肺動脈疾患のMRA - 灌流画像を含めて -

大野 良治

要 旨: 近年のMR撮像法の進歩および造影剤の使用により,新たな非侵襲的画像法である造影MR 血管造影(MRA)や灌流画像(MR perfusion imaging)は肺血管性疾患の定量的および定性的診断や核 医学の代用として臨床応用することを目的に研究が進められている。また,造影MR perfusion imagingを用いることにより,肺生理学のみならず肺血管性疾患の病態生理学の解明に役立つと考えら れる。本稿においては 胸部MRIの問題点,肺血管性疾患における 造影MRAと造影MR perfusion imagingの撮像の基礎, 造影MRAと造影MR perfusion imagingの臨床応用に関して述べる。 (J Jpn Coll Angiol, 2004, 44: 761–769)

Key words: lung, MR, MR angiography, perfusion, contrast-media

はじめに

胸部の画像診断においてMRIは高い組織分解能やコ ントラスト分解能を有するため,おもに肺癌の局所浸 潤診断や縦隔腫瘍の性状診断など限られた場合にのみ 用いられてきた。しかし,近年のMR装置の飛躍的進 歩や撮像法の進歩により,MR血管造影(MR angiography: MRA)やMR灌流画像(MR perfusion imaging)の臨 床応用が可能となり,さまざまな肺血管疾患の形態診 断のみならず,機能診断を行うことが可能となった。

現在, MRAおよびMR perfusion imagingにおいては 造影剤を使用しないa)非造影MRAおよび非造影MR perfusion imagingと,造影剤を使用するb)造影MRAや 造影MR perfusion imagingの異なる手法が基礎および臨 床研究上提唱されている。前者は基礎研究レベルで報 告されているものの,臨床研究および臨床応用レベル での報告はなく,臨床上その有用性を検討されている のは後者のみである。したがって,以上のMRAおよび MR perfusion imagingの現状を踏まえたうえで,本稿 においては 胸部MRIの問題点,および肺血管性疾患 における 造影MRAと造影MR perfusion imagingの撮 像の基礎, 造影MRAと造影MR perfusion imagingの

神戸大学大学院医学系研究科生体情報医学講座放射線医 学分野 臨床応用に関して述べる。

胸部MRIの問題点

MRIにおける肺実質の画像化は,ガス交換の場であ る肺胞と肺胞道,終末・呼吸細気管支などの気道系お よび肺胞レベルの毛細血管から肺動・静脈レベルの各 種の血管系が複雑な三次元構造を構成しながら,空気 と広範に境界面を形成するというガス交換を担う臓器 であるがゆえの構造上・機能上の特性により困難と なっている。

肺のMR撮像が困難である主要因は以下の3点である¹。

空気と組織の境界よりもたらされるsusceptibility effectによる磁場の不均一性に伴う急速な信号減衰(T2* 値が1~2msと極端に短い)

低い水分含有量(他の臓器の20%)

心拍と呼吸運動によるmotion artifacts

この中で最も大きな問題点はのsusceptibility effect であり、通常の胸部MR画像において肺野からの信号 がほとんどない最大の要因になっている。したがっ て、肺野の画像化を行うためには、gradient echo(以下 GRE)法ではよほど echo time(TE)を短くしない限り、 肺野からの信号を得ることは困難であり、spin-echo(以

2004年9月30日受理

下SE 法であっても,エコーの中央部ではsusceptibility effectはrefocus によって免れるが,エコーの中央部 から少しでも外れたところでは著しい信号強度の減衰 がみられるため,データ収集を短時間(2~3ms以内)で 行う必要がある¹⁾。また,これら以外の問題点とし て,肺組織内の水分子のdiffusionの関与,T2 がmultiexponential componentsを持つこと²⁾,肺組織にはコ ラーゲン線維が多く含まれ,このコラーゲン線維と静 磁場の作る角度によって信号強度が変化するなど,肺 組織のMRIには現実に考慮されるべき要素や,また今 後解決されるべき問題が,臨床に用いられるMR画像 や機能画像の面からも多く存在する。したがって,肺 血管性疾患のMR診断はこれらの問題点を克服するこ とによって初めて行うことができる。

造影MRAおよび 造影MR perfusion imagingの基礎

(1)造影MRAの撮像法

MRAの撮像法には,血流の流入効果を利用して造影 剤を用いない二次元(2D)ないし三次元(3D)のtime of flight(TOF)法やphase contrast(PC)法があり,頭部領域 ではこの方法が日常診療に広く使用されている。しか しながら,胸部領域では呼吸停止下の撮像が困難であ ることや撮像時間が長時間になること,アーチファク トの問題などの点より,それらの撮像法で高画質の MRAを得ることは困難であった。

現在では,造影剤の急速静注により血管を高信号に 描出させて,その間に高速撮像を行ってMRAを得るの が一般的である2~6)。三次元の表示方法としては,得ら れた元画像からmaximum intensity projection(MIP)処理 を行うことで血管造影像を構成する(Fig.1)。血液のス ライス面への流入効果を利用しないで撮像するため, スライスやスラブ方向は任意に選択でき,血流の方向 に依存しないために逆行性の血流も描出可能である。 従来の造影MRAは呼吸停止下に撮像を行っているもの の,時間分解能が低く,1回の息止めを25秒前後にせ ざるを得ないため,空間分解能重視で撮像パラメータ を設定する必要があった。この場合,血管内の信号を 比較的均一に保つため,ガドリニウム(Gd)造影剤を自 動注入器を使用して1~3ml/sで静注し,1時相を20~ 30秒で撮像してきた。しかし,本法では良好な肺血管 像を得るにはテストインジェクションやボーラスト ラッキング等の手法により造影剤の肺動脈への到達時 間を想定して撮像を行わねばならず、また空間分解能 もCT血管造影(CT angiography: CTA)に比して低いた め,臨床応用には今なお難があると考えられる。

そこで,最近では新たに開発された画像再構成技術 であるparallel imagingの手法を利用して空間分解能を



A B

Figure 1 Maximum intensity projection (MIP) images reconstructed from contrast-enhanced MR angiography (MRA) data. A: Pulmonary artery dominant phase.

B: Pulmonary vein dominant phase.

Contrast-enhanced MRA was acquired by using 3D gradient echo sequence (TR 4 ms, TE 1.2 ms, flip angle [FA] 30 degree, slice thickness 3 mm, matrix 320×208, reconstruction matrix 512×512, FOV 420 mm) with administration of contrast-media (2 ml/sec). MIP images reconstructed from contrast-enhanced MRA data clearly visualize pulmonary arteries in pulmonary artery dominant phase and pulmonary veins in pulmonary vein dominant phase.

CTAと同等のレベルに高めつつ,1時相あたりのデー タ収集時間を4~5秒と肺循環時間に合わせ,Gd造影 剤 5(~6)mlを(3~)5ml/sにて急速に静注し,3D高速 GRE法にて25~28秒間の息止めの中で,5~7時相を撮 像し,肺動静脈を分離して描出するのみならず,肺末 梢循環の血流も評価可能な高時間分解能MRA(以下 time-resolved MRA)の撮像を行い,肺血管のみならず 肺野の血流評価も行うことが主流になってきている^{7.8)} (Fig.2)。したがって,そのための撮像パラメータは空 間分解能を重視しつつ,時間分解能の極限までの短縮 を試みる必要がある。

したがって,現在の造影MRAの検査においては検査 目的および対象疾患によって撮像法を変える必要があ り,部分肺静脈還流異常,肺分画症等の血管性病変や 肺塞栓症に対しては,時間分解能を重視して形態診断 と機能診断を兼ね備えた造影time-resolved MRAを用い たほうが良いが,肺癌の浸潤範囲診断等の微細な所見 を評価する場合には,多少時間分解能を犠牲にしてで も空間分解能を高める工夫が必要となる。

(2) 造影MR perfusion imagingの撮像法

肺の造影MR perfusion imagingの撮像法は,一般的に は造影MRAに比して造影剤を急速静注して撮像する方 法が臨床応用されている⁹⁻¹⁴。最近では,造影剤を用い ずに血管内のプロトンをトレーサーとして用い,肺血 流から直接信号を取る手法も報告されているが¹⁵⁻¹⁷⁾,



Figure 2 Time-resolved contrast-enhanced MRA and signal-to-noise ratio (SNR)-time course curves. A: Source images of time-resolved contrast-enhanced MRA.

B: SNR-time course curves of pulmonary artery, lung parenchyma, pulmonary vein and aorta.

Time-resolved contrast-enhanced MRA was acquired by using 3D gradient echo sequence (TR 4 ms, TE 1.2 ms, FA 30 degree, slice thickness 3 mm, matrix 512×512, reconstruction matrix 512×512, SENSE reduction factor 4, FOV 420 mm) with administration of contrast-media (5 ml/sec). Time-resolved contrast-enhanced MRA clearly visualizes pulmonary arterial, pulmonary parenchymal, pulmonary venous and systemic circulation phases. SNR-time course curves also clearly show separation of the peak SNRs of pulmonary artery (), lung parenchyma (), pulmonary vein (), and aorta ($\langle \rangle$).

November 25, 2004

現在のところ画質や撮像法の汎用性,臨床的有用性の 点で劣っている。

造影MR perfusion imagingにおいては造影timeresolved MRAや造影MRAで用いている高速GRE法を さらに高速化して,時間分解能を極限に高める必要が ある。通常の肺循環時間は約4~5秒とされており,肺 末梢の平均通過時間は肺生理学上0.7~1秒前後とされ ているため,3D超高速GRE法により,1時相の全肺の 3Dデータを1秒前後で撮像することが必要になってく る。また,造影剤の注入法は造影time-resolved MRAと 同様,少量のGd造影剤を急速注入することが必要と なってくる。われわれの施設では,非常に短いrepetition time(TR)(2.3~2.7ms),TE(0.6~0.7ms)で,Gd造 影剤を自動注入器を使用して5ml/sで急速静注し,3D 高速GRE法にてdynamic studyを併用した造影MR perfusion imagingを撮像しており,肺循環および体循環の肺 血流における影響なども評価することが可能である。 本法に各種の画像解析ソフトを併用することにより, 定性的ならびに(半)定量的に肺循環を評価することも 可能となり(Fig.3),肺腫瘤の性状診断,肺動静脈瘻等 の肺血管性疾患の診断,肺癌患者の術後肺機能予測お よび肺高血圧症における病態生理の解明等に応用して いる¹¹⁻¹⁴。

造影MRAと造影MR perfusion imagingの 臨床応用

本項においては,前述した造影MRAおよび造影MR perfusion imagingの心臓血管性疾患に限定した具体的な 臨床応用に関して述べる。

(1)肺動静脈瘻 pulmonary arteriovenous malformation or fistula,以下PAVM or PAVF)

PAVMの検出能,流入血管・流出血管の径の計測に おいて,治療が必要でかつnidusの大きさが 3mm以上



Figure 3 Contrast-enhanced MR perfusion images and quantitatively analyzed pulmonary perfusion parameter maps. A: Source images of contrast-enhanced MR perfusion imaging (L to R: t=4.4 sec, t=6.6 sec, t=9.9 sec and t=12.1 sec).

B: Quantitative pulmonary perfusion parameter maps (L to R: Pulmonary blood flow map [PBF map], pulmonary blood volume map [PBV map] and mean transit time map [MTT map]).

Contrast-enhanced MR perfusion imaging was performed by using 3D gradient echo sequence (TR 2.7 ms, TE 0.6 ms, FA 20 degree, slice thickness 10 mm, matrix 128×96, reconstruction matrix 256×192, FOV 450 mm) with administration of contrast-media (5 ml/ sec). Contrast-enhanced MR perfusion images clearly demonstrate pulmonary circulation. Quantitative analyzed pulmonary perfusion parameter maps also clearly visualize regional differences of PBF, PBV and MTT. Mean values of regional PBF, PBV and MTT are compatible with past reported values of them evaluated by nuclear medicine techniques such as perfusion SPECT and PET.

のPAVMに関しては造影MRAとCTAとの間に有意差は ない。塞栓術後の治療効果判定における瘤内の血流変 化やフォローアップにおいて,造影MR perfusion imagingはヨード系造影剤を使用するCTAに比して安全で あるのみならず,肺循環系および体循環系を分離する ことが可能であり,治療後の再発や破裂にとって重要 な側副血行路であるbronchial artery-to-pulmonary artery collateral flowを描出することが可能であり(Fig.4),有 用であると考えられる¹²)。現在ではMRI対応の各種の 血管内コイルも市販されており,本疾患に関しては今 後治療前後の精査において積極的に臨床応用が図られ るべきであると考える。

(2 肺血栓・塞栓症 pulmonary thromboembolism,以下PE)

PEにおける造影MRAの診断能は本幹,左右主幹お よび葉枝レベルや区域枝レベルにおいては造影CTと 同等であり,亜区域枝レベルにおいてはCTより若干高 い¹⁸⁾,とされている。しかし,最近臨床応用された multidetector-row CT(MDCT)においては1mmスライス の再構成を行い,亜区域枝レベルの血栓描出能を改善 し¹⁹⁾,その診断能の飛躍的向上が期待されている。ま た,CTAでは同時に深部静脈血栓症のスクリーニング 法であるCT静脈像(CT venography: CTV) を得ることが できるため,非常に有用な検査法と考えられる。一般 にCTAによる血栓の存在診断は亜区域枝レベルが限界 であるとされ,それよりも末梢レベルの灌流異常は, air trappingやmosaic perfusion等の肺野濃度の不均等と して評価されることが多い²⁰。

一方,造影MRAにおいては空間分解能の改善には限 界があるので,主として時間分解能を向上させ,血栓 の存在診断および末梢灌流異常の診断を一期的に行う ことを目的とした,造影time-resolved MRAの臨床応用 が提唱されている。CTAでは血栓の有無を中心にPE診 断を行っていたのに対し,造影time-resolved MRAにお いては区域枝レベルまでの血栓はCTのMPR画像と同等 の高分解能の血管造影にて同定し, 亜区域枝レベル以 下の血栓は肺血流シンチよりもはるかに高空間および 高時間分解能の血流画像として肺末梢の血流欠損ある いは低下,という形で評価している(Fig.5)^{1~23})。本手 法を用いることによって,造影time-resolved MRAは CTAおよび肺血流シンチに比して肺末梢灌流異常の診 断能を有意に改善できるのみならず,高い肺血栓・塞 栓症診断能を示し,臨床上肺血流シンチの代用として 造影MDCT検査と相補的に用いることが可能である。



А

В

Figure 4 A 55-year-old female with pulmonary arteriovenous malformation (AVM).

A: MIP images of time-resolved contrast-enhanced MRA.

B: Digital subtraction angiography.

Time-resolved contrast-enhanced MRA was acquired by using 3D gradient echo sequence (TR 4 ms, TE 1.2 ms, FA 30 degree, slice thickness 3 mm, matrix 512×512, reconstruction matrix 512×512, SENSE reduction factor 4, FOV 420 mm) with administration of contrast-media (5 ml/sec). MIP images of time-resolved contrast-enhanced MRA clearly demonstrate simple type pulmonary AVM and its angioarchitecture. On these images, right A4 was determined as feeding artery (arrow) and V4 as drainage vein (arrowhead). DSA of pulmonary angiography also demonstrates simple type nidus, feeding artery (rt. A4) and drainage vein (rt. V4), and well-matched with time-resolved contrast-enhanced MRA.



Figure 5 A 45-year-old female with acute pulmonary embolism. A: Contrast-enhanced MDCT.

B: Source images of time-resolved contrast-enhanced MRA. Contrast-enhanced MDCT demonstrates the thrombi (arrows) in trunks anterior, right interlobar artery, middle and lower lobe pulmonary arteries, left pulmonary artery, left upper lobe trunk



and descending trunk on the left. Source images of time-resolved contrast-enhanced MRA demonstrate the thrombi (arrows) in trunks anterior, right interlobar artery, left pulmonary artery, left upper lobe trunk and descending trunk on the left, and perfusion defect (arrowhead) in left superior segment of lower lobe. Reduced pulmonary blood flow (large arrowhead) in right middle and lower lobes indicates a high probability of PE in the right middle and lower lobe pulmonary arteries. Time-resolved contrast-enhanced MRA was acquired by using 3D gradient echo sequence (TR 4 ms, TE 1.2 ms, FA 30 degree, slice thickness 3 mm, matrix 512×512, reconstruction matrix 512×512, SENSE reduction factor 4, FOV 420 mm) with administration of contrast-media (5 ml/sec).

(3)肺分画症(pulmonary sequestration)

肺分画症においては分画肺に対する異常流入動脈の 同定,その範囲および流出静脈の同定が重要である。 したがって,現在ではCT,肺換気血流シンチおよび大 動脈造影等の血管造影が治療前の放射線診断学的検査 法として定着している。また,ヘリカルCTの臨床現場 への導入以降,ヘリカルCTによって作成された各種 3D画像が大動脈造影の代用として用いられ,その臨床 的有用性が指摘されている。一方,従来のMRAを用い た研究に関してはわずかな症例報告が散見されるのみ であり,その評価は定まっていない。しかし,現在臨 床応用可能な造影time-resolved MRAを用いれば,X線 被曝なく異常流入動脈の同定,その範囲および流出静 脈の同定が可能であり(Fig.6), CT, 肺血流シンチお よび血管造影を一つの検査ですべて代用可能であるた め,今後さらなる臨床研究および応用が進められるで あろう。

る。一般に原発性肺高血圧症は肺野末梢毛細血管レベ ルに始まる特発性の肺野末梢血管抵抗の上昇に起因し て引き起こされる変化による肺動脈圧の上昇と考えら れ,二次性肺高血圧症は慢性肺梗塞,閉塞性肺疾患や 左心機能異常などさまざまな病態が原因となって引き 起こされる肺動脈圧の上昇と考えられる。したがっ て, すべて肺動脈圧が上昇するものの, 肺血流の観点 から考えればその血流状態は大きく異なると考えられ る。われわれは原発性および二次性肺高血圧症患者の 肺血流パラメータを造影MR perfusion imagingの定量解 析によって求めることに成功し,その病態生理に関連 した肺血流異常を評価することが可能であることを示 した14)。今後本法を用いることにより従来のCT,核医 学や血管造影にて明らかにされなかった肺末梢血管の 変化を評価となり,本症の病態生理の解明に寄与する ことが期待されている。

まとめ

肺血管性疾患における造影MRAおよび造影MR perfusion imagingの基礎と臨床応用に関して述べた。肺血

(4)肺高血圧症(pulmonary hypertension)肺高血圧症は大きく原発性および二次性に分類され

AB



C: Digital subtraction angiography (DSA) of aortography. Contrast-enhanced MDCT demonstrates anomalous systemic supply from abdominal aorta (arrow). MIP images of timeresolved contrast-enhanced MRA also clearly show anomalous systemic supply from abdominal aorta (arrow), and drainage to pulmonary vein and azygous vein (arrow heads). DSA of aortography visualizes anomalous systemic arterial supply from abdominal aorta and drainage to pulmonary vein and azygous vein.

管性疾患におけるMRI診断は機器および撮像法のさら なる発展や,新たな造影剤の開発と臨床応用によっ て,無限の可能性を秘めている。また,各種の画像解 析ソフトの応用により適応疾患も拡大していくであろ う。しかし,MRIはCTと異なり,肺野末梢構造を詳細 に評価することが現在不可能である。その反面,CTや 核医学に比して高空間分解能・高時間分解能に肺末梢 灌流を評価することが可能であるという利点がある。 したがって,今後肺血管性疾患を中心とした胸部領域 におけるMRIの発展は,CTの代用を目指すのではな く,独自にMRIを中心に据えた効率的な新たな診断体 系を組み立てるべく,研究および臨床応用を試みるべ きであろうと考えられる。

文 献

- 1)大野良治, 幡生寛人, 杉村和朗: 肺のperfusionと ventilation.日磁会誌, 2001, 21: 241–250.
- Gefter WB, Hatabu H: Evaluation of pulmonary vascular anatomy and blood flow by magnetic resonance. J Thorac Imaging, 1993, 8: 122–136.
- 3)Isoda H, Ushimi T, Masui T et al: Clinical evaluation of pulmonary 3D time-of-flight MRA with breath holding using contrast media. J Comput Assist Tomogr, 1995, 19:

911–919.

- 4)Wang Y, Johnston DL, Breen JF et al: Dynamic MR digital subtraction angiography using contrast enhancement, fast data acquisition, and complex subtraction. Magn Reson Med, 1996, 36: 551–556.
- 5)Takahashi M, Shimoyama K, Murata K et al: Hilar and mediastinal invasion of bronchogenic carcinoma: Evaluation by thin-section electron-beam computed tomography. J Thorac Imaging, 1997, 12: 195–199.
- 6)Ohno Y, Adachi S, Motoyama A et al: Multiphase ECGtriggered 3D contrast-enhanced MR angiography: Utility for evaluation of hilar and mediastinal invasion of bronchogenic carcinoma. J Magn Reson Imaging, 2001, 13: 215–224.
- 7)Ohno Y, Kawamitsu H, Higashino T et al: Time-resolved contrast-enhanced pulmonary MR angiography using sensitivity encoding (SENSE). J Magn Reson Imaging, 2003, 17: 330–336.
- 8)Fink C, Puderbach M, Bock M et al: Regional lung perfusion: Assessment with partially parallel three-dimensional MR imaging. Radiology, 2004, **231**: 175–184.
- 9)Hatabu H, Gaa J, Kim D et al: Pulmonary perfusion: Qualitative assessment with dynamic contrast-enhanced MRI using ultra-short TE and inversion recovery turbo FLASH. Magn Reson Med, 1996, 36: 503–508.

- 10)Levin DL, Chen Q, Zhang M et al: Evaluation of regional pulmonary perfusion using ultrafast magnetic resonance imaging. Magn Reson Med, 2001, 46: 166–171.
- 11)Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D et al: Solitary pulmonary nodules: Potential role of dynamic MR imaging in management initial experience. Radiology, 2002, 224: 503–511.
- 12 Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D et al: Contrast-enhanced MR perfusion imaging and MR angiography: Utility for management of pulmonary arteriovenous malformations for embolotherapy. Eur J Radiol, 2002, 41: 136–146.
- 13 Ohno Y, Hatabu H, Higashino T et al: Dynamic perfusion MRI versus perfusion scintigraphy: Prediction of postoperative lung function in patients with lung cancer. AJR Am J Roentgenol, 2004, 182: 73–78.
- 14 Ohno Y, Hatabu H, Murase K et al: Quantitative assessment of regional pulmonary perfusion in the entire lung using three-dimensional ultrafast dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging: Preliminary experience in 40 subjects. J Magn Reson Imaging, 2004, 20: 353–365.
- 15 Roberts DA, Gefter WB, Hirsch JA et al: Pulmonary perfusion: Respiratory-triggered three-dimensional MR imaging with arterial spin tagging - Preliminary results in healthy volunteers. Radiology, 1999, 212: 890–895.
- 16)Mai VM, Hagspiel KD, Christopher JM et al: Perfusion imaging of the human lung using flow-sensitive alternating inversion recovery with an extra radiofrequency pulse (FAIRER). Magn Reson Imaging, 1999, 17: 355–361.

- 17)Hatabu H, Tadamura E, Prasad PV et al: Noninvasive pulmonary perfusion imaging by STAR-HASTE sequence. Magn Reson Med, 2000, 44: 808–812.
- 18)Meaney JF, Weg JG, Chenevert TL et al: Diagnosis of pulmonary embolism with magnetic resonance angiography. N Engl J Med, 1997, 336:1422–1427.
- 19 Schoepf UJ, Holzknecht N, Helmberger TK, et al. Subsegmental pulmonary emboli: Improved detection with thin-collimation multi-detector row spiral CT. Radiology, 2002, 222: 483–490.
- 20)Arakawa H, Kurihara Y, Sasaka K et al: Air trapping on CT of patients with pulmonary embolism. AJR Am J Roentgenol, 2002, **178**: 1201–1207.
- 21 Reittner P, Coxson HO, Nakano Y et al: Pulmonary embolism: Comparison of gadolinium-enhanced MR angiography with contrast-enhanced spiral CT in a porcine model. Acad Radiol, 2001, 8: 343–350.
- 22 Seo JB, Im JG, Goo JM et al: Comparison of contrastenhanced CT angiography and gadolinium-enhanced MR angiography in the detection of subsegmental-sized pulmonary embolism. An experimental study in a pig model. Acta Radiol, 2003, 44: 403–410.
- 23 Ohno Y, Higashino T, Takenaka D et al: MR angiography with sensitivity encoding (SENSE) for suspected pulmonary embolism: Comparison with MDCT and ventilationperfusion scintigraphy. AJR Am J Roentgenol, 2004, 183: 91–98.

MR Angiography and Perfusion Imaging for Pulmonary Vascular Diseases

Yoshiharu Ohno

Department of Radiology, Kobe University Graduate School of Medicine, Hyogo, Japan

Key words: lung, MR, MR angiography, perfusion, contrast-media

Although magnetic resonance (MR) imaging provides higher spatial and temporal resolution, MR imaging of lung parenchyma yet to be comprehensively explored for several reasons such as extremely heterogeneous magnetic susceptibility in the lung, intrinsic low proton density, respiratory and cardiac motion, pulmonary perfusion, and molecular diffusion. While MR imaging of the lung has been limited, utilization of contrast-media and recent advances of MR sequence make it possible to assess pulmonary vascular disease by using contrast-enhanced MR angiography and perfusion imaging. This review addresses (1) problematic factors faced with pulmonary MR imaging, (2) technical points of contrast-enhanced MR angiography and perfusion imaging and (3) preliminary clinical studies for pulmonary vascular diseases. Contrast-enhanced MR angiography and MR perfusion imaging of the lung is benefical in management of pulmonary vascular diseases, and is currently available in clinical situation. Quantitatively and qualitative assessment of pulmonary vascular disease can be possible by using MR imaging without radiation. In addition, dynamic contrast-enhanced MR perfusion imaging of the lung has the potential for assessing physiology and pathophysiology of the lung, and may also hold the significant potential for substituting nuclear medicine examinations.

(J Jpn Coll Angiol, 2004, 44: 761-769)