

研究種目：基盤研究(C)
研究期間：2007-2008
課題番号：19590905
研究課題名(和文)リアルタイムヴァーチャル画像補助下気管支鏡検査における硬さセンサーの有効性の研究
研究課題名(英文)The efficacy of tactile sensor in bronchoscopy assisted by real-time virtual bronchoscopic navigation
研究代表者 石田 卓
(ISHIDA TAKASHI)
公立大学法人福島県立医科大学・医学部・准教授
研究者番号：60322343

研究成果の概要：

気管支鏡のワーキングチャンネル内を通過可能な、細径のカテーテル型触覚センサーを開発し、呼吸器疾患の診断に応用可能かを研究した。研究期間中に生体にも使用可能な、防水で滅菌可能なカテーテル型センサーの開発に成功し、実験動物(豚)での組織の硬さの計測に成功した。一方、硬さセンサーを誘導する手段として、リアルタイムヴァーチャル画像補助下に気管支鏡検査を行う手法についても検討し、この方法で診断率が向上することも証明した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・呼吸器内科学

キーワード：仮想内視鏡、硬さセンサー、気管支鏡

1. 研究開始当初の背景

内視鏡診断の分野では画像解析、病理診断が主体であり、触覚を利用した診断技術は確立していない。外科手術において、執刀医が病変に指で触れながら病変を観察するのと同様の評価が内視鏡を通して可能になることが将来の内視鏡診断の進歩につながるものと考えられる。

一方、触覚センサー開発技術の進歩により、非常に小型でカテーテルの先端に装着可能なサイズのセンサーが開発されている。

2. 研究の目的

本研究では、気管支鏡のワーキングチャンネル内を通過可能な、小型でフレキシブルな形状のカテーテル型触覚センサーを開発し、呼吸器疾患の内視鏡診断に応用可能か検討するものである。同時に、センサーを病変部に効率的に誘導する手段としてリアルタイムヴァーチャル画像補助下に気管支鏡検査を行う手法を検討し、さらに細径の超音波プローブと硬さセンサーのいずれかの診断における優越性、あるいは相乗効果を確認するものである。

3. 研究の方法

(1) カテーテルの作成

セラミックチップを利用した、小型の硬さセンサーを製作する。生体への使用を目的とするため、防水性、滅菌後の安定性などを繰り返しテストし、実用に耐えるものを作成する。

(2) in vitro 測定

アルミやシリコンといった既知の硬さの物質で硬さが正確に測定できるかを検討する。

(3) in vivo (実験動物) 測定

動物(実験用豚)に全身麻酔を行い、気管内挿管を行い人工換気状態にて管理する。挿管チューブより肺に気管支鏡を挿入し、末梢に透視下でシリコンでできた腫瘍に似せたシリコン塊を嚥入固定する。その後、気管支鏡のチャンネルから硬さセンサーを挿入し、中枢気道(正常粘膜)では直視下に、末梢(シリコン部)では透視下に、センサーを接触させ、硬さを測定する。測定の可否とセンサーの生体への安全性、センサー自体の安定性を評価する。測定の信頼性と安全性が確保された段階で、人体に応用する。

(4) in vivo (人体) での測定

前段階として、手術で切除された肺組織にて硬さセンサーで正常部・病変部などの硬さが測定可能か検討する。

その後、倫理委員会の承認および本人の文書による承諾を得て、実際に病変をもつ患者さんにおいて通常の気管支鏡検査時に硬さセンサーを用い、正常部と病変部の硬さが測定可能か計測する。

(5) リアルタイムヴァーチャル画像補助下の気管支鏡検査

硬さセンサーを肺内に効率よく挿入・誘導するために、リアルタイムヴァーチャル画像補助下の気管支鏡検査の効果的な使用法について検討する。特に、末梢の3cm以下の大きさの小型病変を診断する際の補助としていかに効果的なナビゲーションが可能か検討した。

4. 研究成果

(1) カテーテルの作成

生体にも使用可能な、防水で滅菌可能な外径2mmで先端の硬性部5mmカテーテル型センサーの開発に成功した。当初は感度が不安定で、再現性の不十分なものであったが、作成を繰り返して安定した性能を有するものが完成した。図1に示すように、気管支鏡のチャンネルに挿入が可能である。ノイズを減らすために手元に信号の変換ボックスを配置した。

耐水性、耐滅菌処理も確認された。多数回の気管支鏡内挿入・内視鏡の曲げにも耐える強度である。

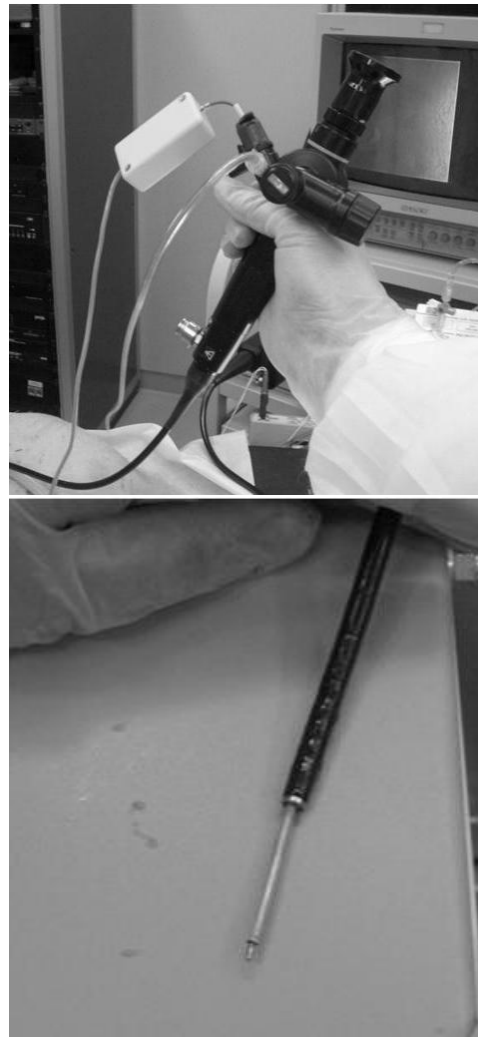


図1. (上) 気管支鏡に硬さセンサーを挿入したところ。(下) 硬さセンサー先端を気管支鏡のチャンネルから出したところ。先端がセラミックを使用したセンサー。

(2) in vitro 測定

シリコンなどの既知の硬さの物質の硬さを上記のセンサーで十分に安定した感度と再現性で測定が可能となった(図2)。

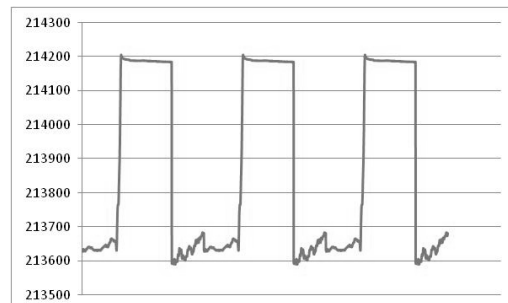


図2. シリコンの硬さ測定。縦軸が硬さで横軸は時間、一定の時間で接触(測定)、非接触を繰り返した。

(3) in vivo (実験動物) 測定

全身麻酔、気管内挿管下の動物(実験用豚)に末梢に透視下でシリコンでできた腫瘍に似せたシリコン塊を喫入固定した。透視下に気管支鏡のチャンネルから硬さセンサーを挿入しセンサーを接触させ、硬さを測定することができた(図3,4)。

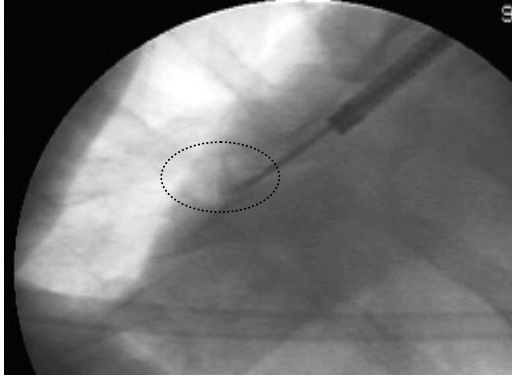


図 3. 透視で気管支鏡下にセンサーがシリコン塊(楕円)に接触し、硬さを測定している。

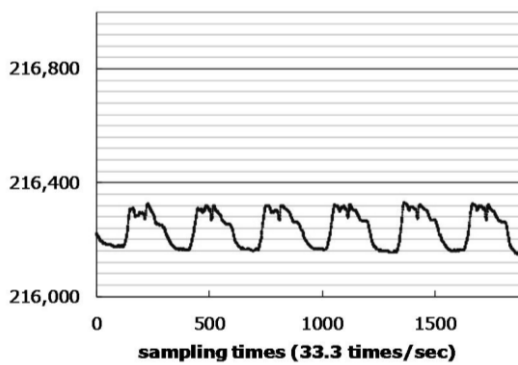


図 4. センサーを一定の間隔で接触させたときの硬さの計測。安定して硬さが測定できている。

一方、同様に中枢の気管支粘膜の硬さを測定しようとしたが、センサーの接触の方法(角度、圧力)により、測定結果が著しく異なり再現性のないことが判明した。またセンサーを対象物から離す際に大きなノイズが発生するため、測定する硬さの基準点がドリフトすることもあった。センサー先端への粘液の付着なども安定した測定の妨げになることが判明した。これらの問題点は順次解消しており、研究予定期間後も引き続き検討を継続する。

(4) in vivo (人体) での測定

当初の予定では人体への応用も行う予定であった。しかし、実用に耐えるカテーテルの作成に時間が予想以上にかかったために、予定した期間内での応用が間に合わなかつ

た。今後研究期間を延長して測定予定である。

(5) リアルタイムヴァーチャル画像補助下の気管支鏡検査

200以上の症例で十分な検討が可能であった。どのような設定でどのような症例に適用すべきかほぼ確立することができ、研究の成果は学会・論文で発表することができた。また細径の超音波プローブの有効な使用法や超音波画像の読影についても一定の成果を確立し、報告することができた。

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 5件)

1. Asano F, Matsuno Y, Tsuzuku A, Anzai M, Shinagawa N, Yamazaki K, Ishida T, Moriya H. Diagnosis of peripheral pulmonary lesions using a bronchoscope insertion guidance system combined with endobronchial ultrasonography with a guide sheath. *Lung Cancer*. 2008;60:366-73. 査読有

2. Watanabe K, Ishida T, Sugawara A, Tachihara M, Munakata M. An adult case of plastic bronchitis, *Intern Med*, 2008; 47:1549. 査読有

3. 森谷浩史、佐久間光太郎、石田 卓、山崎浩一、浅野文祐、大西順一、七戸金吾: 経気管支誘導のための仮想内視鏡画像作成・汎用3次元画像作成装置と専用半自動作成装置との比較. *福島県 IVR 研究会雑誌*、2008;12:15-7. 査読無

4. Tachihara M, Ishida T, Kanazawa K, Sugawara A, Watanabe K, Uekita K, Moriya H, Yamazaki K, Asano F, Munakata M. A virtual bronchoscopic navigation system under X-ray fluoroscopy for transbronchial diagnosis of small peripheral pulmonary lesions. *Lung Cancer*. 2007;57:322-7. 査読有

5. Shinagawa N, Yamazaki K, Onodera Y, Asano F, Ishida T, Moriya H, Nishimura M. Virtual bronchoscopic navigation system shortens the examination time- feasibility study of virtual bronchoscopic navigation system. *Lung Cancer*. 2007;56:201-6. 査読有

[学会発表] (計 13件)

1. 立原素子、菅原 綾、石田 卓、関根聡子、

渡邊香奈、金沢賢也、齋藤純平、谷野功典、棟方 充. 15 mm以下の肺末梢病変に対する診断法—仮想気管支鏡ナビゲーションとガイドシースを用いた気管支腔内超音波断層法 (EBUS-GS) の併用の有用性の検討、第34回日本呼吸器内視鏡学会東北支部会、秋田、2008.8.2.

2. Asano F, Yamazaki K, Ishida T, Shinagawa N, Yamada N, Kanazawa K, Matsuno Y, Munakata M, Nishimura M, Moriya H. Virtual bronchoscopic navigation improves bronchoscopic diagnosis rate and shortens examination time for small pulmonary peripheral lesions: A multi-center, randomized trial. 第13回呼吸器インターベンション研究会、神戸、2008.6.15.

3. 石田 卓. 気管支鏡ナビゲーションシステム：診断成績のレビューと今後の展望、シンポジウム、日本呼吸器学会学術講演会、神戸、2008.6.14.

4. 石田 卓、金沢賢也、関根聡子、上北久美、菅原 綾、立原素子、渡邊香奈、齋藤純平、谷野功典、菅家忠洋、棟方 充、モザイク技術による中枢気道の気管支鏡画像分析。第31回日本呼吸器内視鏡学会、大阪、2008.6.13.

5. 石田 卓、浅野文祐、山崎浩一、森谷浩史、品川尚文、松野祥彦、都竹晃文、安斎正樹、山田範幸、朝比奈肇、菊地英毅、大泉聡史、金沢賢也、立原素子、菅原 綾、西村正治、棟方 充. Virtual bronchoscopic navigation システムによる肺末梢病変の診断。第31回日本呼吸器内視鏡学会、大阪、2008.6.13.

6. 品川尚文、浅野文祐、石田 卓、山崎浩一、山田範幸、立原素子、金沢賢也、松野祥彦、棟方 充、西村正治、森谷浩史. 気管支鏡挿入支援システムは肺末梢小型病変に対する経気管支生検の診断率を上昇させ、検査時間を短縮する。第31回日本呼吸器内視鏡学会、大阪、2008.6.13.

7. Ishida T, Asano F, Yamazaki K, Shinagawa N, Yamada N, Tachihara M, Kanazawa K, Matsuno Y, Munakata M, Nishimura M, Moriya H. Virtual bronchoscopic navigation improves diagnosis rate and shortens examination time for small pulmonary peripheral Lesions. American Thoracic Society International Conference, Toronto, 2008.5.18

8. Shinagawa N, Takeuchi Y, Asano F, Ishida T, Kikuchi E, Oizumi S, Onimaru R, Shirato H,

Moriya H, Nishimura M. Analysis of patients with primary lung cancer diagnosed by CT-guided transbronchial biopsy using an ultrathin bronchoscope with virtual bronchoscopic navigation and treated by real-time tumor-tracking radiation therapy. 15th World Congress for Bronchoesophagology, Tokyo, 2008.4.1.

9. 菅原 綾、石田 卓、金沢賢也、立原素子、渡邊香奈、齋藤純平、谷野功典、棟方 充：肺末梢病変に対する気管支腔内超音波断層法 (EBUS-GS) の使用経験とエコーパターン の検討。第6回日本臨床腫瘍学会学術集会、福岡、2008.3.20.

10. Ishida T, Sekine S, Oshima K, Uekita K, Sugawara A, Tachihara M, Watanabe K, Kanazawa K, Saito J, Tanino Y, Munakata M : Closed pleural brushing : A new diagnostic tool for pleural lesions, CHEST2007, Chicago, 2007.10.21.

11. Nikaido T, Ishida T, Kanazawa K, Nakagawa N, Oshima K, Sugawara A, Tachihara M, Watanabe K, Saito J, Tanino Y, Munakata M : Pleural brushing in medical thoracoscopy is an effective diagnostic procedure, Asia-Pacific Congress of Bronchology, Singapore, 2007.7.13.

12. Kanazawa K, Ishida T, Saito J, Tanino Y, Suharno A, Kanke T, Sato R, Munakata M. Panorama projection of airway lumen from videobronchoscopic motion pictures using the mosaic technique, Asia-Pacific Congress of Bronchology, Singapore, 2007.7.13.

13. 森谷浩史、佐久間光太郎、石田 卓、山崎浩一、浅野文祐、大西順一、七戸金吾：経気管支的誘導のための仮想内視鏡画像汎用3次元画像作成と自動気管支抽出との比較。第16回福島県 IVR 研究会、福島、2007.5.20.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石田 卓 (ISHIDA TAKASHI)

公立大学法人福島県立医科大学・医学部・准教授

研究者番号：60322343

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし