

## 下肢 3DCT における画像診断能力向上への工夫と結果

村井 則之<sup>1</sup> 富田 博信<sup>2</sup>

**要 旨**：Peripheral arterial disease (PAD) に対する下肢 3 dimension computed tomography (3DCT) の診断能力向上にむけて、放射線技術科が作成したテストインジェクションにより血流速度を求め、個々に撮影条件を変更するプロトコルを用いて、PAD の診断 CT を撮影した。プロトコル実施後、PAD に対する手術 43 名、PTA (percutaneous transluminal angioplasty) 65 名が行われたが全例において CT が最終画像診断になり得た。  
(J Jpn Coll Angiol, 2011, 51: 463-467)

**Key words**: 3DCT, PAD

### 序 言

Peripheral arterial disease (PAD) の下肢動脈 computed tomography (CT) 撮影においては造影剤の下肢への到達時間がまちまちである。到達時間の指標となるものがなく、また、症例により動脈の閉塞や狭窄が存在することや心機能などに大きな影響をうける。最新の CT は高速撮影が可能になってきているため造影剤の到達を寝台移動が追い越したり、下肢にターゲットを置くと中枢の造影が不十分になることがある。しかし、画像解像度は良好になっているため、タイミングさえ合わせられれば鮮明な画像を得ることができる。精度の高い下肢 CT 撮影を目指し、撮影方法を放射線技術科が中心になり検討を行い、その成果を臨床応用実施した。

### 対象と方法

2009 年 3 月から 2009 年 8 月の期間に 19 名(女性 9 名, 男性 10 名, 平均年齢 75.9±9.0 歳[標準偏差])に対して 3.0 ml/sec で 10 ml, 生食後押し 30 ml でテストインジェクションを行い腹部大動脈(AA)のピーク時間(P1), 脛骨動脈(TB)のピーク時間(P2)にて、2 点の time density curve (TDC) を測定し、両者の到達時間を求めた。

AA-TB 間の距離から血流速度を算出した。スキャン時間(寝台速度)は、造影剤(血流)と同一速度が理想であるが、血管径, 狭窄, 閉塞などにより一定の速度ではない。しかし CT 装置の寝台速度は等速であるためマージンは必要であると考え前後 5 秒ずつのマージンを採用した。具体的に AA の到達の 5 秒後に撮影を開始して、TB の到達時間の 10 秒後(前のマージン 5 秒+後のマージン 5 秒)までを撮影時間としたプロトコルを放射線技術科が考案した。

2009 年 9 月以降はこのプロトコルに基づき PAD 症例に対して CT を撮影しており、その診断状況を検討した。

CT はシーメンス SOMATOM Sensation64 にて撮影し、自動注入機は根本杏林堂 Dual shot を使用した (Table 1)。撮影の際の造影剤の投与は 370 mgI/ml の造影剤を総量 75 ml で 3.0 ml/sec の速度で経静脈に行った。

### 結 果

#### 1) プロトコル作成における結果

AA から TB への到達時間は 17.7±6.9 秒(平均±標準偏差, 最大 29 秒, 最小 5 秒), 流速は平均 7.1 cm/sec (最高流速 20 cm/sec, 最低速度 3.4 cm/sec) と非常にばらつきが大きい結果であったが、プロトコルに従い撮影

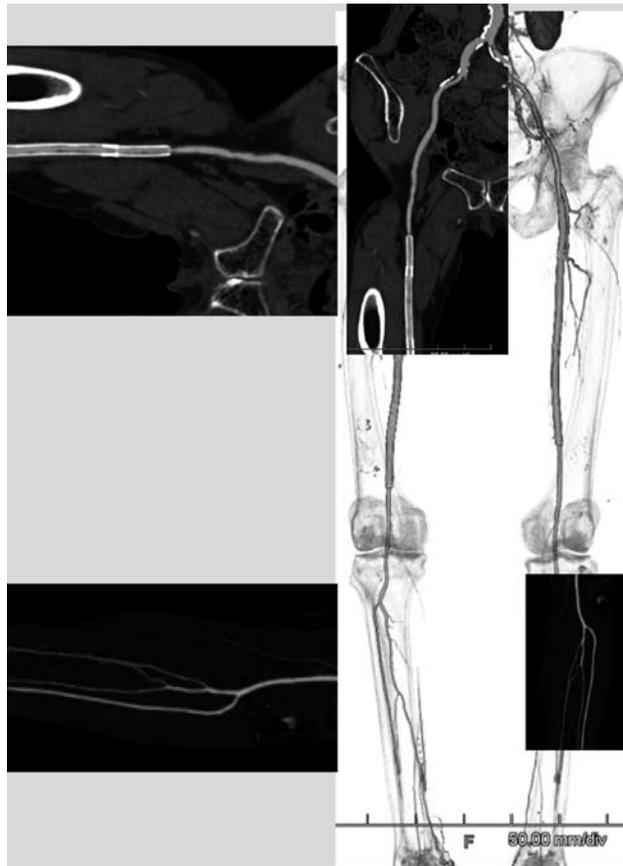
<sup>1</sup> 埼玉県済生会川口総合病院血管外科

<sup>2</sup> 埼玉県済生会川口総合病院放射線科

2011 年 2 月 2 日受理

**Table 1** Device used and acquisition parameters

Device used: SOMATOM Sensation 64
Injector: Dual Shot GX (produced by Nemoto Kyorindo Co., Ltd.)
· Abdominal aorta (near the renal arteries)
100 kV 30 mAs (CARE Dose OFF)
· Tibial artery (near the ankle joint)
100 kV 20 mAs (CARE Dose OFF)
· Rotation time: 0.5 sec
· Cycle time: 2.0 sec
· Slice thickness: 10.0 mm (1×10.0 mm)
· Injector: Dual Shot GX (produced by Nemoto Kyorindo Co., Ltd.)



**Figure 1** The lumen of the stent is also depicted.  
The artery under the knee is clearly described.

した結果、全例で良好な撮影ができた(Fig. 1, 2)。

## 2)臨床応用結果

2009年9月から2011年1月までにPADに対し、血栓除去5例・動脈瘤切除2例・バイパス36例の合計43

例(女性9名、男性34名、平均年齢71.4±8.0歳)の手術を行った。Percutaneous transluminal angioplasty(PTA)を64例(女性10名、男性55名、平均年齢69.8±8.1歳)に行った。全例術前にCT検査を受けたが、すべての症例

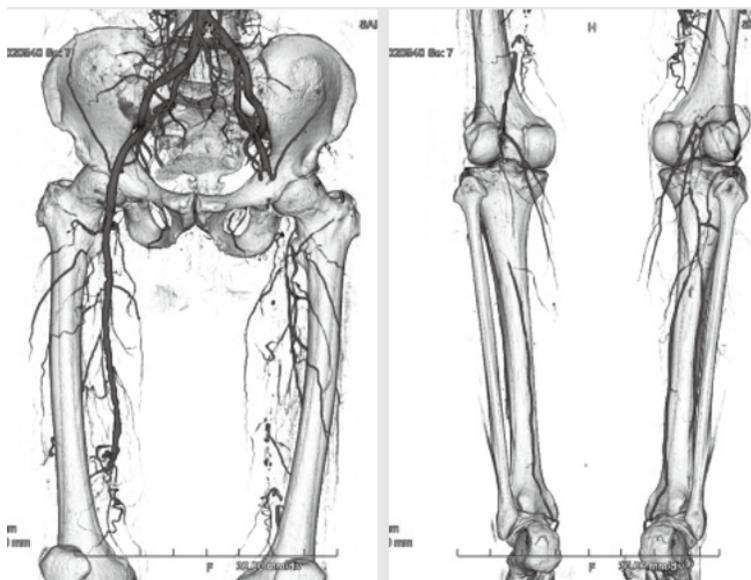


Figure 2 The image can be made though there are occlusive diseases.

での最終診断がCT撮影であった。透析患者は多数存在したが、腎機能低下や造影剤アレルギーのために造影が不可能であった症例はなかった。手術症例には6例の緊急手術があり、膝下の病変治療は手術症例では5例、PTAでは10例存在した。

## 考 察

画像診断をどのように行うかは施設間でも違いがある。とくにPADなどの複雑病変を有する症例では画像診断そのものの戦略についても複数の解答があっても当然と考える。しかし、可能な限り侵襲や経済的負担を減らす努力はすべきであると考え。

筆者もPADの最終診断としてDSA(digital subtraction angiography)を行ってきたが、動脈穿刺に伴う侵襲は可能な限り避けたいと考えていた。近年CTによる脈管画像診断の進歩は目覚ましいものがある。画像解像度が向上し、多数のディテクターによるmulti-sliceの撮影が本邦では標準化しつつある。CTはDSAに比べ、①造影剤を経静脈的に注入でき簡便で侵襲が少ない、②撮影時間が短時間である、③一度の撮影で多断面から観察でき、正確な三次元表示が可能<sup>1,2)</sup>、④石灰化が評価できる、⑤乱流などのアーチファクトを受けにくい、⑥費用が少ない<sup>3)</sup>、などの利点をもつ。また、最近では画像再構成

の技術の進歩にてプラークなどの血管内腔の情報が得られるようになった<sup>4,5)</sup>。そしてCT angiographyは血管造影と同等の精度がある<sup>6-9)</sup>、とも報告されるようになっていく。しかし、造影剤使用が必要であることや放射線被曝などの問題がある。画像診断の進歩はMRIでも見られる。MRIは造影剤を使用せずとも画像を作成でき、放射線被曝がないことは有用であるが、撮影時間が長いことやプレートやワイヤーなどの金属があると画像が不明確になることなどが問題となる。

画像解像度に優れ、高速撮影が可能な現在のCTで問題になることは撮影部位での十分な造影剤濃度である。最新のCTは高速撮影が可能になってきているがために造影剤の到達を寝台移動が追い越したり、下肢にターゲットを置くことと中枢の造影が不十分になることがある<sup>10)</sup>。撮影部位での有効なCT値維持の指標は難しい。心機能が正常でもCT値には幅があり<sup>11)</sup>、体重を考慮してもCT値に幅がある<sup>12)</sup>。当施設でも血流速度の指標について検討されてきたが、有意に相関するものを見つけることはできなかった。今回の検討でも症例間のばらつきが大きく、固定した撮影条件では精度の高い画像を作成することは難しいと判断し、症例ごとに撮影条件を変更する方法が採用された。テストインジェクションを行い、その都度撮影条件を変更することは開始当初、非常

に煩雑である可能性があったが、経験を重ねることにより、非常にスムーズに撮影することが可能になった。また、画像の精度は非常に優れていた。実際に当科にて治療した症例 108 例の実に 100% の最終診断が CT で行われた。今回の検討中には、腎機能に問題がある、あるいは造影剤アレルギーなどの症例はなかったとはいえ、非常に精度の高い検査となり得たといえる。

造影剤の使用量は少ないほど良いことに議論の余地はないと思われる。有効な造影濃度を得るためには造影剤投与の方法が重要であるとの報告がある<sup>10)</sup>。造影剤投与速度は 8 ml/sec までは上げれば上げるほど、造影効果は上昇すると報告もある<sup>13)</sup>。今回は一律に 75 ml の造影剤を 3 ml/sec で投与しており、今後、造影剤使用量の軽減のために投与方法の検討が必要と考えられた。

下肢切断の予後は非常に悪く<sup>14)</sup>、下肢切断を防ぐべく努力を重ねることは必要である。侵襲が少ないなどの多くの利点をもつ CT の精度が向上すればスクリーニング検査が最終診断になり得ると考えられ下肢切断防止に役立つと期待される。

## 結 論

テストインジェクションを行い腹部大動脈(AA)のピーク時間(P1)、脛骨動脈(TB)のピーク時間(P2)より、2点の TDC を測定し、両者の到達時間を求め、個々に造影条件を設定し撮影することで下肢 CT の画像診断能力を向上させることができ、臨床加療に有用であった。CT は PAD 治療に際しての最終画像診断になり得る可能性がある。

## 文 献

- 1) Rubin GD, Dake MD, Napel SA, et al: Three-dimensional spiral CT angiography of the abdomen: initial clinical experience. *Radiology* 1993; **186**: 147-152
- 2) Rubin GD, Walker PJ, Dake MD, et al: Three-dimensional spiral computed tomographic angiography: an alternative imaging modality for the abdominal aorta and its branches. *J Vasc Surg* 1993; **18**: 656-664
- 3) Klein MB, Karanas YL, Chow LC, et al: Early experience with computed tomographic angiography in microsurgical reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2003; **112**: 498-503
- 4) Maintz D, Fischbach R, Juergens KU, et al: Multislice CT angiography of the iliac arteries in the presence of various stents: in vitro evaluation of artifacts and lumen visibility. *Invest Radiol* 2001; **36**: 699-704
- 5) Komatsu S, Hirayama A, Omori Y, et al: Detection of coronary plaque by computed tomography with a novel plaque analysis system, 'Plaque Map', and comparison with intravascular ultrasound and angioscopy. *Circ J* 2005; **69**: 72-77
- 6) Laswed T, Rizzo E, Guntern D, et al: Assessment of occlusive arterial disease of abdominal aorta and lower extremities arteries: value of multidetector CT angiography using an adaptive acquisition method. *Eur Radiol* 2008; **18**: 263-272
- 7) Kock MC, Dijkshoorn ML, Pattynama PM, et al: Multidetector row computed tomography angiography of peripheral arterial disease. *Eur Radiol* 2007; **17**: 3208-3222
- 8) Sun Z, Almutairi AM: Diagnostic accuracy of 64 multislice CT angiography in the assessment of coronary in-stent restenosis: a meta-analysis. *Eur J Radiol* 2010; **73**: 266-273
- 9) Kock MC, Adriaensens ME, Pattynama PM, et al: DSA versus multi-detector row CT angiography in peripheral arterial disease: randomized controlled trial. *Radiology* 2005; **237**: 727-737
- 10) Fleischmann D: CT angiography: injection and acquisition technique. *Radiol Clin North Am* 2010; **48**: 237-247
- 11) Sheiman RG, Raptopoulos V, Caruso P, et al: Comparison of tailored and empiric scan delays for CT angiography of the abdomen. *AJR Am J Roentgenol* 1996; **167**: 725-729
- 12) Hittmair K, Fleischmann D: Accuracy of predicting and controlling time-dependent aortic enhancement from a test bolus injection. *J Comput Assist Tomogr* 2001; **25**: 287-294
- 13) Claussen CD, Banzer D, Pfrezschner C, et al: Bolus geometry and dynamics after intravenous contrast medium injection. *Radiology* 1984; **153**: 365-368
- 14) 松村陽介, 古市 格, 村田雅和, 他: 下肢切断術後の予後調査. *整形外科と災害外科* 2009; **58**: 460-463

## **The Strategy for Diagnostic Ability Improvement of PAD by 3DCT and Clinical Outcome**

Noriyuki Murai<sup>1</sup> and Hironobu Tomita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Vascular Surgery, Saitama-ken Saiseikai, Kawaguchi General Hospital, Kawaguchi, Japan

<sup>2</sup>Department of Radiology, Saitama-ken Saiseikai, Kawaguchi General Hospital, Kawaguchi, Japan

---

**Key words:** 3DCT, PAD

In order to improve the diagnostic ability of three-dimensional computed tomography (3DCT) of the lower extremities to assess peripheral arterial disease (PAD), we performed a computed tomography (CT) for PAD diagnosis. We utilized a protocol to change imaging conditions for individual patients, based on blood flow rates. This was determined by the test injection method developed in the department of radiological technology. After implementation of the protocol, operations were performed for PAD in 43 patients, and percutaneous transluminal angioplasty (PTA) in 65 patients. CT served as a final diagnostic imaging tool in all the patients. (J Jpn Coll Angiol, 2011, **51**: 463–467)