

平成 27 年 5 月 27 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592859

研究課題名(和文) 歯髄選択血流計を試作し、血流検出を基準とした新しい歯髄診査法の有用性を検証する

研究課題名(英文) A study on the novel pulp diagnosis based on the pulpal blood flow measured by a dental-pulp-selective blood flowmeter.

研究代表者

井川 資英 (IKAWA, Motohide)

東北大学・大学病院・助教

研究者番号：80176065

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はヒト歯髄血流速度を測定し、試作した歯髄血流測定専用のレーザードップラー血流計の有用性を探ることである。歯髄血流によって生じるレーザードップラー周波数シフトは平均4.3kHz程であった。ラバーダムを装着した歯での歯髄血流速度は平均0.18mm/s程であった。解析域を5kHz程度とした低流速測定血流計(試作レーザードップラー血流計)と市販のレーザードップラー血流計とを用いてヒト歯髄血流を同時測定した結果、試作血流計がすべての歯から脈波を確認し、有意に大きな信号が得られた。本研究の結果、ヒトの歯髄血流は非常に低速であり、低流速測定血流計はヒト歯髄血流測定に適していることを示唆した。

研究成果の概要(英文)：The aims of the present study were to estimate the blood flow velocity in human dental pulp and to evaluate the validity of LDF modified for the measurement of slow blood flow. The frequency range of the Doppler shift measured at the teeth with an opaque rubber dam was 4.3 kHz in average. The estimated mean blood flow velocity was 0.18 mm/s in average at the teeth with a dam. Mean blood flow velocities at the upper central incisor of volunteers were estimated using LDF. Blood flow signals at these measurement areas were recorded using two different LDFs: (a) one with a standard blood flow range; and (b) one modified for low blood flow velocity. LDF for low blood flow velocity detected larger and clearer pulsatile blood flow signals from the teeth with dams than did standard LDF. The present results indicate that the velocity of PBF in humans is very low and that LDF modified for the measurement of slow blood flow is appropriate for PBF measurement in humans.

研究分野：歯科保存学

キーワード：歯髄 血流 ヒト レーザードップラー 診断

1. 研究開始当初の背景

(1) [現在用いられている歯髄診査法の改善点]

電気診や温度診などといった現在用いられている歯髄診査法は、刺激によって生じる歯の痛みをとまなうため「無痛」および「客観性」という課題の克服が求められている。さらに、歯髄神経の分化が未熟な乳歯や幼若永久歯などでは、歯痛への応答の正確さと客観性に乏しいことが指摘されている。

(2) [歯髄血流測定に基づく無痛歯髄診査法の可能性]

近年、歯髄血流の測定法としてレーザードップラー血流測定が用いられている (Olgart et al., 1988 その他)。測定結果から[血流の存在=生活歯][血流の不在=失活歯]という診断基準が可能となる。この方法は数mW程度の近赤外などの波長域のレーザー光を歯照射するだけなので、患者に痛みを与えることは全く無い。

(3) [歯髄専用の血流計を開発する必要性]

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。

2. 研究の目的

本研究代表者の井川は、歯髄血流が歯肉や指先などに比較し、数分の一程度の低流速であることを確認している。本研究では、歯髄専用血流計を試作し、その有用性を確認し、臨床応用を試みたものである。

3. 研究の方法

(1) 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

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（具体的にはフーリエ変換後0~5KHz程度を測定周波数の上限とする）。これは、高速の血流は歯肉や歯根膜などの血流成分を反映しているからである。

(2) 歯髄専用血流測定器を用いてヒト歯髄血流を測定する

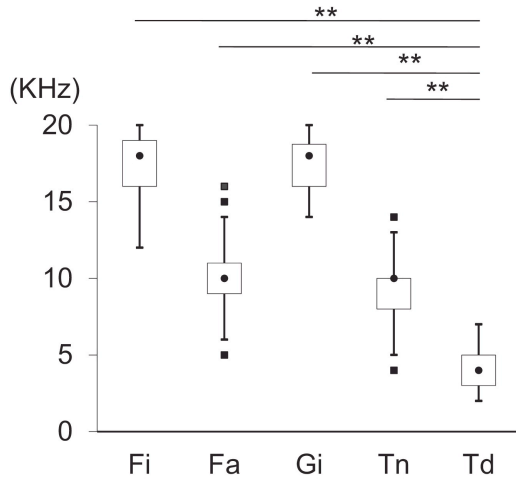
ヒトの健全な上顎中切歯（幼若永久歯から高齢者まで）歯髄を対象とした血流測定を行う。測定結果の検証を繰り返し、機器の改変も必要に応じて行う。測定に先立ち、研究計画について、東北大学大学院歯学研究科研究倫理委員会の承認を得る。被験者として、東北大学大学院歯学研究科および東北大学病院スタッフの協力を得る。

4. 研究成果

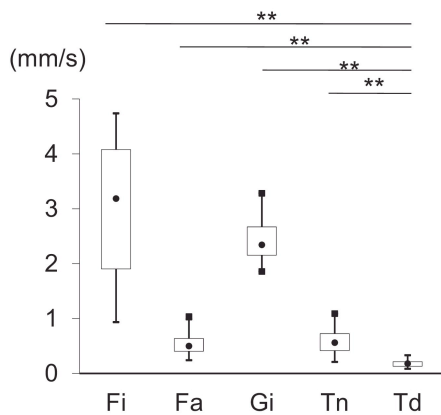
(1) 研究の主な成果

①. 歯髄血流によって生じるレーザー

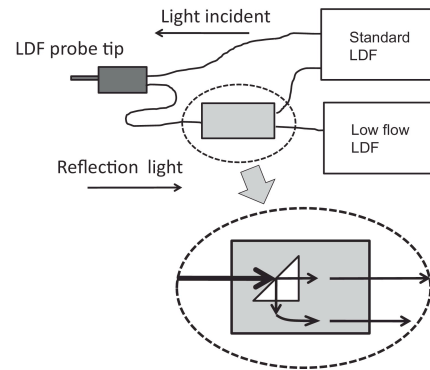
ドップラー周波数シフトは平均4.3kHz程であった。(下図横軸のTdが示す値)



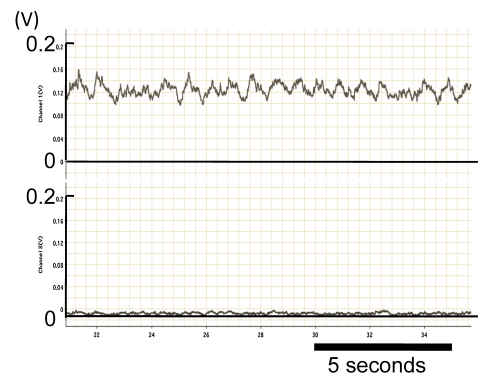
②. ラバーダムを装着した歯での歯髄血流速度は平均0.18mm/s程であった。(下図横軸のTdが示す値)



③. 解析域を5 KHz程度とした低流速測定血流計(試作レーザードップラー血流計)と市販のレーザードップラー血流計とを用いてヒト歯髄血流を同時測定した。(下図は測定の概略の模式図)



その結果、試作血流計がすべての歯から脈波を確認し、有意に大きな信号が得られた。(下図上段は試作血流計によって、下段は通常血流計を用いて同時記録したもの)



(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

得られた研究成果、すなわちヒト歯髄の血流速度の測定、ならびに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に関する報告はこれまでに全く得られておらず、先駆的な位置づけがなされることは明らかである。このことは本研究が国際的な学術雑誌に掲載されたことから明らかである。

(3) 今後の展望

さらなる検出感度の向上を目指すには、個々の血流側に対応可能な仕様の測定機器が必要であると考えられた。

そのためには、測定域が固定された従来型の血流計でなく、測定域をコンピュータで可変できる血流計である必要がある。この研究の遂行のために購入した血流計は、サンプリング時間が最短20msのデジタル可変な使用であったが、これは歯髄のような低測定流量の組織では困難であることが判明した。そこで、機器を改変しサンプリング時間を15msに短縮することで測定感度は向上したが、10msまで向上させる必要があることが示唆された。

一方、血流計の光源に関しては、従来の近赤外光ではなく周囲組織への散乱の減少が見込まれる緑色レーザーの使用を試みたが、明瞭な脈波を検出できなかった。この原因としてレーザー光のコヒーレンシーの低さが考えられ、歯髄血流の検出に最適であるという結論には至っていない。

また、歯髄診断をより精度の高いものにするという観点から、歯髄血流計の測定検出感度の向上を継続していくことに加え、今後は歯髄の酸素飽和度測定にも取り組む必要がある。

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 1 件)

(1) Title: Improvement of the detection of

human pulpal blood flow using a laser Doppler flowmeter modified for low flow velocity,

Authors: Xiaofu Qu, Motohide Ikawa, Hidetoshi Shimauchi, Archives of Oral Biology Vol.59, 199–206, 2014 (査読有り)

DOI information:

10.1016/j.archoralbio.2013.11.009

[学会発表] (計 5 件)

(1) 発表者: 井川資英、曲 曉復、島内英俊
演題名: レーザードップラー血流計を用いたヒト歯髄血流測定 of 改良に関する研究 その1: ヒト歯髄血流速度の測定
発表学会: 日本歯科保存学会 2012 年度秋季学術大会 (第 137 回)

発表年月日: 平成 24 年 11 月 22 日

発表場所: 広島国際会議場 (広島市)

(2) 発表者: Motohide Ikawa

演題名: Measurement of the human pulpal blood flow velocity using a laser Doppler flowmeter

発表学会: IFEA The 9th World Endodontic Congress)

発表年月日: 平成 25 年 5 月 24 日

発表場所: 東京国際フォーラム (東京都千代田区)

(3) 発表者: 井川資英

演題名: メンタルストレスが指尖の血流および酸素飽和度に及ぼす影響

発表学会: 第 23 回 日本産業衛生学会 産業医・産業看護全国協議会

発表年月日: 平成 25 年 9 月 25 日

発表場所: 名古屋国際会議場 (名古屋市)

(4) 発表者: 井川資英、島内英俊

演題名: レーザードップラー血流計を用いたヒト歯髄血流測定 of 改良に関する研究 その2: 低流速用血流計を用いたヒト歯髄血流測定

発表学会: 日本歯科保存学会 2014 年度春季学術大会 (第 140 回)

発表年月日: 平成 26 年 6 月 6 日

発表場所: びわ湖ホール (大津市)

(5) 発表者: 井川資英

演題名: メンタルストレスが口唇の血流および酸素飽和度に及ぼす影響

発表学会：第 24 回 日本産業衛生学会 産業
医・産業看護全国協議会

発表年月日：平成 26 年 9 月 25 日

発表場所：金沢市文化ホール（金沢市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井川資英 (IKAWA, Motohide)

東北大学・大学病院・助教

研究者番号：80176065