

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23792503

研究課題名(和文)口腔内計測用光学的水分量計測システムの構築

研究課題名(英文)Development of the optic-fiber moisture measurement system in the oral cavity.

研究代表者

竹内 周平(TAKEUCI, SHUHEI)

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・助教

研究者番号：50507770

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：本研究において、口腔内計測用光学的水分計の評価対象の必要性があることから、新たな電気抵抗式水分量計測装置の開発を実施した。電気抵抗式センサについて、PETシートにマグネトロンスパッタリング法を用いることで、縦45mm幅12mm厚さ0.05mmの柔軟性のある薄膜センサを製作した。計測システムには歯科用根管長測定器を用いて交流電源によるインピーダンス計測を可能とした。基本特性計測では、水分量に応じたインピーダンス波形の変化が得られ、今回構築したシステムによって、口腔内粘膜上水分量を検出できる可能性が示唆された。また口腔内粘膜上水分量および口腔内湿度計測の同時計測を可能とする装置を試作した。

研究成果の概要(英文)：In this research, I developed the new impedance moisture sensor for oral measurement, at a stage prior to fabricating the oral optic-fiber moisture meter. About an electrical resistance-type sensor, I produced a flexible film sensor of 45mm in height 12mm in width thickness 0.05mm by using the magnetron sputtering method for a PET sheet. I enabled the impedance measurement with the AC power supply using a root canal meter for a measurement system for dentistry. By the basic characteristic measurement, the change of the impedance wave pattern depending on quantity of water was provided, and the possibility about detecting the mucous membrane moisture in the oral cavity was suggested. In addition, I experimentally produced the device which enabled the simultaneous measurement of the humidity and moisture measurement in the oral cavity.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学 社会系歯学

キーワード：医用工学 生体計測 光計測 水分量計測 電気抵抗計測 スパッタリング法

1. 研究開始当初の背景

口腔内の湿潤環境は組織、機能の維持および改善に必要不可欠である。種々の要因により、この湿潤環境が保持できなくなると、口腔内自浄作用の低下によるう蝕の多発や歯周炎の悪化、粘膜保護作用低下による義歯の疼痛発生や創傷治癒遅延、さらには口臭の発生、味覚の変化など様々な口腔症状が引き起こされる。このような口腔乾燥症は唾液分泌量が低下し発症すると思われる傾向にあるが、一方で慢性鼻疾患、喫煙による口呼吸などが原因で口腔内の湿度が保たれず生じることもある。高齢者では若年者と比べて総体内水分量が減少しており、病的加齢変化と合わせり口腔乾燥症を発症しやすい。我が国では65歳以上の高齢者が2800万人を超え、平成13年に実施された口腔乾燥の自覚症状に関する調査研究では、65歳以上の高齢者のうち、半数以上が口腔乾燥感を自覚しているとの報告がある。一方ストレスの多い現代社会における若年者にも、潜在的に口腔乾燥症状を有する口腔乾燥症予備軍が多数存在すると言われ、適切な評価と対応が求められている。

これまでの国内外における口腔乾燥症の診断に対する検査法は、刺激時唾液と安静時唾液の分泌量の検査や唾液の性状に関する検査など、唾液を中心とした検査が主体であった。最近では口腔粘膜上皮内の水分量を評価する目的で開発された静電容量式口腔水分計も報告されている。しかしながらセンサ感応部における接触圧の影響が大きく、また精度・再現性に乏しいものであった。現在口腔乾燥症の臨床において、客観的な検査方法で信頼に足るものはなく、唾液関連検査や見た目などの主観的な検査が一般的に行われているのが実情である。

2. 研究の目的

口腔乾燥症における新たな診断法および適切な診断基準の確立、更には治療ガイドラインの作成を目的として、光ファイバーを用いた非接触型の口腔内計測用水分計の開発を行う。

3. 研究の方法

口腔内計測用光学的水分計の開発のために、光計測装置の出力値と既知の水分量との相関関係より検量線を作成する必要性があることから、まず、新たな電気抵抗式水分量計測装置の開発を行うこととした。

(1)口腔内計測用電気抵抗式水分量計測システムの開発

水分量計測のためのセンサについて、センサ基板には軟らかく生体為害性のないPETシートを選択した。基板への電極形成は、直流マグネトロンスパッタリング法を採用し、AgまたはAuの薄膜形成を行った。同法は、真空中に不活性ガス(主にArガス)を導入し

ながら、基盤と成膜させる金属間に直流抗電圧を印加し、イオン化したArを金属に衝突させて、弾き飛ばされた金属を基板に成膜する方法である。電極の厚さは湾曲時の導電性を考慮し、電極の強度が十分保たれる厚さである1000とした。その結果、軟組織の多い口腔内で馴染みやすい、小型で薄く柔軟性のある縦45mm幅12mm厚さ0.05mmの電気抵抗式センサを製作することが可能となった。システムに組み込む交流電源には、外部出力も得られるように改造を施した歯科用電氣的根管長測定器を使用した。更に、A/D変換器(CONTEC社製)およびPCを加え、口腔内計測用の電気抵抗式水分量計測システムを構築した。使用した歯科用根管長測定器は、本来、歯根の長さを計測する装置である。その原理は、50Hz、および60Hzの2つの周波数の交流電圧を用いて、口腔粘膜と測定電極間のインピーダンスを測定し、歯根長を求めている。

本システムでは、この歯科用根管長測定器を応用し、口腔粘膜に接触している薄膜センサ上の2電極間のインピーダンスを計測することによって、電極間に介在する口腔粘膜上水分量の検出を行うものとした。

(2)口腔内計測用電気抵抗式水分量計測システムの動作確認、およびセンサの基本特性計測

基本特性計測に際し、縦5mm×横10mm×高さ5mmの3つの同形流路を刻んだアクリルレジンプレートを作成した。各流路にはシリコンチューブを接続し、流路内の水分について、送水・吸水ができるようにした。薄膜センサは流路上部に耐水テープで貼付し、流路空間を密閉した。流路に水分を満たす際は、センサと水分の間に気泡が混入しないようにするため、送水チューブに接続したシリンジから少しずつ水分を送り込み、3流路を満たした。計測はシリンジを用いて1流路ずつ水分を減らすことで、出力を段階的に評価した。

(3)口腔粘膜上水分量・口腔内湿度を同時計測する装置の試作

口腔粘膜上水分量計測に加え、口腔乾燥症を評価するための指標として、先行研究で行っていた口腔内湿度計測を同時に行うことを検討するため、装置の試作を行った。アクリルパイプ・プレートを加工し、前述の口腔粘膜上水分量計測のための薄膜センサと、口腔内湿度計測のためのIST社製湿度センサの双方を搭載した装置を製作した。

4. 研究成果

(1)構築した口腔内計測用電気抵抗式水分量計測システム、およびセンサ写真を図1に示す。

薄膜センサには、クリップに銅板を張りつけた特製コネクターを作製して接続した。感

電防止対策として、PC および A/D は PC の内臓バッテリーで駆動させ、歯科用根管長測定器には乾電池を用いた。

歯科用根管長測定器から出力された交流波形は、LabVIEW (National Instruments 社製) を用いてデータ抽出プログラムを作成し、出力変換を行い、インピーダンスを求めた。

このインピーダンスは、後述の基本特性計測より得られる水分量との相関関係と照らし合わせ、粘膜上水分量を算出する予定としている。

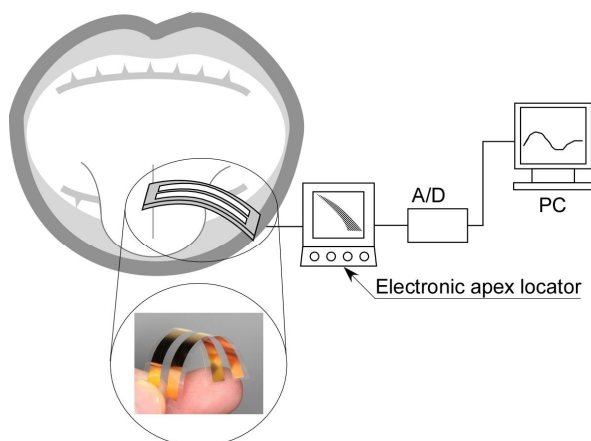


図1. 口腔内計測用電気抵抗式水分量計測システム

電極の形態について、今回は基本特性計測を行いやすいものとするために、単純な直線状とした。しかし、口腔粘膜は柔らかく、細かな凹凸があり、加えて、口腔乾燥が進行している場合は、電極と粘膜が接触しにくくなる可能性があると考えられる。従って、今後、インピーダンス計測の精度を向上させるため、電極との接触面積をふやすことが可能となる、螺旋状の電極形態とすることを検討している。

(2)電気抵抗式水分量計測用センサの基本特性計測の結果を図2に示す。

アクリルレジンプレートに刻んだ3流路内に水分が満たされた状態から、段階的に1流路ずつ吸い取ると、それに応じて階段状に変化した出力が得られた。

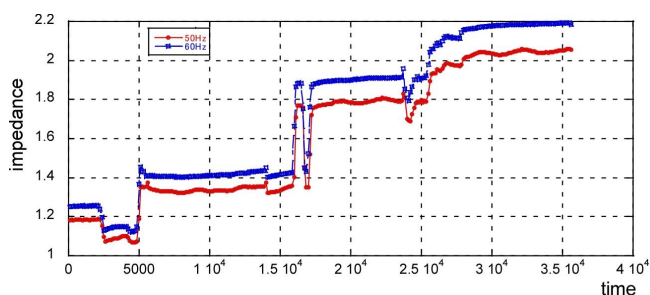


図2. 流路における水分量の変化とインピーダンスの関係

このグラフより、今回新規に開発した口腔内計測用電気抵抗式水分量計測システムは、水分量に応じたセンサの出力が得られる可能性があることが示唆された。今後は、セン

サと水分の接触面積だけでなく、接触する水分の体積の影響・温度特性についての検討を行う必要があると考えられる。そのため、現状より、精密かつ流路数・流路形態に改良を加えたレジンプレートを製作し、加えて、段階的に加温可能な恒温槽を使用し実験を行う予定である。これらの結果から、水分量とインピーダンス間の相関関係を求め、検量線を作成する。

(3) 試作した口腔粘膜上水分量・湿度同時計測システムを図3に示す。

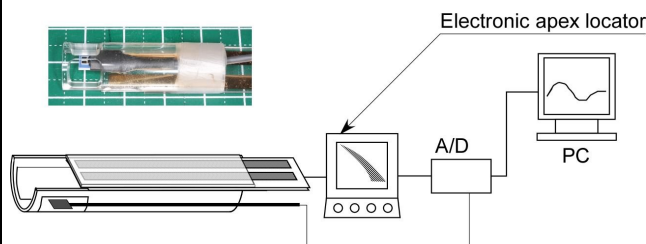


図3. 口腔粘膜上水分量・湿度同時計測システム

口腔内湿度計測について、これまでの先行研究で用いた Sensirion 社製湿度センサは、口腔内の高湿度環境下では、出力が得られなくなり、精度も落ちてしまっていた。今回、結露状態でも使用可能な IST 社製湿度センサを搭載した口腔内湿度計測、かつ口腔粘膜上水分量計測を同時に可能とする装置を試作した。アクリルレジンプレートに薄膜センサをつけることで、フレキシブルさが失われてしまうが、それが出力にどのような影響を及ぼすか検討が必要である。

今後、口腔粘膜上水分量計測と湿度計測を行い、複数の因子による多元的な口腔乾燥症の評価ができるようにしたい。

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0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹内 周平 (TAKEUCHI Shuhei)
東京医科歯科大学・歯学部附属病院・助教
研究者番号：50507770

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：