

CT angiographyによる 気管支動脈塞栓術に対する 術前評価

Preoperative evaluation of bronchial artery embolization by CT angiography

東邦大学医療センター大森病院 | 鷲塚冬記、菅野麻美、西脇晶哉、中野秀治

咯血の治療選択肢の1つである気管支動脈塞栓術 (bronchial artery embolization: BAE) は、低侵襲かつ優れた診断および治療結果をもたらす信頼性の高い治療法である。本稿は、当院で撮影された胸部computed tomography angiography (胸部CTA)における気管支動脈の描出について後方視的に検討し、BAE術前検査における胸部CTAの有用性を考察する。

Bronchial artery embolization (BAE), a treatment option for hemoptysis, is a reliable noninvasive treatment with excellent diagnostic and therapeutic outcomes. This article discusses the usefulness of thoracic computed tomography angiography (thoracic CTA) in the preoperative examination for BAE, based on a retrospective study of bronchial artery delineation in thoracic CTA performed at our hospital.

緒言

咯血は気道出血として定義され、致命的となる可能性のある重篤な臨床合併症である。咯血の原因としては、気管支拡張症(34%)、非結核性抗酸菌症(23.5%)、特発性咯血症(18.4%)、肺アスペルギルス症(13.3%)、肺結核後遺症(6.8%)などが挙げられる。咯血の治療法には薬物療法、気管支鏡による介入、気管支動脈塞栓術 (bronchial artery embolization: BAE) などのカテーテルによる介入、および肺葉切除の4つの選択肢がある¹⁾。その中でBAEは、咯血の治療において十分に確立された非外科的処置であり、優れた診

断および治療結果をもたらす信頼性の高い低侵襲な選択肢である²⁾。咯血の病因を決定する上で単純CTは気管支鏡検査よりも正確とされ³⁾、BAE前の胸部CTAは異常な動脈の指摘、咯血の原因の診断において、重要な役割を果たすと報告されている⁴⁾。本稿では、当院で咯血、咯血疑い、BAE術前精査依頼で撮影された胸部CTAにおける気管支動脈の描出について後方視的に検討し、BAE術前検査における胸部CTAの有用性を考察する。

気管支動脈塞栓術 (BAE)

肺血流は肺動脈系約99%、気管支動脈系約1%の割合で構成されている⁵⁾。咯血

の原因血管となりうる気管支動脈は直径2mmを超えると異常と判断され、塞栓療法の候補となる⁶⁾。気管支動脈は、約70~83.3%がTh5上縁とTh6下縁付近の胸部大動脈から分岐するが、分岐パターンはいくつか存在し、Type I: 右肋間気管支幹 (intercostal bronchial trunk: ICBT) からの1つの右気管支動脈、2つの左気管支動脈 (40.6%)、Type II: ICBTの右側に1つ、左側に1つ (21.3%)、Type III: 右側に2つ (ICBTから1つ、気管支動脈から1つ)、左側に2つ (20.6%)、Type IV: 右側に2つ (ICBTから1つ、気管支動脈から1つ)、左側に1つ (9.7%) に分類される⁵⁾。これらのパターンを把握しておくことは、気管支動脈分岐部を検索する際に非常に役立つ。しかし、咯血の原因血管となる

のは、気管支動脈以外に非気管支動脈として鎖骨下動脈や腋窩動脈、下横隔膜動脈などが挙げられ、これらの非気管支動脈の関与を見落とすと、咯血の再発を引き起こす可能性があるため十分な注意が必要である³⁾。一方、BAE術前に胸部CTAを受けた患者は出血の塞栓に成功する可能性が高いという報告もされている。BAE術前における胸部CTAは咯血の原因血管を把握するために非常に重要である。

方法

当院にて2013年4月1日～2023年3月31日の間に、咯血、咯血疑い、BAE術前精査依頼で撮影された胸部CTA 105例の画像から肺動脈、下行大動脈、気管支動脈分岐直後のCT値を計測し、気管支動脈分岐、遠位気管支動脈描出の有無、残存造影剤によるアーチファクトについて視覚的に検討した。

結果

対象105例のうち、気管支動脈分岐部が観察可能であった96例の平均CT値と標準偏差は、下行大動脈、396.4±94.0HU、気管支動脈294.5±99.0HUであり、最も低かったCT値はそれぞれ199.1HU、99.7HUであった。また、72例が気管支動脈遠位部を観察可能であり、平均CT値±標準偏差は、下行大動脈407.2±88.1

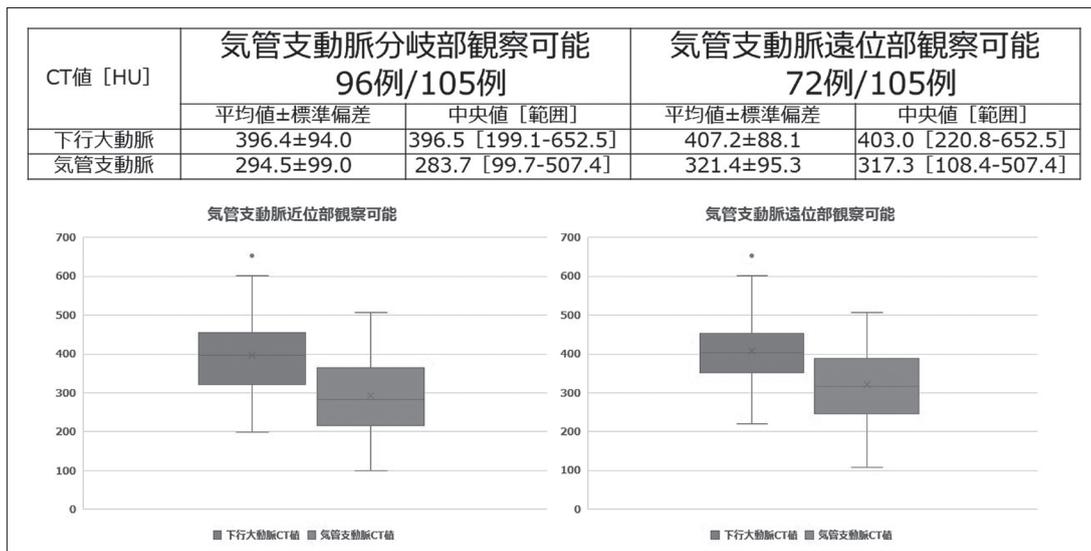


図1 気管支動脈分岐部、遠位部観察可能時の下行大動脈、気管支動脈のCT値

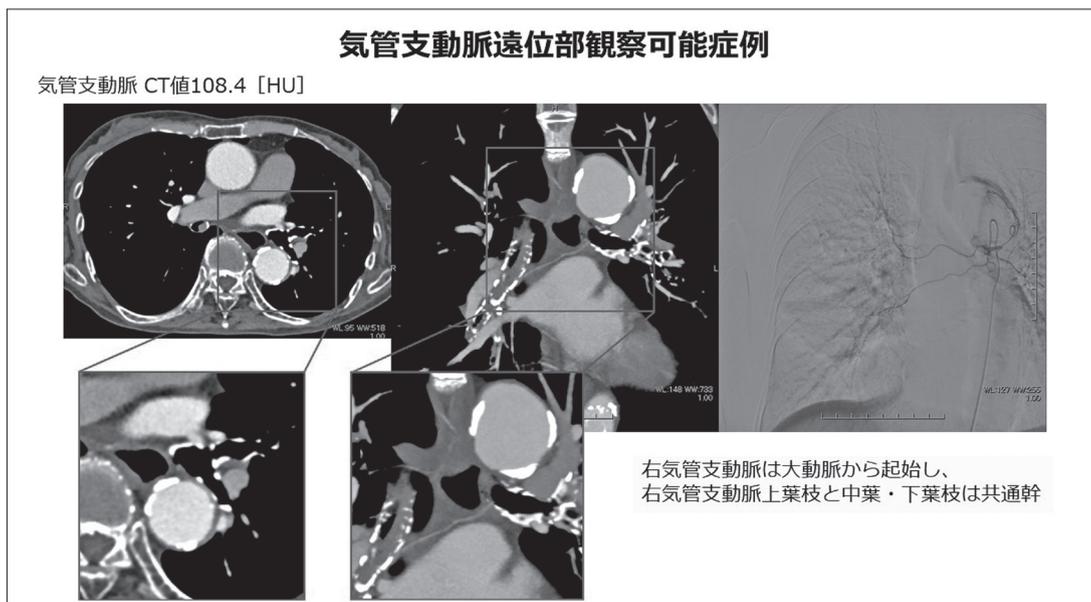


図2 気管支動脈遠位部観察可能症例

HU、気管支動脈 321.4 ± 95.3 HUであり、最も低かったCT値はそれぞれ220.8 HU、108.4 HUであった(図1,2)。一方で、9例で気管支動脈分岐部が観察不能であり、造影失敗や下大静脈残存造影剤によるアーチファクトなどが原因であった。また、生理食塩水による後押しを施行されていない33例のうち22例で上大静脈に造影剤が残存していた。

● 考察

上大静脈への造影剤の残存は生理食塩水による後押しで低減可能である一方、生理食塩水を使用しなくても適切なタイミングで撮影することで上大静脈への造影剤の残存によるアーチファクトを回避

することが可能である。気管支動脈に限定した場合、比較的低いCT値においても気管支動脈分岐部を観察が可能であったが、非気管支動脈の関与を観察する際は不十分であり、上大静脈に造影剤が残存したことにより観察ができない症例も存在した。咯血の原因血管である気管支動脈/非気管支全身性動脈を十分に評価するには、上大静脈の造影剤残存を考慮し

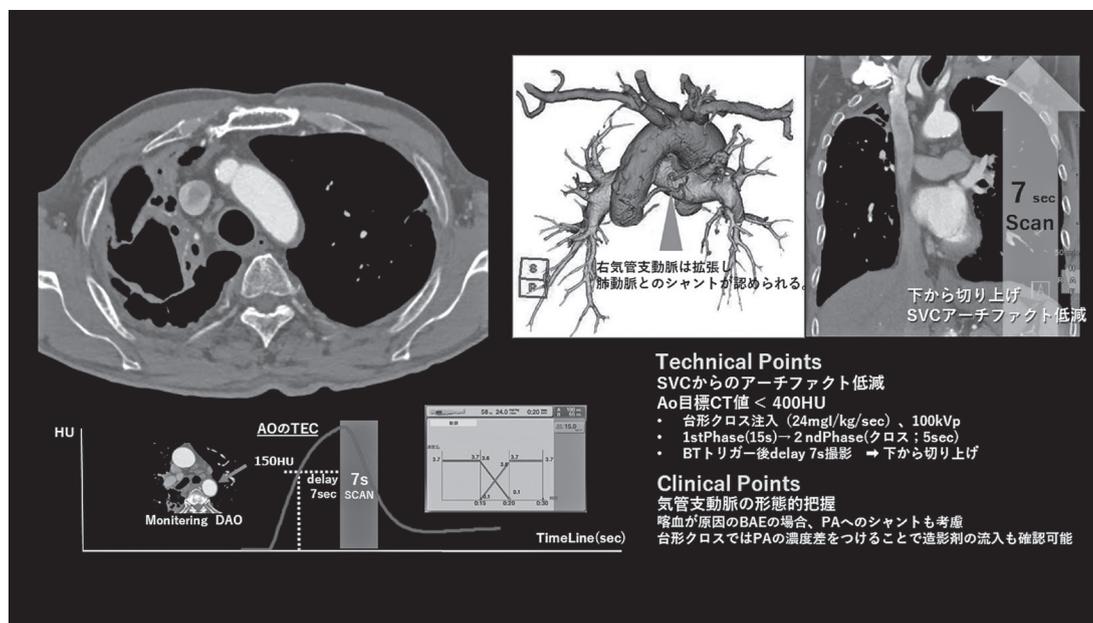


図3 BAE術前を目的とした胸部CTAプロトコル

⇒巻頭カラー参照

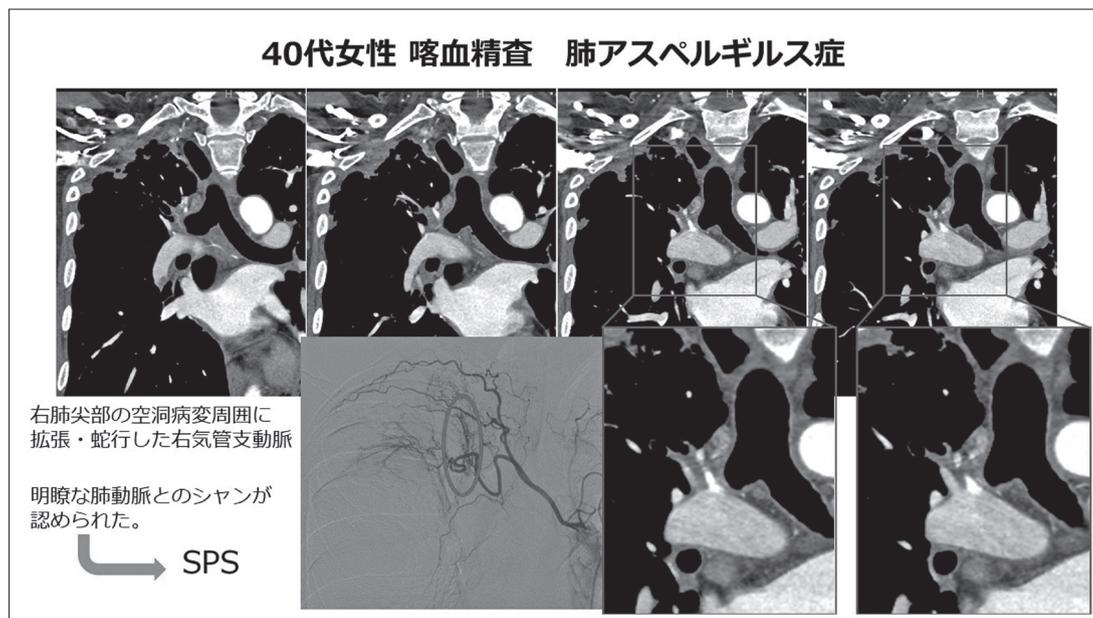


図4 胸部CTA、血管造影共にSPSを確認することが出来た1例

た撮影プロトコルが必要である。図3に当院におけるBAE術前を目的とした胸部CTAプロトコルを示す。BAE術前に対し最適化されたプロトコルで撮影を行うことで、気管支動脈/非気管支全身性動脈を十分に評価することが可能である。また、咯血部位に全身動脈(気管支または非気管支)肺循環シャント(systemic pulmonary shunt : SPS)が生じる報告があり⁷⁾、SPS評価を行うことで咯血部位を同定することが可能である。当院で2016~2022年にBAEを施行した症例のうち78%にSPSが存在していた。図4に胸部CTA、血管造影共にSPSを確認することが出来た1例を示す。右肺尖部空洞病変周囲に拡張・蛇行した気管支動脈が分布し、肺動脈本幹のCT値に比べ右上葉の肺動脈CTが高い。気管支動脈と肺動脈のシャントが示唆される所見であり血管造影像とも同様である。胸部CTAにおいてSPSを評価するには、大動脈CT値>肺動脈CT値となるような撮影の工夫が必須であり、当院におけるBAE術前を目的とした胸部CTAプロトコルでは、台形クロス注入を使用し、下行大動脈でROIを設定し150HU到達後に切り上げて撮影を行う。使用する装置により造影剤到達後撮影までの遅延時間、ピッチを考慮することで静脈系に造影剤の残存の無い、大動脈CT値>肺動脈CT値

となるような撮影が可能であり咯血の原因となる気管支動脈の形態把握とSPS評価を十分に行える画像を取得可能とする。また、近年では高精細CTに代表される従来CT装置に比べ格段の分解能を有する装置も登場している。このような装置をBAE術前目的とした胸部CTAに使用することにより気管支動脈遠位部の描出が明瞭となり、図5に示すような僅かな不整な血管拡張等を捉えることができる。

まとめ

本検討は、咯血の原因となる気管支動脈の描出について当院で撮影された胸部CTA画像から後方視的に検討した結果、気管支動脈分岐部は比較的低いCT値でも観察が可能であったが気管支動脈遠位部や非気管支全身性動脈の関与を評価するには不十分であり、十分に高いCT値を保った胸部CTAを行う必要がある。確実に責任血管を描出することにより、SPSを含めた十分なBAE術前シミュレーションで、正確かつ適切な処置を可能とするためには、適切な造影剤注入法と最適なタイミングで撮影を行うためのプロトコル設定が重要である。

<文献>

- 1) Ishikawa H et al: "Efficacy and safety of super selective bronchial artery coil embolisation for haemoptysis: a single-centre retrospective observational study." BMJ open 7(2): 2017
- 2) Samara K D et al: "Bronchial artery embolization for management of massive cryptogenic hemoptysis: a case series." Journal of Medical Case Reports 5(1): 1-5, 2011
- 3) Khalil A et al: "Utility of high-resolution chest CT scan in the emergency management of haemoptysis in the intensive care unit: severity, localization and aetiology." The British Journal of Radiology 80(949): 21-25, 2007
- 4) Le H Y et al: "Value of multidetector computed tomography angiography before bronchial artery embolization in hemoptysis management and early recurrence prediction: a prospective study." BMC Pulmonary Medicine 20 (1): 1-10, 2020
- 5) Chun J Y et al: "Radiological management of hemoptysis: a comprehensive review of diagnostic imaging and bronchial arterial embolization." Cardiovascular and interventional radiology 33(2): 240-250, 2010
- 6) Khalil A et al: "Impact of MDCT angiography on the management of patients with hemoptysis." American Journal of Roentgenology 195(3): 772-778, 2010
- 7) Takeuchi H et al: "Detection of shunting into pulmonary artery on multidetector row computed tomography arteriography before bronchial arterial embolization: a preliminary study." Journal of Computer Assisted Tomography 44(6): 852-856, 2020

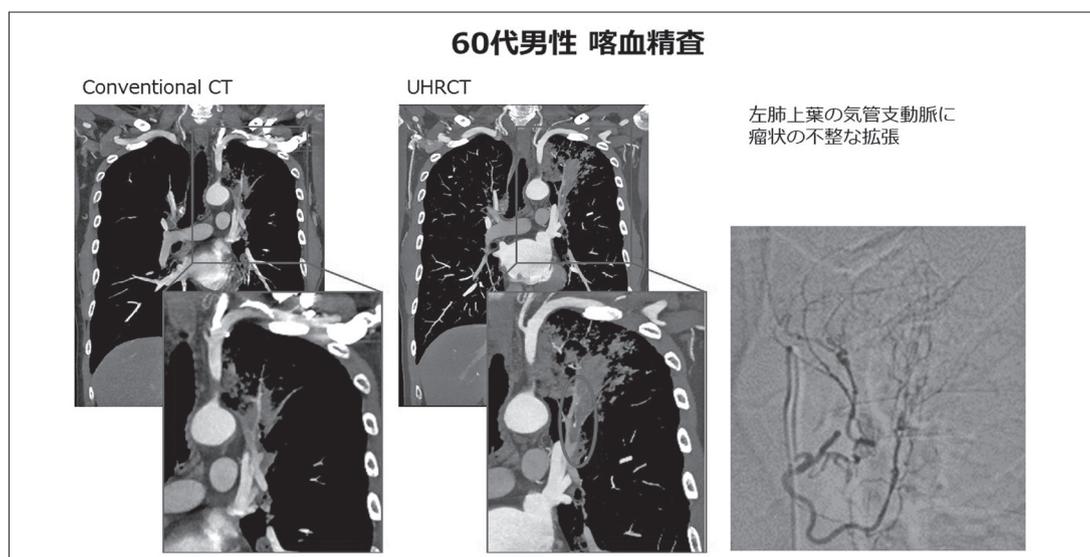


図5 Conventional CTに対してUHRCTが有用であった1例