

〈原 著〉



脳動脈瘤構築解析における管腔壁を透視した 3次元 MRA transluminal 画像の基礎的検討

佐藤 透* 横山千菜美** 大迫 知香**

Transluminal Imaging of Three-dimensional MR Angiography for the Delineation of Cerebral Aneurysms

Toru Satoh*, Chinami Yokoyama**, and Chika Ohsako**

Departments of *Neurological Surgery and **Diagnostic Radiology, Ryofukai Satoh Neurosurgical Hospital

(Received May 17, 2001)

Summary : We used transluminal imaging with perspective volume rendering of magnetic resonance angiography in patients with unruptured cerebral aneurysms. Selective changes in the opacity chart of signal intensity values, based on a spiked peak curve, represented the contour of the vessel and aneurysmal walls as a series of rings.

This representation provided transluminal views from inside or outside the vessel lumen through the spaces between the rings. This imaging technique allowed direct visualization of underlying objects and offered an extensive perspective view of the architecture of an aneurysm, including its parent arteries. The images go through the overlying vessel or aneurysmal walls, or both, in a single view. Transluminal imaging may provide useful adjunct information regarding intra- and extraluminal perspectives required for the diagnosis of cerebral aneurysms. It may also be used to simulate interventional and surgical procedures being considered to treat cerebral aneurysms.

Key Words : Magnetic resonance angiography, Intracranial aneurysm, Perspective volume rendering, Virtual endoscopy, Transluminal imaging

使用機種 : MRA / Signa MRI HiSpeed[®] 1.0T, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA, ワークステーション / Pegasus Viewer[®] 2.0, AMIN 社, 東京

はじめに

近年のワークステーションにおける画像再構成技術の進歩により、MR angiography (MRA) で得られた生体内 3 次元構造の連続情報 (volume data) の画像解析に、従来の平行投影法による surface rendering 法や volume rendering (VR) 法などの 3 次元画像表示, three-dimensional MRA (3D-MRA)^{6) 9)} に加えて, perspective VR 法^{1) 4)} による仮想神経内視鏡 (virtual neuro-endoscopy, VNE) 画像や仮想血管内視鏡 (virtual vascular-endoscopy, VVE) 画像など, 遠近投影法を用いた仮想内視鏡画像が作成され, 脳動脈瘤など脳血管病変の MRA

診断に臨床応用されている^{2) 6) 7) 10)-12)}.

仮想内視鏡画像は, 脳動脈瘤や親動脈など脳動脈瘤構築を遠近感のある一枚の立体画像で表示可能である. そのなかで, VNE 画像では脳動脈瘤 bleb や neck などの微細表面形態が描出され, VVE 画像では脳動脈瘤内腔, 親動脈開口部の内面形態が観察可能であり, 仮想内視鏡画像は, 脳動脈瘤の診断のみならず血管内治療や開頭手術時のシミュレーションにも有用である. しかしながら, これまでの仮想内視鏡画像では, 管腔が一塊の構造物として描出されたため, 管腔壁を透視して管腔外から管腔内を, あるいは管腔内から管腔外を観察することは不可能であった^{7) 10)}.

今回, この問題点を解決すべく, 画像解析に perspective VR 法を用いて, volume data から脳動脈瘤や親動脈など管腔壁構

*医療法人社団涼風会 佐藤脳神経外科【連絡先: 〒729-0104 福山市松永町 5 丁目 23-23】 **同 診療放射線科

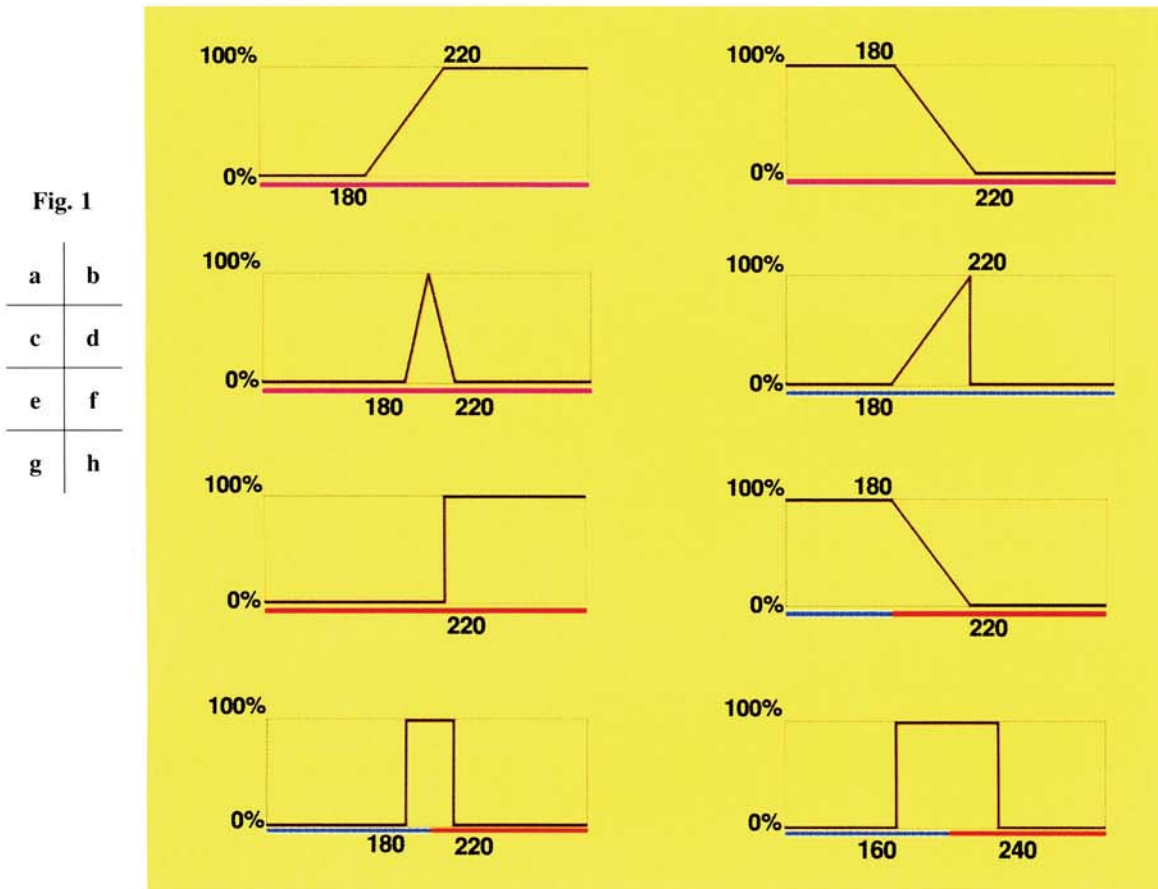


Fig. 1 Schematic illustration of opacity curves used in the opacity chart of MR signal intensity values for virtual neuro-endoscopic images, VNE (a), virtual vascular endoscopic images, VVE (b) and transluminal imaging, TL (c). Effect of the opacity curve on rendering images is studied by changing each opacity curve (d-h).

造に相応する関心領域のみを選択的に抽出し、管腔壁を ring 状の構造物として描出する 3D-MRA transluminal (TL) 画像を独自に創作した¹¹⁾。TL 画像では、管腔壁が一連の ring 構造として断続的に描出されるため、ring と ring の間隙から管腔壁を透視して、管腔内あるいは管腔外の視点から脳動脈瘤構築を自由に観察することが可能になった。本稿では perspective VR 法による仮想内視鏡画像作成の自由度と TL 画像の作成方法の実際について述べ、脳動脈瘤構築解析における TL 画像の有用性とその限界および今後の展望につき報告する。

対象と方法

対象は、脳神経外科一般外来受診者で原因精査として MRA を施行し、未破裂脳動脈瘤と診断された 2 症例である。

MRA は、1.0T MRI (Signa MRI HiSpeed[®], General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA) 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, スライス厚 1.2 mm, field of view 16cm, number of excitations 2 回, magnetization transfer (-), 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。これらの元画像は、外来診察デスクトップのワークステーション (Pegasus Viewer[®] 2.0, AMIN 社, 東京) に DICOM 通信でデータ転送した⁶⁾。ワークステーションでは、元画像 volume data を 0.6mm スライス厚のボクセルに補完したのち画像解析を行なった。VR 法を使用した通常の 3D-MRA 画像は、約 20 秒の再構成時間で作成し、関心領域以外の不必要な信号を除去したのち、20 インチ液晶画面上に表示し、多方向から観察して脳動脈瘤と診断した。

Perspective VR 法を使用した仮想内視鏡画像は以下の要領で、いずれも約 30 秒の再構成時間で作成した。

① VNE 画像は、MRA 元画像 volume data の MR 信号強度の解析から、信号強度 180 (0% opacity level) から 220 (100% opacity level) の上り坂関数の opacity curve を使用し、opacity chart から管腔内構造物に相応する関心領域を選択的に抽出した (Fig. 1 a) .

② VVE 画像は、信号強度 180 (100% opacity level) から 220 (0% opacity level) の下り坂関数の opacity curve を使用し、opacity chart から管腔外構造物に相応する関心領域を選択的に抽出した (Fig. 1 b) .

③ TL 画像は、信号強度 180 から 220 (peak value 200, 100% opacity level, window width 40) の急峻な二等辺三角形の関数の opacity curve を使用して、管腔構造辺縁部、すなわち管腔壁に相応する関心領域のみを選択的に抽出した (Fig. 1 c) .

④ VNE 画像、VVE 画像で管腔構造物として描出される volume data 内容を解析する目的で、VNE 画像、VVE 画像で使用した opacity curve を二つに分割、色付けした画像を作成した (Fig. 1 d, e, f) .

⑤ TL 画像で ring 構造として描出される管腔壁構造物の volume data 内容を解析する目的で、TL 画像で使用した opacity curve の window width を増幅・色付けし、volume data の管腔壁構造描出に及ぼす相違を画像表示した (Fig. 1 g, h) .

これら①～⑤の画像解析結果から、以下の項目について検討した。

(1) 血管外より見た脳動脈瘤と親動脈の VNE 画像とその TL 画像、および親動脈内腔から見た脳動脈瘤開口部の VVE 画像とその TL 画像をそれぞれ同一観察方向から作成し、それぞれの画像における脳動脈瘤構築の描出能について対比検討した。

(2) VNE 画像、VVE 画像に反映される管腔構造物とそれに相応する volume data の内容を解析した。

(3) TL 画像に反映される管腔構造物辺縁部での管腔壁構造とそれに相応する volume data の内容を解析した。

結 果

Perspective VR 法を使用した VNE 画像では、脳動脈瘤構築が管腔外の視点で遠近感のある立体画像として描出され、脳動脈瘤 neck, dome, bleb など管腔構造物の微細表面形態が観察された。しかしながら、観察視野は脳動脈瘤や親動脈など管腔構造物の重畳により制限され、一方向からの観察では脳動脈瘤構築の全体像は把握困難であった。一方、VVE 画像では、管腔内の視点で脳動脈瘤内腔の表面形態が表示され、脳動脈瘤 neck での親動脈開口部や dome, bleb の内面が管腔内から詳細に観察された。しかし、管腔全体が壁構造のため VVE 画像単独では、観察部位や観察方向など観察視点の位置情報を把握することは困難であった。これらに対し、TL

画像では、親動脈や脳動脈瘤など管腔構造物辺縁部の管腔壁が一連の ring 構造として断続的に描出されたため、ring と ring の間から管腔壁を透視して管腔内から管腔外を、あるいは管腔外から管腔内を自由に観察可能であり、TL 画像自体で観察視点の位置情報が把握された。また、TL 画像では、脳動脈瘤と親動脈との立体的位置関係が脳動脈瘤壁や管腔壁を透視して観察されたため、脳動脈瘤構築の全貌が一枚の立体画像で表示可能であった。

○症例 1: 未破裂中大脳動脈瘤。

3D-MRA 画像 (Fig. 2 a) では、左中大脳動脈水平部 (M1) で、frontotemporal artery 分岐部に前側方に突出する 3mm の未破裂脳動脈瘤が認められた。前上方から観察した VNE 画像 (Fig. 2 b) では、脳動脈瘤体部から起始する分岐血管の連続性が明瞭に描出されたが、M1 より直接隆起する脳動脈瘤 neck は dome に一部遮られてその全周は明らかでない。同一観察視野の TL 画像 (Fig. 2 e) では、脳動脈瘤 neck の全周と dome から分岐する血管開口部が脳動脈瘤壁構造を透視して描出された。

VNE 画像に反映される管腔構造物とそれに相応する volume data 内容を解析するために、VNE 画像作成に使用した opacity curve から、その上り坂部分の volume data とその後の高信号強度すべての volume data とを分離し、それぞれを青と赤に色付けして別個に画像作成した (Fig. 1 d, e) . その結果、上り坂部分の volume data で作成された画像 (Fig. 2 c) では、管腔構造物の辺縁部、すなわち管腔の壁構造が ring 状に表示された。一方、それ以外の高信号強度すべての volume data で作成された画像 (Fig. 2 d) では、残りの管腔内容を反映した管腔構造物が一塊として表示された。

M1 内腔の視点から観察した VVE 画像 (Fig. 2 f) では、脳動脈瘤は M1 に直接開口部を有し、前側方に隆起した dome 前上面に分岐血管の開口部が描出された。同一観察視野の TL 画像 (Fig. 2 g) では、M1 血管壁と脳動脈瘤壁構造を透視して、下側方に屈曲走行する M1 遠位部とそれに続く M2、さらに脳動脈瘤体部から直接起始して前側方に走行する frontotemporal artery が管腔壁構造を透視して明瞭に描出され、M1 内腔から脳動脈瘤構築の全貌が観察された。

VNE 画像で行なったと同様に、VVE 画像に反映される管腔構造物とそれに相応する volume data 内容を解析するために、VVE 画像作成に使用した opacity curve において、低信号強度の volume data を青で、その後の下り坂部分以後の volume data を赤で色分けすると (Fig. 1 f) , 管腔構造辺縁部の管腔壁構造を反映する赤い ring 構造とそれ以外の管腔構造物を反映する青い壁構造で構成された VVE と同一形態の画像が表示され、画像に反映される構造物の内容が明らかとなった (Fig. 2 h) .

○症例 2: 未破裂前交通動脈瘤。

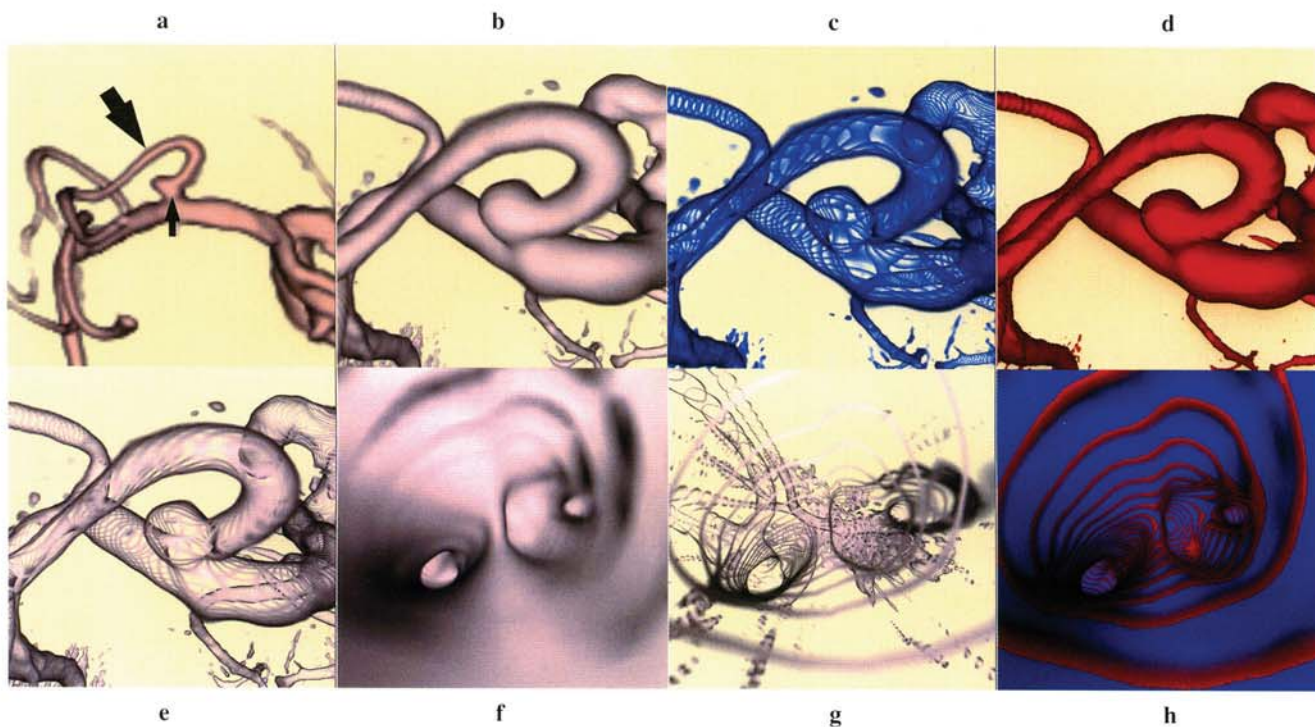


Fig. 2 A 63-year-old woman with an unruptured middle cerebral artery aneurysm (Case 1).

- a:** 3D-MRA image, superior-inferior direction. *Large and small arrows* indicate the viewing perspectives for the VNE and for the VVE, respectively. The aneurysm appears to arise at the horizontal portion (M1) of the left middle cerebral artery with a frontotemporal artery branched directly from the aneurysmal dome.
- b:** 3-D MRA VNE image, left frontal projection, indicated by a *large arrow* on the image **a**.
- c:** An image consisting of the climbing slope portion in the opacity curve as shown in **Fig. 1 d**, representing the vessel wall as a series of rings.
- d:** An image selected by the opacity curve as shown in **Fig. 1 e**, showing volume data over 220 on the opacity chart, demonstrating the vascular structure without its wall.
- e:** TL image from the same projection as that in **b**. The orifices of the aneurysm and the branching artery coincide at the neck and its dome as they pass through the wall of the aneurysm.
- f:** VVE image viewed from inside the middle cerebral artery (M1), shown by a *small arrow* on the image **a**. The orifices of the aneurysm and the branching artery coincide at the neck and its dome as they pass directly inside the parent artery.
- g:** TL image, from the same perspectives as that in **f**, demonstrates an aneurysm with its parent and branching arteries with their running courses, passing through the vessel.
- h:** VVE image consisted of the volume data in the declining slope between 220-180 in the opacity curve represented in red, and the residual volume data below 180 represented in blue.

3D-MRA 画像 (**Fig. 3 a**) では、左前大脳動脈 (A1) dominant で右前側方と下方に突出する bleb を有する径 8mm の前交通脳動脈瘤が認められた。手術術野写真 (**Fig. 3 b**) では、脳動脈瘤は視交叉上部に位置し、下方に進展する dome は左視神経に一部埋没していた。手術術野と同一観察方向の VNE 画像 (**Fig. 3 c**) では、術野所見と同様の脳動脈瘤構築が

遠近感ある立体画像として表示された。しかしながら、下方に進展した dome は前側方に進展する dome と一部重畳し、また、親動脈開口部は dome や管腔構造物に遮られたため脳動脈瘤構築の全体像は観察できなかった。同一観察方向からの TL 画像 (**Fig. 3 d**) では、右前側方に進展する dome を透視して下方の dome 辺縁部が明瞭に描出され、重畳する管腔構造

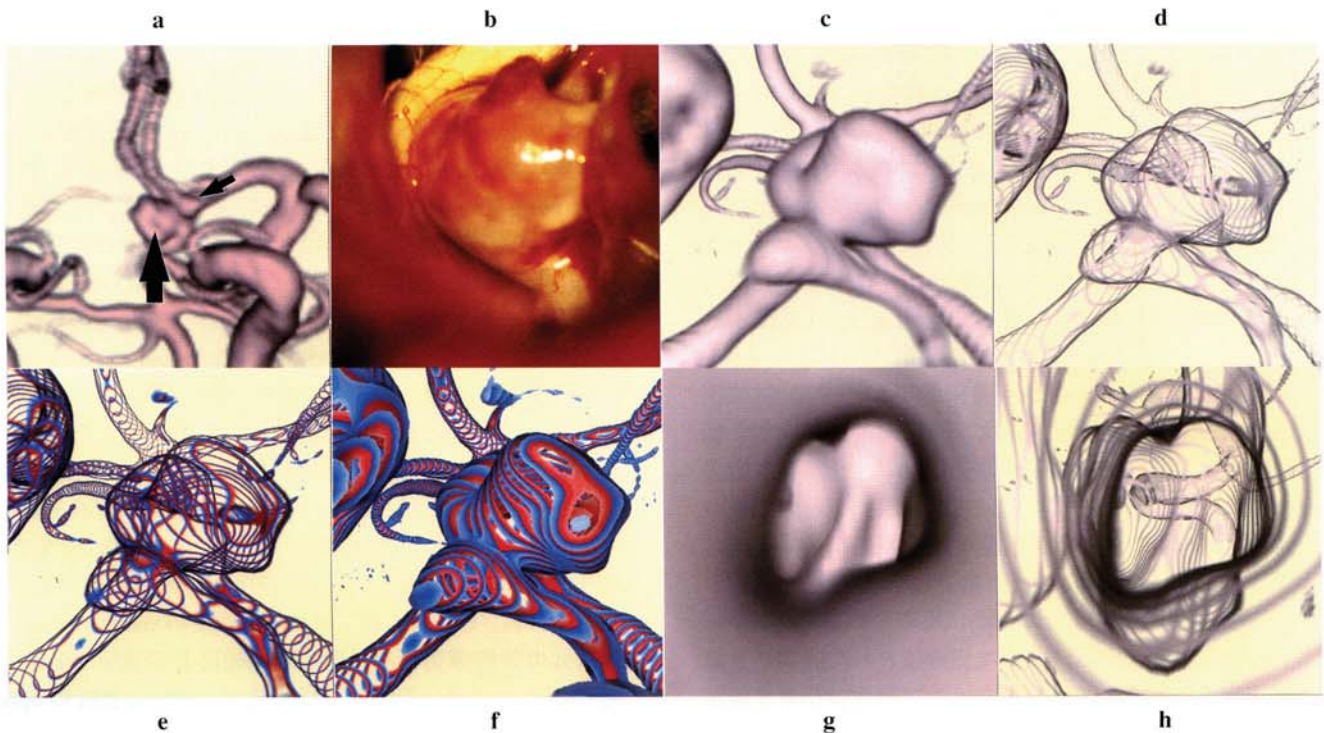


Fig. 3 A 55-year old man with an unruptured anterior communicating artery aneurysm with blebs directed inferiorly and laterally (Case 2).

a: 3D-MRA image, anterior-posterior projection. *Large and small arrows* indicate the viewing points for the VNE (**c-f**) and for the VVE (**g, h**), respectively.

b: An operative view of the aneurysm.

c: 3-D MRA VNE image indicated by a *large arrow* on the image **a**, representing the similar projection as shown on the photo. The aneurysm appears to arise from the left anterior cerebral artery (A1) and the anterior communicating artery.

d: TL image from the same projection as that in **c**. TL image represents the vessel wall as a series of rings, so that the lateral margin of the inferior bleb and orifices of the left A1, left A2, and right A2 coincide at the neck, where they pass through the wall of the aneurysm.

e, f: TL images represented by the opacity curve with the square peak between 180-220 (**Fig. 1 g**), and 160-240 (**Fig. 1 h**), respectively.

g: VVE image viewed from inside the left A1, as indicated by a *small arrow* on the image **a**.

h: TL image, from the same perspectives as that in the image **g**, represents the aneurysmal blebs, with the orifice of the right A2 and its running course.

物や脳動脈瘤壁を透視して左 A1, 左 A2, 右 A2 開口部が観察され, 脳動脈瘤構築の立体的位置関係の全貌が把握された。

TL 画像に反映される管腔壁の volume data を解析するため, 信号強度 180 から 220 (peak value 200, 100% opacity level, window width 40) の急峻な二等辺三角形の関数の opacity curve (**Fig. 1 c**) に代えて, 信号強度 180 から 220 (100% opacity level), window width 40 の角柱状の関数 (**Fig. 1 g**) と信号強度 160 から 240 (100% opacity level), window width 80 の四角形の関数 (**Fig. 1 h**) を用いて opacity chart から volume data を

選択的に抽出し, volume data を青と赤で色分けした管腔壁画像を作成した。その結果, 管腔壁構造は青と赤の縞模様の ring 構造で表示されたが, ring の幅が opacity curve の window width に依存して拡大したため, ring と ring の隙間は減少し, 管腔壁を透視して管腔構造物を観察することは次第に困難となった (**Fig. 3 e, f**)。

左 A1 内腔から観察した脳動脈瘤 neck の VVE 画像 (**Fig. 3 g**) では, 前側方と下方に進展する dome の開口部と右 A2 開口部の一部が観察された。同一観察方向からの TL 画像

(Fig. 3 h) では、左 A1 壁と脳動脈瘤壁とを透視して、右前側方と下方に進展する dome と bleb, 右 A2 開口部とその走行など脳動脈瘤構築の空間的位置関係の全貌が表示された。

考 察

最近の MRI 装置や撮像技術など撮像系の革新とそれから得られた volume data のワークステーションでのコンピュータ画像処理技術の目覚ましい進歩により、MRA による脳動脈瘤など脳血管病変の診断に、従来の 2 次元 maximum intensity projection (MIP) 画像に加えて 3D-MRA 画像、さらに perspective VR 法を用いた仮想内視鏡画像が臨床応用され、脳動脈瘤構築の空間的位置関係が把握し易くなっている^{2) 4) 6) 7) 9) 11) 13)}。仮想内視鏡画像は、volume data から得られたボクセル値の rendering に際して、物体と反対側に有限な視点を一点想定し、仮想的な線分がすべてこの点を通り仮想スクリーンを抜けて放射状に広がり投影作成される遠近投影画像である^{1) 4)}。仮想内視鏡画像では、構築物のなかに視点を置き、内部から見た周辺構築物が遠近感のある 3 次元画像として表示される。これにより、視点に近い物体は大きく遠い物体は小さく表示され、視点と視野角を調整することで視点近傍の物体を広範囲に表示し、物体の詳細な表面形態や管腔構築物の連続性が観察可能となる^{1) 2) 4) 7) 10) 11) 13)}。

VNE 画像は、仮想内視鏡画像のひとつで、fly-through, fly-around, virtual cisternography とも呼ばれ、神経内視鏡に類似した管腔外の視点から管腔構築物の外表形態が可視化画像として立体表示される^{2) 7) 11)}。VNE 画像では、脳動脈瘤 neck 近傍で脳動脈瘤と流入・流出親動脈との間に入り込んで脳動脈瘤構築を観察できるため、単なる拡大処理では得られない臨場感ある operative view が表示可能である。また、脳動脈瘤と親動脈の位置関係が遠近感のある立体画像として拡大表示されるため、脳動脈瘤 neck での血管構築、脳動脈瘤 dome や bleb の微細な表面形態が評価可能である。しかしながら、脳動脈瘤と親動脈が重畳する場合や dome が大きく neck が隠されてしまう場合には観察視野が制限され、一方向からだけでは脳動脈瘤構築の描出が不十分となる。

一方、VVE 画像は、視点を管腔内に置くことにより脳動脈瘤や親動脈などの管腔内面を立体表示することが可能で、遠近感のある擬似的な血管内視鏡像が得られる^{10) 12)}。VVE 画像では、親動脈内腔の視点から脳動脈瘤開口部の形状や脳動脈瘤内から見た親動脈開口部、脳動脈瘤 dome や bleb の陥凹など内腔表面形態の詳細が評価可能である。しかし、VVE 画像自体には観察視点の血管内位置情報が表示されないため、元画像や再構成画像に表示された観察部位と観察方向から観察視点のオリエンテーションを別途把握することが必要となる^{10) 11) 13)}。

これまで perspective VR 法を使用した仮想内視鏡画像では、

脳動脈瘤や親動脈などの管腔構築物は high intensity を示す一塊の構築物として表示されてきた^{1) 13)}。Volume data の rendering に際して、VNE 画像では intensity の低い管腔外領域の視点から intensity の高い管腔の表面構造が可視化される。また VVE 画像では intensity の高い管腔内領域の視点から intensity の低い管腔辺縁構造が内腔表面として表示されてきた。これらの画像では、構築物は基本的に壁構造で境されるため、管腔の内部構造や重畳した構築物の向こうにある物体を観察することは不可能であった。

これらの問題点を解決すべく、われわれは、perspective VR 法を使用して画像に反映される管腔構築物の volume data を解析した。その結果、VNE 画像では、上り坂部分の volume data は、管腔壁を ring 状構造として表示し、それ以外の高信号強度すべての volume data は、残りの管腔内容を一塊の構築物として表示することが判明した。また、VVE 画像では、下り坂部分の volume data は、管腔壁を反映した ring 構造として表示され、その後の低信号強度すべての volume data は、それ以外の管腔構築物を一面の壁構造として表示することが明らかとなった。これらの結果より、volume data の opacity chart から急峻な spiked curve の変換関数の opacity curve を使用し、high intensity を示す管腔構築物の管腔壁に相応する境界面のみを選択的に抽出することで、脳動脈瘤や血管壁など観察視野の障害となる管腔壁構造が断続的な ring 構造として表示される TL 画像が得られた¹¹⁾。TL 画像では、管腔構造の境界面が一連の ring 構造で構成されるため、ring と ring の間を通して管腔外から管腔内部あるいは管腔内から管腔外部を透視観察することが可能であった。また、TL 画像は、opacity の低減を伴わない鮮明な透過画像であり、単一の opacity curve のみで関心領域を管腔内・外のいずれの視点からも自由に観察可能であった。しかしながら、MRA の volume data における信号強度は個々の生体で異なるため、管腔壁に相応する絶対的な値はなく、個々の volume data に応じて抽出閾値を調節して最適な信号強度で TL 画像を作成することが肝要と考えられた。

TL 画像では、従来の VNE 画像や VVE 画像と比較して、脳動脈瘤と親動脈の血管構築が管腔壁を透視して立体的に観察されるため、脳動脈瘤構築の空間的位置関係が画像自体から容易に把握される。そのため、脳動脈瘤 neck, dome, bleb の微細形態や親動脈開口部の評価など脳動脈瘤の内腔診断において TL 画像は有用な画像再構成法のひとつと考えられる。また、TL 画像は血管内治療や開頭手術シミュレーションにも容易に応用可能である^{5) 6) 11)}。今後の展望として、volume data の解析に perspective VR 法を使用することで関心領域の data を選択的に抽出することが可能であり、3D-MRA TL 画像など撮像系の有する情報伝達特性を踏まえた、臨床に役立つ 3 次元可視化画像が作成可能になるものと思われる。

本論文の要旨の一部は、第24回日本脳神経CI学会(2001年3月2-3日, 福井)において発表した。

文 献

- 1) 畦元将吾, 平松慶博, 松本和彦: Virtual endoscopyの基本原理と臨床応用領域における有用性. 日本臨床 **57**: 1911-1919, 1999
- 2) Fellner F, Blank M, Fellner C, et al: Virtual cisternography of intracranial vessels: a novel visualization technique using virtual reality. Magn Reson Imaging **16**: 1013-1022, 1998
- 3) Kato Y, Sano H, Katada K, et al: Clinical usefulness of 3-D CT endoscopic imaging of cerebral aneurysms. Neurol Res **18**: 98-102, 1996
- 4) Rubin GD, Beaulieu CF, Argiro V, et al: Perspective volume rendering of CT and MR images: applications for endoscopic imaging. Radiology **199**: 321-330, 1996
- 5) 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3-D CTA 仮想内視鏡の有用性. 脳神経外科速報 **10**: 285-290, 2000
- 6) 佐藤 透: AMIN 三次元画像解析システムの臨床応用: 高倉公朋: 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, 212-218, 2000
- 7) 佐藤 透: Perspective volume rendering法を使用した3D-MR angiography fly-through画像による脳動脈瘤の描出. 脳外 **29**: 181-186, 2001
- 8) 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**: 517-524, 2001
- 9) 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
- 10) 佐藤 透: 3D-MRA・仮想血管内視鏡による脳動脈瘤の内腔診断. 脳外誌 **10**: 518-524, 2001
- 11) 佐藤 透: 管腔壁を透視した3D-MRA transluminal画像による脳動脈瘤構築の解析. 脳外 **29**: 951-959, 2001
- 12) Satoh T: Transluminal imaging with perspective volume

rendering of computed tomographic angiography for the delineation of cerebral aneurysms. Neurol Med Chir (Tokyo) **41**: 425-430, 2001

- 13) Shigematsu Y, Korogi Y, Hirai T, et al: New developments 2. Virtual MR endoscopy in the central nervous system. J Magn Reson Imaging **8**: 289-296, 1998

Comments

本論文は、Time of Flight (TOF) 法で得られた、MR angiographyの画像の解析法として、perspective volume rendering (PVR)を用いて、血管のvolume dataから、脳動脈瘤や親動脈等の管腔壁構造に相当する3D-MRA transluminal画像を作成する研究である。管腔壁を一連のリング構造として断続的に描出することにより、管腔内外の視点からも血管内外の構造を、自由に観察することを可能にした方法で、MRAの画像を詳細に分析する方法として、優れた研究である。問題点としては、MRAデータ処理の煩雑さが解決されていない。しかも元画像は、TOFにより、動脈の血流中の水素スピント周囲組織の静止水素スピンの信号強度の差を3次元画像化したデータであり、最近高性能化したDSAのデータを3次元化した3D-angiographyの詳細な画像と比較した場合には、信頼性においても劣っている。さらに、動脈瘤頸部近傍の細い穿通枝の描出も不可能である。しかし、高価なハードを必要とせず、現有の機器を用いてソフト面の改良でチャレンジしている著者らの努力は評価できるし、更なる改善を期待したい。

田中 達也 (旭川医科大学 脳神経外科)

脳動脈瘤の診断・治療における3次元MRA特にtransluminal画像の有用性に関する論文で著者等の一連の研究である。動脈瘤を外から、また、血管内から観察でき、且つ管腔壁を透視化させたもので、より実際的な立体的評価を可能ならしめたものでありneck clippingや血管内治療を行う際に極めて有益な情報を与えるものである。また、従来のMIP画像によるMRAに比し精度の高いもので、3D-CT vascular endoscopic imagingに匹敵しうるものと思われ、より非侵襲的検査法として今後益々活用されるであろう。

上松 右二 (和歌山医科大学 脳神経外科)

