

機関番号：11301

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 cord 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

研究成果の概要（和文）：

マイクロ・ナノテクノロジーを用いた微細電気機械システム（MEMS）技術を応用して極小サイズの超音波振動子を新規に作製し、脊髄腔内に挿入可能なフレキシブルカテーテルにそれらを側面配置型に搭載した脊髄虚血モニタリングシステムを開発した。Adamkiewicz動脈を模倣した血管ファントムの作製し、人工血液を灌流する実験系で、マイクロトランスデューサーの配置を最適化し、血流量変化に応じたドップラー・シフトを検知し得た。今後、S/N比の改善のためにさらなる修飾が必要である。

研究成果の概要（英文）：

We created a novel device consisted of micro-flow sensor element and transmitting/receiving circuit to detect spinal cord ischemia. The sensor unit could detect Doppler shift generated by artificial blood flow within a vascular phantom mimicking Adamkiewicz artery. Further modifications are warranted to improve S/N ratio before we introduce the catheter into the clinical arena.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
2008年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2009年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2010年度	200,000	60,000	260,000
年度			
総計	12,500,000	3,750,000	16,250,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・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. 研究開始当初の背景

本邦における大動脈瘤手術症例数は、2003年に年間7,000例を越え10年前の約3倍にまで増加している。その中で最も重篤で、最も大きな手術侵襲を伴う治療が必要になるのが胸腹部大動脈瘤である。近年、手術手技の改良や補助手段の改善により死亡率に表される手術成績は改善しているが、未だ解決されていない問題点は、この手術治療に特有な合併症

である脊髄障害の発症である。その頻度は、世界のトップ施設でも4.6～11.4%と報告されている。現行では脊髄虚血障害を術中リアルタイムで評価できる信頼性の高いシステムが無いため、脊髄障害の発症は専ら術後臨床徴候が見られた時点で認知できるものとなる。従って、一旦発症すると事実上手遅れの状態になっている現実がある。

これまで脊髄虚血障害を術中評価する方法として誘発電位を用いた脊髄機能評価が試み

られている。その中では、Motor Evoked Potential (MEP) が有用とする報告もあるが、偽陰性および偽陽性の発生頻度が1.7~2.6%および0~80%と精度が不十分で、信頼性に欠けるとする意見が強い。これらの神経生理学的検査は、いわば虚血現象の間接評価であり、直接的に脊髄虚血を定量化したものはこれまでに見られない。

2. 研究の目的

本研究では、まず、マイクロ・ナノテクノロジーを用いた微細電気機械システム (MEMS) 技術を応用して極小サイズの超音波振動子を側面配置型に改良し搭載する。髄腔内、あるいは、硬膜外腔という特殊環境において最も効率よく精密に超音波の送受信ができるコンポジット構造を有する超音波振動子の選択とマイクロセンサおよびアクチュエータアレイの分布を決定する。そして臨床応用可能な新しい脊髄保護システム開発へ向けての基礎データを得る事を目的とする。

3. 研究の方法

(1) 超音波ドップラー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と製作

細血管内の赤血球を粒子としての reflecting object としてとらえ、レイリー散乱によるドプラシフトから粒子速度計算を行うドプラ超音波血流計のマイクロ版を作製する。送信、受信のための超音波振動子にPMN-PTを用い、epoxy resinとのコンポジットを作製しmicrotransducerを構成する。送波周波数、送波様式、位相変換器等の最適化を行い、Transducer arrayを側面配置したマイクロ超音波振動子を搭載した微細カテーテルを作製する。

測定概念図を下記に示す。

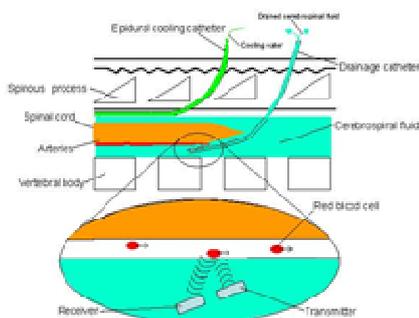


図 1

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

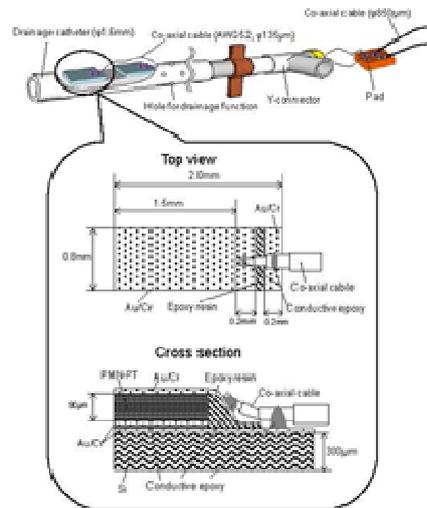


図 2

(2) Adamkiewicz 動脈を模倣した血管ファントムの作製とマイクロセンサの最適化

作製した新規デバイスを試験するために、PVA チューブ (内径 $500 \mu\text{m}$) を人工髄液に満たされた水槽内に配置し、その内腔に polymer particle (直径 $30 \mu\text{m}$, 1.7×10^4 particles per ml) からなる人工血液を灌流し Adamkiewicz 動脈を模倣した血管ファントムとした。シリンジポンプを用いて、20 から 1000ml/h で流量を変化させる。スペクトラム・アナライザーを用いてドップラーシフトをとらえる。それらの結果をもとに送・受信素子間の距離と角度を最適化する。

血管ファントムを用いた microtransducer の評価系

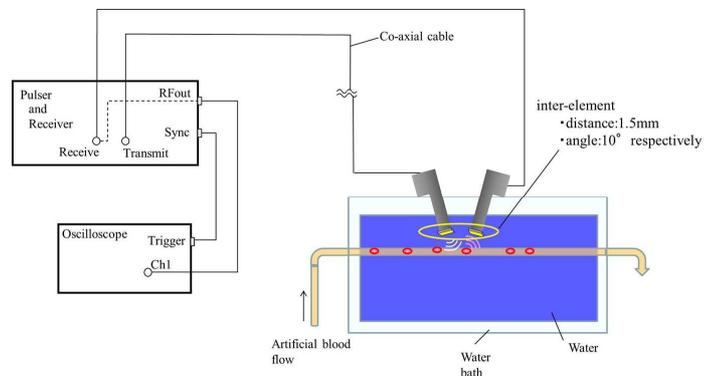
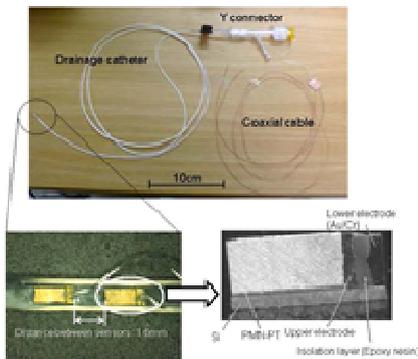


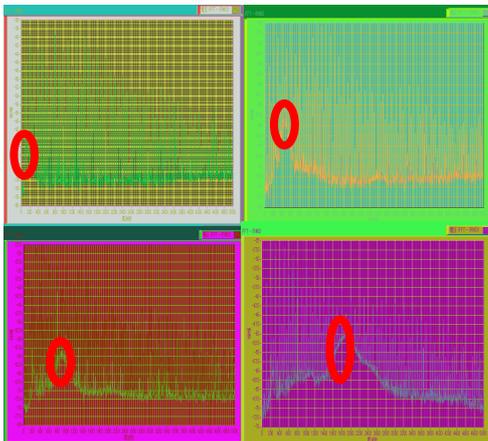
図 3

4. 研究成果

実際に製作したマイクロセンサー搭載型脊髄虚血モニタリングカテーテルの外観と、センサヘッド



人工血液を用いた灌流実験により、とらえたドップラーシフト



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. 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、査読有、24巻、2009年、1-4ページ

[学会発表] (計3件)

1. Mitsuru Sato, Yoshikatsu Saiki, Keisuke Nishiyachi, Tadao Matsunaga, Hiroshi Nagai, Masayoshi Esashi, and Youichi Haga, Spinal ischemia monitoring catheter using miniature ultrasonic sensor、The 6th International Conference on Microtechnologies in Medicine and

Biology、4-6 May 2011、Switzerland

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、第24回生体・生理工学シンポジウム、2009年9月24日～26日、仙台

3. 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、2008年12月13日、仙台

[図書] (計0件)

[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、松永忠雄、江刺正喜、柳田秀彰、長井裕

権利者：国立大学法人東北大学

種類：特許願

番号：2009-139944

出願年月日：2009年6月11日

国内外の別：国際特許

○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

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

(2)研究分担者

齋木 佳克 (SAIKI YOSHIKATSU)

東北大学・大学院医学系研究科・教授

研究者番号：50372298

本吉 直孝 (MOTOYOSHI NAOTAKA)

東北大学・病院・講師

研究者番号：40375093

芳賀 洋一 (HAGA YOICHI)

東北大学・大学院医工学研究科・教授

研究者番号：00282096

松永 忠雄 (MATSUNAGA TADAO)

東北大学・大学院医工学研究科・助教

研究者番号：00396540

川本 俊輔 (KAWAMOTO SHUNSUKE)

東北大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号：20400244

(3) 連携研究者

()

研究者番号：