

原著論文

気管支動脈描出におけるマルチスライスCTの有用性

宮崎 真 本莊 浩 橋本 直人 五十嵐 康弘

森谷 浩史 穴戸 文男

福島県立医科大学医学部放射線科

Multi-detector CT bronchial arteriography (CTBAG);
efficacy of depiction of bronchial arteries for intervention

Makoto Miyazaki, Hiroshi Honjou, Naoto Hashimoto, Yasuhiro Igarashi

Hiroshi Moriya, Fumio Shishido

Department of Radiology, Fukushima Medical University

はじめに

気管支動脈は咯血の主たる原因血管あるいは肺癌の栄養血管であり、それぞれ気管支動脈塞栓術(BAE)、あるいは気管支動脈内注入療法(BAI)を施行する際に、カテーテルによる選択が必要となる。

CauldwellやBotengらは、気管支動脈の70-83.3%が下行大動脈の第4胸椎下縁レベルから第6胸椎上縁レベルの間で分岐すると報告している^{1,2)}。しかし同レベル内の分岐であっても、気管支動脈は左右とも1本ずつ存在するものとは限らず、その分岐形式はバリエーションが豊富であり、かつもともとの血管径が細いこともあって、選択造影にあたっては、気管支動脈の同定自体が困難であることが少なくない。また、このレベル外の部位から分岐する気管支動脈はanomalous originとされ(bronchial arteries of anomalous origin: BAAO)、その分岐部位、頻度については様々な報告がなされてきた³⁾。さらに、繰り返す咯血や、BAE後の再咯血、あるいは大きな腫瘍を形成する肺癌の場合には、気管支動脈のみならず、肋間動脈や内胸動脈、外側胸動脈などの関与がしばしば見られる。

BAEあるいはBAI時に、事前にanomalous originや他の体循環動脈の関与を予測することは難しく、このため血管造影の際に、広範囲の探索が必要になること、使用造影剤量が多くなること、X線透視時間が増大すること、など患者の不利益になる可能性が高い。

当院では、1999年7月からマルチスライスCTを導入し、臨床における有用性の確認を行っているが、その一つとして、経静脈的な造影剤投与による気管支動脈の描出を試み、気管支動脈の分岐形式を予測することから、CTBAG(CT bronchial arteriography)の有用性を検討してきた。本稿では、これまで経験してきた症例を示し、CTBAGの至適撮影条件とその有用性について報告する。

対象と方法

2-1 対象

1999年9月から2002年5月までに、17人に対しCTBAGとBAGの双方を施行した。内訳は男性13例、女性4例で、年齢は53~87才(平均67.6才)、臨床診断は非小細胞肺癌が9例、咯血が7例、肝細胞癌肺転移が1例である。

2-2 CTBAG

CT装置はAquilion with V-detector(東芝メディカル)を用い、造影剤は20G静脈留置針で確保された正中肘静脈より投与した。撮影条件は、症例により異なるが、スライス厚2mm、再構成間隔1mm、ヘリカルピッチ5.5の条件を一般的としている。

造影剤は、全例で350mgI/ml以上の製剤を用いている。CTの造影剤投与法は、2.5~3ml/sの低速、4ml/sの中速、6~8ml/sの急速静注の群に分け、使用造影剤総量も40ml~100mlまで症例により様々な条件で注入を行った。CT撮影の開始は、造影剤投与から15~20秒後としている。

CTの撮影範囲は、最初の11例では大動脈弓頂部から腹側に約10cmを、最近の6例では全肺を同じ条件で撮影している。なお17例全例とも頭尾方向のスキャンで、また全ての患者で呼吸停止時間は15秒以内であった。

2-3 BAG

BAGにおいては、DSA装置は東芝製DFP-2000Aを用い、右大腿動脈をseldinger法にて穿刺し、5Fカテーテルにて目的とする気管支動脈を造影し、同定した。造影剤(300mgI/ml)は、それぞれの造影に際し、手動的に約10mlを使用した。

2-4 画像の評価

画像は評価の目標である縦隔を中心にズームングして再構成し、まず横断像をページングにて観察することで大動脈から分岐する血管を同定した。必要に応じ、volume rendering(VR)、surface rendering(SR)、

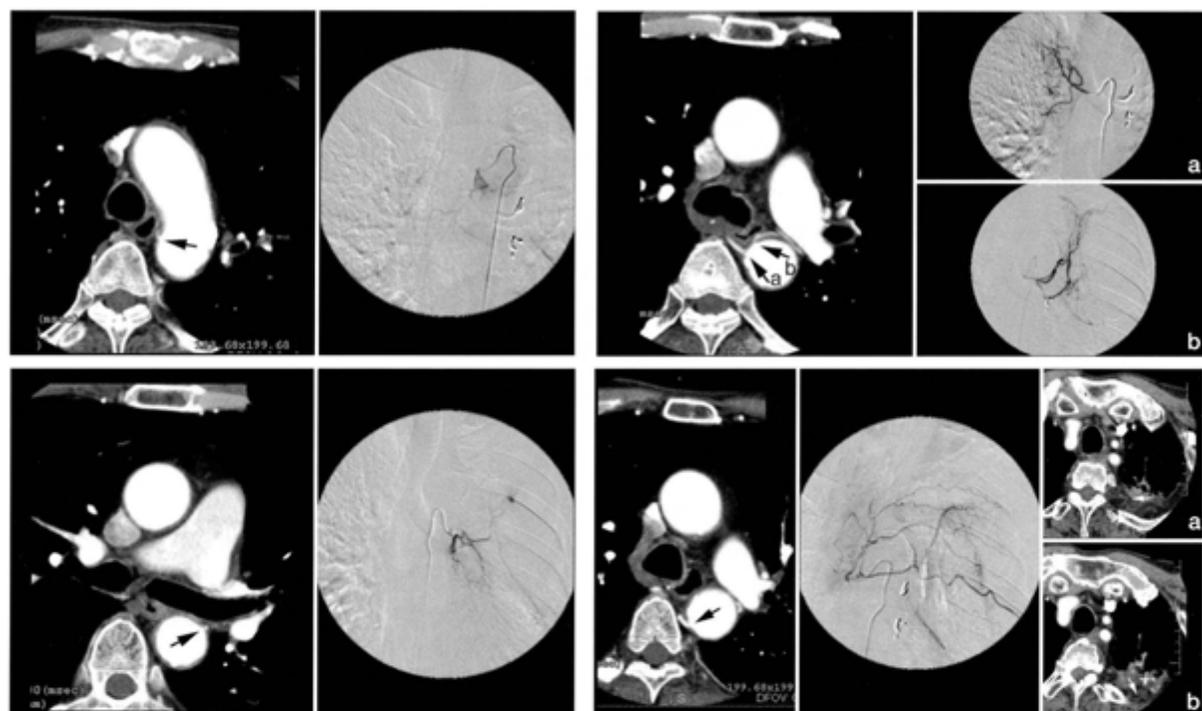


Figure 1

A～Dに、CTBAG横断像および気管支動脈・肋間動脈造影像を示す。横断像にて、黒矢印が左右気管支動脈および肋間動脈の起始部を示している。並べて供覧した血管造影にて、それぞれの起始に対応した動脈が描出されている。

A: 気管前面に分布する気管支動脈左右共通幹

B: 右気管支動脈 (a) および左上葉気管支動脈 (b)

C: 左下葉気管支動脈

D: 左第2～4肋間動脈とその末梢の横断像 (a, b)

D-a, bにおいて、左肺尖背側胸膜に沿って、喀血の原因となった陳旧性結核病巣部が石灰化を伴う濃度上昇として見られる。白矢印にて、左第2～4肋間動脈の末梢が病巣部に入っていく様子を示す。

A

B

C

D

multi-planer reconstruction (MPR) などを利用して三次元的に観察を行った。横断像の三次元化にはZioM900 (Zio software inc.) を用いた。

得られた事前情報は、実際のBAG時に、同位置に目的血管が存在するかどうかにてその有用性が評価された。気管支動脈のみならず、全肺撮影の症例においては、他の体循環動脈の関与についても同様に評価を行っている。

結果と症例

3-1 CTBAG撮影の至適条件

造影剤の投与法は4ml/s、総量60mlが至適と考えられた。CTの撮影範囲は、呼吸停止時間が15秒以内で、全肺を同じ条件で撮影し、スライス厚2mm、再構成間隔1mm、ヘリカルピッチ5.5の条件で、十分に診断可能な画像が得られている。

撮影範囲に関しては他の体循環動脈の関与を検討

する場合は全肺撮影が有用であった。

3-2 CTBAGの描出能 (BAGとの比較)

CTBAGにより、17例すべてで胸部下行大動脈より分岐する左右両側の気管支動脈の予測が可能であった。気管支動脈は全部で39本が描出され、右が18本、左が17本で、左右共通幹は4本存在した。右は単独分岐が4本、肋間動脈との共通幹から起始するものが13本で、左は17本すべてが大動脈壁より単独に分岐するものであった。右の分岐のうち、1本は右内胸動脈と共通幹をなすBAAOであることがCTBAGによって示唆され、BAGによって確認されている (Fig. 2)。

BAGでは、予測された39本の気管支動脈のうち31本を確認した。BAIあるいはBAEのターゲットである患側の気管支動脈はすべて確認が可能であった。また、CTBAGで描出されない気管支動脈がBAGで見つかることはなかった。

以下、CTBAGがBAE、BAIに非常に有用であった

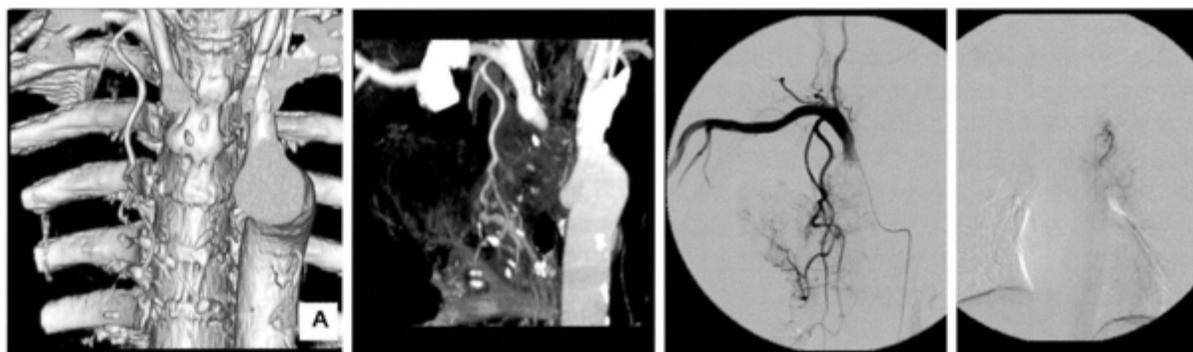


Figure 2

A: CTBAGにより得られたVR像

B: 同MIP像

VR像では、大動脈前壁から分岐する左気管支動脈と、右鎖骨下動脈から右内胸動脈と共通幹をなし分岐する右気管支動脈の分岐が明らかである。MIP像では、右気管支動脈の末梢が右主気管支周囲に網の目のように分布している様子がわかり、もともと右気管支動脈として存在する構造(BAAO)であることが示唆された。横断像のページングでの観察では、大動脈壁から直接、あるいは肋間動脈と共通幹をもって分岐する右気管支動脈は認められなかった。

C: 右鎖骨下動脈造影

D: 左気管支動脈造影

VR、MIP像に一致した構造をもって左右気管支動脈が確認されている。

A	B	C	D
---	---	---	---

2例を提示する。

3-3 体循環の関与が予測された症例(症例1)

Fig.1は、左肺上葉S1+2の陈旧性結核に伴う炎症性変化を咯血の原因とする症例である。

CTBAGで左気管支動脈が上葉枝(Fig.1B-b)と下葉枝(Fig.1C)の2本、右気管支動脈が肋間動脈の共通幹を起始として1本(Fig.1B-a)、また大動脈弓部を起始として気管前面を走行する枝が1本(Fig.1A)と、計4本の気管支動脈が描出された。4本すべてがBAG(Fig.1A,B,C)にて確認され、咯血の原因血管である左上葉枝、および末梢にstainを形成し、今後咯血の原因となりうると考えられた左下葉枝をそれぞれcoilにて塞栓した。またCTBAGの観察により、左第2～第4肋間動脈が咯血に関与していることが示唆された(Fig.1D)。同血管の確認造影を行ったところ、肺内血管との短絡が認められたため、同血管にもcoilにて塞栓を行った。また左鎖骨下動脈より分岐する最上肋間動脈の関与も疑われたが、血管造影を行った結果、明らかな関与の証拠が見られなかったため、造影のみの手技で終了している。

3-4 BAAOが予測された症例(症例2)

Fig.2は、右肺上葉扁平上皮癌と縦隔リンパ節転移の症例である。近い将来にSVCの狭窄が予測されたため、局所縮小効果を狙ってBAIが施行された。

事前のCTBAGでは(Fig.2A,B)、下行大動脈前壁から分岐する左気管支動脈と、右内胸動脈と共通幹を形成し

縦隔右側を下行して右主気管支周囲に末梢が分布する右気管支動脈と思われる血管が描出されること、等の所見が得られた。また、大動脈から単独分岐、あるいは肋間動脈と共通幹を成す右気管支動脈と思われる血管の描出はなかった。

BAGでは、左気管支動脈および内胸動脈と共通幹を作る右気管支動脈の描出が確認できた(Fig.2C,D)。肋間動脈は右の第2～第6までを造影したが、右気管支動脈の分岐は確認されなかった。

この症例では、腫瘍が右上葉を主座とし、縦隔リンパ節の腫大も著明にあったため、腫瘍への血流の増大がこの血管の増生を来したのとも考えられるが、末梢が通常右気管支動脈の灌流領域を栄養していることから、もともと右気管支動脈として存在したBAAOであると考えられる。

同血管からの腫瘍への血流が確認されたため、マイクロカテーテルにて選択後、CDDP、MMCの動注を施行し、手技を終了した。

考察

咯血に対する気管支動脈塞栓療法は、様々な報告から、高い止血効果が得られる点で非常に有用な治療法として確立している⁶⁻¹⁰⁾。また肺癌に対する気管支動脈内注入療法も、NSCLCに対しては局所制御が可能であり、放射線治療の組み合わせにより生存期間の延長が

見込める治療法である¹¹⁾。

これらの治療を確実にし、かつ患者に無用な負担をかけないためには、出血あるいは腫瘍に寄与する気管支動脈を手早く同定することが不可欠である。気管支動脈は走行や分岐の変異が多く事前の予測が難しい¹⁵⁾。より安全に気管支動脈造影を行うためにも、探索範囲をできるだけ少なくし、造影剤使用量を減少し、X線透視時間を短縮して、患者の不利益を減少させることが不可欠であり、CTBAGによる事前情報を得ることが重要と考えられる。

症例で示したように、CTBAGをBAG前に施行することによって、気管支動脈の分岐が推定でき、その同定に有用であることが確認できた。更に、撮影法、造影剤投与法の工夫により、これまで大動脈弓頂部から第8胸椎程度までとしていたスキャン範囲を全肺に拡大することで、病変に関与する血管を広範囲にわたって明らかにすることも可能であることが確認できた。これは、BAAO あるいは aberrant BA の存在を CTBAG で予測できる可能性が高くなることも示唆している。提示した2症例では、それぞれ実際に咯血に肋間動脈の関与が示唆されたこと、あるいは BAAO であろう右気管支動脈の予測が可能であったことから、CTBAGをBAG前に行うことは非常に有用で考えられる。

症例によりさらに細やかな撮影タイミングを設定し、スライス厚を厚くしてスキャン時間を短縮することで、造影剤の総使用量をさらに抑えることができる可能性もある。また逆に造影剤使用量を増やせば、得られる血管の情報はさらに多くなるのかもしれない。この点では、目的に応じた検査法の更なる検討が必要と考えられた。

しかし、われわれの考えるCTBAGの最大の意義は、咯血において緊急の止血が必要な状況下でのBAG前のCT検査で、失敗なくBAGに必要な最低限な情報が得られ、さらに肺野全体のスクリーニングが出来ることにあると考える。その際に最低でも3mm厚で全肺を撮影できること、造影剤使用量を60mlに抑えられることは、緊急検査として、血管造影前にCTBAGを行い、引き続きBAGを行うという臨床的な場面を考えた時、非常に有用であると思われる。

患者個々の状態や循環動態の違いにかかわらず、CTBAGの検査がルーチンで行えることには大きな意味があると考えられ、CT装置の進歩も予測されることから、今後の更なる発展が期待される。

まとめ

我々が経験した17例のCTBAGとBAGの検査が可能だった症例について、CTBAG検査の条件と事前検査としてのCTBAGの有用性を検討した。本法は、BAGによる Interventional Radiology の事前情報を得る検査法として重要な意義を持つことが確認された。

References

1. Cauldwell EW, Siekert RG, Lininger RE (1948) The bronchial arteries: An anatomic study of 150 human cadavers. *Surg Gynecol Obstet* 86:395-412
2. Botenga ASJ (1968) Selective Bronchial and Intercostal Arteriography. H.E. Stenfert Kroese, Leiden pp 53-65
3. Cohen AM, Doershuk CF, Stern RC (1990) Bronchial artery embolization to control hemoptysis in cystic fibrosis. *Radiology* 175:401-405
4. Cohen AM, Antoun BW, Stern RC (1992) Left thyrocervical trunk bronchial artery supplying right lung: Source of recurrent hemoptysis in cystic fibrosis. *AJR* 158:1131-1133
5. McPherson S, Routh WD, Nath H, Keller FS (1990) Anomalous origin of bronchial arteries: Potential pitfall of embolotherapy for hemoptysis. *J Vasc Interv Radiol* 1:86-88
6. Remy J, Arnaud A, Fardou H, Giruod R, Voisin C (1977) Treatment of hemoptysis by embolization of bronchial arteries. *Radiology* 122:33-37
7. Bookstein JJ, Moser KM, Kalafer ME, Higgins CB, Davis GB, James WS (1977) The role of bronchial arteriography and therapeutic embolization in hemoptysis. *Chest* 72:658-661
8. Ulflacker R, Kaemmerer A, Neves C, Picon PD (1983) Management of massive hemoptysis by bronchial artery embolization. *Radiology* 146:627-634
9. Ulflacker R, Kaemmerer A, Picon PD, Rizzon CFC, Neves CMC, Oliveira ESB, Oliveira MEM, Azevedo SNB, Ossana R (1985) Bronchial artery embolization in the management of hemoptysis: Technical aspects and long-term results. *Radiology* 157:637-644
10. Rabkin JE, Astafjev VI, Gothman LN, Grigorjev YG (1987) Transcatheter embolization in the management of pulmonary hemorrhage. *Radiology* 163:361-365
11. Miyaji N (1995) Radiotherapy following bronchial artery infusion (BAI) chemotherapy for lung cancer -Analysis of long-term treatment results of 168 patients-. *J Jpn Soc Ther Radiol Oncol* 7:331-340

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619