

●症 例

術前 CT ガイド下マーキングを契機に空気塞栓症を発症した 3 症例

森 勇樹^a 山田 玄^a 汐谷 心^a
藤井 偉^b 渡辺 敦^c 高橋 弘毅^a

要旨：術前 CT ガイド下マーキング後に空気塞栓症を発症した 3 例を経験した。症例 1：54 歳，男性。すりガラス影のマーキング後に左半身の脱力と構音障害が出現し，CT で上行大動脈内に空気像を認めた。症例 2：64 歳，女性。結節影近傍にマーカー刺入中に突然深吸気を行った。左上肢の脱力が出現し，CT で下行大動脈内に空気像を認めた。症例 3：77 歳，男性。結節影近傍にマーカー刺入中に咳嗽が出現した。両手指のしびれが出現し，CT で上行大動脈から大動脈弓部に空気像を認めた。本処置後は空気塞栓症の合併を常に考慮すべきである。

キーワード：術前マーキング，空気塞栓症，CT

CT-guided marking, Air embolism, Computed tomography

緒 言

近年，胸部 CT の普及と検出能力の向上により肺小病変の発見が増加している。その組織学的診断には外科的生検が必要な場合が多いが，病変と胸膜が離れている場合やすりガラス影の場合は，術中に病変の位置を確認することが難しい。しかし，術前に病変部位のマーキングを行うことで，肺病変の存在部位の同定を容易にすることができる。

一般に，術前マーキングの方法は，マーカーを経皮的に留置する方法と気管支鏡を用いて留置する方法とに大別される。前者にはフックワイヤー¹⁾やコイル²⁾を留置する方法，色素³⁾や造影剤⁴⁾を臓側胸膜直下に注入する方法などがある。後者には，経皮的穿刺と同様に色素やコイルを留置する方法のほか，最近ではバーチャル気管支鏡とガイドシース併用気管支腔内超音波断層法 (endobronchial ultrasonography with a guide sheath: EBUS-GS) を併用する方法⁵⁾や 3D-CT を利用した virtual-assisted lung mapping (VAL-MAP) 法⁶⁾も考案されている。

当科では，CT 透視を用いてリアルタイムに病変を描

出しながら糸付きフックワイヤーを経皮的に肺内に留置する方法で，術前マーキングを行っている。本処置は比較的簡便で短時間に完了することができ，手術中のマーキング部位の視認も容易であることから有用と考えられるが，重篤な合併症として空気塞栓症がある^{7,8)}。

今回我々は，同処置後に空気塞栓症を発症した 3 症例を経験したので報告する。なお，術前 CT ガイド下マーキングには，ガイディングマーカーシステム (21G×100 mm, Hakko 社) を使用し，CT 透視下にリアルタイムにマーキングを行った。また，CT は，Aquilion LB (TOSHIBA Medical Systems Corporation) を使用した。

症 例

【症例 1】

患者：54 歳，男性。

喫煙歴：なし。

既往歴：膀胱癌手術 (49 歳)。

経過：膀胱癌術後の経過観察中，胸部 CT で右上葉 S3 の胸膜下 44 mm の位置に，12×10 mm のすりガラス影を指摘され，原発性肺癌を疑い手術予定となった。術中に病変部位の同定が困難と予想されたため，術前マーキングを行った。体位は左側臥位で，病変より 4 mm 近傍にマーカーを留置した。胸膜からの刺入距離は 31 mm であった。マーカーの留置直後より左半身の脱力と構音障害が出現した。マーキング施行後の胸部 CT で上行大動脈内に空気像を認めたため (図 1)，空気塞栓症と診断した。頭部 MRI では異常所見を認めなかったが，エダラボン (edaravone) 投与と高圧酸素療法を施行した。症

連絡先：森 勇樹

〒060-8543 北海道札幌市中央区南 1-16

^a 札幌医科大学医学部呼吸器・アレルギー内科学講座

^b 手稲いなづみ病院内科

^c 札幌医科大学医学部呼吸器外科学

(E-mail: mori.yuki@sapmed.ac.jp)

(Received 20 Oct 2015/Accepted 24 Feb 2016)

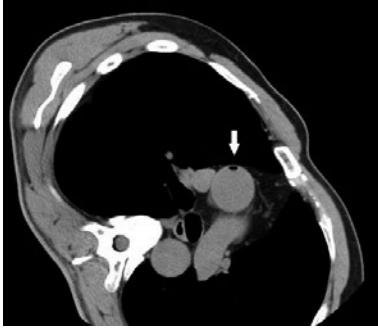


図1 症例1. マーキング後の胸部CT (左側臥位) で上行大動脈内に空気像を認める (矢印).

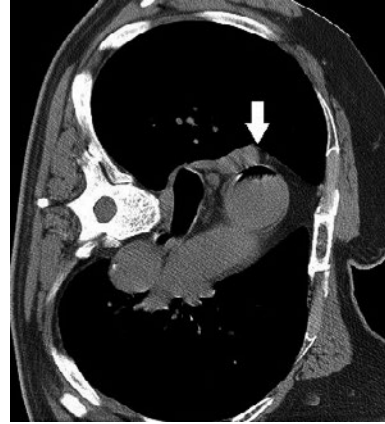


図3 症例3. マーキング後の胸部CT (左側臥位) で上行大動脈内に空気像を認める (矢印).

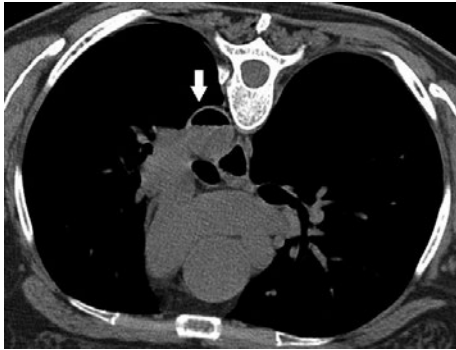


図2 症例2. マーキング後の胸部CT (腹臥位) で下行大動脈内に空気像を認める (矢印).

状の改善がみられたため、翌日手術を施行した。肺病変の病理診断は原発性肺腺癌であった。

【症例2】

患者：64歳，女性。

喫煙歴：なし。

既往歴：特記事項なし。

経過：膵臓癌の精査中に、右下葉S9の胸膜直下に7×5mmの結節影を指摘された。膵臓癌の治療方針を決めるうえで結節影の病理組織診断が必要であったため、外科的肺生検の予定となった。腹臥位でマーキングを行い、病変より27mm近傍にマーカートを留置した。胸膜からの刺入距離は26mmであった。しかし、術者が呼吸停止を指示し、マーカートを留置針を肺内に刺入しているときに、患者が突然深吸気を行った。マーカートを留置針の抜去後より血痰、背部痛と左上肢の脱力が出現した。胸部CTでは下行大動脈内に空気像を認めたため(図2)、空気塞栓症と診断した。頭部MRIでは異常所見を認めなかったが、エダラボンの投与と高圧酸素療法を施行した。症状は同日中に改善したため、翌日手術を行った。肺病変の病理診断は原発性肺腺癌であった。

【症例3】

患者：77歳，男性。

喫煙歴：1日30本×43年(20～63歳)。

既往歴：喉頭癌放射線治療(63歳)、大腸平滑筋肉腫手術(63歳)。

経過：右中間気管支幹原発の肺扁平上皮癌(cT2aN0M0, Stage IB)と右上葉S1の結節性病変の手術予定となった。結節性病変に対して左側臥位でマーキングを行い、病変の42mm近傍にマーカートを留置した。胸膜からの刺入距離は22mmであった。しかし、マーカートを留置針を刺入中に突然咳嗽が生じ、留置直後より両手指のしびれが出現した。胸部CTでは、上行大動脈から大動脈弓の内部に空気像を認めた(図3)。安静によりしびれは改善したが、マーキングの約9時間後に全身痙攣が出現した。頭部CTでは異常所見を認めなかったが、抗痙攣薬を投与し症状は改善した。全身状態も安定していたため、翌日手術を施行した。結節性病変の病理診断は炎症性瘢痕であった。

考 察

CTガイド下肺生検やマーキングなどの、肺病変に対する経皮的な検査や処置に伴って発生する空気塞栓症の頻度については、いくつかの報告がある。Sinnerら⁹⁾によると、CTガイド下肺生検における本症の発生頻度は0.07%であった。濱武ら¹⁰⁾はガイディングマーカートシステムの出荷数に対する本症の報告件数から、CTガイド下マーキングによる本症の発生頻度を0.042%と概算している。一方、松浦ら¹¹⁾は自験例で1.9%(52例中1例)と比較的高い発生率を報告している。当科では、2001年12月から2015年7月までに279症例、339病変に対してCTガイド下マーキングを施行したが、空気塞栓症の発症例は今回の3例であり、穿刺回数に対する発生頻度は

0.88%であった。一方、本症の後遺障害の発生頻度は不明であったが、脳内に明らかな空気像を認める症例では回復が困難で麻痺などの後遺障害が残る傾向があると報告されている¹²⁾。また、本症の死亡頻度は16~19%であった¹¹⁾。今回の3症例は後遺障害を残すことなく改善したが、本症は後遺障害の発生や死亡の可能性あることを銘記するべきである。

マーキングによる血管内への空気混入の機序は、マーカ留置針の穿刺時に大気と肺静脈が交通し、空気が血管内に流入する機序と、穿刺時に肺静脈と気道とに交通が生じ、咳嗽による気道内圧の上昇や不十分な呼吸停止が加わり、肺血管内に空気が流入する機序が推定されている¹³⁾。今回経験した症例の空気塞栓症の誘因としては、症例2ではマーカ留置針の刺入中に患者が深吸気を行ったこと、症例3では留置針の刺入中の咳嗽が推定された。すなわち、穿刺中の吸気は胸腔内圧の低下をもたらし、咳嗽は気道内圧の上昇を生じることから、一過性に気道内圧が肺静脈圧よりも高くなると推定され、本症の誘因になると思われた。また、吸気時の息止めによる肺内圧の上昇や、マーキング直後の急な体位変換が本症の誘因になるとする報告もある¹²⁾。しかし、症例1では、他の2症例にみられたような本症の誘因となるようなことは認めなかった。また、この3症例は異なる術者により施行されていたが、いずれの症例の術者も本手技に十分習熟しており、通常と同様の方法で施行していた。したがって、マーキングの施行中および施行後は常に本症の発症に注意する必要があると思われる。

本症の初期対応は、発症直後は頭低位またはトレンドレンプルグ体位をとり、脳内の空気を体幹に移すことが重要とされている¹²⁾。次に頭部MRIまたはCTを施行し、脳内の塞栓病変の有無を確認することが重要である。今回の3症例では、神経症状がみられたが、頭部MRIやCTで明らかな異常を認めず、治療により早期に改善したことから、塞栓部位は非常に微小であったと推測される。一方、諸家の報告では、発症時の画像所見で明らかな異常を認めた症例に重症例が多かった。穿刺後に意識障害、痙攣、左片麻痺をきたした症例では、頭部CTで右大脳の広範囲、脳白質内、上矢状静脈洞内などに空気像を認めており¹³⁾、意識障害、ショックを認めた症例では、頭部CTで中大脳動脈領域に空気泡像が数個みられている¹⁴⁾。

本症の治療は、高圧酸素療法と薬物療法を行うことが多い。高圧酸素療法は、血液中の溶存酸素を増加させ組織の酸素分圧を上昇させる効果と、高気圧により気泡を縮小させる効果を期待して行う。さらに、塞栓部位周辺への酸素供給を増やし神経細胞を保護することで、病変の拡大を防ぐ効果も期待される¹⁴⁾。また、脳空気塞栓症

に対しては脳保護薬のエデラボン、抗脳浮腫薬の濃グリセリン、抗血栓薬などが用いられる。しかし、これらの薬物の使用方法についての明らかなエビデンスはなく、これまでの報告例を参考に用いられているのが現状である。特に抗血栓薬の投与については、症状が速やかに改善している症例では空気塞栓の吸収も短時間であり、脳血流も比較的速やかに再開しているものと考えられ、その適応については慎重な検討が必要である¹²⁾。

本症の予防対策に確実なものはないが、マーキングに対する患者の合併症についての理解と協力が必要である。特に、穿刺中の呼吸停止によって胸腔内圧や肺内圧を変動させないことが、重要である。そのため処置中の術者の指示に従うことが困難と思われる症例は、本処置を行わないほうがよい。当科では施行前日に十分な手技の説明と合併症の内容を説明し、当日も繰り返し穿刺時の呼吸停止の説明を行っている。また、CT像を参考に血管の少ない穿刺ルートを選択するとともに、穿刺する距離が長いと肺胞と肺内の血管との交通が生じる可能性が高くなるため肺深部へのマーカの留置は避けている。また縦隔側の病変については心血管系の近傍を穿刺針が通過する可能性が高いため、本処置は行わないことが望ましい。穿刺直後に立位をとることが空気塞栓症の誘因になるとする報告¹⁵⁾もあるため、施行後5分以上は同一体位で安静を保つことも指示している。

フックワイヤーを用いた術前CTガイド下マーキングは比較的簡便に施行できる処置ではあるが、その施行後は空気塞栓症の発症に十分注意する必要がある。

著者のCOI (conflicts of interest) 開示：本論文発表内容に関して特に申告なし。

引用文献

- 1) Dendo S, et al. Preoperative localization of small pulmonary lesions with a short hook wire and suture system: experience with 168 procedures. *Radiology* 2002; 225: 511-8.
- 2) Asamura H, et al. Computed tomography-guided coil injection and thoracoscopic pulmonary resection under roentgenographic fluoroscopy. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 1542-4.
- 3) 茅野修二, 他. 色素注入による肺腫瘍術前CT下マーキング. *日本医放会誌* 2003; 63: 308-10.
- 4) Nomori H, et al. Fluoroscopy-assisted thoracoscopic resection of lung nodules marked with lipiodol. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 170-3.
- 5) 深澤基児, 他. 術中同定困難な肺末梢小型 ground-glass opacities (GGO) に対するEBUS-GSおよび気

- 管支ナビゲーションシステムを用いたマーキング法. 気管支学 2014; 36: 7-11.
- 6) 佐藤雅昭. 小型肺癌の術中局在法定法—術前マーキング法と virtual-assisted lung mapping—. 肺癌 2014; 54: 835-42.
- 7) Kamiyoshihara M, et al. Cerebral arterial air embolism following CT-guided lung needle marking. Report of case. J Cardiovasc Surg (Torino) 2001; 42: 699-700.
- 8) 大井 諭, 他. CTガイド下マーキング時に発症した空気塞栓症の1例. 胸部外科 2004; 57: 421-3.
- 9) Sinner WN. Complications of percutaneous trans-thoracic needle aspiration biopsy. Acta Radiol Diagn (Stockh) 1976; 17: 813-28.
- 10) 濱武大輔, 他. 当科における肺GGOに対するCTガイド下マーキングの現状—空気塞栓症を中心とした合併症について—. 肺癌 2010; 50: 720.
- 11) 松浦陽介, 他. CTガイド下肺穿刺後に心腔内空気栓を生じた2症例. 日呼外会誌 2010; 24: 967-71.
- 12) 中川 実, 他. 肺のCTガイド下マーキング直後に発症した脳空気塞栓症. 脳卒中 2012; 34: 39-46.
- 13) Aberle DR, et al. Fatal systemic arterial air embolism following lung needle aspiration. Radiology 1987; 165: 351-3.
- 14) 中野哲宏, 他. CTガイド下経皮的肺針生検による空気塞栓に対して高圧酸素療法が奏効した1例. 日呼外会誌 2007; 21: 859-64.
- 15) 千場 博, 他. 経皮的肺穿刺診による脳卒中発作(おもに空気塞栓)の予防策の検討. 気管支学 2008; 30: S89.

Abstract

Three cases of air embolism after preoperative CT-guided marking

Yuki Mori^a, Gen Yamada^a, Makoto Shioya^a, Masaru Fujii^b, Atsushi Watanabe^c and Hiroki Takahashi^a

^aDepartment of Respiratory Medicine and Allergology, Sapporo Medical University School of Medicine and Hospital

^bInternal Medicine, Teine Inazumi Hospital

^cDepartment of Thoracic Surgery, Sapporo Medical University School of Medicine and Hospital

We present three cases of air embolism after preoperative marking guided by computed tomography (CT) using the hookwire system. Case 1: A 54-year-old man complained of dysarthria and weakness of the left side of the body after CT-guided marking was successfully performed with no significant event. CT after the marking demonstrated air density in the ascending aorta. Case 2: A 64-year-old woman suddenly deeply inspired while a needle for marking was inserted near the pulmonary nodule. After the marking, she complained of weakness of the left upper limb. CT after the marking demonstrated air density in the descending aorta. Case 3: A 77-year-old man coughed during needle insertion near the pulmonary nodule. He complained of numbness in the fingers of both hands. After the marking, CT demonstrated air density in the ascending aorta. We should pay attention to the merger of air embolism in CT-guided marking using the hookwire system.