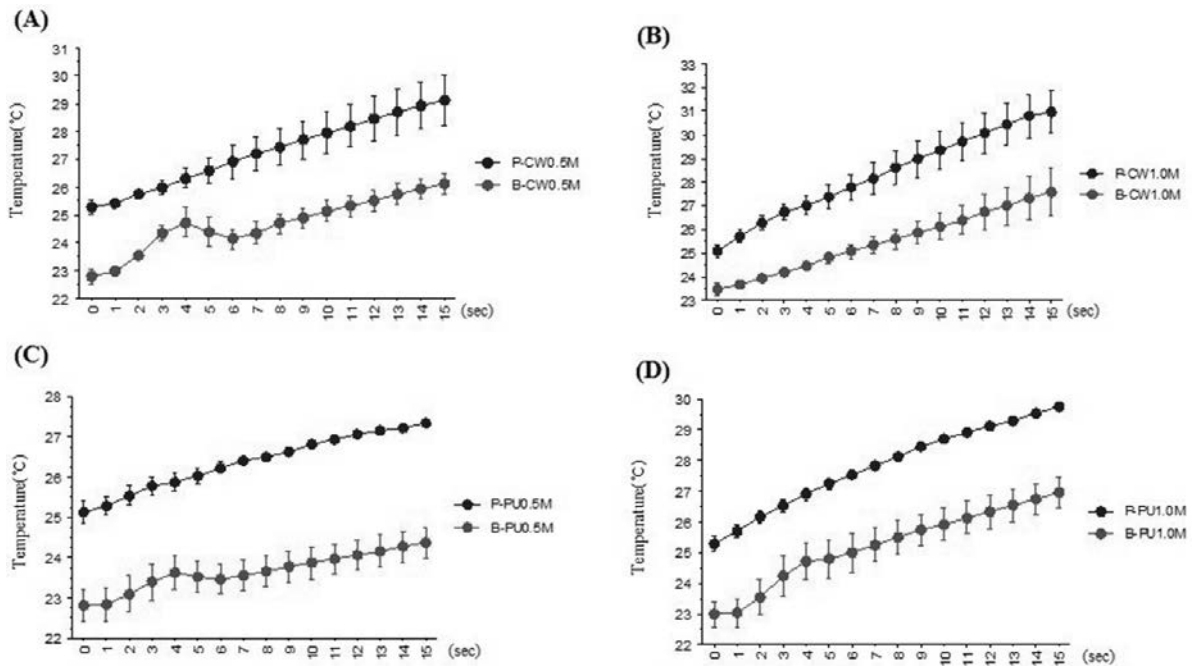


Fig. 6. 소뼈에서 열발생 측정. (A) 소뼈에 SLA-TS를 식립한 뒤 오른쪽부터 시계방향으로 Mesial, Distal, Buccal, Lingual로 가정하여 mesial 부위에 Diode laser를 조사한다. (B) (A)에서의 schematic과 동일하게 소뼈에 SLA-TS를 식립 한뒤 온도측정 센서를 부착한 모습. (C, D) Picasso Laser와 Bison Laser 각각 Continuous mode, 0.5 watt와 1.0 watt로 mesial 부위에 15초간 조사한 온도 편차(P<0.001). (E, F) (C), (D)와 동일한 조건에서 Pulse mode로 조사한 온도 편차(P<0.001).

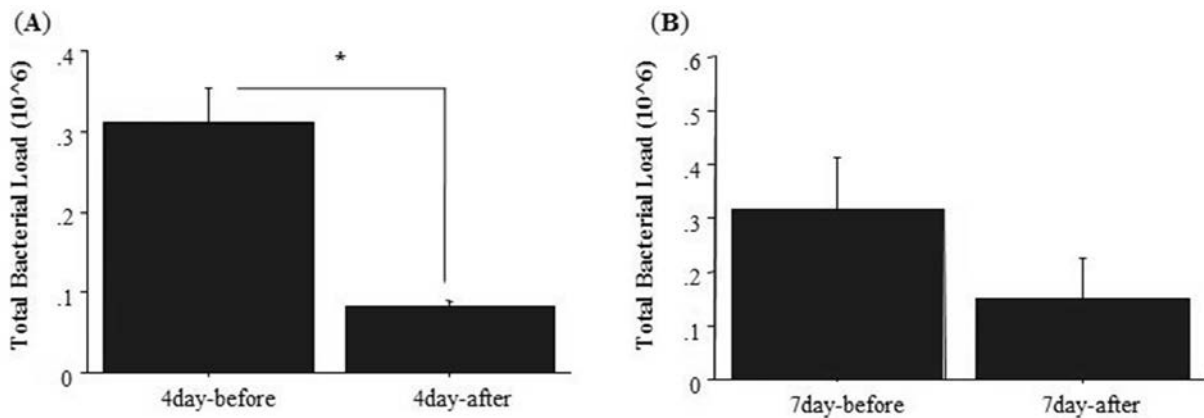


Fig. 7. 임플란트 주위염 유발 기간. (A) 임플란트 주위염 유발 기간에 대한 schematic graph. (B, C) SLA-TS를 백서 경구개에 식립한 뒤, 4일과 7일째에 Diode laser의 조사 전·후를 비교함(n=6, P<0.001).

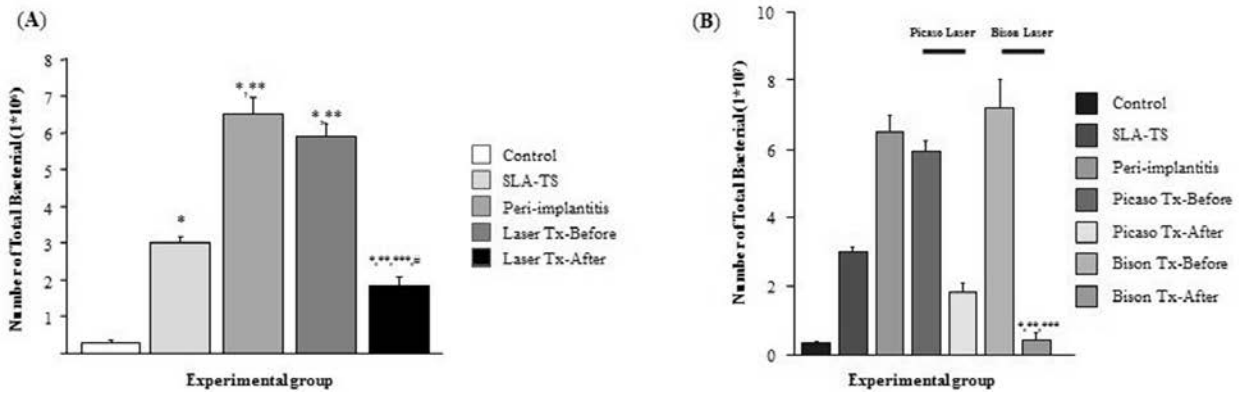


Fig. 8. 박테리아 중합효소연쇄반응. (A) Fig. 3 (A)의 결과에 따라 floss silk를 이용하여 peri-implantitis를 유발 시킨 뒤 Diode Laser를 조사하여 박테리아 중합효소연쇄반응을 통계로 나타낸 그래프(n=6, Unit=1*10⁶ *Normal vs All group (P<0.001), **Screw vs Peri, Laser-B and Laser-A (P<0.001), ***Peri- vs Laser-B and Laser-A (P<0.001), #Lasre-B vs Laser-A (P<0.001)). (B) (C)의 결과를 바탕으로 Picasso와 Bison laser간의 박테리아 제거효과를 확인하여 q-PCR을 시행한 그래프(n=6, Unit=1*10⁷, *Picasso-B vs Bison-A (P<0.001), **Picasso-A vs Bison-A (P<0.001), ***Bison-B vs Bison-A (P<0.001)).

Diode laser 처치를 한 그룹간에 박테리아를 검출하여 q-pcr을 관찰 한 결과, 4일째에서 Diode laser 처치에 의한 박테리아 감소를 확인하였다.(Fig. 8A, B)

5. 박테리아 중합효소연쇄반응

SLA-TS에 floss silk를 감아 임플란트주위염을 일으킨 다음 diode laser처치 효과를 파악하기 위하여 Normal, SLA-TS 식립군, 임플란트 유발군, 레이저 처치 전후를 비교한 결과 임플란트 유발 후 레이저 처치한 군에서 박테리아가 낮게 나타나는 것을 관찰하였다.(Fig. 8A) Picasso Diode laser와 Bison Diode laser간에 비교 실험을 한 결과 Bison Diode laser를 이용하여 임플란트 유발 후 레이저 처치한 군에서 박테리아가 낮게 나타나는 것을 관찰하였다.(Fig. 8B)

백서 경구개에 식립한 SLA-TS를 SEM으로 관찰 한 결과 박테리아가 유발 되는 것을 관찰 하였고,(Fig. 9B, F) 임플란트 주위염 유

발군의 SLA-TS를 관찰한 결과 SLA-TS 식립군에 비해 박테리아가 증가하는 것을 관찰하였다.(Fig. 9C, G) 임플란트 주위염 유발 후 Picasso Diode laser와 Bison Diode laser를 0.5 w, 30 s간 조사한 결과 박테리아가 줄어드는 것을 관찰하였다.(Fig. 9D, H) 각각의 그룹에서 발생된 박테리아 균수를 계측한 결과 810 nm Picasso Diode laser와 808 nm Bison Diode laser를 이용하여 레이저 처치한 군에서 박테리아가 효과적으로 줄어드는 것을 관찰 할 수 있었다.(Fig. 9I)

고 찰

Diode laser 치료가 임플란트 표면에 미치는 영향에 대해 알아 보기자 1.5, 2.0, 2.5 watt로 임플란트 표면에 직접 조사한 뒤 SEM 으로 관찰한 결과 808, 810 nm 두 파장 모두 표면 변화를 일으키지 않는 것으로 나타났다. 또한 SLA-TS가 백서에 식립된 상태에서 레

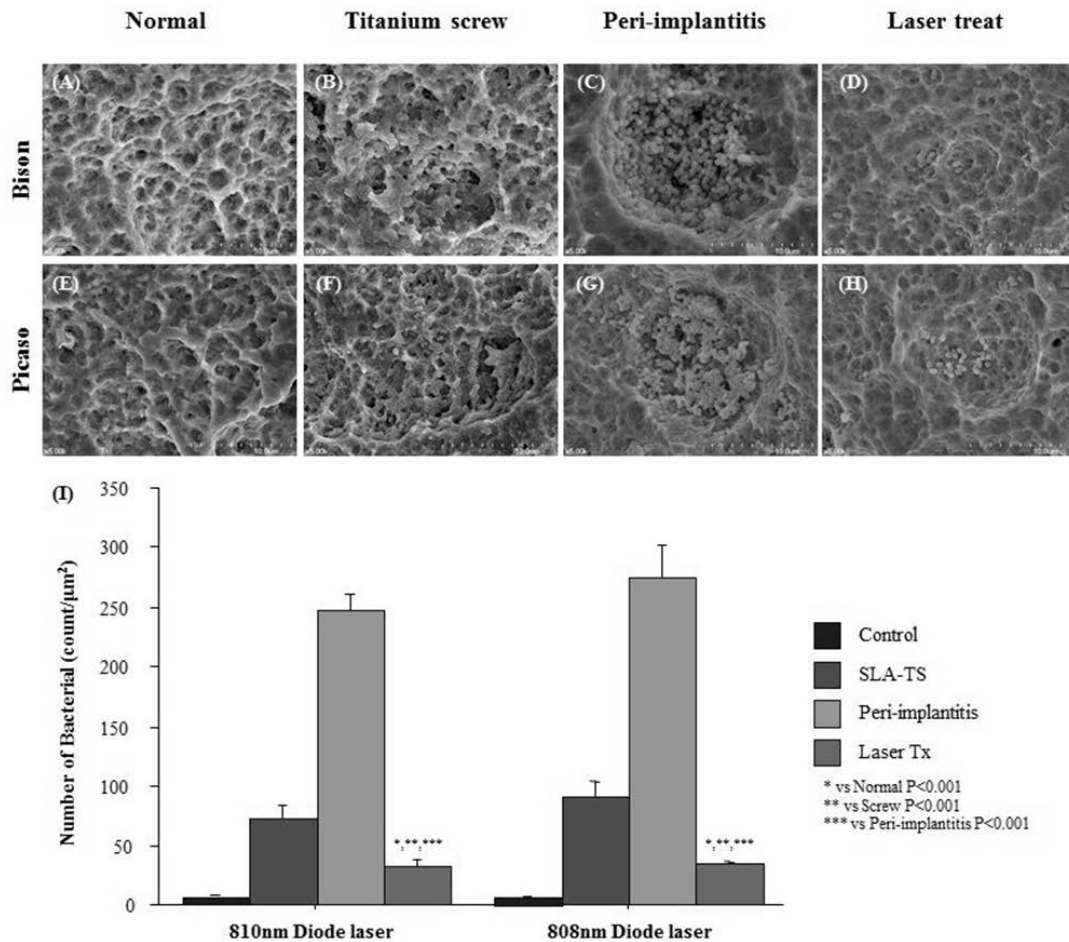


Fig. 9. 박테리아 균수계측. (A, E) Control, (B, F) SLA-TS, (C, G) Peri-implantitis, (D, H) Laser treat 그림. 백서에 식립한 SLA-TS head를 SEM으로 관찰하였다. (I) SEM으로 관찰한 SLA-TS head의 박테리아 균수를 계측한 결과 Diode Laser를 조사하였을 때, 박테리아의 수량이 SLA-TS군과 Peri-implantitis군에 비해 적어지는 것을 관찰하였다 (n=6, * vs Control (P<0.001), ** vs SLA-TS (P<0.001), *** vs Peri- implantitis (P<0.001)).

이러한 조사를 받을 때 continuous mode에서는 백서 구강내 온도 29°C에서 시작하여 15 s까지 온도가 증가하였는데, 0.5 watt는 큰 온도 변화의 폭이 없는 것으로 나타났다. Pulse mode 모두 15 s까지는 온도가 상승하지만 20 s 이후부터는 안정적으로 떨어지는 것을 관찰하였다.(Fig. 3) SLA-TS가 뼈에 식립된 뒤 Diode laser를 조사하였을 때, 뼈에 미치는 온도의 영향을 mesial, distal, buccal, lingual 부위에서 측정한 결과 distal, buccal, lingual에서는 온도변화 영향을 미치지 않았으나, mesial에서는 온도가 상승하는 것을 관찰 할 수 있었다. 백서 경구개에 SLA-TS를 식립 했을 때 백서에서 손실이 발생되지 않고 유지되는 기간으로 측정된 4일과 7일간에(Fig. 7) Diode laser를 조사하여 q-pcr을 통해 박테리아의 감소 효과를 관찰하였다.(Fig. 5) 임플란트 주위염을 유발 시킬 수 있는 다양한 방법 중에 SLA-TS에 wire와 floss silk를 감아서 이물질에 의한 오염 및 감염에 대한 유발을 시도하였다. 중합효소연쇄반응으로 관찰 한 결과 아무런 처치를 하지 않고 식립한 SAL-TS에 비해 floss silk를 감은 실험군에서 높은 수의 박테리아를 관찰

할 수 있었다. 이를 바탕으로 임플란트 주위염 유발군은 SLA-TS에 floss silk를 감아서 진행했으며, Diode laser를 이용하여 후처치한 결과 SLA-TS 식립군 보다도 낮은 수의 박테리아를 관찰 할 수 있었다. 또한 808, 810 nm Diode laser가 동일한 효과를 얻는지 확인해본 결과 임플란트 주위염 유발 후 레이저 처치에서 두 장비 모두 박테리아의 수가 줄어드는 것을 확인하였으며, 808 nm Diode laser보다 더 효율적으로 줄어드는 것을 관찰하였다. 백서 경구개에 식립한 각 실험군의 SLA-TS의 머리 부분을 SEM으로 관찰한 결과 일반적인 식립군의 경우 박테리아가 관찰되었으며, 임플란트 주위염을 유발한 그룹에서는 일반적인 식립군에 비해 더 많은 수의 박테리아가 관찰되었다. 반면 임플란트 주위염 유발 후 레이저 처치를 한 그룹에서는 적은 수의 박테리아가 관찰되었다. 이를 균수계측 해본 결과 임플란트 주위염 유발군에서 일반 식립군에 비해 많은 수의 박테리아가 관찰되었으며, Diode laser를 처치한 뒤에는 박테리아의 수가 현저히 줄어드는 것을 관찰하였다.

이 연구를 통해서 Diode laser 장비가 임플란트 주위염에서 발

생되는 박테리아 제거에 효과적인 것을 알 수 있었다. 그동안 임플란트주위염 치료에 사용되는 Diode laser의 파장대는 810 nm 파장을 이용해오고 있었다¹⁵⁾. 그러나 이번 실험에서 적용한 808 nm Diode laser는 7 W 출력의 200 μm의 광섬유로 레이저 빛을 출력시켜 기존에 임플란트 주위염 치료에 효율을 보였던 Picasso Diode laser와 비교했을 때, 식립된 임플란트에 조사되는 mesial 부위에서 보다 낮은 온도를 유지하면서도 박테리아 제거에는 동일 또는 그 이상의 효율성을 보이는 것으로 관찰되었다. 이것으로 보아 백서에서 유발 시킨 임플란트 주위염에 808 nm Bison Diode laser가 810 nm Picasso Diode laser와 최소한 동일한 효과를 보일 것으로 사료되었다.

결 론

임플란트주위염에서 808 nm, 810 nm 파장의 Diode laser를 이용하여 연조직과 치조골의 염증부위를 치료한 결과(0.5 w, 15초간 continuous mode), 레이저에 의한 과도한 열발생이나 임플란트 표면 변성의 발생되지 않았고, 효과적으로 세균수를 감소시키는 것을 확인하였다. 이상의 결과로 Diode laser가 임플란트주위염 치료가 효과적이고 안전하게 될 수 있을 것으로 판단되었다.

REFERENCES

- Zitzmann NU, Berglundh T. Definition and prevalence of peri-implant diseases. *Journal of clinical periodontology* 2008;358(Suppl):286-91.
- Mailoa J, Lin GH, Chan HL, MacEachern M, Wang HL. Clinical outcomes of using lasers for peri-implantitis surface detoxification: a systematic review and meta-analysis. *Journal of periodontology* 2014;85(9):1194-202.
- Park SH, Lee JK. Nonsurgical interventions for treating peri-implantitis and prognosis. *Journal of Korean dental association* 2014;52(7):396-401.
- Abtahi J, Agholme F, Sandberg O, Aspenberg P. Effect of local vs. systemic bisphosphonate delivery on dental implant fixation in a model of osteonecrosis of the jaw. *Journal of dental research* 2013;92(3):279-83.
- Takasaki AA, Aoki A, Mizutani K, Kikuchi S, Oda S, Ishikawa I. Er:YAG laser therapy for peri-implant infection: a histological study. *Lasers in medical science* 2007;22(3):143-57.
- Schwanrz F, Sculean A, Rothamel D, Schwenzer K, Georg T, Becker J. Clinical evaluation of an Er:YAG laser for nonsurgical treatment of peri-implantitis: a pilot study. *Clinical oral implants research* 2005;16(1):44-52.
- Azkeh MM. Er,Cr:YSGG laser-assisted surgical treatment of peri-implantitis with 1-year reentry and 18-month follow-up. *Journal of periodontology* 2008;79(10):2000-5.
- Figuro E, Graziani F, Sanz I, Herrera D, Sanz M. Management of peri-implant mucositis and peri-implantitis. *Periodontology* 2000 2014;66(1):255-73.
- Slot DE, Jorritsma KH, Cobb CM, Van der Weijden FA. The effect of the thermal diode laser (wavelength 808-980nm) in non-surgical periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical periodontology* 2014; 41(7):681-92.
- Castro GL, Gallas M, Nunez IR, Borrajo JL, Alvarez JC, Varela LG. Scanning electron microscopic analysis of diode laser-treated titanium implant surfaces. *Photomedicine and laser surgery* 2007;25(2):124-8.
- Yamamoto A, Tanabe T. Treatment of peri-implantitis around TiUnite-surface implants using Er:YAG laser microexplosions. *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 2013;33(1):21-30.
- Freire MO, Sedghizadeh PP, Schaudinn C, Corur A, Downey JS, Choi JH, Chen W, Kook JK, Chen C, Goodman SD, Zadeh HH. Development of an animal model for Aggregatibacter actinomycetemcomitans biofilm-mediated oral osteolytic infection: a preliminary study. *Journal of periodontology* 2011;82(5): 778-89.
- Ebadian AR, Kadkhodazadeh M, Zarnegarnia P, Dahlen G. Bacterial analysis of peri-implantitis and chronic periodontitis in Iranian subjects. *Acta medica Iranica* 2012;50(7):486-92.
- Guo M, Wang Z, Fan X, Bian Y, Wang T, Zhu L, Lan J. Kgp, rgpA, and rgpB DNA vaccines induce antibody responses in experimental peri-implantitis. *Journal of periodontology* 2014; 85(11):1575-81.
- Roncati M, Lucchese A, Carinici F. Non-surgical treatment of peri-implantitis with the adjunctive use of an 810-nm diode laser. *Journal of Indian Society of periodontology* 2013;17(6): 812-5.