



臨床技術

3DCTA, 3DMRA管腔透視(Transluminal)画像による
脳動脈瘤血管構築の透視観察横山千菜美・大迫知香¹⁾・佐藤 透²⁾論文受付
2002年6月17日論文受理
2002年8月19日Code Nos. 251
261

医療法人社団)涼風会 佐藤脳神経外科 診療放射線科

1)同・臨床検査科

2)同・脳神経外科

緒言

最近のcomputed tomography(CT), magnetic resonance imaging(MRI)装置や撮像技術など撮像系の進歩により, 高品質で詳細な生体三次元情報(volume data)が短時間で得られている。また, ワークステーションでの画像再構成技術の革新により, 生体情報を立体表示するthree-dimensional CT angiography(3DCTA), 3D-MR angiography(3DMRA)などの三次元画像が, 神経画像領域で急速に普及し, 特に脳動脈瘤の画像診断においては目覚ましい発展が認められる^{1)~11)}。

三次元画像では, 脳動脈瘤と親動脈などの空間的位置関係が立体表示され, 検査終了後も自由に再構成画像が得られるため, 単に脳動脈瘤の局在診断のみなら

ず, 脳動脈瘤の微細形態情報や脳動脈瘤血管構築の空間的位置関係が容易に把握可能である。また, computer visualization softwareの技術革新に伴い, ワークステーションを用いた画像再構成においては, 操作性の簡便化, 画像処理能力の向上, 画像再現性の確保などが担保され, 関心領域を強調した可視化画像を作成する環境が整ってきている。これらにより, volume dataから, 診断に役立つ関心領域をいかに選択し, それをどのように分かりやすく可視化し, 三次元画像に表示するかは, われわれ臨床放射線技師・臨床検査技師や放射線科医・脳神経外科医など画像作成者の画像技術に依るところが大きい。

今回, ワークステーションを使用して, CT値

Transluminal Imaging of Three-dimensional CT and MR Angiograms for Transluminal Observation of Angioarchitecture of Cerebral Aneurysms

CHINAMI YOKOYAMA, CHIKA OHSAKO,¹⁾ and TORU SATOH²⁾

Department of Diagnostic Radiology, Satoh Neurosurgical Hospital

1)Department of Clinical Laboratory, Satoh Neurosurgical Hospital

2)Department of Neurological Surgery, Satoh Neurosurgical Hospital

Received June 17, 2002; Revision accepted Aug. 19, 2002; Code Nos. 251, 261

Summary

To investigate the angioarchitecture of cerebral aneurysms, we studied various opacity curves to select specific volume data of CT and MR angiograms from the opacity charts of CT density or MR signal intensity distribution. We developed the method of transluminal imaging of CT and MR angiograms; the vessels and aneurysms were depicted transluminally through spaces between the rings of the vessel walls. Two cases of unruptured cerebral aneurysms were studied by transluminal imaging of three-dimensional CT and MR angiograms. The technical aspects of transluminal imaging and characteristics of volume data, obtained by CT and MR angiograms, were discussed.

Key words: Computed tomography (CT) angiogram, Magnetic resonance (MR) angiogram, Transluminal imaging, Volume-rendering technique, Computer visualization

別刷資料請求先: 〒729-0104

広島県福山市松永町5-23-23

医療法人社団佐藤脳神経外科 佐藤 透 宛

(density)あるいはMR信号強度(signal intensity)で表示されるvolume data分布図(opacity chart)から、さまざまな変換関数(opacity curve)を適用して関心領域を選択し、可視化画像に反映されるvolume data内容を検討し、管腔壁を透視して管腔構造物を観察することが可能な管腔透視(transluminal)画像を作成した⁹⁻¹¹⁾。本論文では、未破裂脳動脈瘤症例において、脳動脈瘤血管構築の透視観察に3DCTA、3DMRA transluminal画像を応用したので、transluminal画像の作成技術を述べ、可視化画像に反映されるCTA、MRAのvolume dataについて検討したので報告する。

1. 対象と方法

対象は、術前にCTA・MRAを施行した、未破裂前交通動脈瘤の2症例である。

CTAは、multi-detector row CT(HiSpeed Dual[®], GE-YMS社、東京)を用いて、非イオン性ヨード造影剤320mgI/ml(Optiray 320シリンジ[®], 山之内製薬、東京)を自動注入器(Dynamic CT injector MCT 320P[®], Medrad社、U.S.A.)を使用して、肘静脈より注入速度2ml/secで総注入量100mlを投与し、造影剤注入21秒後よりスキャン開始した。撮影条件は、管電圧140KV、管電流150mA、field of view 25cm、スライス厚1mm、detector 2列、テーブル移動速度0.75mm/sec、high qualityモード(ピッチ1.5)の撮影条件で、合計79スライスの連続スキャンを実施した。CTAの元画像volume dataは、コンソール上で、field of view 10cm、スライス厚0.5mmにデータ補間し、ワークステーション(Zio M900 3.0[®], AMIN社、東京)にDICOMデータ転送した⁵⁾。

MRAは、1.0T MRI(Signa HiSpeed[®], General Electric Medical Systems, Milwaukee, U.S.A.)を使用し、3D-TOF(time-of-flight)、SPGR(spoiled gradient recalled)法で撮影した。撮影条件は、TR 35ms, TE 3.9-4.1ms, flip angle 20[°], matrix 192×128, thickness 1.2mm, field of view 16cm, number of excitations 2回, magnetization transfer contrast(-), total scan time 8分49秒(2 slabs), total slice 60枚(2 slabs), zero-fill interpolation processing 2倍, overlap 8枚で、計104枚の元画像が得られた。これらMRAの元画像volume dataは、同様にワークステーションへ転送した⁵⁾。

parallel volume-rendering法を使用した3D CTA・MRAのtransluminal画像は、ワークステーション上で、元画像volume dataからいずれも15秒の再構成時間で作成した。CTAでは、元画像での管腔辺縁に相応するCT値の分析から、CT値95HU(0% opacity level)から105HU(100% opacity level)の上り坂関数を使用して(Fig. 1a), volume dataから血管内腔情報を抽出し、

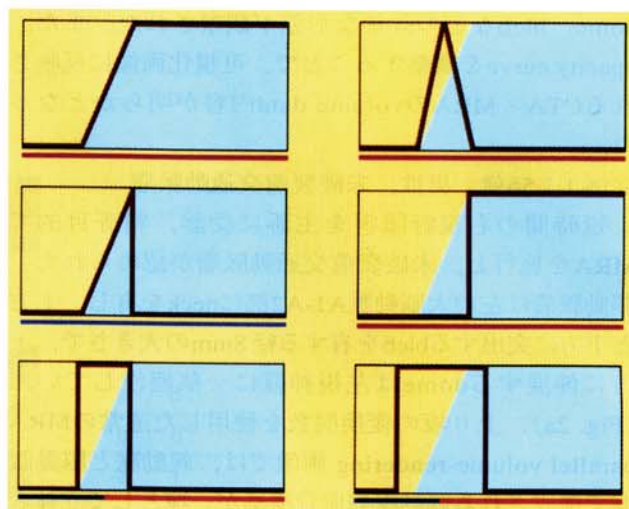


Fig. 1 Various opacity curves used for selecting volume data from the opacity chart.

- | | |
|---|---|
| a | b |
| c | d |
| e | f |
- (a) Routine ascending opacity curve for volume-rendering imaging.
 - (b) Spiky triangle opacity curve used for transluminal imaging to depict vessel walls as a series of rings.
 - (c) Selective opacity curve used for the ascending slope portion of the ascending volume-rendering curve in (a).
 - (d) Selective opacity curve used for plateau portion of the ascending volume-rendering curve in (a).
 - (e), (f) Square opacity curves used for selection of vessel wall data.

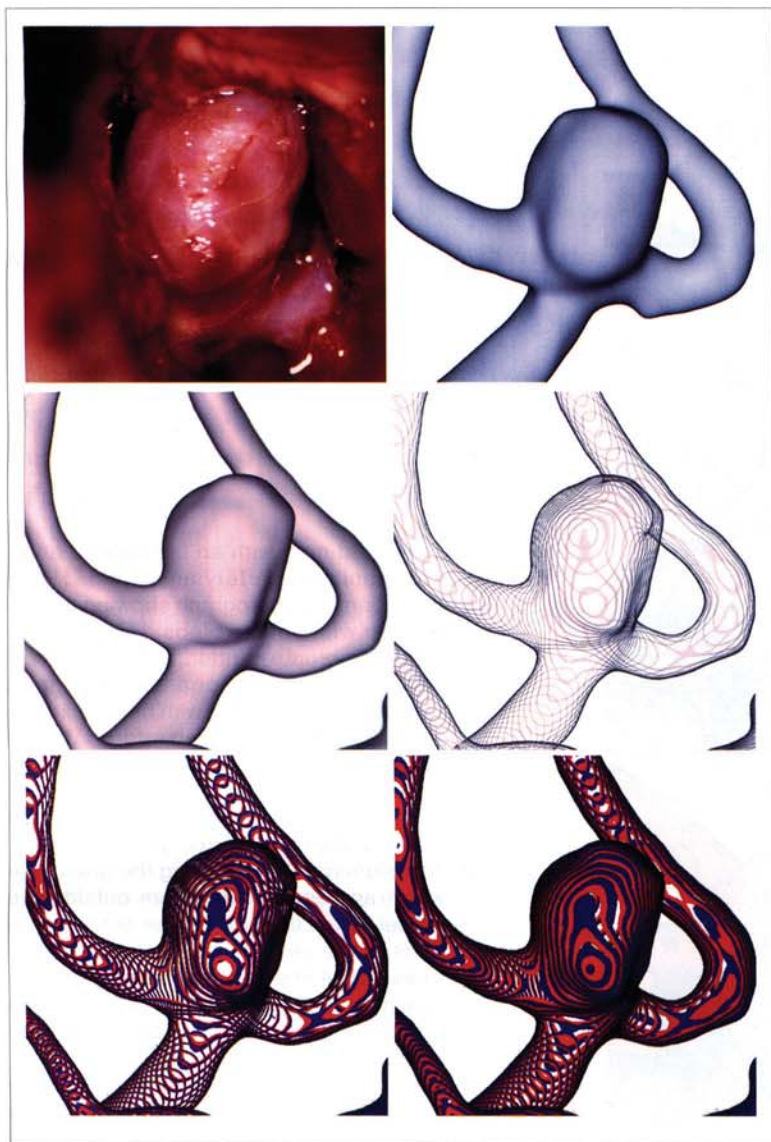
血管外から観察した血管内腔画像を作成した。続いて、同一観察視野から、CT値95HUから105HU(peak value 100HU, 100% opacity level)の急峻な二等辺三角形の関数を使用して(Fig. 1b), 血管壁情報を選択的に抽出し、管腔壁を透視して観察できるtransluminal画像を作成した。

同様に、MRAでは、信号強度220(0% opacity level)から250(100% opacity level)の上り坂関数を使用して(Fig. 1a), 血管内腔血流画像を作成し、また、信号強度230から240(peak value 235, 100% opacity level)の二等辺三角形の関数を使用して(Fig. 1b), 同一観察視野からのtransluminal画像を作成した。

また、さまざまなopacity curveを適用して(Fig. 1c-f), opacity chartから関心領域を限定的に選択して、あるいはいくつかの情報と組み合わせて、おのおのの情報に個別の色づけ階調を加味して、可視化画像に反映されるCTA、MRAの有するvolume dataを検討した。

2. 結果

3D CTA・MRA transluminal画像では、管腔壁を透視して脳動脈瘤血管構築が描出され、脳動脈瘤neck,



a	b
c	d
e	f

Fig. 3 A 59-year-old man with an unruptured anterior communicating artery aneurysm.

- (a) Intraoperative photograph showing the aneurysm with a small bulge at the front of the dome.
- (b) Routine volume-rendering three-dimensional computed tomographic angiogram showing the aneurysm.
- (c) Routine volume-rendering three-dimensional magnetic resonance angiogram (MRA) showing the aneurysm.
- (d) Transluminal MRA showing the transluminal view of the angioarchitecture of the aneurysm.
- (e) Vessel wall image obtained by a square opacity curve with narrow plateau used for visualization of the vessel wall.
- (f) Another vessel wall image obtained by a square opacity curve with wide plateau, showing difficulty of transluminal view due to narrowing spaces between rings of the vessel wall.

図(opacity chart)から、さまざまなopacity curveを適用して関心領域を選択し、可視化画像に反映されるCTA, MRA volume dataの情報伝達特性を検討した。

- 2) 管腔壁を透視して管腔構造物が観察可能な3D CTA, 3DMRA管腔透視(transluminal)画像を作成し、管腔壁を透視して脳動脈瘤と親動脈の空間的位

置関係を立体的に観察した。

- 3) Transluminal画像では、脳動脈瘤dome, blebなどの微細形態や開口部の評価が可能で、脳動脈瘤血管構築が透視観察可能なため、脳動脈瘤の血管内治療や開頭手術の術前シミュレーションに有用と思われる。

参考文献

- 1) 田邊純嘉, 大滝雅文, 上出廷治, 他: Three-dimensional CT angiography (3D-CTA)による破裂・未破裂脳動脈瘤の診断. 脳外, 23, 787-795, (1995).
- 2) 奥山 徹, 斎藤孝次, 平野 亮, 他: 脳動脈瘤手術におけるMRA, 3D-CTAの発達と脳血管撮影の適応の変化. 脳外, 26, 607-612, (1998).
- 3) 加藤庸子, 片田和廣, 小倉祐子, 他: 脳動脈瘤に対する脳外科治療戦略のためのヘリカルCTの役割と最近の進歩. 脳外誌, 9, 491-496, (2000).
- 4) 佐藤正憲, 遠藤雄司, 松本正人, 他: Three-dimensional CT angiographyによる急性期破裂脳動脈瘤手術. 脳外誌, 10, 18-26, (2001).
- 5) 佐藤 透: AMIN三次元画像解析システムの臨床応用. pp. 212-218, 高倉公朋編: 脳神経外科の最先端NO. 2-21世紀の新領域とニューテクノロジー, 第6章, 第1節, 先端医療技術研究所, 東京, (2000).
- 6) 佐藤 透: 骨構造を透視したCT Angiography透過画像による脳動脈瘤構築の解析. 脳外, 29(6), 511-518, (2001).
- 7) 佐藤 透: 脳動脈瘤診断におけるボリュームレンダリング法による三次元MRA (3D-MRA)の有用性. 画像診断, 21, 886-891, (2001).
- 8) 佐藤 透: 管腔壁を透視した3D-MR angiography transluminal画像による脳動脈瘤構築の解析. 脳外, 29, 951-959, (2001).
- 9) Satoh T: Transluminal imaging with perspective volume rendering of computed tomographic angiography for the delineation of cerebral aneurysms. Neurologia medico-chirurgia 41: 425-430, (2001).
- 10) 佐藤 透, 横山千菜美, 大迫知香: 脳動脈瘤構築解析における管腔壁を透視した三次元MRA transluminal画像の基礎的検討. CI研究, 23, 117-123, (2001).
- 11) 佐藤 透: 脳動脈瘤構築解析における3D-CTA・MRAの情報伝達特性. 脳外, 30, 487-493, (2002).
- 12) 高原太郎, 今村恵子, 中島康雄, 他: 画像コントラストの観点からみたCTとMRIの相違. pp. 8-18, 石川 徹: CTとMRIの使い分け-効率的画像診断のstrategy. メジカルビュー社, 東京, (1997).

図表の説明

Fig. 1 さまざまな変換関数によるopacity chartからの関心領域の選択.

- (a) 通常のvolume-rendering画像に用いられる変換関数.
- (b) Transluminal (管腔透視)画像で用いた急峻な二等辺三角形の変換関数.
- (c) 通常のvolume-rendering画像で用いた変換関数の上り坂部分のみを限定した変換関数.
- (d) 通常のvolume-rendering画像で用いた変換関数の頂上plateau部分のみを選択した変換関数.
- (e), (f) 管腔壁を描出するための幅の異なる矩形の変換関数.

Fig. 2 56歳, 男性, 未破裂前交通動脈瘤.

- (a) 手術写真では上前方と下側方に伸展する二つのblebを有する脳動脈瘤が認められる.
- (b) 通常のMRA volume-rendering画像でも同様な脳動脈瘤が認められる.
- (c) 上り坂関数を用いた通常のCTA volume-rendering画像.
- (d) 急峻な二等辺三角形の変換関数を用いて作成したtransluminal (管腔透視)画像. 管腔壁のring構造の間隙を透視して構造物が観察できる.
- (e) 通常のvolume-rendering画像で用いた変換関数の上り坂部分のみを選択した変換関数による管腔壁に相当する画像.
- (f) 通常のvolume-rendering画像で用いた変換関数の頂上plateau部分のみを選択した変換関数による管腔内容に相当する画像.

Fig. 3 59歳, 男性, 未破裂前交通動脈瘤.

- (a) 手術写真ではdome前壁に隆起性病変を伴う脳動脈瘤が認められる.
- (b) 通常のCTA volume-rendering画像でも同様な脳動脈瘤が認められる.
- (c) 上り坂関数を用いた通常のMRA volume-rendering画像.
- (d) 急峻な二等辺三角形の変換関数を用いて作成したtransluminal (管腔透視)画像. Ring構造で構成される管腔壁を透視して脳動脈瘤血管構築が観察できる.
- (e), (f) 幅の異なる矩形の変換関数を用いた管腔壁の描出; ringで示される管腔壁の厚みは変換関数である矩形の幅に依存するため, 矩形の幅の増大に伴い管腔壁のring構造の間隙が狭小化され, 管腔構造の透視観察が困難となる.