

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26461850

研究課題名(和文) 外科用吸収糸を用いた新型の胸腔鏡下手術用ガイディングマーカの開発

研究課題名(英文) The development of a new guiding marker for VATS which is made of an absorbable suture

研究代表者

郷原 英夫 (HIDEO, GOBARA)

岡山大学・大学病院・教授

研究者番号：10379745

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)： 外科用吸収糸でフックを形成する場合、折り返すと太さが倍になり、糸自体にスリットを入れると脆弱になる問題が生じた。そこで抜けない「返し」をもつ糸があり、これを用いることで問題が解決された。加えて糸自体に強度があり吸収糸そのものを押し込むことが可能であった。この吸収糸にX線視認性を持たせるため、ヨード造影剤、バリウム製剤などを塗布した糸を作成し実験した。

ファントムにX線視認性を付与した糸を留置できるか実験した。この糸はCTで視認可能であった。加えてファントムからの引っ張り負荷でも容易には抜去不能であった。

以上の結果より、外科用吸収糸で胸腔用のガイディングマーカの作成は可能と思われた。

研究成果の概要(英文)： For adding a hook to an absorbable suture, a folded suture make it large in diameter, and a partially-cut suture make it brittle. A barbed suture can bring solutions to those problems. In addition, it is stiff enough to be pushed through a guiding needele by itself. To add radio-opaque nature to it, iodine contrast medium or barium sulfate were laid on it. Those radio-opaque sutures were visible on X-ray fluoroscopy image.

In a phantom examination, the radiopaque absorbable suture was easily placed near a target through a guiding needle. It was clearly visible on CT image. The barbed suture could not easily pull out from the phantom.

Therefore, we believe that we can make the guiding marker which is made of the barbed absorbable suture.

研究分野：放射線医学

キーワード：VATSマーカ 胸腔鏡下肺切除 ガイディングマーカ 吸収糸

1. 研究開始当初の背景

本邦における肺癌患者は増加傾向で、我が国の人口統計で男女ともに死亡原因の第一位である。また肺は転移臓器としても最も多く、原発性、転移性をあわせた肺の悪性腫瘍は我が国の重大な健康問題である。早期肺癌の治療は手術が基本で、転移性肺癌においても病変の数が少なければ切除の対象となることがある。

肺癌の外科的切除のなかでも、最も体に優しい治療として注目されているのが**胸腔鏡下手術 (Video-Assisted thoracic surgery ; VATS)** である。胸部に胸腔鏡用と鉗子用の 1cm ほどの孔を 2-3 個あけて、最後に 4cm ほどの切開を加えるだけで肺の切除が終了する (図 1)。傷が小さく、体にもやさしいので入院期間は 1 週間ほどである。



図 1 : 胸腔鏡でみたガイディングマーカー

ここで問題となるのが腫瘍の存在部位である。肺の表面に近ければ指で触れることができるが、やや深い位置になると表面からは腫瘍がどこにあるのかわからない。ここで胸腔鏡下手術用に開発されたガイディングマーカーが威力を発揮する。**ガイディングマーカーは糸の付いた金属製フック**であり、手術の前に CT を見ながら病変の近くに留置しておく。手術中に胸腔鏡でみると図 2 のように肺の表面から糸が飛び出ており、これをたよりに切除をすすめると**表面から見えない、触れない腫瘍の切除が胸腔鏡で可能となる。**

2. 研究の目的

既存のガイディングマーカーは非常に有用であり、良く使用されている。しかし問題点がいくつかある。列挙すると、

- (1) 金属と糸との接合部があり、潜在的に外れる可能性がある。
- (2) 留置後に不測の事態で手術が中止になった場合、回収できない。
- (3) ごく稀に空気塞栓 (心臓や脳などに空気が入ってしまうこと) が起きたとき (図 2) に金属のため脳梗塞を検査するための MRI が撮像できない

いなどがある。これを解決するためにはフックと糸が一体成形で、自然溶解する素材で作成し、なおかつ CT で見えれば良いことになる。

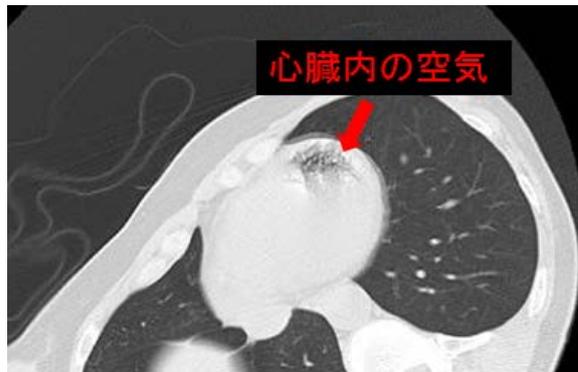


図 2 : ガイディングマーカーによる空気塞栓

3. 研究の方法

まず最適の素材を決定する前に、外科用吸収糸は編み糸 (細い糸を編みあわせてある) とモノフィラメント (単一の 1 本糸) があるが、編み糸は柔らかく、外筒針内を押し出せない。また万が一体内に残ったとき、糸の隙間に細菌などが住み着く可能性があるため除外する。

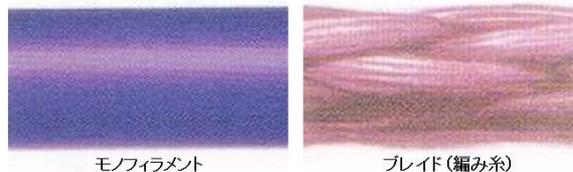


図 3 : 外科用縫合糸の形状

そこで複数のモノフィラメント系の縫合糸のうち 2-0、3-0、4-0 の 3 種類の糸を使用する。それぞれの糸をフック型に折り曲げる、返しを作成するため斜めにスリットを入れる 2 種類の方法を行う。糸のうち切れてしまったものは記録したのち除外し、フック型が形成されたものをそれぞれ 18 ゲージ、20 ゲージ、21 ゲージのカテラン針内に挿入して、押し出してみる。押し出せない糸、押し出した後糸が切れてしまった場合はそれぞれ記録して除外する。

次に吸収糸に X 線視認性を持たせる検討を行う。X 線不透過物質として生体内に投与可能である、非イオン性ヨード造影剤、イオン性ヨード造影剤、ヨード化ケシ油、硫酸バリウムを検討する。縫合糸にそれぞれの物質を塗布し、乾燥させた後 X 線撮影する。

最終的に IVR-CT 室にて、肺ファントムと X 線視認性を付与した外科用吸収糸を穿刺して、目的の部位に留置できるかを検証するシミュレーションを行う。CT 透視下の視認性、留置後の通常の CT 撮影での視認性である。さらに引きテンションを与え

て、移動するか否かを検討する。

4. 研究成果

(1) 吸収糸を用いたフックの形成

モノフィラメント吸収糸を用いて、①V字型に折り返す方法、②スリットをいれて「返し」を作成する方法を行なった。図4に示すように作成は十分に可能であったが、①ではシステムの外形が吸収糸径の倍になること、②では切れやすくなる問題が発生した。

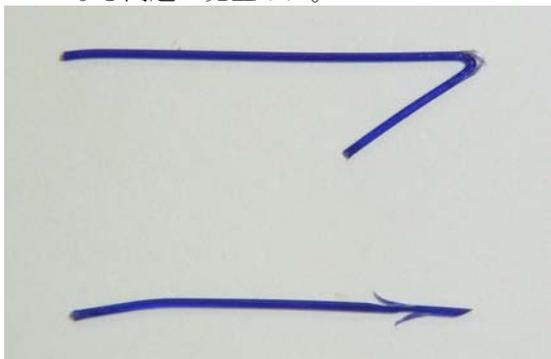


図4：吸収糸を用いたフック作成

(2) 「返し」をもつ吸収糸の使用

連続方法をする目的で「返し」をもつ吸収糸があることが判明し（図5）、これを用いることで(1)での問題点が解決した。この意図は十分な強度を持っており、ガイディング針からも十分押し出すことが可能であった。

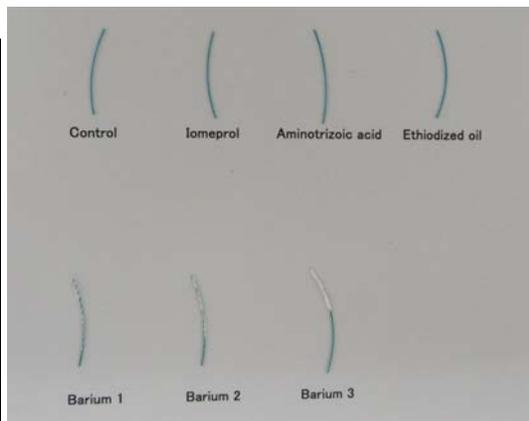


図5：「返し」をもつ吸収糸

(3) 吸収糸のX線視認性付与（図6）

X線視認性を付与するために、①非イオン性ヨード造影剤（Iopeprol）、②イオン性ヨード造影剤（Aminotrizoic acid）、③ヨード化ケン油（Ethiodized oil）、④硫酸バリウムを塗布し、乾燥させた吸収糸を作成した（図6A）。作成したそれぞれの吸収糸をX線撮影し、X線上での視認性を確認したところ、硫酸バリウムが最も明瞭に視認可能であった（図6B）。追加で①非イオン性ヨード造影剤（Iopeprol）を濃厚に塗布した吸収糸で再度X線撮影したところ、これも視認可能であった。

図6：(A) 造影剤を付与した吸収糸と (B)



そのX線撮影像

(4) CTガイド下でのファントム穿刺

(3)で作成したX線視認性を付与できた吸収糸を20Gガイディング針にて穿刺する実験を行なった。スポンジに水を適宜含ませて肺を模して作成したものにターゲットを埋め込んだファントムを作成し、CTガイド下に穿刺を行なった。両者ともCTガイド下に穿刺可能であり、CT下で吸収糸が視認可能であった（図7）。

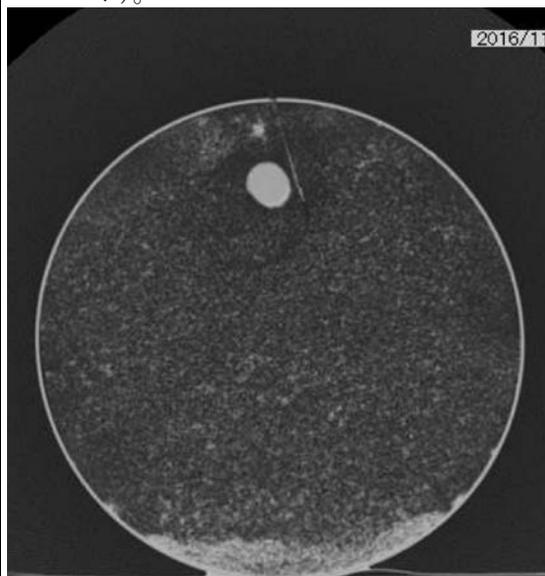


図7：球形のターゲットのそばに刺入した吸収糸が確認できる。

(5) 刺入した吸収糸への引っ張り負荷実験

刺入した吸収糸を引っ張ってみたが容易に抜去されなかった(図8)。

図8: ファントムに刺入された「返し」つきの吸収糸



結語: 以上の結果より、外科用吸収糸で胸腔用のガイディングマーカの作成は可能と思われた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計5件)

- ① Gobara H, Hiraki T, Iguchi T, Fujiwara H, et al. Percutaneous CT-guided radiofrequency ablation for renal cell carcinoma in von Hippel-Lindau disease: midterm results. *Interventional Radiology* (査読有) 1, 2016: 1-6.
- ② Gobara H, Hiraki T, Iguchi T, Fujiwara H, et al. Acute bowel injury due to cryoablation for renal cell carcinoma: correlated radiologic and pathologic findings. *Acta Med Okayama* (査読有) 70, 2016: 511-514.
- ③ Iguchi T, Hiraki T, Gobara H, Fujiwara H, et al. CT fluoroscopy-guided preoperative short hook wire placement for small pulmonary lesions: evaluation of safety and identification of risk factors for pneumothorax. *Eur. Radiol* (査読有) 26, 2016: 114-121. DOI: 10.1007/s00330-015-3815-z.
- ④ Iguchi T, Hiraki T, Gobara H, Fujiwara H, et al. Tension pneumopericardium as a complication of preoperative localization of a small pulmonary metastasis using a short hook wire and suture system. *Cardiovasc Intervent Radiol* (査読有) 38, 2015: 1346-1348. DOI 10.1007/s00270-015-1122-3.
- ⑤ Iguchi T, Hiraki T, Gobara H, Fujiwara H, et al. Retained short hook wire used for preoperative localization of small pulmonary

lesions during video-assisted thoracoscopic surgery: a report of 2 cases. *Cardiovasc Intervent Radiol* (査読有) 38, 2015: 1376-1379. DOI 10.1007/s00270-015-1076-5.

[学会発表] (計4件)

- ① 郷原英夫、VHL患者の腎癌に対するラジオ波焼灼療法、第75回日本医学放射線学会総会、パシフィコ横浜(2016年4月14日~4月17日)
- ② 郷原英夫、DWHを用いたCT予約枠改善の試み、第126回日本医学放射線学会中国・四国地方会、広島県医師会館ホール、2016年6月17日~6月18日
- ③ 郷原英夫、ラジオ波、凍結治療後の画像診断:各種臓器における画像スペクトラム、第52回日本医学放射線学会秋季臨床大会、京王プラザホテル、2016年9月16日~9月18日
- ④ 郷原英夫、腎癌の凍結治療:どこまで治療できるか、第4回JSURT、ウェスティン都ホテル京都、2016年9月23日~9月24日

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

郷原 英夫 (GOBARA, Hideo)
岡山大学病院・教授
研究者番号: 10379745

(2) 研究分担者

金澤 右 (KANAZAWA, Susumu)
岡山大学医歯薬学総合研究科・教授
研究者番号: 20243511

平木 隆夫 (HIRAKI, Takao)
岡山大学病院・准教授
研究者番号: 50423322

藤原 寛康 (FUJIWARA, Hiroyasu)
岡山大学病院・講師
研究者番号: 70423324

生口 俊浩 (IGUCHI, Toshihiro)
岡山大学病院・講師
研究者番号: 90423293

松井 裕輔 (MATSUI, Yusuke)
岡山大学病院・医員
研究者番号 50614351

(3) 連携研究者
なし

(4) 研究協力者
なし