

副論文

2

胸部腫瘤性病変における 2 D-Time of Flight MR Angiography

三谷政彦・戸上 泉・北川尚広・加藤勝也・金澤 右
上者郁夫・平木祥夫・安藤陽夫・清水信義・寺本 滋

肺 癌 Vol. 32, No. 3
P.375~381

別 冊

1992年 6 月

胸部腫瘍性病変における 2D-Time of Flight MR Angiography

2D-Time of Flight MR Angiography in Intrathoracic Masses

三谷政彦・戸上 泉・北川尚広・加藤勝也・金澤 右

上者郁夫・平木祥夫・安藤陽夫*・清水信義*・寺本 滋*

要旨：正常ボランティア5例，胸部腫瘍性病変の患者15例に対してMR Angiographyを施行した。MRAは，6秒の息止めでFLASH法(TR=20msec, TE=8 msec, Flip angle=30°)を用いて撮像した像から作成した。全ての症例で胸部大動脈，上大静脈，下大静脈，肺動脈及び肺静脈根部など太い血管の明瞭なMRA像が得られ，腫瘍とそれら大血管系との関係が把握しやすく胸部腫瘍性病変の評価に有用と考えられた。

〔肺癌 32(3)：375～381, 1992〕

Key words：MRA, 2D-Time of Flight method, Intrathoracic masses, Lung cancer

緒 言

MR Angiography(以下MRA)は血管内をスピンが流れていることによって生じるMR現象を画像化し血管の形態を描出するものであり，高速撮像技術の進歩に伴いMRAの臨床応用が盛んになり，頭部，腹部領域を中心に研究・報告されている¹⁾。

一方，胸部領域においては心拍動，呼吸運動などの生理的な動きのためMRAの導入は遅れていたが，最近になり報告例が認められるようになってきた^{2),3)}。

今回，我々は胸部の腫瘍性病変に対しMRAを施行し，腫瘍と血管との関係を明瞭に描出する目的で新たに種々の方法を用いたところ有用な知見が得られたので報告する。

対象と方法

対象は正常ボランティア5例，肺癌11例，縦

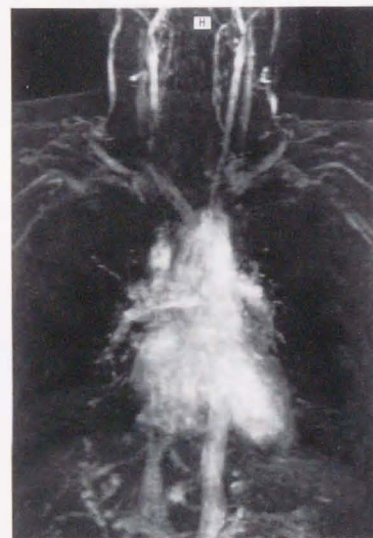
隔腫瘍4例(胸腺腫3例，節神経腫1例)の計20例である。

使用機種はSIEMENS社製，Magnetom H15(超電導1.5Tesla)で，MRAは2-Dimensional Time of Flight(2D-TOF)法を用いた。基本となる撮像法はGradient Motion Rephasingを併用したFLASH(fast low angle shot)⁴⁾法で，撮像パラメーターはTR=20msec(Presaturation pulseを1本印加した場合は29msec, 2本印加した場合は34msec)，TE=8msec, Flip angle=30°，Matrix=192×256，Acq=1，FOV=35～40cm，Slice thickness=5mm，No.of slice=1とした。スライス間隔は4mmとし，1mmをオーバーラップさせた。また，一部の症例には造影剤(Gd-DTPA 0.1mmol/kg)を投与して同様に撮像した。撮像断面は冠状断とし，画像処理はMaximum Intensity Projection法(以下MIP法)を用い⁵⁾，更に撮像した全てのスライスでMIP処理を行うtotal MIP法，目的とする血管と腫瘍が描出されているスライスのみでMIP

岡山大学放射線医学教室

* 同 第2外科教室

Fig. 1. Case 1. Healthy volunteer. MRA without Gd-DTPA. Heart, aorta, SVC, IVC, pulmonary arteries and pulmonary veins were clearly visualized, but the vessels in the thoracic inlet were poorly visualized.



処理を行うpartial MIP⁶⁾法を試みた。

結果と症例

検査を施行した全ての症例において、6秒間の呼吸停止を行うことにより明瞭なMRA像の描出が可能であった^{2),3)}。肺動脈、肺静脈では区域枝まで描出可能であった。特に腫瘍のある症例では、腫瘍は肺と血管との中間の信号強度を呈しX線血管造影においてはややわかりにくい血管と腫瘍との関係が把握可能となった。

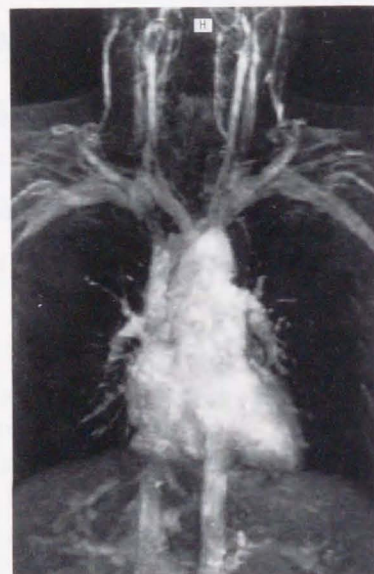
最初に正常ボランティアにて各血管の明瞭な描出、および選択的な描出を試みた。

Fig. 1は正常ボランティアのMRA像である。心臓、胸部大動脈、上大静脈、下大静脈、肺動脈及び肺静脈根部の同定が可能である。しかし、胸郭入口部付近の血管については描出が不十分であった。

Fig. 2は正常ボランティアの造影後におけるMRA像である。

造影前には描出が不十分であった胸郭入口部付近の血管も、造影後では十分に描出されており、造影剤を投与することにより前述の欠点も

Fig. 2. Case 1. Healthy volunteer. MRA with Gd-DTPA. The vessels in the thoracic inlet were clearly visualized.



克服可能であると考えられた。

Fig. 3は心室部分にPresaturation pulseを印加することで動脈系の信号を消去し、静脈系、特に上大静脈とその分枝の選択的な描出を試みた像である。

Fig. 4は上肢を挙上させ、心臓の頭および足方にPresaturation pulseを印加することで上大静脈、下大静脈の信号を消去し、大動脈とその分枝の選択的な描出を試みた像である。

Fig. 3,4のいずれも各血管を選択的に描出することがほぼ可能であったが、Fig. 4では上大静脈の中枢側で信号が残存しており、血流速度が遅い場合、この方法のみでは完全に信号を消去することはできないものと考えられた。また、Fig. 4では下行大動脈が心臓の前方にあるように見えており、これは信号強度の強い方が手前に見えるというMIP法の欠点であると考えられた。

次に実際の症例を提示する。

症例1は67歳、男性、肺癌(小細胞癌)の患者である(Fig. 5)。

Fig. 5Aは放射線治療前、Fig. 5Bは放射線治

Fig. 3. Case 1. Healthy volunteer. MRA with presaturation pulse placed over the ventricles of the heart to suppress signals from inflowing arterial spins. Note that only the venous structures in the thorax were visualized.



Fig. 4. Case 1. Healthy volunteer. MRA with presaturation pulse placed superior and inferior to the heart to suppress signals from inflowing venous spins. Note that the arterial structures in the thorax were visualized.

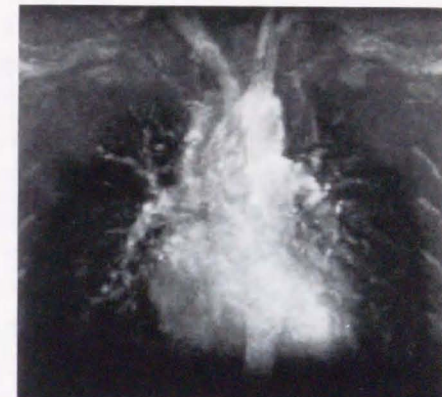
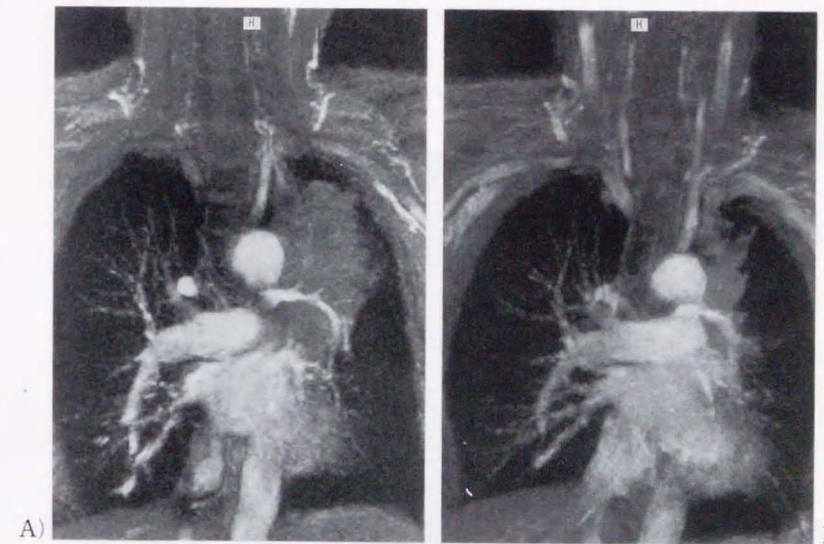


Fig. 5. Case 2. Small cell lung cancer of the left upper lobe with potential infiltration of the pulmonary arteries and pulmonary veins. A. Before Radiation therapy B. After Radiation therapy. The changes of the findings of arterial and venous structures by radiation therapy were clearly demonstrated.



療後のMRA像である。腫瘍が縮小して、治療によって変化した血管(肺動脈)の状態が容易に把握可能である。

症例2は65歳、男性、肺癌(扁平上皮癌)で右上肢の腫脹がみられた患者である(Fig. 6)。Fig. 6は心室部分にPresaturation pulseを印加し、

静脈系のみを描出したMRA像である。右腕頭静脈の狭窄が認められる。右上腕の腫脹が著しく血管の確保が困難であったため、十分なX線血管造影が行えなかった症例であり、このような場合にもMRAは有用である。

Fig. 6. Case 3. MRA with presaturation pulse placed superior and inferior to the heart. The right brachiocephalic vein was stenotic.

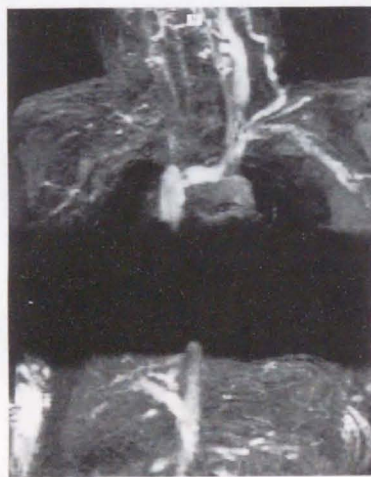
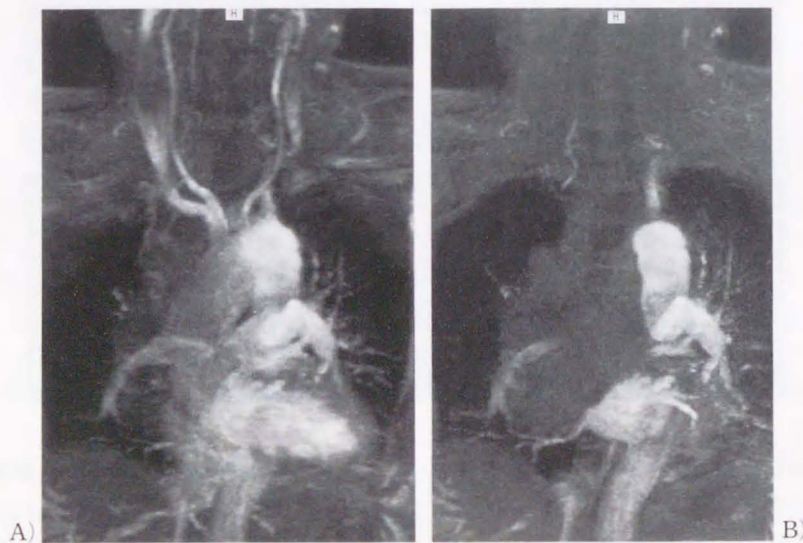


Fig. 7. Case 4. Small cell lung cancer of the right middle and lower lobes.
A. Total MIP
B. Partial MIP
Partial MIP visualized the relation between tumor and vessels more definitely than total MIP.



症例3は66歳、男性、肺癌(小細胞癌)の患者である(Fig. 7).

Fig. 7Aは撮像した全スライスでMIP処理を行い(total MIP法)作成したMRA像である。

Fig. 7Bでは背側寄り12スライスを用いてMIP処理を行い(partial MIP法)作成したMRA像である。Fig. 7Aに比べてFig. 7Bでは腫瘍の縦隔側への拡がりおよび腫瘍と左房、肺動脈との関係がより明瞭に認められる。

考察

MRIにおいて、血流は様々な信号強度を示すことがよく知られており、その信号強度を決定する代表的な因子としてはTime of Flight効果とPhase Shift効果が挙げられる。

Time of Flight効果とは流体内のスピニング領域内に流入、流出することによって信号強度の変化が起こる現象であり、イメージング領域内に全く飽和されていないスピニングが流入することによって信号強度の増強が起こるFlow In効果と、エコー信号の生成に寄与すべきはスピニング領域から流出す

ることにより信号強度の低下が起こるFlow Out効果とがある。Phase Shift効果とは、傾斜磁場内をスピニングが移動することにより静止しているスピニングと移動しているスピニングとの間に位相の変化が起こる現象である。

MRAの作成にはこのFlow In効果を利用したTime of Flight法(以下TOF法)とPhase Shift効果を利用したPhase Contrast法(以下PC法)とが用いられる。TOF法にはGradient Motion Rephasingを用いることによって得たRephasing画像からMRAを得るRephasing法と、Gradient Motion Rephasingを用いて得たRephasing画像から、Gradient Motion Rephasingを用いず得たDephasing画像を差し引くことによってMRAを得るSubtraction法とがある。TOF法、PC法いずれも2次元フーリエ変換法を用いた2D法、3次元フーリエ変換法を用いた3D法とがあり、MRAの作成には大きく分けて2D-TOF法、3D-TOF法、2D-PC法、3D-PC法の4種類の手法が用いられている。

いずれの方法にもそれぞれ様々な利点および欠点があるが、胸部腫瘍性病変と血管との関係の描出を目的としたMRAでは1.呼吸停止が可能であること2.腫瘍がある程度の信号強度をもって描出されること3.全体の撮像時間が短いこと4.Flow In効果が十分に得られることの4項目が必要条件と考えられる。これらの条件を満たす撮像法は2D-TOF法のみであり、他の報告^{2),3)}と同様今回はこれを使用した。

TOF法によるMRAにおいてはFlow In効果はスライス面に直交する血管に顕著に現れるため、スライス断面の設定が重要となる。胸部領域においては血管の走行が3次元的であり、どのような断面を設定してもFlow In結果が十分得られない血管が生じることになる。我々は今回スライス枚数の関係や血管像の辺縁がなめらかになることより冠状断を設定したが、胸郭入口部付近の血管の描出が不十分となった²⁾。その原因としてはスライス面内の流れによるものが考えられた。

これに対して、今回我々はMRI用造影剤のGd-DTPAを投与したところ、これらの血管も明

瞭に描出可能となった。Gd-DTPAは緩和時間を短縮させることにより造影効果を発揮するが、今回使用したシーケンスはT1強調画像であり血液のT1短縮効果により高信号を呈するものと考えられた。Flow In効果が不十分な血管では腫瘍による血管浸潤の評価に対し、over-diagnosisの傾向が指摘されている²⁾が、これによりある程度は改善されることが期待される。

また、腫瘍による血管の閉塞や狭窄を評価する場合に、動静脈の重なりを防ぎ各血管を選択的に描出することは正確な評価につながり重要であると考えられる。Presaturation Pulseは流入するスピニングの縦磁化成分を予め抑制しておく方法⁷⁾で須田らは上大静脈、下大静脈に印加することで肺門部血管の描出能が改善したと報告⁸⁾している。我々は上大静脈とその分枝および大動脈とその分枝の選択的な描出を試みれば良好な結果を得た。症例2の如く上大静脈系の評価に有用な方法になると考えられる。

MIP法を用い三次元的に画像再構成を行うことで腫瘍と血管との関係が明瞭に描出され、更に、ビデオによるシネモードで方向を変えて観察することにより腫瘍と血管との関係を立体的に把握することも可能である。

このようにMIP法を用いると三次元的な評価が可能となり、有用であることが多いが、total MIP法を用いると腫瘍と血管とが重なってしまい、その関係がわかりにくくなる場合がある。その際には必要な撮像断面のみを用いてMIP処理を行うpartial MIP法を用いることで腫瘍と血管との関係がわかりやすくなる。そのような工夫をすることにより診断能の向上が期待できる。

本方法では1スライス撮像するのに約6秒を要するのみであり、撮像範囲が40スライスにも及ぶような症例でも10分程度の短時間で撮像ができ、しかも画像処理は撮像と並行して行うことが可能であり、通常のSE法による血管浸潤の評価⁹⁾に加えて施行しうる検査法と言える。

術前検査として、腫瘍(転移リンパ節を含む)と大血管系との関係が把握し易いこと、非侵襲的検査であることから、外来での施行が可能で

あり、放射線療法・化学療法後の経過観察に便利であること、ヨードアレルギーなどの問題でX線血管造影の施行が困難な症例にも施行可能であることなどから、実際の臨床において今後益々有用性が増してくるものと思われる。

結 語

正常ボランティア、胸部腫瘍性病変患者に対

して2D-TOF法を用いたMRAを施行しその描出能について検討した。

全ての症例において6秒の呼吸停止にて大血管系の明瞭なMRA像の描出が可能であり、腫瘍とこれらとの関係が把握しやすくなっている。

術前検査のみならず、放射線療法・化学療法後の経過観察などにも有用な検査法と考えられた。

文 献

- 1) Edelman RR, Mattle HP, Atkinson DJ, et al.: MR Angiography. AJR 154: 937-946, 1990.
- 2) Kauczor HU, Layer G, Schad LR, et al.: Clinical Applications of MR Angiography in Intrathoracic Masses. J. Comput Assist Tomogra 15: 409-417, 1991.
- 3) 須田博喜, 本間 稔, 本城和光, 他: 胸部領域の2D time of flight法を用いたMR angiographyの試み—特に肺血管系について—臨放, 37: 21-27, 1992.
- 4) Frahm J, Haase A, Matthaei D: Rapid NMR imaging of dynamic processes using the FLASH technique. Magn Reson Med 3: 321-327, 1986.
- 5) Lenz GW, Haacke EM, Masaryk TJ, et al.: In-plane vascular imaging: pulse sequence design and strategy. Radiology 166: 875-882, 1988.
- 6) 森本耕治, 下井睦男, 国井秀郎, 他: Presaturation法及び部分MIP法の選択的軀幹MR Angiographyへの応用. 日磁医誌第17回講演抄録集85, 1991.
- 7) 足立秀治, 河野通雄, 田中浩司, 他: 肺癌における上大静脈, 胸部大動脈への浸潤診断—切除例, 剖検例におけるCT, MRIの対比—. 臨放, 35: 803-810, 1990.

(原稿受付 1992年2月24日/採択 1992年3月30日)

2D-Time of Flight MR Angiography in Intrathoracic Masses

Masahiko Mitani, Izumi Togami, Takahiro Kitagawa, Katsuya Katoh
Susumu Kanazawa, Ikuo Joja, Yoshio Hiraki, Akio Ando*
Nobuyoshi Shimizu* and Shigeru Teramoto*

Department of Radiation Medicine

*Second Department of Surgery

Okayama University Medical School

MR Angiography of the thorax was performed in 5 healthy volunteers and 15 patients with intrathoracic masses. 2D-MRA was obtained sequentially by means of a fast low angle shot (FLASH) technique (TR=20msec, TE=8msec, Flip angle=30°) within a 6-second period of breath holding. MRA for great vessels was successfully completed in all volunteers and all patients. The relation between tumor and vasculature can be visualized so definitely that MRA may be thought to be a promising complement to MR imaging in the evaluation of intrathoracic masses.