

## 技 術

# 高濃度造影剤を使用した頸動脈狭窄症の 3次元CT angiography

真壁 武司 丹羽 潤\* 三上 仁  
守山 亮 中村麻名美 黒川 清文  
信太 圭一

## Three Dimensional CT angiography for Carotid Artery Stenosis by Using High Density Contrast Medium

Takeshi MAKABE, Jun NIWA, Masashi MIKAMI,  
Ryo MORIYAMA, Manami NAKAMURA,  
Kiyofumi KUROKAWA, Keiichi SHIDA

**Key words :** Three dimensional CT angiography

Carotid artery stenosis

Contrast medium

### はじめに

頸動脈狭窄症における3次元CT angiography(以下3D-CTA)の有用性はすでに多くの報告<sup>1)2)</sup>があり、当院においても頸部エコーやMR angiographyによるスクリーニング検査で狭窄が疑われた場合には、次のステップとして行われている。3D-CTAの画質に関わる因子として様々なものが挙げられるが、中でも画像処理を行う際のしきい値設定が重要である。CT画像は、ある程度の厚みを有する断層像を扱うため臓器の辺縁では本来のCT値とは異なったあいまいなCT値が存在する<sup>3)</sup>。そのため、しきい値設定に不備がある場合、本来あるべきものが消失したり診断に余計なものが表示されてしまうことがある。そこで3D-CTAでは、造影剤を用いて血管と他臓器とのしきい値を分離することで有用な画像を得ることができる。これまでCTでは、非イオン性ヨード造影剤300mg/ml(以下300I)、100mlを用いて検査を行ってきたが、今回はよりヨード含有量の高い370mg/ml(以下370I)の造影剤を用いて頸動脈3D-CTAに応用する機会を得たので両者の画像を比較し、頸動脈狭窄症評価を試みた。

### 対象および方法

対象は3D-CTAを用いて300Iで経過観察を行っており、新たに370Iで検査した頸動脈狭窄症4例である。年齢は49から78歳(平均65歳)で全例男性である。また、370Iを用いた3D-CTAは平成14年12月までに37例を経験している。

使用装置はSOMATOM Plus 4(SIEMENS)及びHispeed Advantage QX/i(GE横河メディカル)である。撮影条件は、前者が120kVp, 240mA, 0.75sec/rotationにてスライス厚3mm, テーブル移動速度3~4.5mm/secにて60mmの範囲を撮影した。後者は、140kVp, 200mA, 0.8sec/rotationにてスライス厚1.25mm, pitch 6にて100mmを撮影した。得られた画像は、前者の装置では360度補間法により画像再構成間隔1mmの元画像を得た。また、後者は画像再構成関数standardにて1mmの元画像を得た。造影剤注入方法は、300I, 370I共に遅延時間を15~20秒において3ml/secの注入速度で連続回転撮影を行った。当院でCTに使用している造影剤の性状について表1に示す。

比較項目は、3次元画像表示法のShaded surface display(以下SSD)<sup>4)</sup>によりしきい値を変化させた画像と元画像で目的の動脈と周囲の胸鎖乳突筋のCT値(図1)を測定し描出能について検討した。

市立函館病院 中央放射線部

\*市立函館病院 脳神経外科

表1 当院でCT に使用している造影剤の主な性状

	造影剤 A	造影剤 B	造影剤 C
ヨード含有量 (mg/ml)	300	300	370
粘 調 度 (37 mpa·s)	6.1	4.4	9.1
比 重	1.37(25)	1.32(37)	1.405(37)
浸 透 圧 比 (対生食)	2	3	4

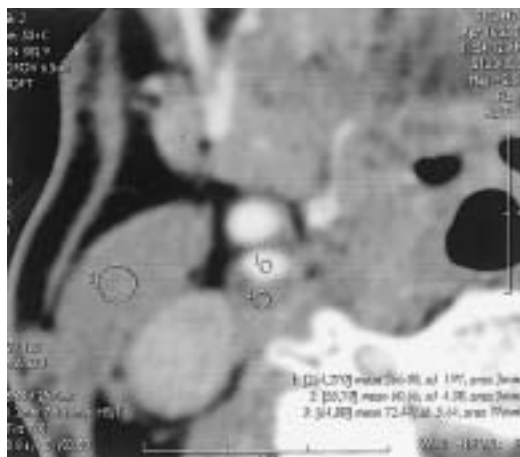
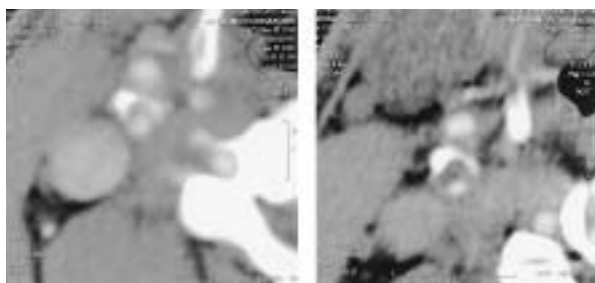


図1 CT 値の測定部位

1. 内頸動脈 2. 狭窄部位(血栓) 3. 胸鎖乳突筋

結 果

同一患者にて300Iと370Iの両方で3D-CTAを施行した例において内頸動脈と胸鎖乳突筋に関心領域を設定しCT値を測定した。(図2)また、同一患者で比較できた4例の頸動脈と胸鎖乳突筋のCT値を図3,4に示す。胸鎖乳突筋のCT値は、300Iの方が2HU程高いものが3例、370Iが高い例が1例あった。また、内頸動脈は一様に造影され370Iの方が60~130HUと高値を示した。但し、1例において370Iの方が低いCT値を示した。



(a) (b)

図2 3D-CTAの元画像  
(a) 300I (b) 370I

CT値

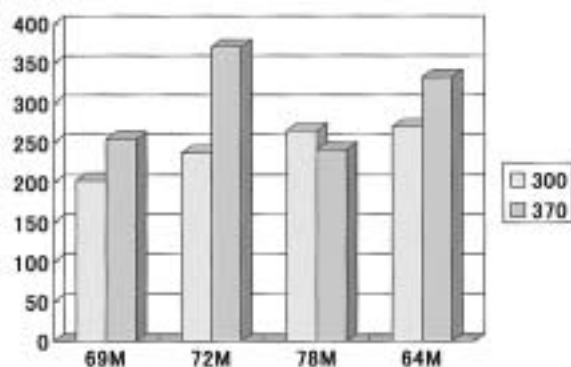


図3 比較4例の頸動脈におけるCT値の差

CT値

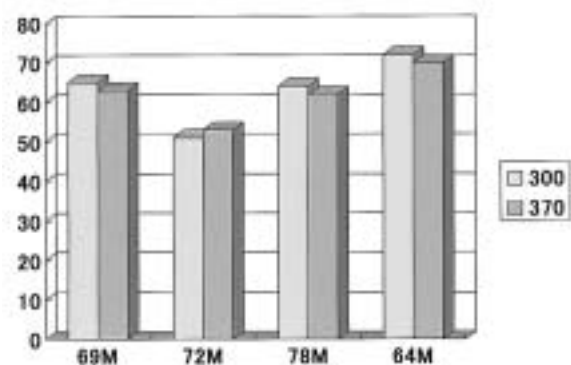


図4 比較4例の胸鎖乳突筋におけるCT値の差

300Iと370Iにおいて同じしきい値でSSD法による3次元画像を作成した例を図5に示す。しきい値250において370Iによる画像は良好に頸動脈を描出することが可能であったが、300Iでは狭窄部位が過大評価された。また、300Iでは造影効果が不均等で虫食い状態に描出された。一方、しきい値200では300I,370I共に評価可能であるが周囲組織の描出により死角ができた。

考 察

3D-CTAの画像を作成する上で重要なことは、いかに目的部位を正確に描出できるかである。それは多分に個人的な主観が含まれる作業であるため画像作成者は臓器の構造、疾患に熟知したものが注意深く描出するための条件設定を行うことが望まれる<sup>3)</sup>。しかし、現状では専任技師が常時3D画像を作成することは難しく当院でも複数の技師が大まかなルーチンワークを決め画像作成にあたっている。特に、頸動脈の3D-CTAでは動脈が近接して走行するため動脈のCT値が問題となり造影剤により高いCT値が求められる。血管のCT値が高ければ周囲組織との差を表現しやすく、しきい値設定が容易で3D画像の作成も容易に行うことができる。そのた

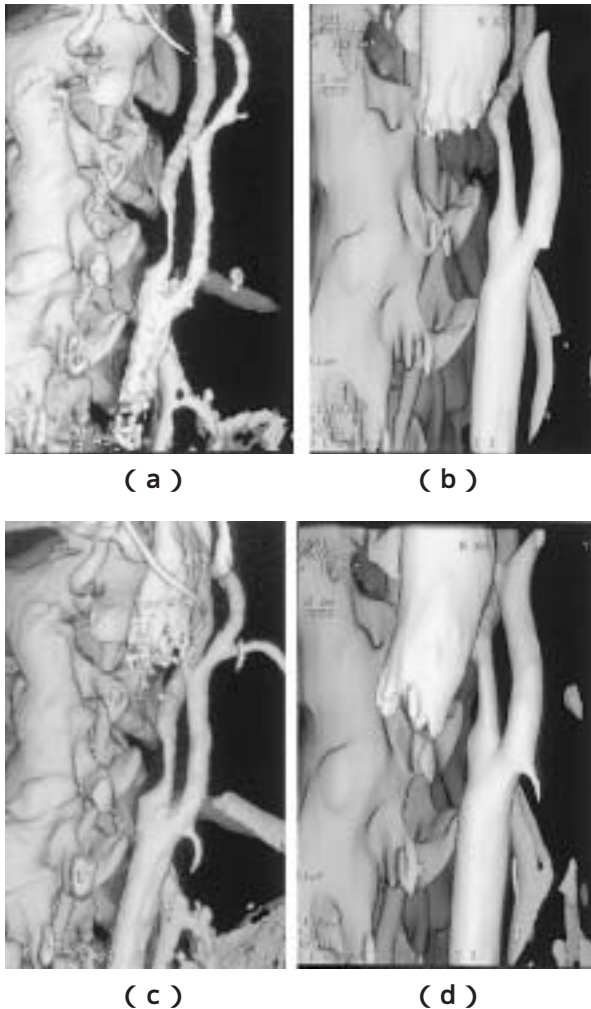


図5 頸部3D-CTA SSD処理画像

- (a) 300I しきい値250
- (b) 370I しきい値250
- (c) 300I しきい値200
- (d) 370I しきい値200

め誰もが同程度のしきい値を設定することができれば再現性もよく、安定した3D-CTA画像が得られる。そこで今回、頸動脈3D-CTAに高濃度造影剤を利用することでしきい値を高く設定し従来の造影剤に比べどれだけ描出能が改善されるか検討した。

ヨード含有量の高い造影剤を用いることで、従来よりも血管と周囲組織とのCT値に差がつくことは使用前から予想されていたが、結果的にはCT値の平均上昇率は50HUであった。CT値が逆転していた症例もあるが、これは造影剤を静脈注入により体循環を利用して動脈を撮影しているため個々の持つ心肺機能により頸動脈への造影剤到達時間にばらつきがあるためCT値の上昇が大きく望めなかったと思われる。これを解決するには検査中に造影剤が流れ続けていることが求められ、血中で再循環により持続的に流れ続けているのならば濃度も上昇し

続ける<sup>5)</sup>。従って、高圧力で大量に造影剤を流すことができれば造影剤濃度はしきい値処理にあまり影響しないと思われる。しかし、現状では造影剤は100mlの使用であり造影剤の種類によってはヨード含有量が同じでも粘調度に違いがあり注入圧力を十分に加えることができない製剤もある。また、高圧力による注入は侵襲性があり熱感や血管痛を訴える患者も少なくはない。そのため今回検討した症例はすべて3ml/secの注入速度であり使用量も同一でこの条件下で目的とする範囲を撮影できるようにCT装置で撮影条件を調整した。これにより血管のCT値は造影方法や撮影方法ではなく個人の循環機能による影響で決まることになる。高濃度造影剤を使用した方がCT値の上昇が見込まれ、目的とする高いしきい値を設定することが可能となる。

今回の比較検討では、CT値が250HU以上になればノイズが少なく、800HU以上の高いCT値を持つ骨と共に頸動脈が描出され容易に周囲組織との位置関係の情報を得ることができた。また、高濃度造影剤は粘調度、浸透圧共に高く生体には悪い影響を及ぼすと思われるが、測定結果から周囲組織への造影剤の染み出しが少なく、これがしきい値分離のために良い効果をもたらしたと示唆された。更にこれらのことは頸動脈狭窄病変の特徴をとらえるには重要で、造影剤が血管内腔に留まっていればその周囲が血栓なのか潰瘍形成している不安定な状態なのか鑑別することも可能であった<sup>6)</sup>。薄い濃度の造影剤を使用していた画像では撮影タイミングが悪ければ造影剤が周囲まで浸透し出血なのか潰瘍形成なのか判断することはできない。これまで狭窄率だけから頸動脈狭窄症の治療方針が決定されていたが、狭窄病変の性状診断を注意深くすることで治療に向けた新しい情報が得られることが見出された<sup>6)</sup>。従って、この点からも高濃度造影剤使用による狭窄病変の撮影は有用であると思われる。

一方、近年はクリティカルパスや医療費の包括化問題がいわれ検査方法の統一も考えなくてはならない。造影剤の適正使用量は体重1kgあたり2mlとされている<sup>7)</sup>が体重にあわせて多量の造影剤を使用することはできない。今回は全例で高濃度造影剤を100mlで使用したが今後はヨード含有量が増えた分、使用量についても検討する必要がある。使用量を抑えることができれば、これまでよりもコストダウンできる。非イオン性ヨード造影剤を使用する検査は、侵襲的な検査であるので、有益な情報の取得と安定した手法を確立することで患者にとって更に有益な検査としていく必要がある。

### ま と め

高濃度造影剤を頸動脈 3D-CTA に使用した。本法は、高しきい値で 3D 画像処理ができ、容易に他臓器と頸動脈との分離描出が可能である。また、低濃度造影剤に比べ周囲組織への滲出が少ないため狭窄部位の性状評価にも有利であり臨床的にも有用であった。

### 文 献

- 1) 大滝雅文, 田邊純嘉, 上出延治ほか: Three-dimensional CT angiography (3D-CTA) を用いた頸部内頸動脈狭窄性病変の評価と血行再建術. 脳神外科, 1996; 24(11): 995-1002.
- 2) 寺田耕作, 高山謙二, 西澤輝彦: 頸部内頸動脈症における 3D-CT angiography (3D-CTA) の有用性について. 脳卒中の外科, 1998; 26: 333-339.
- 3) 辻岡勝美: らせん CT の物理特性 - 特に三次元処理に関して -. 3DCT 作成技術マニュアル, 産業開発機構株式会社, 東京, 1997, p 9-12.
- 4) 真壁武司, 守山 亮, 黒川清文ほか: 内頸動脈狭窄症における Three-dimensional CT angiography (3D-CTA) の画像再構成法の検討. 函館医誌, 2000; 24(1): 87-92.
- 5) 石田智一: 肝腫瘍における造影 CT 検査技術のポイント. INNERVISION, 2002; 17(3) 別冊付録: 5-9.
- 6) 丹羽潤, 真壁武司, 今泉俊雄ほか: 無症候性頸動脈狭窄症の plaque 評価 - 3次元 CT angiography 所見から -. 函館医誌, 2002; 26(1): 1-5.
- 7) Yamashita, Y., Takahashi, M., et al: Abdominal helical CT; Evaluation of optimal doses of intravenous contrast material - A prospective randomized study. Radiology, 2000; 216: 718-723.