

## 肺癌の再手術時における CT 断層画像の 体表投影の有益性

あら き くに お おお しま ゆう き  
荒 木 邦 夫 大 島 祐 貴  
め つぎ ひろ ゆき  
目 次 裕 之

キーワード：肺癌，再手術，骨肺血管一体型 CT 断層画像，  
体表投影，ナビゲーション

### 要 旨

癒着や解剖学的変位により病変の同定に難渋することが予想される同側の肺癌再手術症例における，CT 断層画像の体表投影によるナビゲーションの有益性について報告する。麻酔導入・手術体位固定後に，骨肺血管一体型の CT 断層画像を患者体表に投影し，病変や葉間，横隔膜ライン等を直上の体表皮膚にマーキングする。これを参考に開胸位置やポート作成位置を想定し，手術に望む。この手法を用いて，肺葉切除または肺区域切除後の肺癌 5 症例の再手術（いずれも肺部分切除）を実施した結果，概ね適切な位置で開胸がなされ，病変の特定に長時間要することなく円滑に手術が進み，偶発症もみられなかった。本手法は解剖学的変位を伴う非定型手術を安全に実施する点において，有用と考える。

### はじめに

呼吸器外科手術における CT 画像の術中ナビゲーションシステムは，肺病変の同定や，胸腔鏡手術時に適切な位置にポート孔を作成できる点で有用と考えられる。我々はこの簡易的な手法として，麻酔導入・手術体位固定後にあらかじめ作成した骨肺血管一体型の CT 断層画像を体表に投影するシステムを考案し，様々な解剖学的情報をシ

ミュレートした上で胸腔鏡手術を行ってきた。

この手法を，胸腔内の癒着や解剖位置の変更を伴う肺葉切除または肺区域切除後に発生した同側の肺癌の再手術症例にも応用したところ，胸腔鏡手術よりもむしろ強くその有益性を実感し，以後連続して実施するに至った。これら肺癌再手術症例における体表投影の有用性について検証し，報告する。

### 方 法

肺葉切除または肺区域切除後の同側の肺癌再手術症例に対し，術前に市販の 3D 医用画像処理

Kunio ARAKI et al.

国立病院機構松江医療センター 呼吸器外科

連絡先：〒690-8556 松江市上乃木5-8-31

国立病院機構松江医療センター 呼吸器外科

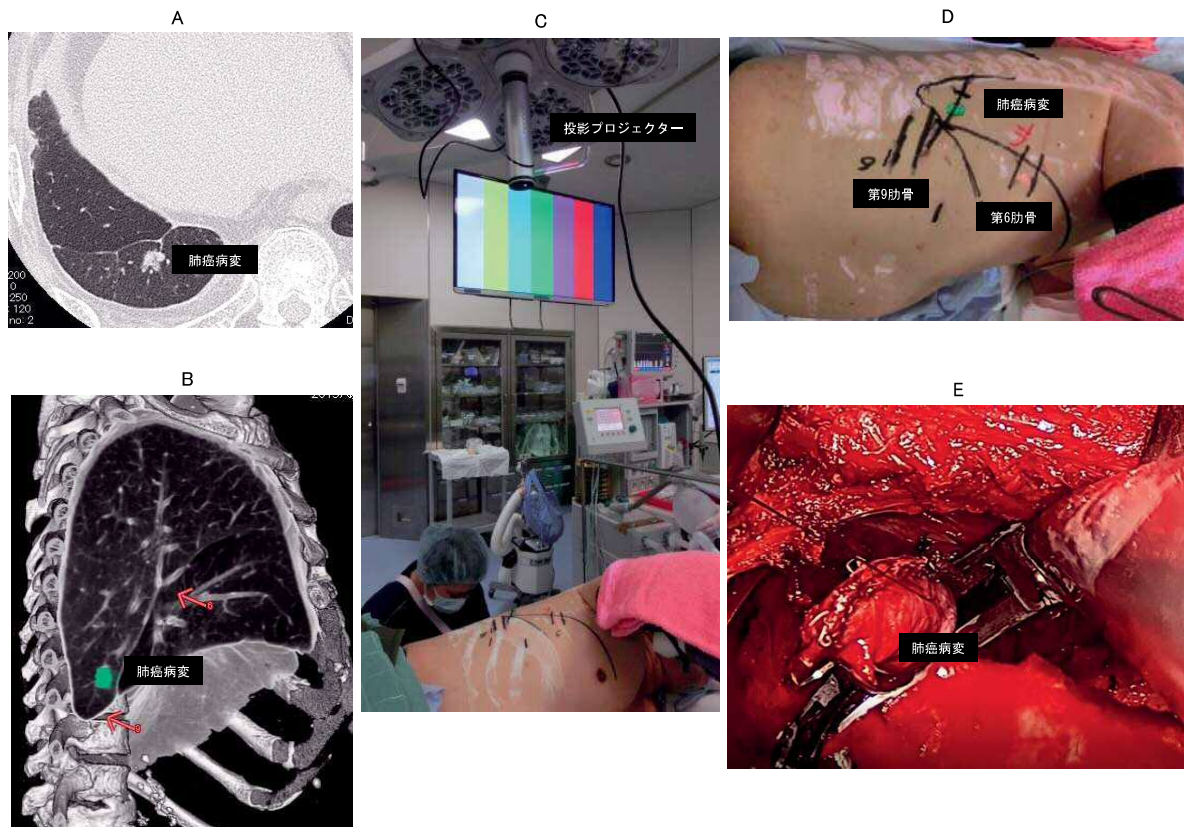


図1 右肺下葉切除後の右肺上葉再発肺癌に対するCT断層画像の体表投影

- A: 右肺上葉結節  
 B: 肋骨～肺～血管一体型CT断層画像  
 C: CT断層画像の体表投影  
 D: 手術（胸腔内は全面癒着しており，癒着剥離後右肺上葉部分切除を実施）

ソフトウェア「Ziostation®」を用いて骨～胸膜～肺実質（病変位置をプロット）～血管までを描出する骨肺血管一体型のCT断層画像を作成する。麻酔導入－手術体位固定後に市販のプロジェクション機能搭載モニターを无影灯ハンドルのはめ込み口に装着し，作成したCT断層画像を患者体表に投影する。投影された肋骨位置と，前もって体表皮膚にマーキングしておいた肋骨位置を合わせた後，骨画像を消していき，描出されてくる肺実質内の目的病変をその直上の体表皮膚にマーキングする。さらに肺画像を適宜動かしながら描出されてくる葉間ラインや横隔膜ライン，手術操作部位に近接する肺動脈，肺静脈，気管支なども各々の直上の体表皮膚にマーキングする。これら

の解剖情報に従い，予定開胸創の位置や創長範囲などを想定した上で術前の詳細なシミュレートを行ったのち，目的病変を含む肺部分切除術を実施する（図1A-E）。

## 結 果

2018年1月～2019年10月の間に，肺葉切除術または肺区域切除術を行った後に発生した同側の肺癌の再手術（いずれも肺部分切除を実施）を5例実施した。このうち3例は臨床および病理学上肺癌再発，2例が異時多発癌と判断した。この5例に対して，方法で示した体表投影による術中のナビゲーションを行った（表1）。再手術5例の前回の手術術式は，右肺下葉切除3例，右肺上葉切

表1 体表投影を実施した肺癌再手術症例

	年齢	性別	初回手術	再手術 (胸腔内癒着)	創長 (cm)	肋骨 切離	ポート数	手術時間 (分)	出血量 (ml)	術後合併症
①	76	男	右肺下葉切除	右肺中葉部分切除 (部分癒着)	7	-	2	107	22	遷延性肺癆
②	77	男	右肺下葉切除	右肺上葉部分切除 (部分癒着)	3	-	3	90	8	遷延性肺癆
③	70	男	右肺下葉切除	右肺上葉部分切除 (全面癒着)	10	+	0	243	102	無
④	65	男	右肺上葉切除	右肺下葉部分切除 (部分癒着)	6	-	2	74	10	無
⑤	82	男	左肺舌区切除	左肺上葉部分切除 (全面癒着)	10	-	0	225	60	無

除1例、左肺舌区切除1例で、いずれも再手術時のCT画像で術側胸腔内の解剖学的変位を伴っていることが想定された。再手術時における胸腔内癒着の程度は、部分的な癒着(程度は様々)が3例、全面癒着が2例であった。開胸創長は平均7.1 cm【3~10 cm】で、全面癒着を伴う1例については肋骨1本の切除を併施した。平均手術時間は147.8分【90~243分】、平均術中出血量は40.4 ml【8~102 ml】であり、輸血した症例はなし。術後合併症については、再ドレナージを要する遷延性肺癆が2例に生じたが、治療により軽快した。現在の所、肺癌に対する追加治療を行うことなく全例生存中である。

## 考 察

胸腔鏡手術時にポート孔から行う手術操作は、肋骨が固定されていることによって時に著しい可動域制限を受ける。そのため操作ポート孔の位置決めが、胸腔鏡下での安全および効率的な手術を行う上で極めて重要である。我々はこの問題を解決する目的で、他疾患外科領域の報告を参考に<sup>1-3)</sup>、あらかじめ作成・構築した骨肺血管一体型

CT断層画像を手術開始前に患者さんの体表に投影する簡易的な手法を考案し、実施してきた。このシステムの導入により、胸腔鏡手術にしばしば経験してきたポート位置作成の不具合による手術のやりにくさは、多くの症例で解消された。また術前未診断の小型肺病変に対する胸腔鏡手術において、体表投影は病変の局在を同定する上で極めて有効な非侵襲的手法であることも多くの症例で体現化なされている。

この体表投影法を胸腔鏡手術だけでなく、病変の位置同定が困難と予想される肺葉切除または肺区域切除後の解剖学的変位を伴う非定型的な再手術症例(肺部分切除)にも行って見たところ、極めて有効であることを実感し、以後連続して実施するに至った(表1)。再手術の場合は程度の差はあるが大概は胸腔内癒着が予想され病変の同定が困難となる。自験例でも5例全例に癒着がみられうち2例は全面癒着であった(表1, 図1E)。これらの手術において体表投影を行うことで病変に最も近い開胸創を作成でき、癒着剥離操作を必要最小限に止めることが可能となる。かつ解剖変位を生じた中枢の血管気管支の位置を前もって想

定しておくことで、迷いのない安全な手術が実施可能となることが、体表投影の有効性を実感する根拠となる。

このような解剖学的正確度を一定の範囲で担保することに加えて、この手法は簡易かつ安価な点も魅力的と考えている。投影する骨肺血管一体型CT断層画像(図1B)については、気管支鏡検査などにも使用している市販3D医用画像処理解析ソフトを用い、医師自らが断層画像を作成し構築している。体表投影に用いる市販の投影プロジェクター(図1C)は安価であり、これを無影灯の取っ手のはめ込み口にそのままはめ込み装着する工夫をこなすことで、手術時に手軽に体表投影を行うことを可能とした。

一方、この手法の問題点として、胸腔鏡手術時においてはCTの吸気時での撮影位置と術中の換気肺の拡張程度の不一致により、各々の指標物のマーキング位置が実際とは少しずれてしまうことがときに支障となる。特に肺底側の肺病変ほど頭尾方向に1肋間程度体表マーキングとずれてしまい、病変の位置同定に若干難渋することがある。しかしながら再手術となる症例は前述のごとくあ

る程度の胸腔内癒着が必発であることより、胸壁と肺が固定されている。そのため、体表投影と実際の解剖学的位置関係の‘ずれ’が最小限に抑えられる。言い換えると‘ずれ’の多い胸腔鏡手術よりもむしろ、逆の意味で‘ずれ’の少ない再手術症例にこの体表投影が適合性があるともいえる。

肺癌の遺伝子変異や免疫学的形質をターゲットとした個別化治療が進み、再発時の再生検の重要性が益々認識されて久しい<sup>4)</sup>。これらの検査の精度を高めるには十分な組織を採取することが必要であり、そのため全身麻酔下での肺癌再手術も選択肢の一つとして重要性が益々高まっている。自験例も5例のうち3例は臨床的に再発と判断した上での再生検目的での手術切除である。一方で全身麻酔下での侵襲性が問題となるため、できるだけ合併症を軽減させる低侵襲かつ安全な手術であることが条件となる。本稿で示した体表投影法は、これらの目的において再手術での有益性が高い手法と考えている。

#### 利益相反 (Conflict of Interest: COI)

開示すべきCOIはありません。

## 文 献

- 1) 志賀淑之, 他, プロジェクションマッピングを応用した泌尿器腹腔鏡手術 (mixed reality surgery) の経験: Japanese Journal of Endourology, 28: 253-7, 2015
- 2) 内田徹郎, 他, ポートアクセス心臓手術におけるImage Overlay Surgeryの応用: 小切開・鏡視外科学会雑誌, 4: 53-7, 2013
- 3) 平野諒司, 他, 体表投影型医療支援のための簡易的較
- 4) Hotta K, et al, Significance of re-biopsy of histological tumor samples in advanced non-small-cell lung cancer in clinical practice: International Journal of Clinical Oncology, 24: 41-5, 2019