レーザー医学 - 歯科領域における現状と将来への期待 -

草刈 玄

新潟大学歯学部歯科補綴学第2講座

Laser in Medicine - Present State and Future Expectations of Laser Application in Dentistry -

Haruka Kusakari

2nd Department of Prosthetic Dentistry, School of Dentistry, Niigata University

Abstract

Unfortunately, at present, it is difficult to name a distinctive use of laser in dentistry, as one could easily do for laser application in medicine. However, an improvement can be foreseen for the near future, since many investigators are conducting research on the applications in dentistry of the same kind of laser as in medicine, but also on distinctive applications of laser in dentistry, as well as on applications that can not be replaced by other methods. This investigation was based on the studies presented at the last four meetings of the Society of Laser in Dentistry and it reviews the applications of laser in the two major diseases of the oral cavity, namely dental caries and periodontal disease, the dental fields in which laser research is carried out, and the type of laser in use at present, as well as expectations for the future of laser in dentistry.

1. はじめに

歯科臨床においてレーザーの応用は医科領域におけるほど、残念ながら現時点において確立された特徴的な有用性は見あたらない。しかし歴史的にみれば、1960年 Maiman がルビ-レーザーの発振に成功してから数年後、Goldman が抜去歯に照射して、エナメル質、象牙質、歯髄、修復用金属

などにおよぼす熱的影響について検討を行っている。同様に Stern, Sognnaes はエナメル質にルビ-レーザーを照射することによって、エナメル質に耐酸性が付与されることを記述し、後のう蝕予防の研究の端を発した。わが国においては山本肇による Nd-YAG レーザによるう蝕予防に関する報告¹⁾、渡辺孝一らによる He-Ne レーザを使用

したホログラフィによる歯の微小変位の測定についての研究報告²⁾をみる。今回、口腔の二大疾患といわれているう蝕と歯周疾患に対するレーザーの応用を中心に述べ、さらに過去4回の日本レーザー歯学会において発表された演題からレーザーの種類と内容について集計した結果を示して、歯科領域におけるレーザーの応用の動向と将来への期待をご理解いただくことを目的としてここに述べる。

2. 口腔（歯科）の特徴（図1）

歯は硬いエナメル質、象牙質により外周をおおわれ、歯根膜が歯槽骨との間に介在して大きな咀嚼力などの外力に対応している。体の部分で歯は体内から体外へ貫通する唯一の組織である。そのためその境界において外界からの感染防止機構が合目的的に備わっているが、何らかの原因で均衡が破れたとき、歯周疾患（いわゆる歯槽膿漏）など治りにくい病気になる。また歯は硬いエナメル質、象牙質が歯髄といわれる神経、血管などの軟組織を包んでいる。口腔疾患の治療の際に特徴の一つとして上げられることは、ほとんどの場合上唇、下唇に限定された小さな入り口からインスツルメントが挿入されなければならないことと、歯槽骨をおおっている薄い歯肉粘膜の存在である。

図1 歯および歯周組織

3. う蝕に対してのレーザーの応用

う蝕は口腔二大疾患の一つにあげられ、歯科においてレーザー応用が最も早く着手された分野である。

う蝕予防：う蝕予防に対するレーザーの最初の試みは前述の Sognnaes によって行われ、それ以来多くの研究からフッ化物の併用によりエナメル質の耐酸性の向上が得られることが判明した。当初、ルビレーザーが使用されていたが、より高いエナメル質の耐酸性と実用性を求めて、CO₂ レーザーおよびNd-YAG レーザーによる方法が研究されていたが、狭小な口腔内で導光ファイバーで使用に有利な Nd-YAG レーザーが主流となった。術式としては、研究者によりそれぞれ異なるが、先ず歯の表面、すなわち照射面の清掃を行った後、黒色光吸収剤（水性インク、毛筆用墨）を照射部に塗布し、Nd-YAG レーザーの照射を行う³⁾。

初期う蝕の進行抑制：未だ歯質の実質欠損を伴わない白斑の状態はう蝕の前期的症状として注意しなければならない。しかしこの段階においてレーザーの使用によってその進行を抑制できる場合がある³⁾。

歯質の切削：う蝕になり脱灰されたエナメル質、象牙質を除去すること、ならびにこれらにより生じた実質欠損部を整理するために脱灰されていない健全歯質を切削形成する目的に最近レーザーが使用され、この分野すなわち硬組織に対しての応用は将来特に囑望されている。現在 Photofragmentation や Acoustic 効果の高い Er-YAG が主流で研究段階から臨床応用に近づいてきた。メカニズムは未解明ではあるが有髄歯にほとんど麻酔無しで形成できることと、切削に伴う振動、騒音がないという大きな利点がある。熊崎⁴⁾は Er-YAG レーザーを使用して軟化象牙質（脱灰し柔らかくなった歯質）を除去するときと健全象牙質の形成のときの条件について詳細な研究を行い実用に供している。現時点では従来の

タービン、エンジンによる方法に比べて切削効率が低いこと、精密な形成が出来にくいなどまだまだ多くの問題点を残すが、今後の研究による改良から歯科の方向を変える大きな機器となることは想像にやぶさかでない。

4. 歯周疾患への応用

歯の喪失の原因の 50 % 以上が歯周疾患といわれている。局所的原因、全身的原因と複雑に原因がからんで重篤な症状にいたったときには治療がきわめて難しいが、この歯周疾患の局所治療に最近レーザーが使用され、その効果が報告され、期待されている。これはレーザーを歯周ポケットに照射することによるポケット内の細菌に対する抗菌および殺菌、振動による歯肉縁下歯石の除去、ポケット内上皮組織の搔爬および蒸散、熱エネルギーによる根面処置、エンドトキシンの失活、および組織凝固による止血などの効果によるものと述べられ、Nd-YAG レーザーを用いる方法が紹介されている⁵⁾。

5. 過去 4 回のレーザー歯学会において報告されたレーザーの種類とその目的

第 6 回、第 7 回、第 8 回および第 9 回日本レーザー歯学会学術大会の演題から研究に使用されたレーザーの種類とその頻度を図 2 に示す。これによると第 6 回に比較的頻繁に報告されていた Nd-YAG レーザーは徐々に Er-YAG レーザーに代わり現在歯科領域において硬組織の切削を目的とした Er-YAG レーザーが全盛の感がある。現在 Er-YAG レーザー、Nd-YAG レーザー、CO2 レーザーは歯科領域における主力レーザーといえるが、He-Ne レーザー、半導体レーザーなど低出力レーザーはそれでもコンスタントに検討が行われている。また、ストマレーザーや自由電子レーザーが演題に加わってきたことは新しい分野への前進を見せるものとして期待する。

研究発表内容からみると、Nd-YAG レーザーは当初 CO2 レーザーと並んでう蝕予防から初期う蝕の進行抑制、軟化象牙質除去などの硬組織に対する処置と口腔軟組織に対する処置まで幅広く研究されてきた。第 6 回以降、Er-YAG レーザーの登場とともに硬組織に対する研究は Er-YAG レーザーに徐々に移行し、軟化象牙質除去およびエナメル質、象牙質の切削に関してはほぼ Er-YAG レーザー

図2 レーザーの種類およびその頻度

が対称になっているのが現状である。しかしまだまだ Nd-YAG レーザーは歯周疾患処置を中心に軟組織に対しての研究が多くみられ歯科領域の主機器であることには間違いない。また歯科領域の特徴の補綴物（金属）の溶接はパルス波 Nd-YAG レーザーを使用しての臨床応用研究として期待される。さらに口腔外科的にレーザーサミアや顎関節鏡視下手術における応用、悪性腫瘍処置など、医学領域での応用と並んで検討され、その報告を多数みる。CO₂ レーザーは口腔軟組織、硬組織両面から多彩な研究がなされてきたが、口腔の特徴の薄い粘膜の下がすぐ歯槽骨という環境で深達性のあまりない CO₂ レーザーは周囲組織に対する為害作用が比較的少ないという意味で口腔軟組織における微妙な切開などメスとしての使用の研究がみられる。また口腔インプラントにおけるインプラント周囲炎に CO₂ レーザーの殺菌消毒効果を応用する報告は将来口腔インプラントの普及が予想されるとき、期待されるひとつにあげられよう。Er-YAG レーザーに関しては前述のようにいかにも歯学領域の特徴たる硬組織に対して今後の研究による臨床応用の早期開始が特に望まれている。He-Ne レーザー、半導体レーザーを中心とする低出力レーザーは前述のごとく変わらず検討がなされている。すなわち低出力レーザーの創傷治癒促進効果のメカニズムを追求しての血流の変化、骨系細胞、繊維芽細胞におよぼす影響などのほか歯胚石灰化促進に関する研究などは歯科領域において注目を浴びる研究となろう。

6. おわりに

紙面の都合で多くを述べるができなかったが、歯科領域においてのレーザーの臨床応用は多くの基礎的な研究のもとに始まりつつあり、近い将来必ずやそれぞれの目的に応じていろいろなレーザーが使用され、歯科用ユニットにはレーザー機器が必需品として備わり、多くの患者に福音をもたらすものと願い、また確信する。

7. 参考文献

- 1) Yamamoto H., Ooya K. : Potential of yttrium-aluminium-garnet laser in caries prevention. J oral Pathology, 3(1): 7-15, 1974.
- 2) 渡辺孝一他 : ホログラフィーの歯学への応用, 歯界展望, 43(2):236-241, 1974
- 3) 山田恵子 : レーザー照射によるう蝕予防, 歯界展望別冊/歯科用レーザーの臨床-疾患対応編, 101-106, 医歯薬出版, 東京, 1995.
- 4) 熊崎 護 : Er-YAG レーザーを使用した歯の硬組織切削(か洞形成-歯の吸収スペクトルおよび切削機序について-, 日本レーザー医学会誌, 17(3) : 1-8, 1996.
- 5) 石川和弘他 : Nd:YAG レーザーによる歯肉縁下歯石除去に関する基礎的研究, 日歯保誌, 36(3):902-909, 1993