

テラヘルツ波の歯科医療での効果と展望 —テラヘルツ・ダチヨウ抗体の応用—

○廣田 健¹⁾、塚本康浩²⁾

1) ひろた歯科医院 2) 京都府立大学

テラヘルツ波は光と電波の境界領域に存在する周波数帯で、兆を表す単位の特ラで表記される。この領域の周波数は人体を構成する細胞と共鳴し細胞活性を向上させることが知られており、テラヘルツの名称を付けた商品が多数見受けられるようになった。

ある特定周波数と細胞の共鳴現象は古くから知られており、内科的ジァテルミーとして医療現場で応用されている。特に疼痛や浮腫の抑制、創傷治癒促進などが知られており、歯科領域でも高周波治療器による外科処置後の疼痛緩和や浮腫抑制などで効果を発揮している。

これら共鳴現象の背景には各種、細胞やタンパク質は固有の周波数を有しており、長年の研究で肉芽細胞は507kHzに、肉芽細胞は517kHzに反応することが明らかとなっている。

テラヘルツ機能水¹⁾は中・遠赤外線波長領域の周波数を吸収した水で、特定周波数の影響を受けた水分子が活性化し、防カビなどの抗菌作用を有する事が明らかとなった。他にも末梢血管の拡張と血液粘性低下による血行改善を促し、疲労回復を早める作用がある事、歯科領域においてはテラヘルツ照射により、硬直した顎関節周囲の筋肉・靱帯が弛緩し開口障害の改善および外科処置後の疼痛緩和および浮腫抑制が経験値として知られている。これらの効果の背景には中・遠赤外線領域、すなわちテラヘルツ帯の波長を吸収した水分子から同等の波長が放射された結果と推察される。

一般財団日本量子研究財団で開発されたテラヘルツ照射器としてペンライト型の照射器があり、テラ

ヘルツを容易に照射できる。現在演者の診療所でも、急性発作による痛みの緩和、顎関節周囲筋及び靱帯の弛緩、および外科処置後の浮腫抑制に効果を発揮している。

口腔粘膜は常に唾液に覆われ水分が豊富に存在しており、テラヘルツの影響を受けた唾液は抗菌作用を有した液体になり持続的な抗菌作用を有する液体となると考えられる。

口腔疾患の多くは感染症で、その代表的な疾患が辺縁性歯周炎でありう蝕である。これらの疾患の特徴は、口腔清掃度が低下すると再発する。また感染症にも関わらず抗原抗体反応などの免疫システムが機能せず緩徐に感染症が進行するのも特徴とする。

緩徐に進行する感染症のため、痛みを伴わず歯面清掃時に出血したとしても歯科を受診しない。さらには常在している細菌のため『共生』という観点から鑑み、同一個体が産生した抗体が、菌体や毒素、酵素に対し歯肉溝から検出されるIgGなどの抗体が機能していないためと推察される。

慢性的に進行していた歯周病が急性化し、自発痛を伴い歯科を受診すると多くの歯科医師が抗生剤を内服投与する。この現状は近年の多剤耐性菌問題もあり改善すべき点ではあるが、それに代わるものが存在しないため現実的には困難である。

口腔感染症である辺縁性歯周炎に関し、2000年にSoranskyら²⁾は口腔内に存在する細菌を歯周病への関連が高い順に分類しピラミッド状に模式図化した。その模式図の頂点に存在する3菌種、すなわち*Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythensis*,

*Treponema denticola*は難治性歯周炎に関連するためRed Complexに分類され注目を集め、世界中の研究者によりその病原性が明らかとされた。

多くの歯周病関連細菌はその病原因子としてタンパク質を分泌する。例えば限局性侵襲性歯周病の原因菌である*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*はロイコトキシンと呼ばれる外毒素を、*P. gingivalis*はアルゲジンジンパイインと呼ばれるコラゲナーゼを産生している。

歯肉溝からはこれらの細菌に対応するIgGを始めとした抗体が検出されているが、同一菌種による再発が認められることから、前記したように同一個体から産生された抗体は機能していないと考えられる。

同一個体でない異種生物が産生した抗体、特にダチョウが産生した抗体を用いた洗口液が現在発売され、歯科の臨床で用いられ、効果が確認されていることから、今後ダチョウ抗体による口腔感染症予防が可能ではないかと考えている。

ダチョウ抗体は京都府立大学生命環境学部の塚本康浩教授らにより開発され、従来の約4000分の1という低コストで大量の抗体生産を可能とした^{3, 4)}。ダチョウの抗体は卵、とくに卵黄に集積することがわかっており、ダチョウ1個の卵黄から約4 gもの高純度な抗体を生産することができる。ダチョウは年間で約100個の卵を産むので理論上、ダチョウ1羽で約400 gの抗体の生産が可能であり、これはウサギ約800羽での抗体生産量に相当する。さらに生産された抗体は従来の抗体に比べ約数十倍以上の効力があること、更には酸やアルカリに対する抵抗性を有することから、消化粘膜でのその効力が確認されている。

ダチョウ抗体は、現在各領域において菌及びウイルスなどの微生物の増殖を抑制することに成功している。この原理を応用すれば歯周炎への活用も期待できる。特に、*P. gingivalis*が産生するアルゲジン

ジンパイインを標的としたダチョウ抗体を作成し、シロップもしくはドロップ状にして口腔内に投与すれば、同菌の病原性を著しく低下させる可能性を否定できない。さらに歯周病関連細菌として着目されているミュータンスレンサ球菌が産生するグルコシルトランスフェラーゼは、不溶性の粘着性菌体外多糖を形成し、歯面への付着もしくは他菌種との凝集を促していることが明らかとなっているため、上記した原理を応用すれば、これらの酵素をターゲットとした抗体を異種生物であるダチョウで作成することで、共生の問題を回避できるのではと考えている。

更に抗体を含め、タンパク質は固有の波長を有しているため、冒頭で記述したテラヘルツをダチョウ抗体に照射するか若しくはテラヘルツ機能水をダチョウに飲用させることで、その機能を向上させる可能性を秘めており、効果的な口腔感染症予防が得られると考えられ、今後の研究・開発に期待が高まる。

今回の発表では歯科領域でのダチョウ抗体の可能性と、歯科領域でのテラヘルツ照射風景なども紹介する予定である。

参考文献

- 1) 合田周平, 古崎 孝一 テラヘルツ機能水の特性生体・医療への応用について
第16回日本補完代替医療学会学術集会抄録集
- 2) Soransky SS & Haffajee AD Dental biofilms; difficult therapeutic targets. Periodontology 2000, 28:12-55
- 3) Adachi K, Handharvani E, Sari DK, Takama K, Fukuda K, Endo I, Yamamoto R, Sawa M, Tanaka M, Konishi I & Tsukamoto Y. Development of neutralization antibodies against highly pathogenic H5N1 avian influenza virus using ostrich (*Struthio camelus*) yolk. Mol Med Rep, 2008; 1: 203-209.
- 4) Tsukamoto Y, Maeda O, Shigekawa G, Greenberg S & Hendler B. Ostrich antibody and its application to skin diseases, a review and case report. Health, 2018; 10 (*in press*).