

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19390358

研究課題名（和文） 新しい脊髄虚血モニタリング法の開発

研究課題名（英文） Development of a novel monitoring system for spinal ischemia

研究代表者

崔 禎浩（SAI SADAHIRO）

東北大学・大学院医学系研究科・非常勤講師

研究者番号：60312576

研究代表者の専門分野：心臓血管外科

科研費の分科・細目：胸部外科学

キーワード：心臓大血管外科、生物・生体工学、ナノマシン、脊髄虚血、胸腹部大動脈瘤

1. 研究計画の概要

生体内深部にある脊髄そのものの血流状態を鋭敏に、かつ、持続的にモニタリングできるデバイスを創作し、脊髄虚血再灌流を伴う胸腹部大動脈瘤手術後対麻痺という重篤な合併症を皆無にできる信頼できるシステムの開発を行う。

2. 研究の進捗状況

(1) 超音波ドプラ法を応用したマイクロセンサ搭載型脊髄虚血モニタリングカテーテルの設計を行い、その改良を進めた。

微細電気加工技術を応用して、PMN-PT から構成される極小サイズの超音波振動子作製を進めた。1次試作は SiO₂ の成膜とダイシング、下部電極としての Au/Cr のスパッタリング、PMN-PT の接合と 90 μm までの研磨、エポキシ樹脂の塗布とポリイミドテープの貼付、上部電極の成膜後のセンサのダイシングによって素子を切り出した。2次試作では絶縁層の材料をエポキシ樹脂からフォトニクスに変更した。フォトリソグラフィを用いてフォトニクスのパターンングをおこなう必要な絶縁層を得ることができた。

(2) 脊髄ドレナージ用のカテーテルに超音波センサの実装を行った。カテーテル内腔が狭くなりドレナージ機能が失われないようにするため、細く、かつ、生体適合性のある同軸ケーブルを用いた。カテーテルの先端付近に超音波センサ用の窓開けをし、さらに、ドレナージ機能保障のために Φ600 μm の側孔を複数箇所を開けた。2本の同軸ケーブルをカテーテルに通し、一定寸法の被服除去を行った後、センサへの配線付けを行った。センサの土台としてはアクリル樹脂を用いた。

また、引き出した同軸ケーブルは細くて切れやすいため、強度保障のためパッドを用いて太い同軸ケーブルに置き換える工夫をした。以上のような作製過程を経て、極小サイズの超音波振動子センサを側面配置型にカテーテルに搭載し、髄腔内という特殊環境で超音波の送受信ができるコンポジット構造を有した超音波検査装置を開発した。

(3) 送受信回路を試作し、上記のセンサとのマッチングを調整した。

(4) 血管ファントムを作成し、実際の血流に擬似させた回路で、上記試作品を用いて血流の測定を行った。

(5) ビーグル犬を用いて、硬膜外を露出し、髄腔内へのカテーテル挿入モデルを確立した。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている

理由：研究3年目までに、実際に生体内に導入できるマイクロセンサ搭載型の脊髄虚血モニタリングカテーテルの作製を目標にしていた。血管ファントムを用いた擬似血流回路内での測定実験で、受信信号強度が弱く、かつ、S/N比に改良の余地があることが判明したため、センサ部の改良に立ち戻った。その後、試作品の単純な改良にとどまらず、作製過程から改良・変更を行う必要が生じた。そのため計画からやや遅れている。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 微細カテーテルに搭載したマイクロ超音波振動子の配列を変更するとともに、素子の表面に音響レンズを搭載し、さらに電極リードの取りだしを一体化する。

(2) 超音波の送波様式と位相変換器の最適化を行い、受信信号強度と S/N 比の改善を図る。

(3) 実際の動物実験で、脊髄虚血再灌流モデルを用いて、その経過中の脊髄血流を持続的にモニタリングする。

5. 代表的な研究成果

(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 2 件)

1. 松永忠雄、柳田秀彰、齋木佳克、佐藤充、江刺正喜、芳賀洋一、長井裕. 超音波センサを搭載した脊髄虚血モニタリングドレナージカテーテル. BMS 09-24:1-4, 2009. 査読無

2. 佐藤充、齋木佳克、松永忠雄、柳田秀彰、長井裕、江刺正喜、芳賀洋一. 小型超音波センサを用いた脊髄虚血モニタリング用カテーテル. 生体・生理工学シンポジウム論文集 365-6, 2009. 査読無

〔学会発表〕(計 1 件)

1. 柳田秀彰、松永忠雄、齋木佳克、長井裕、本吉直孝、高橋悟朗、佐藤敦彦、江刺正喜、芳賀洋一. ドレナージカテーテル搭載型脊髄虚血モニタリング用超音波センサ 第 42 回日本生体医工学会東北支部大会、仙台 2008.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称：臓器虚血モニタ

発明者：芳賀洋一、齋木佳克、他 4 名

権利者：国立大学法人東北大学

種類：特許権

番号：特願 2009-139944

出願年月日：平 21. 6. 11

国内外の別：国際特許分類 A61B 5/02