

琉球大学学術リポジトリ

[原著] MDCTでの肺動脈塞栓症・深部静脈血栓症の同時評価における造影剤注入プロトコルの検討－高濃度造影剤と高用量造影剤の比較－

メタデータ	言語: 出版者: 琉球医学会 公開日: 2011-03-08 キーワード (Ja): キーワード (En): Pulmonary embolism, Deep venous thrombosis Multi detector-row CT 作成者: 宜保, 昌樹, 安座間, 泰晴, 運天, 忍, 與儀, 彰, 境, 昌弘, 村山, 貞之, Gibo, Masaki, Azama, Yasuharu, Unten, Shinobu, Yogi, Akira, Sakai, Masahiro, Murayama, Sadayuki メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016233

MDCTでの肺動脈塞栓症・深部静脈血栓症の同時評価における造影剤注入プロトコルの検討—高濃度造影剤と高用量造影剤の比較—

宜保 昌樹, 安座間 泰晴, 運天 忍, 與儀 彰, 境 昌弘, 村山 貞之

琉球大学医学部放射線医学分野

(2010年3月1日受付, 2010年3月31日受理)

Optimization of injection protocol of intravenous contrast medium for diagnosis of pulmonary embolism and venous thrombosis in multi detector-row CT

Masaki Gibo, Yasuharu Azama, Shinobu Unten
Akira Yogi, Masahiro Sakai and Sadayuki Murayama

ABSTRACT

Thirty-two consecutive patients suspected of having pulmonary embolism underwent multi detector-row CT and were prospectively randomized to one of two intravenous contrast injection protocols. Protocol A (370 mg I/ml, total volume of 100 ml, and injection rate of 3.0 ml/sec) was applied in 15 patients, and protocol B (300 mg I/ml, 150 ml, and 3.0 ml/sec) in 17 patients. In early phase, CT values of the pulmonary artery and left atrium of protocol A were significantly higher than protocol B ($P < 0.05$). In delayed phase, CT values of the descending aorta, abdominal aorta, and inferior vena cava of protocol B were significantly higher than protocol A ($P < 0.05$). Venous enhancement of the lower extremities was equal between protocols. Our data suggest that protocol A is superior to protocol B in the diagnosis of pulmonary embolus, but inferior to protocol B in the diagnosis of inferior vena caval thrombus. *Ryukyu Med. J.*, 29(1,2)27~31, 2010

Key word: Pulmonary embolism, Deep venous thrombosis Multi detector-row CT

はじめに

肺塞栓症は深部静脈血栓症を伴うことが多く、一回の造影剤注入で両方の病態を診断する造影CTが行われるようになってきた¹⁾。さらに最近普及してきたmultidetector-row CT (以下MDCT) の高速撮影機能を利用してより高い診断能が実現されつつある^{2,3)}。ただしこれらの研究でも従来から標準的に使用されている経静脈性造影剤 (300 mgI/ml・100 ml) が用いられていることが多い。これはいわば通常濃度通常用量造影剤といえるが、今回我々は新たに使用が可能となった二つの造影剤、すなわち高濃度通常用量造影剤と通常濃度高用量造影剤を用いたプロトコルを比較し各部位における造影効果を検討したので報告する。

材料及び方法

対象は肺塞栓症と深部静脈血栓症が疑われてMDCTが施行された32例である。男性8例、女性24例、年齢は18~74歳 (平均年齢: 51.5歳)、体重38.0~77.0kg (平均体重: 58.1kg)。対象を異なる造影剤の投与を行う二つのグループに無作為に分類した。プロトコルA: 高濃度通常用量造影剤, 370 mgI/mlの非イオン性造影剤100 ml (イオパミロン[®], パイエル薬品, 大阪) の15例。プロトコルB: 通常濃度高用量造影剤, 300 mgI/mlの非イオン性造影剤150 ml (オムニパーク[®], 第一三共, 東京) の17例。ここで用いられている「mgI」という単位はヨード量を示すもので、「mgI/ml」はヨード性造影剤の濃度を示す単位である。使用したCT機種



Fig. 1 CT images for a 69-year-old woman (protocol A). CT scan of early phase at mid chest shows acute emboli as filling defects in bilateral lower lobe pulmonary arteries (arrows). Hounsfield unit (HU) measurement of the pulmonary artery was 417, the left atrium 369 HU, and the descending aorta 331 HU.



Fig. 2 CT images for a 48-year-old woman (protocol B). CT scan of early phase shows acute emboli as filling defects in right pulmonary artery (arrow). Hounsfield unit measurement of the pulmonary artery was 326 HU, the left atrium 251 HU, and the descending aorta 270 HU.

は4列検出器のGE社製Light Speed Qxiである。

A, B両グループとも造影剤注入速度は3 ml/secとし肘静脈から確保した留置針にて注入を行った。造影剤注入後20秒後に動脈相として大動脈弓から横隔膜までを撮影。CTパラメータはcollimation : 1.25 mm, テー

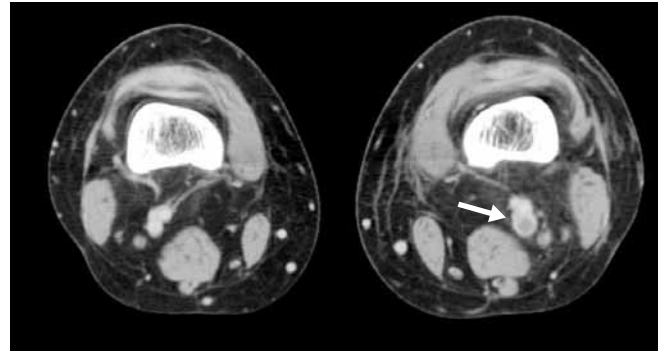


Fig. 3 CT images for a 37-year-old woman (protocol B) CT scan of delayed phase shows deep venous thrombus as filling defects in the left popliteal vein (arrow). Hounsfield unit measurement of the right popliteal vein y was 115 HU.

ブル移動速度7.5 mm/秒, 6 (高速モード) のピッチを使用した。造影剤注入180秒後に静脈相として胸から膝までを撮影。CTパラメータはcollimation : 7.5 mm, テーブル移動速度7.5 mm/秒とし, 3 (高品質モード) のピッチを使用した。

撮影終了後, 各グループでの造影効果を比較するために, 円形の関心領域 (region-of-interest) を設定しCT値 (Hounsfield uni, 以下HUと略) を測定した。測定部位は, 動脈相では肺動脈, 左心房, 下行大動脈, 静脈相では肺動脈, 左心房, 下行大動脈, 腹部大動脈, 両側外腸骨動脈, 両側大腿動脈, 両側膝窩動脈, 下大静脈, 両側外腸骨静脈, 両側大腿静脈および両側膝窩静脈 (Fig.1-3) である。二つのグループの有意差検定にStudent's t-testを用い有意水準は $p < 0.05$ とした。

視覚的評価として造影効果を, 非常に良好, 良好, 普通, やや不良, 不良の5段階に分けて検討した。評価は二人の放射線科医が合議の上で行い, 評価に際しては個々の症例にどちらの造影剤が使用されたかを知らせずに行った。二つのグループの有意差検定にMann-Whitney's U testを用い, 有意水準を $p < 0.05$ とした。

結果

動脈相, 静脈相における二つのプロトコールにおける各部位の平均CT値をグラフ化したものをFig.4, 5に示す。二つのプロトコールにおける平均CT値の有意差検定をTable 1, 2に示す。

動脈相では, プロトコールAの肺動脈の平均CT値は355.2 HU, 左心房296.2 HU, 下行大動脈267.1 HUであった。プロトコールBの肺動脈の平均CT値は291.7 HU, 左心房251.4 HU, 下行大動脈243.5 HUであった。両プロトコール間の部位別の平均CT値のp valueは肺動脈0.037, 左心房0.049, 下行大動脈0.107となり肺動脈, 左心房で有意差をもってプロトコールAが良好な造

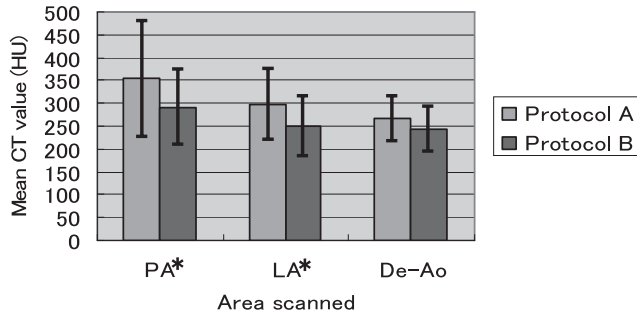


Fig. 4 Comparison of mean CT values on protocol A and B in early phase. Columns indicate mean CT values. * = statistically significant difference between protocol A and B. PA; Pulmonary artery, LA; Left atrium, De-Ao; Descending aorta.

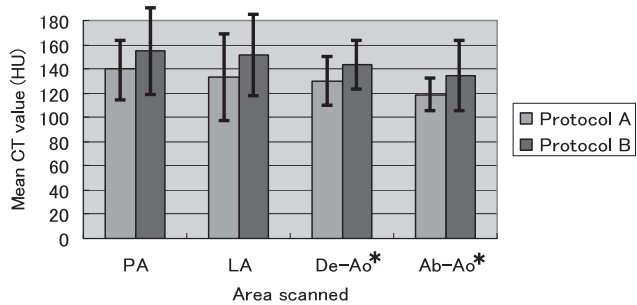


Fig. 5 Comparison of mean CT values on protocol A and B in delayed phase. Columns indicate mean CT values. * = statistically significant difference between protocol A and B. PA; Pulmonary artery, LA; Left atrium, De-Ao; Descending aorta, Ab-Ao; Abdominal aorta.

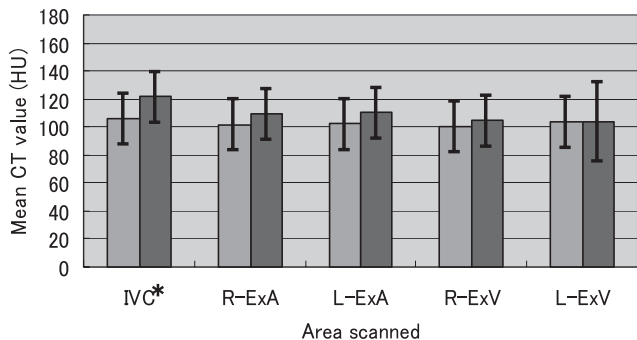


Fig. 5 (continued). IVC; Inferior vena cava, R-ExA; Right external iliac artery, L-ExA; Left external iliac artery, R-ExV; Right external iliac vein, L-ExV; Left external iliac vein.

Table 1 Result of comparison of between protocol A and B in early phase

	Area Scanned		
	PA	LA	De-Ao
p value	0.037	0.049	0.101

PA; Pulmonary artery, LA; Left atrium, De-Ao; Descending aorta

Table 2 Result of comparison of between protocol A and B in delayed phase

	Area Scanned				
	PA	LA	De-Ao	Ab-Ao	IVC
p value	0.084	0.051	0.031	0.030	0.013

PA; Pulmonary artery, LA; Left atrium, De-Ao; Descending aorta, Ab-Ao; Abdominal aorta, IVC; Inferior vena cava

Table 2 (continued)

	Area Scanned			
	R-ExA	L-ExA	R-PoA	L-PoA
p value	0.105	0.137	0.331	0.473

R-ExA; Right external iliac artery, L-ExA; Left external iliac artery, R-PoA; Right popliteal artery, L-PoA; Left popliteal artery

Table 2 (continued)

	Area Scanned			
	R-ExV	L-ExV	R-PoV	L-PoV
p value	0.235	0.495	0.395	0.428

R-ExV; Right external iliac vein, L-ExV; Left external iliac vein, R-PoV; Right popliteal vein, L-PoV; Left popliteal vein

影効果を示した。

静脈相では、プロトコルAの肺動脈の平均CT値は139.9 HU、左心房133.1HU、下行大動脈129.8 HU、腹部大動脈117.8 HU、下大静脈106.4 HU、右外腸骨動脈100.6 HU、左外腸骨動脈102.6 HU、右外腸骨静脈99.9 HU、左外腸骨静脈104.2 HUであった。プロトコルBの肺動脈の平均CT値は154.8 HU、左心房151.6 HU、下行大動脈144.1 HU、腹部大動脈134.4 HU、下大静脈122.4 HU、右外腸骨動脈108.7 HU、左外腸骨動脈110.1 HU、右外腸骨静脈105.3 HU、左外腸骨静脈115.5 HUであった。両プロトコル間の部位別の平均CT値のp valueは肺動脈0.084、左心房0.051、下行大動脈0.031、腹部大動脈0.029、下大静脈0.013、右外腸骨動脈0.105、左外腸骨動脈0.137、右外腸骨静脈

0.235, 左外腸骨静脈0.495となり, 下行大動脈, 腹部大動脈, 下大静脈で有意差をもってプロトコールBが良好な造影効果を示した.

視覚的な評価では, 動脈相ではプロトコールAで非常に良好5例(33%), 良好8例(53%), 普通1例(7%), やや不良1例(7%), 不良0例(0%)であった. プロトコールBで非常に良好2例(12%), 良好9例(53%), 普通4例(23%), やや不良2例(12%), 不良0例(0%)であった. 静脈相ではプロトコールAで非常に良好0例(0%), 良好5例(33%), 普通7例(47%), やや不良3例(20%), 不良0例(0%)であった. プロトコールBで非常に良好1例(6%), 良好7例(41%), 普通7例(41%), やや不良2例(12%), 不良0例(0%)であった. 視覚的な評価で動静脈相とも両プロトコール間に有意差はみられなかった.

考 察

肺動脈塞栓症は欧米に比較して日本ではまれとされていたが, 頻度が増えつつある. 肺塞栓症は急性期において死亡することもある疾患であり, 速やかで的確な診断が要求される. 多くの原因が下肢深部静脈血栓症であることは一般的に知られているが, 以前は肺血栓症の診断には胸部造影CT, 下肢深部静脈血栓症の診断には下肢静脈造影が別々に行われてきた. しかし, 下肢静脈造影に少なくない量の経静脈性造影剤が使われるため, 腎機能低下などの症例では適した検査といえない. 経静脈性造影剤を使用しない下肢静脈造影に代わる検査方法として超音波検査とMRIがあげられるが, 超音波検査は骨盤内の静脈における静脈血栓の診断能が劣る点や, 術者の技量に依存するという欠点がある. またMRIでは緊急時の対応が難しい.

1990年代より肺血栓塞栓症の診断におけるヘリカルCTの有用性については報告がなされている⁴⁾. CTの高速化, 特にMDCTによって従来型のヘリカルCTよりも広い領域が撮像可能となり, 肺動脈及び下大静脈から下肢静脈までを一度に撮影できることになった¹⁾. MDCTを用いることにより良好な造影効果を引き出すことが可能であり, そのためには適切な造影剤選択が必要となる. 腹部領域の造影CTでは既に高濃度造影剤の有効性が言われている⁵⁾. 最近になり, 濃度は通常のままだが用量を増加させることで造影能向上を目的とした造影剤が使用できることとなった. そこで今回我々は, 肺動脈塞栓症と下肢深部静脈血栓症の同時評価において, 二種類の市販されている造影剤(高濃度通常用量造影剤: 370 mgI/ml・100 ml, 通常濃度高用量造影剤: 300 mgI/ml・150 ml)を同一の注入速度で投与した場合, どのように造影効果が異なるか評価した.

我々が得た結果では, 動脈相で肺動脈, 左心房においてプロトコールA群(高濃度通常用量造影剤)が有意差

をもって良好な造影効果を示した. この原因は造影剤濃度に直接影響されていると考えられる. 造影部位が希釈されてしまう遠位の下行大動脈では有意差がみられなくなっていることはそれを裏付けている. この結果は, 濃度の異なる造影剤を用いての肺動脈の造影効果についての最近の報告^{6,7)}と一致している.

肺動脈に比べて下肢静脈造影能まで行っている検討は少ない. CT pulmonary angiographyに引き続いて行うCT venographyについては, 望ましい撮影タイミング, 血栓の正診率, 造影効果については検討されている^{8,11)}. ただし異なる造影剤を用いた比較検討はArakawa¹²⁾らの報告のみで, それも同一濃度で用量が異なる造影剤を用いての検討である. 本研究の様な高濃度通常用量と通常濃度高用量の造影剤を比べた検討は無い.

静脈相では下行大動脈, 腹部大動脈, 下大静脈でプロトコールB群(通常濃度高用量造影剤)が有意差をもって良好な造影効果を示した. この原因は投与された総ヨード量に起因したと考えられ, 通常濃度高用量造影剤(プロトコールB)の総ヨード量は45gであるのに対して高濃度通常用量造影剤(プロトコールA)では37gである. 同じ様な現象は肝臓に対するdynamic CT studyでの検討でも報告されている^{13,14)}.

視覚評価においては動脈相, 静脈相とも有意差はみられなかったが, 動脈相ではプロトコールAでは非常に良好が5例(33%)であったのに対して, プロトコールBで非常に良好は2例(12%)にとどまり, 平均CT値での有意差をある程度反映した結果となった. 静脈相では逆にプロトコールBで良い造影効果を示す傾向が認められたが, CT値の絶対値が動脈相に比べて低下するため両方のプロトコールの差が無くなったと考えられる.

今回の研究ではまだ症例が少なく, また実際に血栓があった症例での診断能の検討は行っていない. 今回の結果を踏まえて症例を増やして, 実際の臨床診断に則した研究を追加していく必要がある.

結 論

肺動脈血栓の診断にはプロトコールA: 高濃度通常用量造影剤が適当であると考えられる. 下大静脈内血栓の診断は逆にプロトコールB: 通常濃度高用量造影剤がより適していると考えられる. 大腿以下の静脈内血栓の診断に関しては両プロトコールで同程度であると考えられた.

文 献

- 1) Loud PA, Grossman ZD, Klippenstein DL, Ray CE. Combined CT venography and pulmonary angiography: A new diagnostic technique for suspected thromboembolic disease. AJR 170: 951-954, 1998.

- 2) 稲岡祥幸, 似鳥俊明, 横山健一, 高橋修司, 高原太郎, 蜂屋順一. 肺塞栓症に対するMDCTの一応用 - 肺動脈と下肢静脈同時評価 - . 日本画像医学雑誌 20 : 57-60, 2001.
- 3) Schoepf UJ, Holzkecht N, Helmberger TK, Crispin A, Hong C, Becker CR, Reiser MF. Subsegmental pulmonary emboli: improved detection with thin-collimation multi-detector row spiral CT. *Radiology* 222: 483-490, 2002.
- 4) Remy-Jardin M, Remy J, Wattinne L, Giraud F. Central pulmonary thromboembolism: diagnosis with spiral volumetric CT with the single-breath-hold technique: comparison with pulmonary angiography. *Radiology* 185: 381-387, 1992.
- 5) Hänninen EL, Vogl TJ, Felfe R, Pegios W, Balzer J, Clauss W, Felix R. Detection of focal liver lesions at biphasic spiral CT: randomized double-blind study of the effect of iodine concentration in contrast materials. *Radiology* 216: 403-409, 2000.
- 6) Schoellnast H, Deutschmann HA, Fritz GA, Stessel U, Schaffler GJ, Tillich M. MDCT angiography of the pulmonary arteries: influence of iodine flow concentration on vessel attenuation and visualization. *AJR*. 184:1935-1939, 2005.
- 7) Setty BN, Sahani DV, Ouellette-Piazza K, Hahn PF, Shepard JA. Comparison of enhancement, image quality, cost, and adverse reactions using 2 different contrast medium concentrations for routine chest CT on 16-slice MDCT. *J Comput Assist Tomogr*. 30:818-822, 2006.
- 8) Yankelevitz DF, Gamsu G, Shah A, Rademaker J, Shaham D, Buckshee N, Cham MD, Henschke CI. Optimization of combined CT pulmonary angiography with lower extremity CT venography. *AJR*. 174: 67-69, 2000.
- 9) Cham MD, Yankelevitz DF, Shaham D, Shah AA, Sherman L, Lewis A, Rademaker J. Deep venous thrombosis: detection by using indirect CT venography-the pulmonary angiography-indirect CT venography cooperative group. *Radiology*. 216: 744-751, 2000.
- 10) Bruce D, Loud PA, Klippenstein DL, Grossman ZD, Katz DS. Combined CT venography and pulmonary angiography: how much venous enhancement is routinely obtained? *AJR*. 176: 1281-1285, 2001.
- 11) Begemann PG, Bonacker M, Kemper J, Guthoff AE, Hahn KE, Steiner P, Adam G. Evaluation of the deep venous system in patients with suspected pulmonary embolism with multidetector CT: a prospective study in comparison to Doppler sonography. *J Comput Assist Tomogr*. 27: 399-409, 2003.
- 12) Arakawa H, Kohno T, Hiki T, Kaji Y. CT pulmonary angiography and CT venography: factors associated with vessel enhancement. *AJR*. 189:156-161, 2007.
- 13) 的場宗孝, 横田 啓, 荻野喜剰, 久我元兆, 利波久雄, 山本 達 . : 高濃度造影剤通常量 (100ml) 投与と通常濃度造影剤多量 (150ml) 急速投与のtime-density-curveによる比較MDCTにおける肝ダイナミックスタディとCT Angiographyを想定して . 日本医放会誌 63 : 98-102, 2003.
- 14) Chambers TP, Baron RL, Lush RM. Hepatic CT enhancement. Part . Alternations in the volume of contrast material within the same patients. *Radiology*193: 513-517, 1994.