

MRA・MRI 画像における脳腫瘍関連血管の効果的な提示法

高橋裕次郎[†] 松田浩一[†] 藤原俊朗[‡]

岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科[†] 岩手医科大学先端医療研究センター[‡]

1. はじめに

脳腫瘍に対して的確な手術を施すためには、脳神経外科医が、腫瘍内部を走行する血管を術前までに把握することが重要である。一般に、医師らは、腫瘍と血管との関係を確認する際に、血流を強調して撮像する MRA (Magnetic Resonance Angiography) 画像の 3 次元可視化結果と、腫瘍や脳組織の描出に優れる MRI (Magnetic Resonance Imaging) 画像を見比べる。

MRA 画像と MRI 画像を確認する際に、腫瘍による血管走行の変異により、腫瘍の内部や近傍を走行する血管と、腫瘍との 3 次元的な関係を把握することが困難な場合がある。

先行研究[1]では、以下の手法により複雑な血管走行においても、腫瘍との正確な 3 次元の位置関係を把握可能にした。

- (1) MRA データの血管を 2 次元像として表示する MIP (Maximum Intensity Projection) に、MRA が本来持つ 3 次元的な奥行き情報を付与する事で、MIP 画像上にて血管の 3 次元位置を特定可能とする。
- (2) 特定した血管走行上の位置に対応する MRI 画像上の位置を表示する。

先行手法[1]の問題として、実際に血管走行が腫瘍内部及び近傍にあるという判別は MRI 断層画像上でのみ確認可能であり、MIP 表示上における腫瘍の 3 次元的な可視化は不可能であった点が挙げられる。本稿では特に腫瘍の内部にある血管経路を探索し、腫瘍とともに 3 次元表示上において腫瘍と血管との関係を明示的に可視化する手法を提案する。

2. 脳腫瘍に関連する血管

術前計画を立てる際に、医師は特に以下の特徴を持つ血管について注目する。

- 腫瘍内部での血管経路 (図 1 (ア))
 - 腫瘍組織との癒着等により形状・走行が大きく変位する。
- 腫瘍近傍での血管経路 (図 1 (イ))
 - 腫瘍との圧迫により走行が変位する。

本稿では上記 2 つの血管を「脳腫瘍に関連する血管」(以後、関連血管)として定義する。

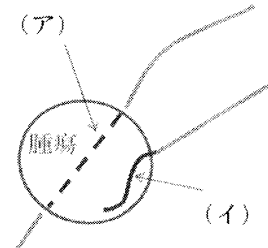


図 1:腫瘍に関連する血管の定義

3. 提案手法

本研究では MRI・MRA 画像を用いた脳腫瘍に関連する血管の探索及び提示を目的としている。本稿では関連血管の中でも、腫瘍内部での血管経路についての探索・提示を行う。

本稿では選択された血管と脳腫瘍から、腫瘍内部を走行している血管を判別し、色分けして提示する。また、腫瘍内部へ侵入後の血管と腫瘍の 3 次元的位置関係を確認するために、ボリュームレンダリングによる脳腫瘍と血管との合成表示を行う。

3.1. 腫瘍領域の抽出

本稿では脳腫瘍の抽出を容易にするため造影剤投与後の MRI 画像を用いた。

MRI・MRA 画像において脳腫瘍内部を走行している血管を判定するためには、MRI 画像から腫瘍領域を抽出する必要がある。本稿における腫瘍領域の抽出は上野ら[2]の手法を用いた。

3.2. 関連血管の探索・提示

以下では探索と提示についての手法を述べる。

(1) 探索

MRA の MIP 像上において手描き入力された血管経路内に、抽出した腫瘍領域が存在すればその箇所を、腫瘍内部を走行している血管とする。具体的には以下の処理を行う。

(ア) MIP 像上から手描き入力により、血管経路の 3 次元位置を取得[1]。

(イ) 取得した血管経路の各座標上において、腫瘍領域の有無を調べる。

(ウ) 腫瘍の存在を確認出来たら、その座標を腫

Effective technique for MRA-MRI fusion system in visualizing artery running through brain tumor.

Yujiro Takahashi[†] Koichi Matsuda[†] Shunrou Fujiwara[‡]

[†]Software and Information Science, Iwate Prefectural University, Iwate

[‡]Advanced Medical Research Center, Takizawa Iwate

瘍内部に走行する血管とする。

(2) 提示

探索によって求められた腫瘍内部での血管走行経路を MRA-MIP 像上に色をつけて提示する。その際、探索によって求められた腫瘍内部での血管走行経路の箇所を異なる色で区別する (図 3)。

また、連動表示 (血管走行に対応する MRI 断層画像の表示) する MRI 断層上に、指定した血管経路を示すマーカーを提示するが、経路が脳腫瘍内部を走行している血管であった場合に、マーカーの色も区別して関連血管を提示する (図 4)。

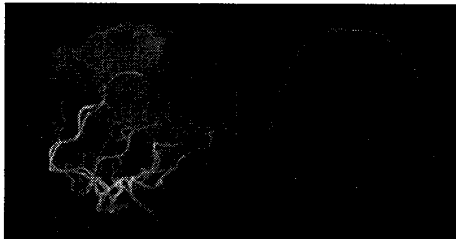


図 2: MIP 表示上からの手描き入力
正常血管 (緑), 脳腫瘍内部の血管 (赤)

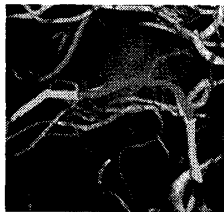


図 3: 手描き入力により指定した走行から腫瘍内部の血管走行を探索し可視化

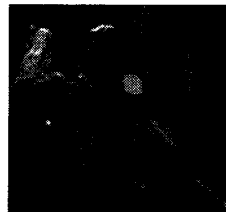


図 4: 腫瘍内部の血管と通常血管の場合とでマーカーを色分け

3.3. 脳腫瘍と血管の合成表示

血管と脳腫瘍の 3 次元的位置関係を把握するために、MRA データから得られた血管と MRI 画像から抽出された腫瘍とを同一空間上にボリュームレンダリングにて 3 次元表示を行う (図 5)。この表示は先行研究[1]における MRA-MIP 連動表示に加えて、切り替え可能とする。

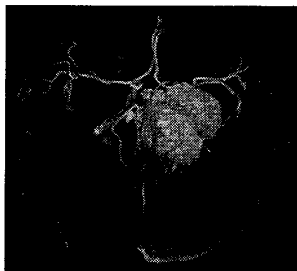


図 5: 腫瘍と血管の合成表示

4. 実験結果

本手法において腫瘍内部での血管箇所の探索・提示を行った。MRA 画像内の血管は主要な血管の描出を医師に確認して頂き、閾値を決定した。手法[2]にて抽出した MR 画像から抽出した腫瘍データを合成表示し、実験を行った。



図 6: 実験における関連血管の提示結果

図 6 では、本手法において腫瘍内部での血管経路を提示した結果を示す。腫瘍データとの内外判定によって、腫瘍内部を走行する血管を明示的に可視化することが可能となった。また腫瘍とその周りの構造を 3 次元表示により捉える事が可能となった。

5. おわりに

本稿において、MRI と MRA を用いて、脳腫瘍内部を走行する血管を、外部と区別し、明示的に提示する手法を提案した。

今後の課題は、一つの関連血管である「脳腫瘍近傍の血管」の提示法である。そのためには、腫瘍とその近傍にある血管との 3 次元距離を定義される近傍度の検討など重要であると考えられた。

謝辞

本研究を進める上での助言及び貴重な症例データ・資料の提供を頂いた岩手医科大学先端医療研究センター及び脳神経外科の関係者各位に感謝致します。

参考文献

[1] Hiroshi KASHIMURA, Kuniaki OGASAWARA, Hiroshi ARAI, Takaaki BEPPU, Takashi INOUE, Tsutomu TAKAHASHI, Koichi MATSUDA, Yujiro TAKAHASHI, Shunrou FUJIWARA and Akira OGAWA: "Fusion of Magnetic Resonance Angiography and Magnetic Resonance Imaging for Surgical Planning for Meningioma -Technical Note-, " Neurologia medico-chirurgica, vol. 48, no. 9, pp. 418-422.

[2] 上野育子, 亀田昌志, 井上敬, 小川彰: "3.0Tesla 高解像度 MR 画像からの脳領域抽出," 電子情報通信学会論文誌 D, vol. J-89-D, no. 1, pp. 107-120.