

Laser therapy in dentinal hypersensitivity and periodontal treatment

Cheol Namgung¹, Jong-Ho Lee², Kee-Yeon Kum³, Young-Jun Lim^{1*}

¹Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

³Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

Although a laser has been introduced to implant dentistry for decades, its efficacy is still open debate. The aim of this literature review is to analyze and evaluate the efficacy of laser therapy for the treatment of dentinal hypersensitivity and periodontal conditions. (*J Dent Rehabil Appl Sci* 2014;30(4):307-14)

Key words: laser; hypersensitivity; periodontitis; peri-implantitis; debridement

서론

기계식 절삭 장치는 과거 100여 년간 치과 영역에서 널리 이용되어 왔다. 점진적 연구 개발을 통해 장치는 더 작아지고 절삭 효율은 증가해 왔다. 그러나 핸드피스 또는 초음파 스케일러에서 발생하는 진동과 소음, 이로부터 환자가 느끼게 되는 공포는 아직도 해결되지 못한 과제로 남아있다.¹ 레이저는 이러한 기계식 접촉 장치를 대체하는 수단으로 주목을 받아왔다.

1964년 Goldman 등²이 치아 우식 치료에 레이저를 최초로 적용하여 보고하였다. 계속해서 Nd:YAG와 CO₂ 레이저 등이 치의학 영역에서 적용되어 왔다. 그러나 이 두 가지 종류의 레이저는 경조직 제거에 효과적이지 못할 뿐만 아니라, 열 발생으로 인한 경조직의 국소적 용융, 균열 및 탄화(carbonization) 등의 부작용이 발생하는 것으로 보고되었다.³ 경조직 제거에서 가장 우수한 효과를 보인 것은 2,940 nm 파장의 Er:YAG 및 2,790 nm 파장의 Er,Cr:YSGG 레이저이다. Er:YAG 레이저는 Nd:YAG

레이저에 비해 물에 15,000배 더 흡수된다. 따라서 Er 계열의 레이저를 물과 함께 적용하면 경조직을 효과적으로 마멸(ablating)시킬 수 있게 된다.⁴ 물방울 레이저란 이름으로 친숙하게 알려진 레이저가 바로 이러한 원리를 이용한 것이다.

1997년 미국 FDA가 Er:YAG 레이저를 승인한 이래로, 치아 와동 형성과 지각과민 처치, 치주 치료 및 임플란트 수술 등에서 Er:YAG 레이저가 제한적으로 이용되고 있다. 레이저는 기계식 절삭장치와는 달리 조직에 마멸, 지혈 및 정화(detoxification) 효과가 복합적으로 작용한다. 또한 정확한 절개 및 주변 조직에 대한 최소한의 손상 발생으로 인해 술 후 통증이 적고 회복이 빠른 장점이 있는 것으로 알려졌다. 소음과 진동이 미비하여 환자의 심리적 편안함을 증진시키는 효과도 있다.¹

그럼에도 불구하고, 많은 임상가들은 레이저 사용에 대해 아직 신중한 입장을 보이고 있는 것으로 생각된다. 레이저 장치에 대한 초기 비용 부담이 크고, 각 시술 별로 서로 다른 종류의 레이저 장치가 필요한 것이 임상가

*Correspondence to: Young-Jun Lim, DDS, MSD, PhD
Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University
101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, 110-749, Republic of Korea
Tel: +82-2-2072-3816, Fax: +82-2-2072-3860, E-mail: limdds@snu.ac.kr
Received: July 14, 2014/Last Revision: August 10, 2014/Accepted: August 14, 2014

Copyright© 2014 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
© It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

들에게는 경제적 진입 장벽으로 작용할 것이다. 물방울 레이저 기술이 무통 치료나 기계적 기술을 완전히 대체 가능한 것처럼 과장·과대 광고되면서 생긴 부정적 선입견도 원인이 될 수 있다.⁵ 그 무엇보다도 레이저 이용에 회의적인 가장 큰 이유는 레이저의 효과에 대한 이론적 근거가 충분하지 못하기 때문일 것이다. 본 논문에서는 지각과민증과 치주 처치에 있어 레이저가 갖는 효과에 대한 최근 연구 결과들을 되짚어보고자 한다.

본론

1. 상아질 지각과민증 치료에서 레이저의 효과

상아질 지각과민(dentinal hypersensitivity: DH) 치료에 레이저가 최초로 소개된 것은 1980년대 중반이다.⁶ 이후로 다양한 종류의 레이저가 DH 치료에 시험적으로 이용되었다. 여기에는 Nd:YAG와 Er:YAG뿐만 아니라, CO₂, He-Ne, 그리고 Diode (GaAlAs) 레이저 등이 포함된다. 이러한 레이저들은 다양한 범위의 파장과 에너지를 나타내는데, 파장의 경우 632.8 nm (He-Ne)부터 10,600 nm (Er:YAG, CO₂)까지 분포한다. Diode나 He-Ne처럼 낮은 출력 에너지의 레이저가 DH에 나타내는 치료 효과는 레이저가 신경에 작용하는 것과 연관된 것으로 보인다. 반면, Nd:YAG, CO₂, Er:YAG 같이 높은 출력 에너지를 갖는 레이저의 치료 효과는 상아세관의 협착이나 폐색과 관련 있는 것으로 추정된다.⁷ 1,064 nm 파장의 Nd:YAG 레이저의 경우 이러한 폐색 효과와 더불어 추가적으로 신경 말단에 작용하여 C와 A β 섬유를 차단한다.⁸

상아질 지각과민증에 대한 레이저의 임상적 치료 효과 연구들을 살펴보면, 그 결과가 서로 상이하며 다양한 범위를 나타내고 있다. DH로 인한 불편감이 레이저 치료로 인해 감소된 비율을 환자 또는 치아 별로 살펴보면, GaAlAs 레이저는 53.3% - 94.2% 범위를 나타내는 것으로 보고되었다.^{9,10} CO₂ 레이저의 3개월 추적 조사 결과는 50% - 94.5% 범위를 보이며,^{11,12} Nd:YAG 레이저의 경우 51.5% - 100%의 범위를 나타내었다.^{6,13} Er:YAG 레이저의 6개월 추적 조사에서는 DH 감소율이 38.2% - 47% 범위로 보고되었다.^{14,15} Er:YAG 레이저의 경우 도입 시기가 최근이라 임상 데이터가 상대적으로 적었다.

레이저를 DH 치료에 적용한 임상 연구는 다수 있지만, 무작위 비교 연구(RCT)는 2011년 기준으로 8개뿐이

다. 이들에 대한 체계적 문헌 고찰(systematic review) 결과, 중등도 이상의 편향(bias)이 존재하는 것으로 확인되었다. 볼소 바니쉬와 같은 도포 처치제와 비교 시, 레이저가 도포 처치제보다 DH에 다소 우수한 효과를 갖는 것으로 나타났다. 메타 분석 결과, Er:YAG 레이저(n = 2 trials)와 CO₂ 레이저(n = 1 trial)는 도포 처치제보다 통계적으로 유의하게 우수한 치료 효과를 나타낸 반면, Diode 레이저(n = 4 trials)와 Nd:YAG 레이저(n = 2 trials)는 도포 처치제와 유의미한 차이를 보이지 않았다 (Fig. 1).¹⁶ 무작위 비교 연구의 수가 적고, 연구 결과간에 통계적 이질성이 크기 때문에 이러한 체계적 문헌 고찰 결과를 전적으로 신뢰하기에는 무리가 있는 것으로 보인다.

지각 과민증 치료에는 심리적 요인도 작용하는 것으로 보인다. 따라서 지각 과민증 치료제의 효과를 판별하기 위해서는 위약 효과(placebo effect)도 고려되어야 한다. 2011년 발표된 Sgolastra 등⁷의 체계적 문헌 고찰에 의하면, 레이저를 이용한 DH 치료에서 위약 효과를 포함한 연구는 단지 3개뿐이며, 결과간 이질성이 커서 메타 분석은 불가능한 것으로 나타났다.

Birang 등¹⁵이 Nd:YAG, Er:YAG와 placebo 레이저를 DH 치료에 이용한 결과, 6개월 추적 조사에서 통증 감소가 각각 91%, 62%, 그리고 20%로 나타났다. 그러나 세 그룹간 통계적 비교는 이루어지지 않았으며 특정 레이저가 더 효과적이라는 증거는 없는 것으로 나타났다. Viera 등¹⁷은 diode와 placebo 레이저를 oxalate 및 placebo oxalate와 비교한 RCT 연구를 수행하였다. 그 결과, 네 그룹간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. Lier 등¹⁸이 Nd:YAG 레이저와 placebo 레이저의 DH 치료 효과를 비교한 연구에서도, 두 그룹간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과를 종합할 때, 상아질 지각 과민증 치료에서 레이저는 기존의 도포성 지각 과민 처치제보다 다소 우수한 효과를 나타내는 것으로 볼 수 있다. 그러나 실험에 사용된 레이저의 종류와 파장 및 에너지 수준이 다양하고 데이터간 이질성이 크며 위약 효과가 충분히 고려되지 못하였다. 따라서 레이저가 상아질 지각 과민 치료에 효과가 있다고 보기에 그 증거 수준이 낮다고 하겠다. 따라서, 장기간의 추가적인 RCT 연구가 수행되어야 하며 여기에는 표본 편향과 위약 효과까지 고려되어야 할 것이다.

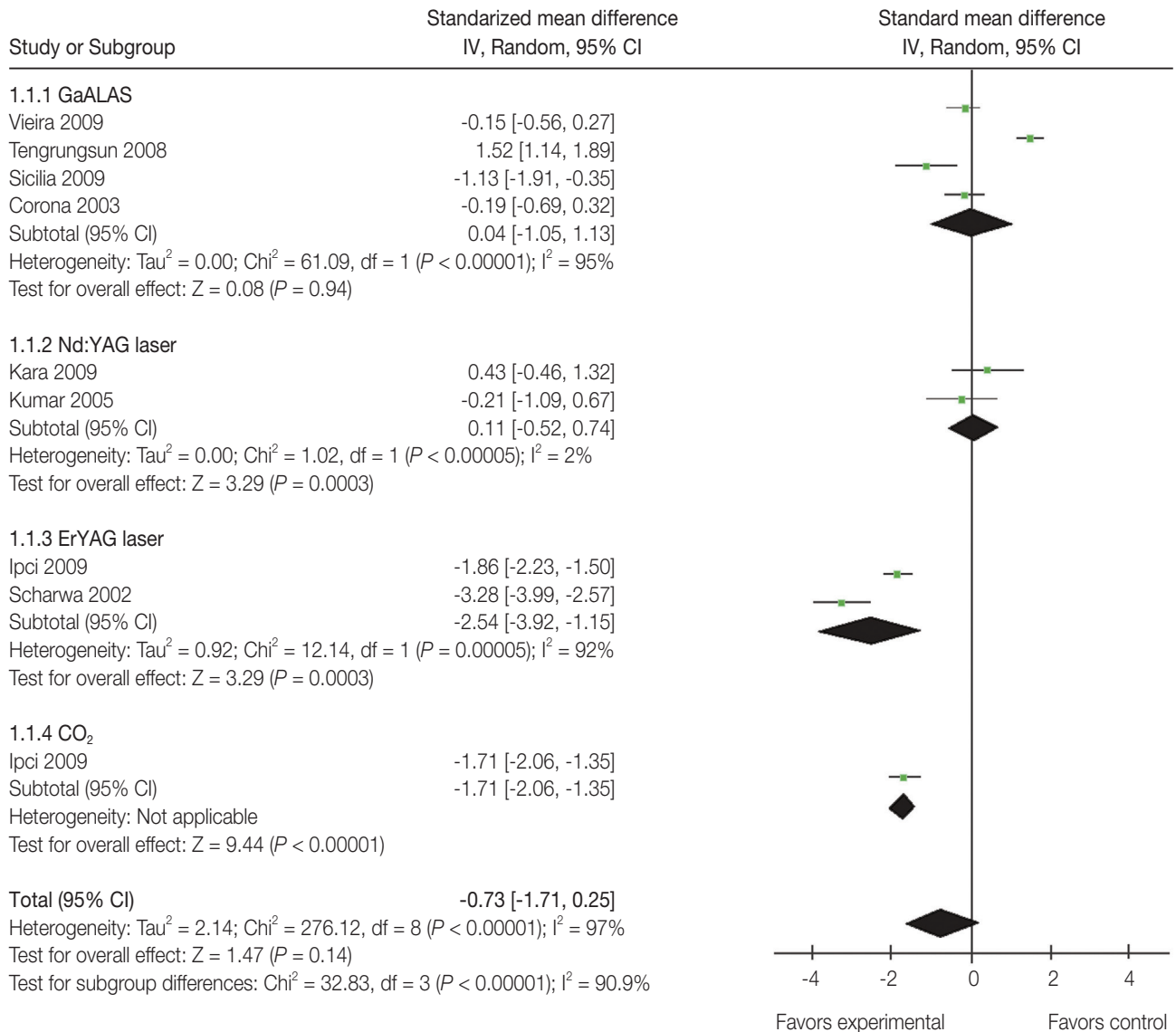


Fig. 1. Forest plot for the effect of laser therapy on dentine hypersensitivity: standardized mean differences (95% confidence intervals) between laser therapy and active control from random effects meta-analyses.¹⁶ CI, confidence interval.

2. 비수술적 치주염 치료에서 레이저의 효과

치주염의 비수술적 치료는 병변에 이환된 치근 표면의 조직을 기계적으로 제거하는 것으로, 손이나 초음파를 이용해 스케일링과 치근 활택(scaling and root planing: SRP)을 하는 과정이 포함된다. 그러나 치주낭과 하부 치근 표면에서 세균 군락과 그 오염물을 완전히 제거하는 것은 전통적인 기계적 방법으로는 거의 불가능하다.¹⁹ 특히 치근 분지부(furcation)처럼 해부적으로 복잡한 부위에서의 SRP는 더욱 어려우며, 초음파 스케일러를 이용할 경우 소음과 진동 및 치근 접촉

시 과민증을 일으켜 환자의 불편감을 증대시키기도 한다.¹ SRP에서 레이저를 적용할 경우 마멸, 살균 및 해독(detoxification) 효과를 동시에 기대할 수 있다. 뿐만 아니라 소음과 진동으로 인한 환자 불편감 유발 문제도 해결할 수 있기에 기계적 치주 치료의 대안 또는 보조적 수단으로 주목 받아오고 있다.²⁰

레이저를 치주염의 비수술적 치료에 이용한 임상 결과는 다음과 같이 살펴볼 수 있다. Neil ME 등의 double blinded RCT 연구에서, Nd:YAG 레이저를 전통적 SRP에 보조적 수단으로 적용할 경우 gingival index와 탐침시 출혈에 있어 유의하게 우수한 결과를 보여주었다. 그

러나 치은 부착에는 별다른 차이가 없었다. Nd:YAG 레이저만 단독으로 적용할 경우 SRP보다 interleukin-1 β 감소에 있어 덜 효과적이라고 보고되었다.²¹ 또 다른 연구에서는 초음파 스케일러와 비교 시, Nd:YAG 레이저 단독으로 치주 치료를 한 경우 치은 연하에서 *P. gingivalis* 감소와 치은열구액에서 interleukin-1 감소에서 유의하게 우수한 결과를 보이기도 하였다.²² 따라서 Nd:YAG 레이저만 단독으로 이용하기 보다는 기계적 SRP의 보조적 수단으로 이용하는 것을 권장하기도 한다.¹

CO₂ 레이저는 치석을 녹이거나 탄화시키기 쉽기 때문에 치석 제거에 적합하지 못한 것으로 보인다.²¹ 또한 SRP에서 CO₂ 레이저와 초음파 스케일러의 효과를 비교한 실험에서는, 레이저 치료 시 *P. gingivalis*와 interleukin-1의 유의미한 감소 효과가 관찰되지 않았다.²²

비수술적 치주 치료에서 diode 레이저의 활용은 비교적 최근에 연구되기 시작하였다. Diode 레이저를 보조적으로 이용할 경우 치주낭에서 *A. actinomycetemcomitans* 등의 세균 감소를 기대할 수 있다.²³ 또 다른 연구에서는, SRP의 보조적 요법으로 diode 레이저를 펄스 형태로 적용 시 유의한 개선 효과가 관찰되지 않았다.²⁴ 2013년에 수행된 메타 분석 연구에서는, diode 레이저가 SRP에 추가적인 이득 효과를 주지 않는 것으로 정리되었다. 그러나 메타 분석의 포함 기준- 만성 치주염으로 진단된 환자를 대상으로 RCT로 6개월 이상 추적 조사한 연구를 만족하는 연구는 오직 5개였다. 이 가운데 3개의 연구는 높은 수준의 편향을 내포한 것으로 분석되었다.²⁵ 따라서 diode 레이저의 보조적 치료 효과를 확인하기 위해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

여러 종류의 레이저 가운데 기존의 기계적 SRP를 대체할 것으로 가장 기대되는 것은 Er:YAG 레이저이다. Er:YAG 레이저가 전통적 SRP 치료보다 탐침 시 출혈, 치주낭 깊이 그리고 부착 수준의 향상을 보였다.²⁶ 6개월 추적 조사에서 레이저 치료가 초음파 스케일러와 유사한 효과를 보여주었다.²⁷ 시술 후 2년 간 비교 시, Er:YAG 레이저 치료가 초음파 스케일러보다 치주낭 깊이가 감소와 부착 수준 향상에서 유의한 효과를 나타낸 연구 결과도 있다.²⁸ 또한 레이저 치료가 새로운 백악질 형성을 촉진한다는 주장도 있다.²⁹ 그러나 SRP 장치 별로 환자 불편감을 평가한 연구에서는 초음파 스케일링이 Er:YAG 레이저보다 더 환자 만족도가 큰 것으로 보고되기도 하였다.³⁰ 따라서 Er:YAG 레이저를 치주 치료

가 전통적 SRP와 유사한 효과를 나타내는지 혹은 더 우수한 임상 결과를 보이는지 명확한 결론을 내려줄 추가적 연구가 요구된다. 또한 치은 연하에 효과적으로 전달되고 환자의 불편감을 감소시킬 수 있도록 레이저 장치의 tip 개선 등이 필요하다.

3. 임플란트 주위염 치료에서 레이저의 효과

임플란트 주위염을 치료하는 이상적인 프로토콜에 대한 합의는 아직 없지만, 플라스틱 큐렛 등을 이용해 오염된 조직을 제거하는 것이 추천되어 왔다.³¹ 그러나 이러한 기계적 제거 방식만으로는 임플란트 표면으로부터 세균과 오염된 산물을 완전히 제거하기 어렵다.³² 기계적 제거 외에 화학 약품이나 항생제 투여 등을 병행하는 보조적 치료 요법이 추천되기도 하지만, 그 효과가 미비하거나³³ 항생제 내성 등의 부작용에 대한 우려가 있어 왔다.

따라서 레이저를 이용해 오염물을 제거하고 임플란트 표면을 정화하는 요법이 주목을 받고 있다. 일부 연구에서, Nd:YAG 레이저는 임플란트 표면을 비가역적으로 변화시키는 것으로 나타났다.^{34,35} CO₂ 레이저는 임플란트 표면을 손상시키지 않고 정화 작용을 하는 것으로 보고되었다.³⁶ 임플란트 주위염에서 연조직 절개와 CO₂ 레이저 치료를 병행할 경우 부착 수준의 유의한 향상이 있었지만, 4개월 후의 비교 평가에서는 레이저 치료에 이득이 없는 것으로 나타났다.³⁷ Diode 레이저 역시 임플란트의 표면의 정화 효과가 있지만,³⁴ 부적절하게 적용한 경우 임플란트-골 계면에서 열을 발생시키고, chlorhexidine을 이용한 전통적 치료법보다 덜 효과적인 것으로 나타났다.³⁸

Er:YAG 레이저는 오염된 임플란트 표면의 정화 뿐만 아니라, 연조직과 경조직을 마멸시켜 염증 조직을 제거하는 효과까지 있기에 임플란트 주위염 치료에서 가장 효과적인 레이저로 기대된다. Er:YAG 레이저는 임플란트 표면을 손상시키지 않으며, 조사된 표면에서 조골 세포의 부착 속도에 영향을 주지 않았다.³⁹ 또한 Er:YAG 레이저 조사 시 오염된 지대주와 매식체 표면에서 치석과 치태 제거가 효과적인 것으로 나타났다.⁴⁰ 체외 연구에서는 플라스틱 큐렛에 chlorhexidine이나 초음파를 적용한 치료보다 Er:YAG 레이저가 더 효과적이라는 주장도 있다.³² 임상 연구에서는, Er:YAG 레이저 치료가 플라스틱 큐렛을 통한 기계적 정화와 유사한 정도의 치

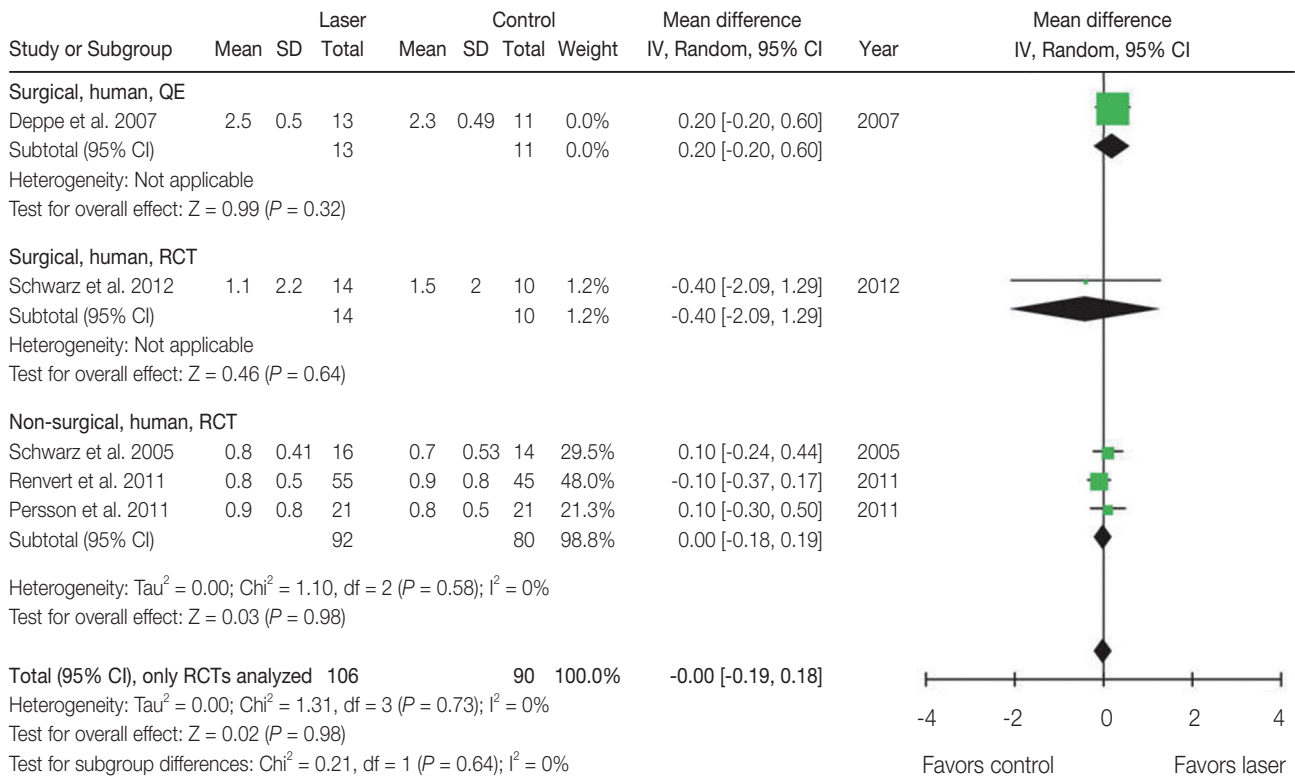


Fig. 2. Meta-analysis for probing depth reduction among selected studies. For non-surgical interventions, three RCTs were included and the weighted mean difference was 0.00 mm (95% CI = -0.18 to 0.19 mm, $P = 0.98$).⁴² CI, confidence interval.

료 효과를 보이는 것으로 나타났다.⁴¹

최근에 Mailoa 등이 임플란트 주위염에서 레이저의 치료 효과에 대해 체계적 문헌 고찰 결과, 비수술적 레이저 치료의 RCT 임상 연구는 단지 3개 뿐이었고 모두 CO₂ 또는 Er:YAG 레이저를 이용하였다. 메타 분석을 시행한 결과, 치주낭 감소에 있어서 레이저는 기존의 통상적 정화 방식과 차이가 없는 것으로 나타났다(Fig. 2).⁴² 그러나 여기에 포함된 임상 연구는, 표본 수가 작고 추적 조사 기간이 짧기에 그 결과를 단언하기에는 아직 시기상조로 보인다.

결론

레이저를 통한 비접촉 에너지 전달 방식은 핸드피스나 큐렛, 초음파 스케일러와 같은 기계적 접촉 방식을 대체할 유력한 후보임이 분명하다. 약제의 도움 없이 상아 세관을 폐색하고 신경말단에 진정 효과를 주는 기기는 레이저가 유일하다. 상용화된 레이저 장치가 상아질 지각과민증과 치주 치료를 위해 사용되고 있음에도 불구하고, 아직 그 임상적 효능에 대해서는 의견이 분분

하다. 최근에 발표된 체계적 문헌 고찰 연구를 중심으로 레이저의 치료 효과에 대해 살펴본 결과, 신뢰할만한 무작위 비교 연구의 수가 극히 미비함을 확인할 수 있었다. 레이저 종류에 따라서도 임상 효능에 분명한 차이를 보여주었다. 따라서, 레이저의 효능에 대한 판단은 잘 설계된 임상 연구가 상당수 이루어진 다음으로 이루어야 할 것이다. 이와 함께, 병변까지 효과적으로 에너지를 송달할 수 있고 과장과 출력을 다양한 범위로 조절 가능한 치과용 레이저 개발을 기대해 본다.

Acknowledgments

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 신성장동력 장비경쟁력 강화사업의 지원에 의하여 이루어진 것임 (10047615).

References

1. Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA, Mizutani K, Sasaki KM, Izumi Y. Application of lasers in peri-

- odontics: true innovation or myth? *Periodontol* 2000;50:90-126.
2. Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B. Impact of the laser on dental caries. *Nature* 1964;203:417.
 3. Wigdor H, Abt E, Ashrafi S, Walsh JT Jr. The effect of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc* 1993;124:65-70.
 4. Hale GM, Querry MR. Optical constants of water in the 200-nm to 200-microm wavelength region. *Appl Opt* 1973;12:555-63.
 5. Lee YB. Painless treatment using water laser is false hype. *The Daily Dental*. November 2, 2006.
 6. Matsumoto K, Funai H, Shirasuka T, Wakabayashi H. Effects of Nd:YAG-laser in treatment of cervical hypersensitive dentine. *Jpn J Conserv Dent* 1985;28:760-5.
 7. Sgolastra F, Petrucci A, Gatto R, Monaco A. Effectiveness of laser in dentinal hypersensitivity treatment: a systematic review. *J Endod* 2011;37:297-303.
 8. Orchardson R, Peacock JM, Whitters CJ. Effect of pulsed Nd:YAG laser radiation on action potential conduction in isolated mammalian spinal nerves. *Lasers Surg Med* 1997;21:142-8.
 9. Corona SA, Nascimento TN, Catirse AB, Lizarelli RF, Dinelli W, Palma-Dibb RG. Clinical evaluation of low-level laser therapy and fluoride varnish for treating cervical dentinal hypersensitivity. *J Oral Rehabil* 2003;30:1183-9.
 10. Tengrungsun T, Sangkla W. Comparative study in desensitizing efficacy using the GaAlAs laser and dentin bonding agent. *J Dent* 2008;36:392-5.
 11. Zhang C, Matsumoto K, Kimura Y, Harashima T, Takeda FH, Zhou H. Effects of CO₂ laser in treatment of cervical dentinal hypersensitivity. *J Endod* 1998;24:595-7.
 12. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Aoid M, Reichenbach P, Lothaller MA, Wernisch J, Sperr W. Long-term effects of CO₂ laser irradiation on treatment of hypersensitive dental necks: results of an in vivo study. *J Clin Laser Med Surg* 1998;16:211-5.
 13. Kobayashi K, Yamaguchi H, Kumai A, Tanaka M, Sakuraba E, Nomura T, Nakamura J, Arai T. Pain relief effects of Nd:YAG laser irradiation on dentin hypersensitivity during periodontal treatment. *J Jpn Soc Periodontol* 1999;41:180-7.
 14. Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E. Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine. *J Clin Periodontol* 2002;29:211-5.
 15. Birang R, Poursamimi J, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. Comparative evaluation of the effects of Nd:YAG and Er:YAG laser in dentin hypersensitivity treatment. *Lasers Med Sci* 2007;22:21-4.
 16. Cunha-Cruz J. Laser therapy for dentine hypersensitivity. *Evid Based Dent* 2011;12:74-5.
 17. Vieira AH, Passos VF, de Assis JS, Mendonça JS, Santiago SL. Clinical evaluation of a 3% potassium oxalate gel and a GaAlAs laser for the treatment of dentinal hypersensitivity. *Photomed Laser Surg* 2009;27:807-12.
 18. Lier BB, Rösing CK, Aass AM, Gjermo P. Treatment of dentin hypersensitivity by Nd:YAG laser. *J Clin Periodontol* 2002;29:501-6.
 19. Adriaens PA, Edwards CA, De Boever JA, Loesche WJ. Ultrastructural observations on bacterial invasion in cementum and radicular dentin of periodontally diseased human teeth. *J Periodontol* 1988;59:493-503.
 20. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2000 2004;36:59-97.
 21. Tucker D, Cobb CM, Rapley JW, Killoy WJ. Morphologic changes following in vitro CO₂ laser treatment of calculus-laden root surfaces. *Lasers Surg Med* 1996;18:150-6.
 22. Miyazaki A, Yamaguchi T, Nishikata J, Okuda K, Suda S, Orima K, Kobayashi T, Yamazaki K, Yoshikawa E, Yoshie H. Effects of Nd:YAG and CO₂ laser treatment and ultrasonic scaling on periodontal pockets of chronic periodontitis patients. *J Periodontol* 2003;74:175-80.
 23. Moritz A, Gutknecht N, Doertbudak O, Goharkhay K, Schoop U, Schauer P, Sperr W. Bacterial reduction in periodontal pockets through irradiation with a diode laser: a pilot study. *J Clin Laser Med Surg* 1997;15:33-7.
 24. Borrajo JL, Varela LG, Castro GL, Rodriguez-Nuñez I, Torreira MG. Diode laser (980 nm) as adjunct to scaling and root planing. *Photomed Laser*

- Surg 2004;22:509-12.
25. Sgolastra F, Severino M, Gatto R, Monaco A. Effectiveness of diode laser as adjunctive therapy to scaling root planing in the treatment of chronic periodontitis: a meta-analysis. *Lasers Med Sci* 2013; 28:1393-402.
 26. Schwarz F, Sculean A, Georg T, Reich E. Periodontal treatment with an Er: YAG laser compared to scaling and root planing. A controlled clinical study. *J Periodontol* 2001;72:361-7.
 27. Sculean A, Schwarz F, Berakdar M, Romanos GE, Arweiler NB, Becker J. Periodontal treatment with an Er:YAG laser compared to ultrasonic instrumentation: a pilot study. *J Periodontol* 2004;75: 966-73.
 28. Crespi R, Capparè P, Toscanelli I, Gherlone E, Romanos GE. Effects of Er:YAG laser compared to ultrasonic scaler in periodontal treatment: a 2-year follow-up split-mouth clinical study. *J Periodontol* 2007;78:1195-200.
 29. Schwarz F, Jepsen S, Herten M, Aoki A, Sculean A, Becker J. Immunohistochemical characterization of periodontal wound healing following nonsurgical treatment with fluorescence controlled Er:YAG laser radiation in dogs. *Lasers Surg Med* 2007;39: 428-40.
 30. Derdilopoulou FV, Nonhoff J, Neumann K, Kielbassa AM. Microbiological findings after periodontal therapy using curettes, Er:YAG laser, sonic, and ultrasonic scalers. *J Clin Periodontol* 2007;34:588-98.
 31. Roos-Jansåker AM, Renvert S, Egelberg J. Treatment of peri-implant infections: a literature review. *J Clin Periodontol* 2003;30:467-85.
 32. Schwarz F, Sculean A, Romanos G, Herten M, Horn N, Scherbaum W, Becker J. Influence of different treatment approaches on the removal of early plaque biofilms and the viability of SAOS2 osteoblasts grown on titanium implants. *Clin Oral Investig* 2005;9:111-7.
 33. Schou S, Holmstrup P, Jørgensen T, Skovgaard LT, Stoltze K, Hjørting-Hansen E, Wenzel A. Implant surface preparation in the surgical treatment of experimental peri-implantitis with autogenous bone graft and ePTFE membrane in cynomolgus monkeys. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:412-22.
 34. Romanos GE, Everts H, Nentwig GH. Effects of diode and Nd:YAG laser irradiation on titanium discs: a scanning electron microscope examination. *J Periodontol* 2000;71:810-5.
 35. Kreisler M, Götz H, Duschner H. Effect of Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, CO₂, and GaAlAs laser irradiation on surface properties of endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:202-11.
 36. Kato T, Kusakari H, Hoshino E. Bactericidal efficacy of carbon dioxide laser against bacteria-contaminated titanium implant and subsequent cellular adhesion to irradiated area. *Lasers Surg Med* 1998; 23:299-309.
 37. Deppe H, Horch HH, Neff A. Conventional versus CO₂ laser-assisted treatment of peri-implant defects with the concomitant use of pure-phase beta-tricalcium phosphate: a 5-year clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:79-86.
 38. Kreisler M, Kohnen W, Marinello C, Schoof J, Langnau E, Jansen B, d'Hoedt B. Antimicrobial efficacy of semiconductor laser irradiation on implant surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18:706-11.
 39. Schwarz F, Rothamel D, Sculean A, Georg T, Scherbaum W, Becker J. Effects of an Er:YAG laser and the Vector ultrasonic system on the biocompatibility of titanium implants in cultures of human osteoblast-like cells. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:784-92.
 40. Matsuyama T, Aoki A, Oda S, Yoneyama T, Ishikawa I. Effects of the Er:YAG laser irradiation on titanium implant materials and contaminated implant abutment surfaces. *J Clin Laser Med Surg* 2003;21: 7-17.
 41. Schwarz 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. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:44-52.
 42. 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. *J Periodontol* 2014;85:1194-202.

상아질 지각과민증과 치주 처치에서 레이저의 이용

남궁철¹, 이종호², 금기연³, 임영준^{1*}

서울대학교 치의학대학원 및 구강과학연구소 ¹치과보철학교실, ²구강악안면외과학교실, ³치과보존학교실

레이저가 치과 분야에 도입된 지 상당한 시간이 지났지만, 아직 그 효능에 대해서는 의견이 분분하다. 본 논문에서는 지각과민증과 치주 처치에 있어 레이저가 갖는 효능에 대한 최근 연구 결과들을 되짚어보고자 한다.

(구강회복응용과학지 2014;30(4):307-14)

주요어: 레이저; 지각과민; 치주염; 임플란트 주위염; 세정

*교신저자: 임영준

(110-769) 서울특별시 종로구 대학로 101 서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

Tel: 02-2072-3816 | Fax: 02-2072-3860 | E-mail: limdds@snu.ac.kr

접수일: 2014년 7월 14일 | 수정일: 2014년 8월 10일 | 채택일: 2014년 8월 14일