

伊勢 啓助 米倉 広宣 赤川 拓也

徳島赤十字病院 放射線科部

## 要 旨

近年、動脈瘤にステントグラフト留置術を行っており、CT画像から動脈の走行状態、動脈瘤の範囲の最適な画像を提供しなければならない。当院では、通常、横隔膜下レベルでボーラストラッキングを行い胸部から骨盤まで撮影を行いほとんどの検査で胸部から骨盤までの動脈を造影剤で均一に造影することが可能である。しかし、造影剤の流速は、患者の心機能や心拍数、動脈瘤の大きさなど、様々な要因により大きく異なることがあり動脈瘤が大きいと瘤から遠位部（腸骨動脈）で造影剤を撮影が追い越す事例があり、すぐ追加撮影を行っていた。そこで、胸部大動脈から下肢動脈まで均一に一定以上の造影効果が得られる撮影方法が必要であるため、テスト注入を行う撮影方法を検討し、成功した症例を報告する。

キーワード：流速，造影効果，テスト注入

## はじめに

CT装置の多列化により高速撮影が可能となり、血管内の造影剤を撮影が追い越す事例がある。胸部大動脈から下肢動脈まで均一に一定以上の造影効果が得られる撮影方法が必要であるため、「時間濃度曲線は理想的には注入時間と立ち上がり時間は一致するはずである。そして何らかの方法で造影剤到達時間を確認することが重要でありそれによってピーク時間の大きな予測が可能となる<sup>1)</sup>。」この理論を元に、テスト注入法を用いた撮影方法を検討し、成功した症例を報告する。

## 1 使用器機

CT装置 シーメンス カーディアック64  
造影剤注入器 根元杏林堂 デュアルショット  
造影剤 ヨード含有量 370mg/ml (シリンジタイプ100ml)

## 2 テスト撮影

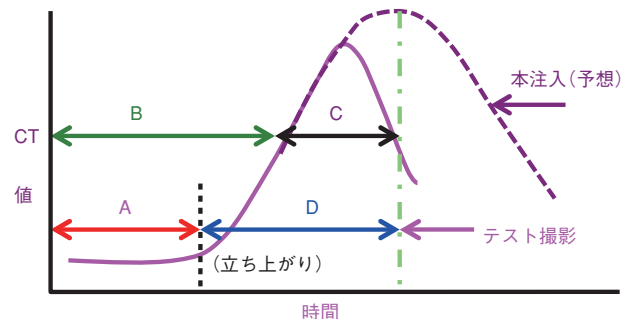
管電圧 120kv  
管電流 40mA  
造影剤量 10～15ml  
注入速度 3～4 ml/sec (本注入と同じ)  
後押し生食 30ml (本注入と同じ)  
注入速度 3～4 ml/sec (本注入と同じ)

テスト撮影位置 大腿動脈または膝窩動脈（関心領域）

撮影設定回数 50回（関心領域で造影剤濃度が下がるまで）1 sec スキャン1.5sec 間隔

## 3 撮影開始時間と撮影時間の計算方法

造影剤到達時間 A  
撮影開始時間 B  
撮影時間 C  
造影剤注入時間 D



単純撮影時間（テスト撮影位置まで）Cとし造影剤到達時間から造影剤注入時間経過するとテスト撮影位置で造影剤の濃度がピークに達する理論から  $B$ （撮影開始時間）+  $C$ （撮影時間）=  $A$ （造影剤到達時間）+  $D$ （造影剤注入時間）の式が成り立つ。この式

から到達時間が早く A(造影剤到達時間)+D(造影剤注入時間)-C(撮影時間) が D(造影剤注入時間)+6 sec 以下のとき単純撮影と同じ撮影時間にし、B(撮影開始時間)を次の式で変更する。

$$B(\text{撮影開始時間}) = A(\text{造影剤到達時間}) + D(\text{造影剤注入時間}) - C(\text{撮影時間})$$

また、到達時間が遅く A(造影剤到達時間)+D(造影剤注入時間)-C(撮影時間)が、D(造影剤注入時間)+6 sec を超える時は C(造影撮影時間)を次の式で計算する。

$$C(\text{撮影時間}) = A(\text{造影剤到達時間}) - 6 \text{ sec}$$

この時、B(撮影開始時間)は、最大 D(造影剤注入時間)+6 sec(生食が肺動脈を満たす時間)とする。

#### 4 到達時間が速い症例

下肢動脈狭窄の疑いにて検査

##### 1 テスト注入条件

- 造影剤量 10ml
- 注入速度 3 ml/sec (本注入と同じ)
- 後押し生食量 10ml
- 注入速度 3 ml/sec (本注入と同じ)
- テスト撮影位置 膝窩動脈 (図1)
- テスト撮影画像を元にした時間濃度曲線(図2)

このグラフから A(造影剤到達時間)=17sec

##### 2 本注入条件

- 造影剤量 80ml
- 注入速度 3 ml/sec (注入時間26sec)
- 後押し生食量 10ml
- 注入速度 3 ml/sec

$$D(\text{造影剤注入時間}) = 26 \text{ sec}$$

$$C(\text{撮影時間}) = 17 \text{ sec}$$

B(撮影開始時間) = A(造影剤到達時間) + D(造影剤注入時間) - C(撮影時間) = 26sec で A(造影剤到達時間)が、D(造影剤注入時間)+6 sec=32sec よ

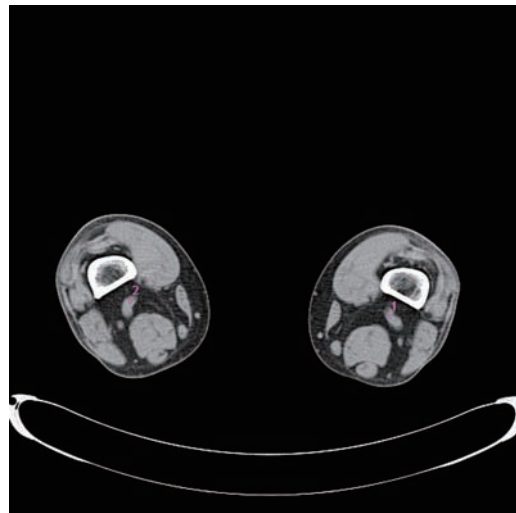


図1 テスト撮影位置

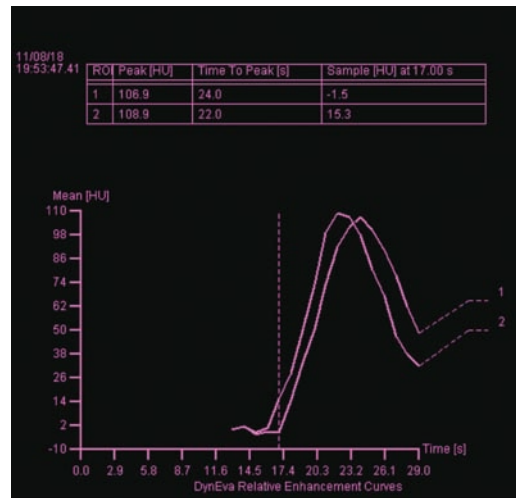


図2 時間濃度曲線

り短いため B(撮影開始時間)は、26sec となる。この症例では、上大静脈の造影剤が生理食塩水で薄まるように B(撮影開始時間)を 3 sec 遅らせて B(撮影開始時間)29sec で単純撮影と同じ撮影時間 25 sec で撮影した造影画像を示す (図3)。

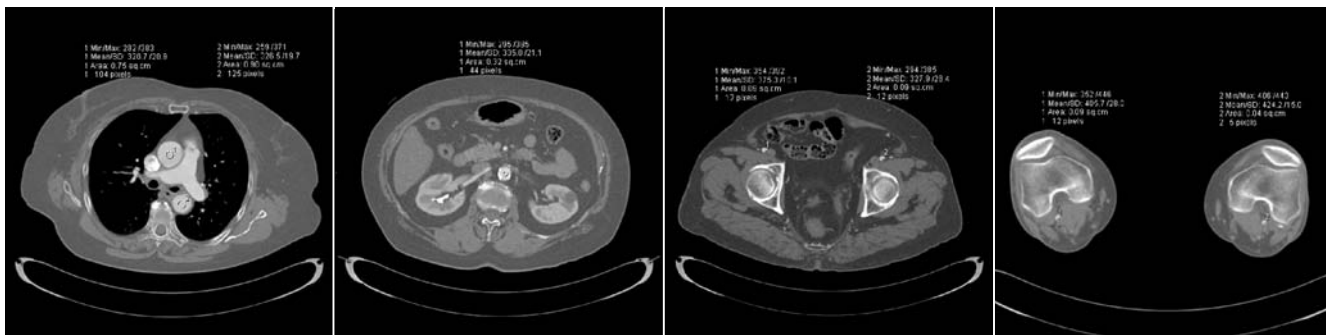


図3 各々の動脈のCT値が300以上で造影されている。

次に VR 画像を示す (図 4)。

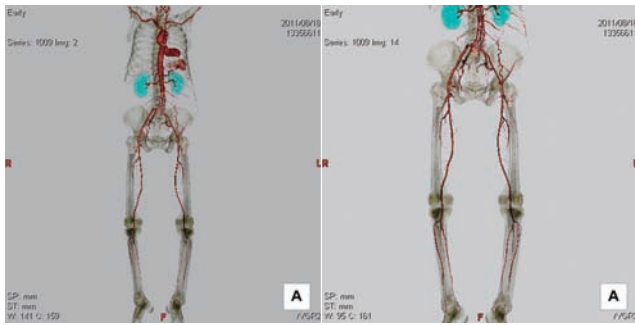


図 4 参照 VR 画像

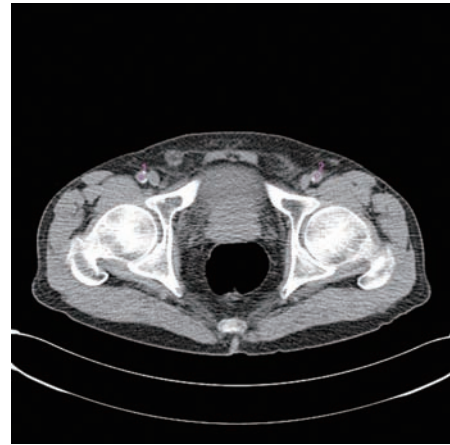


図 5 テスト撮影位置

### 1 到達時間が遅い症例

腹部動脈瘤と下肢動脈狭窄の疑いにて検査を行ったが下肢動脈を主にすると腹部動脈瘤の造影効果が悪くなる恐れがあったため大腿動脈でテスト撮影を行った。

#### 1 テスト注入条件

造影剤量 10ml  
 注入速度 3.0ml/sec (本注入と同じ)  
 後押し生食 30ml  
 注入速度 3.9ml/sec (本注入と同じ)  
 テスト撮影位置 大腿動脈 (図 5)

テスト撮影画像を元にした時間濃度曲線 (図 6)

この図 4 グラフから A (造影剤到達時間) = 30sec

#### 2 本注入条件

造影剤量 85ml  
 注入速度 3.0ml/sec (注入時間 D=28sec)  
 後押し生食 30ml  
 注入速度 3.9ml/sec から

$D$  (造影剤注入時間) = 28sec

$B$  (撮影開始時間) =  $A$  (造影剤到達時間) +  $D$  (造影剤注入時間) -  $C$  (撮影時間) = 47sec で  $B$  (撮影開始時間) が  $D$  (造影剤注入時間) + 6 sec = 34sec より長

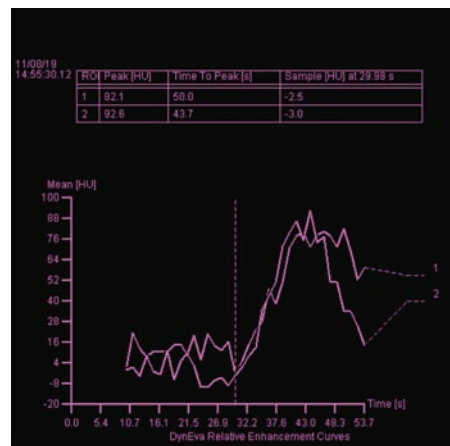


図 6 時間濃度曲線

いため  $B$  (撮影開始時間) は 34sec になり  $B$  (撮影開始時間) =  $A$  (造影剤到達時間) +  $D$  (造影剤注入時間) -  $C$  (撮影時間) の式に数字を代入すると  $C$  (撮影時間) = 24sec になる。リピー特した単純撮影を大腿部まで  $C$  (撮影時間) 11sec 撮影位置を短くし撮影時間を 24sec にするとヘリカルピッチが 0.65 になり、撮影範囲を足関節部まで延ばし  $C$  (撮影時間) 58sec,  $B$  (撮影開始時間) 34sec で撮影した造影画を示す (図 7)。

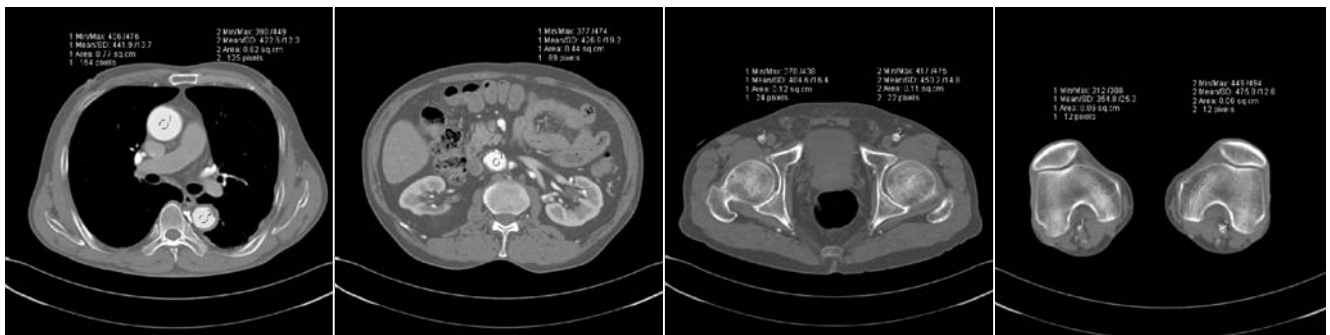


図 7 各々の動脈 CT 値が 400 以上で造影されている。

VR 画像を示す (図 8)。

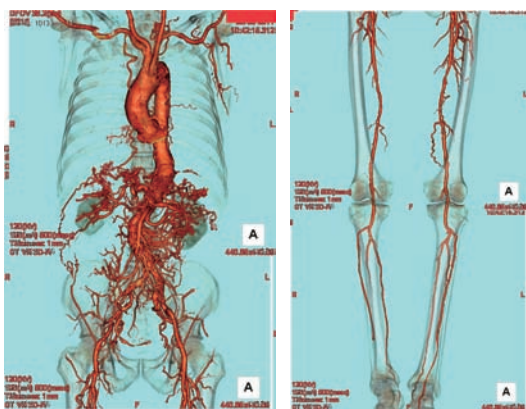


図 8 参照 VR 画像

## 考 察

テスト注入をすることによって造影剤の到達時間を予測し、良好な造影効果を得ることができた。到達時間が早く  $A(\text{造影到達時間}) + D(\text{造影剤注入時間}) - C(\text{撮影時間})$  が  $D(\text{造影剤注入時間}) + 6 \text{ sec}$  以下のとき単純撮影と同じ撮影時間にし、 $B(\text{撮影開始時間}) =$

$A(\text{造影剤到達時間}) + D(\text{造影剤注入時間}) - C(\text{撮影時間})$  の式で  $B(\text{撮影開始時間})$  を変更し、到達時間が遅く  $A(\text{造影到達時間}) + D(\text{造影剤注入時間}) - C(\text{撮影時間})$  が  $D(\text{造影剤注入時間}) + 6 \text{ sec}$  を超える時は  $C(\text{撮影時間}) = A(\text{造影到達時間}) - 6$  の式で  $C(\text{造影撮影時間})$  を計算すると造影開始時間及び撮影時間(ピッチ)を算出でき、血流が早くても遅くても対応できる。

## ま と め

このように血流の違うどのような症例でも対応できる計算式で良好な造影検査が可能となった。特に造影剤到達時間が遅い症例では、撮影時間を長くすることで良好な造影効果が得られた。造影理論に則った式を立てることにより、検査を簡易にでき技師の経験に左右されない検査が可能になった。

## 文 献

- 1) 市川智章編「CT 造影理論」, 医学書院, 東京, 2004

---

## Evaluation of artery blood-flow calculation using computed tomography

Keisuke ISE, Hironobu YONEKURA, Takuya AKAGAWA

Radiologist, Tokushima Red Cross Hospital

In recent years, we performed endovascular aortic repair for aneurysms and used computed tomography (CT) because this technique provides the best images of arterial circulation and size of the aneurysms. In this hospital, we usually perform bolus tracking CT scans from the chest to the pelvis to ensure uniform distribution of the contrast agent in this area. However, the flow rate of the contrast medium depends on various factors of the patients, eg, heart function, pulse rate, size of the aneurysm, etc., and thus may differ from patient to patient. If the aneurysm is big, it is possible to take the CT scan faster as compared to cases in which the aneurysm is distal. In those cases, we need to perform an additional CT scan. Therefore, we need a method to obtain more consistent and reproducible CT scan results from the coronary and femoral/tibial arteries. Here, we report some successful cases in which we performed test injections and discuss a new way of obtaining CT scans.

Key words: moving speed, effect of imaging, test injection

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 17: 165–168, 2012

---