Nd:YAGレーザー照射による歯 の熱光学的反応を応用した齲 触検出における測定法の検討

Investigation on the Measurement Techniques in
the Examination of Dental Caries by Photo-Thermal
Reaction to Nd:YAG laser.

長 沢 明 範* , 加 藤 一 一**

Akinori NAGASAWA* , Kazuichi KATO**

* 東京都立広尾病院、**芝浦工業大学

* Metropolitan Hiroo General Hospital, Tokyo.

* Shibaura Institute of Technology.

ABSTRACT

Based on the results of the fundamental experiment, the authors tried to apply the photo-thermal reaction of Nd:YAG laser shot on a tooth to the caries detection of the tooth, and obtained the successful result. This experiment was planned to examine the influence of the laser irradiation techniques on the result of caries detection in this method. The results of this experiment have proved that the enough large irradiation spot to cover the tooth crown was suitable for detecting the existence of a dental caries and the scanning irradiation with the small spot was suitable for detecting the carious region on a tooth.

はじめに

ウ蝕は最大の歯科疾患であり、むし歯の診断は歯科医療上もっとも重要な検査であることはいうまでもない。むし歯の診断には従来主としX線検査に頼ってきたが、高分解能の口内X線撮影法を用いても、ウ蝕を完全に検出することは不可能であり、さらに安全性の面からも問題がある。

著者らはNd:YAGレーザー光に対する歯質の熱光学特性に関する基礎的検討においてウ蝕歯質は健全歯質と比較して、吸収性が大きい、反射及び透過性は小さいことを示し(図1)¹⁾、この特徴はむし歯の検出に応用できることを報告した²⁾。その方法は歯の咬合面へ微弱なYAGレーザーを照射し、咬合面の温度を放射温度計で、咬合面からの反射光強度及び歯冠側面からの透過光強度を各1本の熱電対で測定するものである(図2)。今回は本法における測定方法について検討を加えた。

実験方法

水中保存抜去歯の歯冠表面へ微弱なYAGレーザーを照射し、歯冠表面温度は温度分解能0.1℃、使用波長7～11μmの放射温度計で計測し、照射面からの反射光の相対強度はYAGレーザー光に対し高い吸収率を持つ材質で表面処理を施したシース型CA熱電対で計測し、POC機構のついたペンレコーダーに同時記録を行なった(図3)。

測定方法と結果並びに検討

1) 放射温度計の測光角度の影響

歯冠表面へYAGレーザーを照射し、同面の表面温度を放射温度計で計測する場合、放射温度計の測光角度 θ (測定面の法線と放射温度計の測光軸のなす角度)と放射温度計の测温指示値の関係を検討した。その結果は図4に示すごとく、放射温度計による表面温度の指示値は測光角度にはあまり関係がない。

これはLambertの余弦法則により赤外放射強度は測光角度により減少するが、測光面積がこれを相殺するため、測光角度に関係なく放射温度計は常に同じ温度を指示するためである。

2) ウ蝕部とYAGレーザー照射部のズレによる測定値の関係

図5は咬合面ウ蝕歯において、咬合面へウ蝕面とほぼ同じ大きさの照射円($\phi 2\text{mm}$)でYAGレーザーを照射し、レーザー照射位置をウ蝕部がらずらした場合の咬合面温度 ST_0 、咬合面からの反射光強度 SR_0 の変動を示したものである。レーザー照射位置がウ蝕部から遠ざかるに従って、咬合面温度は減少し、反射光は増大する。透過光は照射部と透過光測定部の距離的關係に依存して変化する。

この結果、レーザー照射面がウ蝕部から外れていると本法によるウ蝕検出能が低下することがわかった。

3) レーザー咬合面へ広域照射した場合のウ蝕検出効果

図6は図5のウ蝕歯の試料および健全歯において、照射円($\phi 4\text{mm}$)が咬合面のほぼ全域をカバーするように広域照射した場合の各測定値の変動を示したものである。この結果、レーザー照射面がウ蝕部を包括していれば、咬合面の温度はウ蝕歯の方が健全歯よりも高い値を示す。しかし、反射光や透過光はウ蝕歯でも健全歯と顕著な差を示さなくなる。

これはウ蝕部以外の健全歯質部へ照射されたレーザー光が影響している結果と考えられる。従ってこの方法では表面温度測定以外はウ蝕検出に利用しにくいことがわかる。

4) 咬合面ウ蝕歯において、歯冠側面へYAGレーザー照射を行なった場合

咬合面ウ蝕歯および健全歯において、歯冠側面の健全歯質部へYAGレーザーを照射したときの、咬合面温度 ST_0 、咬合面への透

過光強度TTo、及び歯冠照射対側面への透過光強度TTsを測定した結果を図7に示す。この方法でもウ蝕歯では健全歯と比較して咬合面温度は顕著な差を示すが、各透過光は顕著な差を示さない。

これは歯質内に散乱分布したYAGレーザー光による結果と考えられる。したがって、ウ蝕部分の歯冠部に占める大きさが大きくなれば、透過光強度にも顕著な差を示すようになるものと考えられる。この方法ではYAGレーザーの照射量を増大するか、測定の感度を上げる必要がある。

5) 透過及び反射光の測定に積分球を応用した場合の測定値へ及ぼす効果

図8は本測定システムの反射光計測(1本の熱電対で計測)において、積分球を併用した場合としない場合の測定値の相違を示したものである。積分球を併用した場合の方が大きな指示値を示している。

本法ではX線検査では検出困難な軽微なウ蝕の検出も可能であった。

結 論

YAGレーザー照射に対する歯の熱・光学的反応特性をむし歯の検出に应用する場合の測定方法に関する検討から次のことがわかった。

- ①ウ蝕面へレーザーを直接照射する場合はレーザー照射部がウ蝕部を包括している必要がある。従って、レーザー照射面は歯全域を包括することが好ましい。
- ②歯冠側面へレーザーを照射し、その歯内散乱透過光を利用してウ蝕(とくに咬合面ウ蝕)を検出することも可能であることがわかった。またこの方法の方が臨床的に利点が多い。
- ③積分球を利用した方が測定感度が増大する。

参考文献 1)長沢明範 他:BMTh,5(1):85,1985. 2)長沢明範 他:BMTh,7(1):19

図 1

図 2

図 3

図 4

図 5

図 6

図 7

図 8