

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592410

研究課題名（和文）歯髄専用血流計を試作し、歯髄血流パラメーターに基づく無痛歯髄診断法を開発する

研究課題名（英文）A study on the pain-free pulp diagnosis based on the pulpal blood flow measured by a newly designed blood flowmeter for the dental pulp.

研究代表者

井川 資英（IKAWA MOTOHIDE）

東北大学・病院・助教

研究者番号：80176065

研究成果の概要（和文）：本研究では、周波数解析システムを用いて歯髄血流によって生じるドップラーシフトを測定した。この結果に基づき、歯髄専用レーザードップラー血流計を試作し、従来の血流計と専用血流計でヒトの生活歯髄を同時測定した。その結果、従来の血流計で測定した信号に比べ、ノイズが少なく数倍から 10 倍程度の大きな信号を検出できた。以上より、本研究で開発した歯髄専用血流計の歯髄診断への有用性が検証できた。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to improve the detection ability of human pulpal blood flow (PBF) using laser Doppler flowmeter (LDF). First, Blood flow velocities of the tooth pulp, fingertip, grip, forearm and gingiva of the volunteers were measured using a FFT frequency analyzer. The results showed that the frequency shift produced by Doppler effect with PBF ranged in low frequencies. Second, Two different frequency range of LDFs were used detect blood flow of fingertip, grip, forearm, gingiva and upper central incisor of the volunteers. The LDF with normal frequency range recorded obvious pulsation not more than half of the volunteers. However, the LDF with low frequency range recorded pulsative signals from all the tooth pulp of the volunteers. The results of our study strongly clearly indicated that the modified laser Doppler flowmeter has higher detection ability than standard flowmeter. The increase of detection ability of PBF is considered to give benefit of pulp vitality diagnosis in aged subject.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 21 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
平成 22 年度	500,000	150,000	650,000
平成 23 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：医歯薬学  
科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学  
キーワード：歯内療法学

### 1. 研究開始当初の背景

現在臨床で用いられている歯髄診査法は、特に「無痛」および「客観性」という課題の克服が求められている。一方、歯髄血流量を測定し、血流の有無から歯髄の生死を判定しようとする試みがなされてきた。これまで、歯髄血流測定は主として市販のレーザードップラー血流計を用いて行われてきたけれども、市販の機器を用いた場合、歯髄血流の検出感度は非常に低く、その臨床応用が困難である。

歯髄は加齢に伴う石灰化によって血流は徐々に減少から停止という生理現象が想定される。しかし、市販の血流計は、歯髄血流を測定対象として設計されたものではなかった。そのため、しかし、市販の血流計は、元来流速が高く血流量が豊富な血管系を含む組織を測定対象として設計されており、流速の遅い歯髄血流の測定には適しておらず、その検出感度は非常に低く、検出する信号機器の可能な測定域のほぼ下限に値し、検出が非常に困難であることが知られている（測定範囲0～1000の機器でせいぜい0～10程度）

### 2. 研究の目的

市販の血流計の歯髄血流測定感度の低さの原因として、こうした機器が流速の遅い血流の測定に対応した機器特性ではないことが考えられる。本研究の目的は測定感度を向上させた歯髄専用血流計を試作し、その有効性を検証することであった。そのため、ドップラー効果による周波数シフトからの演算に関し、高速の血流は処理せずに、低速の血流によって生じる周波数シフトに関してのみ演算を行う機器を試作し、その有効性を検証することであった。

### 3. 研究の方法

研究に先立ち、研究計画について、東北大学大学院歯学研究科研究倫理委員会の承認を得た。被験者として、東北大学大学院歯学研究科および東北大学病院スタッフの協力を得た。

はじめに、専用の周波数解析システムを用いて、歯髄血流によって生じるドップラーシフトを測定し、これから平均流速速度を算出した。測定は被験者の、歯髄、歯肉、指尖、手掌、前腕を対象として行った。その結果、組織血流によって生じるドップラーシフトは歯髄でもっとも低く（5 kHz 程度程まで）、指尖ではもっとも高いシフト（15KHz～20KHz 程度）を確認した（図1）。すなわち、通常のレーザードップラー血流計の流速対象は歯髄血流によって生じるドップラーシフトより速いため、歯髄血流測定には不适当であることを確認した。

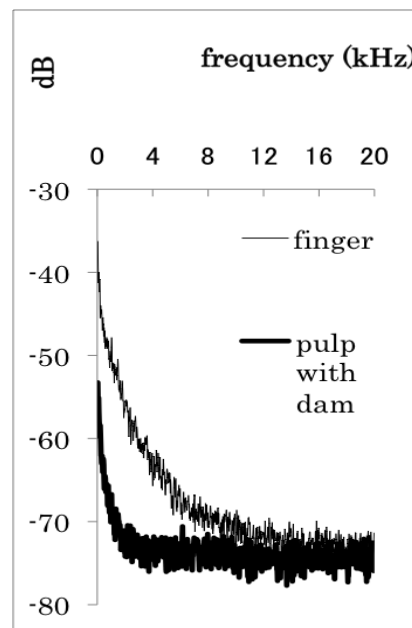


図1 歯髄および指尖から得られたドップラーシフト例。明らかに歯髄の帯域が低い。

歯髄を対象として測定する際は、レーザー光が周囲に透過散乱することによって、歯周組織由来の血流成分が混入することが知られている。そのため、歯髄を対象として測定を行う際は、光不透過性のラバーシートを対象歯に装着した場合とそうでない場合とをあわせて測定し、その比較を行った。

ドップラーシフトの測定により算出された血流速度は歯髄ラバーあり：0.2mm/S程度、歯髄ラバー無し：0.5mm/S程度、歯肉および手掌で2mm/S程度、前腕で0.5mm/S程度で、指尖がもっとも速く3mm/S程度であった。

次に、ドップラーシフト測定の結果をもとに、高速の血流は処理せずに、低速の血流によって生じる周波数シフト（具体的には5KHzまで）に関してのみ演算を行う試作機器を準備し、この試作器と併せて従来の測定レンジを有する血流計を用いて、歯髄、歯肉、指尖、手掌、前腕を対象として行ったこれを用いて実際のヒト歯髄で従来の血流計と専用血流計とで同時測定を行った。

#### 4. 研究成果

その結果、従来の血流計では信号が全く検出されない歯であっても、専用血流計では明らかな信号成分を検出できた。また、従来の血流計で測定した信号に比べ、ノイズ成分が少なく、数倍から10倍程度の大きな脈動性の信号を検出できた（図2）。

さらに、歯髄血流測定の際、光不透過性のラバーシート装着をしない場合、単に血流量が増すだけでなく、歯肉血流速度と同様の流速成分が主となる結果を得た。これは測定の際に歯周組織血流由来の信号成分が多く含む可能性を証明したものであり、光不透過性のラバーシート装着の必要性を強く示唆するものであった。

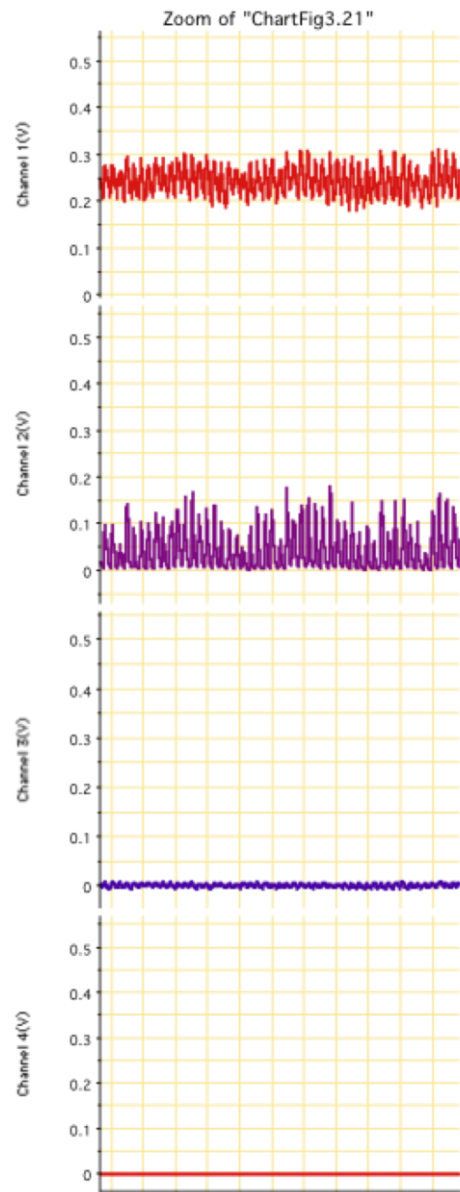


図2 試 1:20 1:40 作レーザー

ドップラー血流計および従来の仕様のレーザードップラー血流計を用いて歯髄血流を測定した結果の一例。上から、試作レーザードップラー血流計で得られた血流信号、試作レーザードップラー血流計で得られた流速信号、従来の仕様のレーザードップラー血流計で得られた血流信号、従来の仕様のレーザードップラー血流計で得られた流速信号。試作レーザードップラー血流計を用いた場合明らかに明瞭な拍動性の信号を確認できるが、従来の仕様のレーザードップラー血流計ではほとんど確認できない。

以上の結果は、歯髄血流の流速は他の組織よりも低速であり、従来用いられてきた市販の血流計は測定対象周波数帯域が歯髄血流の測定に効果的でないことを示している。さらに、本研究で開発した試作歯髄専用血流計はヒト、特に歯髄の石灰化の亢進した高齢者の血流測定に有用性であることが検証できた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)

1. Motohide Ikawa, Xiaofu Qu, Hideji Komatsu and Hidetoshi Shimauchi.

Pulpal blood flow measurement using a laser Doppler flowmetry modified for very slow blood flow velocity.

第4回インターフェース口腔健康科学国際シンポジウム、平成23年3月8日、仙台

〔図書〕(計1件)

1. Motohide Ikawa, Xiaofu Qu, Hideji Komatsu and Hidetoshi Shimauchi.

Pulpal blood flow measurement using a laser Doppler flowmetry modified for very slow blood flow velocity.

K. Sasaki, O. Suzuki, N. Takahashi eds;  
Interface Oral Health Science 2011  
p117-118 Springer 2012

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

井川 資英 (IKAWA MOTOHIDE)

東北大学・病院・助教

研究者番号：80176065

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者