

光学式脈波センサ IC を用いた反射光検出による歯髄脈波測定

Measurement of pulse wave from dental pulp

by reflected light detection using pulse-wave detection IC chip

東北大医工¹, 東京医科歯科大² ○(M2)山田 悦子¹, 柿野 聡子², 松浦 祐司¹

Tohoku Univ., Graduate School of Biomedical Engineering¹, Tokyo Medical and Dental Univ.²,

°Etsuko Yamada¹, Satoko Kakino², Yuji Matsuura¹

E-mail: etsuko.yamada.q1@dc.tohoku.ac.jp

1. はじめに

従来の電気刺激診などに代わる客観的な歯髄活性度の診断法として、歯牙に光を照射し、その透過光から歯髄脈波を検出する手法が検討されている。しかしこの方法では、歯牙組織の厚い臼歯では脈波の測定が難しかった。そこで我々は散乱反射光の検出が可能な光学式脈波センサ IC を用いた歯髄脈波検出について提案し、歯牙を対象とした脈波測定によりその有用性を確認した[1]。本研究では臼歯での脈波検出を目的として、検出感度の向上について検討した。

2. 脈波測定実験

測定は IC (ローム, BH1790GLC) と LED ($\lambda=572\text{ nm}$) 2 個を搭載したチップを歯牙の表面に装着して行った。IC の内部にはフォトダイオードと AD コンバータ、そして LED の駆動回路が組み込まれており、信号をデジタル化することにより、従来のディスプレイ部品で構成されたシステムで問題となっていた、電氣的ノイズによる影響が抑えられ、SN 比が大幅に向上した。

はじめに切歯から得られた脈波と指尖脈波との比較を行った。その結果、Fig. 1 に示すように指尖と歯牙の両方ともに、血液中のヘモグロビンによって散乱・吸収が発生し、血液の容積変化によるヘモグロビンの濃度変化から脈波が検出されており、両者はほぼ一致していることが確認できた。Fig. 2 は、30 秒間の 2 つの波形から得られた相関図であり、 $R=0.78$ という高い相関係数が得られ、歯髄からの脈波検出が可能なことを確認した。

次に小白歯及び大白歯を対象とした脈波検出を行った。IC チップを測定対象の歯牙の咬合面に押し付けることにより脈波を検出した時間波形を Fig. 3 に示す。なお臼歯の測定においては散乱反射光が微弱なため、ノイズを軽減するために移動平均処理を行っている。小白歯の時間波形では周波数 1 Hz 程度の脈波を安定して検出できていることを確認でき、従来の透過型の検出システムでは検出困難であった小白歯の脈波検出に成功した。一方、さらに歯牙組織の厚い大白歯ではノイズが大きく、脈波はあまり明瞭でないことがわかる。大白歯の時間波形についてフーリエ解析して得られた周波数スペクトルを Fig. 4 に示す。比較のため指尖から得られたスペクトルも併せて示した。なお、両者はピーク強度で正規化されている。指尖でのスペクトルには 1 Hz 程度とその高調波の位置に明瞭なピークが現れている。一方、大白歯で得られたスペクトルにおいては、特に 0.5 Hz 以下の領域に外乱による成分が見受けられるものの、1 Hz 程度の脈波による成分が現れており、大白歯における脈波の検出の可能性が示された。

今後は更なるノイズの軽減や指尖との同時検出による相関係数の向上を目指す。

<参考文献>

[1] 山田悦子, 柿野聡子, 松浦祐司, レーザー学会学術講演会, I425a II 11 (2018)

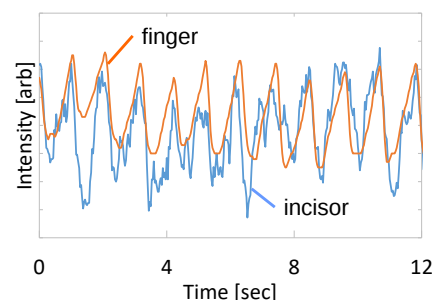


Fig. 1 Signal from finger and incisor

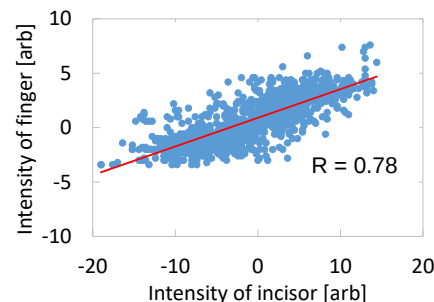


Fig. 2 correlation diagram

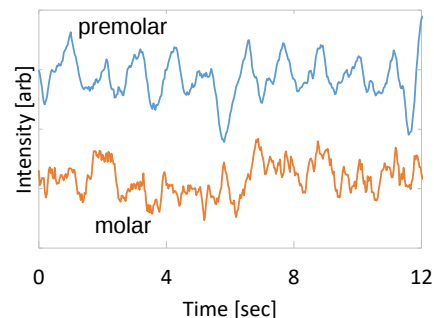


Fig. 3 Signal from premolar and molar

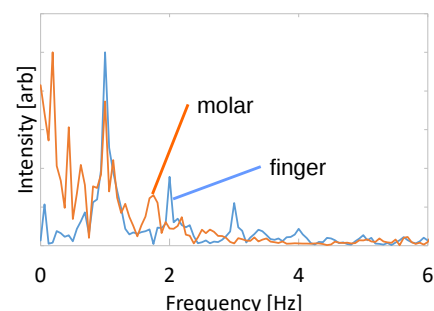


Fig. 4 Time-domain intensity spectrum