

頭部 MRI：撮像プロトコルおよび 3T MRI の最新知見

三木 幸雄¹， 谷口 正洋²， 平賀 顯²， 富樫 かおり¹

¹京都大学大学院医学研究科放射線医学講座（画像診断学・核医学） ²同医学部附属病院放射線部

はじめに

脳の解剖学的構造は複雑である。また、脳疾患は多岐にわたり、単一の臓器としては疾患の種類が他の臓器に比べ圧倒的に多い。さらに、疾患によって、病変を検出・診断しやすい撮像シーケンスや撮像面の方向が異なることが多く、しかも、1 cm に満たない小病変が際立った症状の原因となることもあるので、できるだけ見落としを少なく、かつ正確に診断するためには、撮像法に相応の工夫が必要である。本稿では、脳の撮像法を中心に述べ、併せて脳 3T MRI の最近の知見についても紹介する。

疾患別脳 MRI 撮像プロトコル

上述の理由により、脳疾患の MRI 診断においては、症状や疑われる疾患などに応じて撮像方法を適宜工夫する必要があるが、検査のたびに撮像シーケンスや断面方向を検討していると、撮像法の検討に余分な時間がかかる、撮像法が一定しない、必要な撮像を省いてしまう、無駄な撮像をしてしまうといった弊害が生じ得る。対策として、ルーチン撮像で十分に対処できない可能性のある疾患については、あらかじめ疾患別の撮像プロトコルを作成しておく、撮像装置に登録しておくと便利である。疾患の種類や一つの検査に使える時間などが施設によって異なるため、施設ごとに独自に撮像プロトコルを設定する必要はあろうが、参考まで

に、当院での脳 MRI 撮像プロトコルを表に示す。

矢状断像の有用性・必要性

日本では、ほとんどの頭部 MRI の撮像を横断像のみで済ませている施設が多いが、横断像のみの観察では、見落としが生じたり診断に苦慮したりすることが少なからずあり、可能な限りルーチンでも矢状断像を撮像すべきである。矢状断像を撮像することの有用性・必要性については、世界的に広く出版されている神経放射線の教科書の多くに記載されているが^{1),2)}、最近では、日本人による教科書や論文などでもこの点を強調する記載が増えているので^{3)~10)}、是非参考にされたい。

スライス厚

撮像スライス厚も、精度の高い診断をするためには、重要な要素である。1.5T 以上の装置では、5 ミリ以下のスライス厚で撮像するのが望ましい³⁾。スライス厚が厚くなると、**partial volume effect** が強くなり小さな病変が描出されなかったり、病変の解剖学的位置が正確につかめなくなったりする。スライス厚が 8 ミリ程度あると、大脳半球表面付近の病変では、病変が皮質にあるのか皮質下白質にあるのか、あるいはクモ膜下腔にあるのか判別しにくい場合が出てくる。大脳脚付近の病変を横断像で観察

キーワード MRI, brain, diseases, imaging protocols, 3T

表. 京大病院 脳 MRI プロトコル集 (2007 年 7 月現在)

原則として以下のプロトコルで検査するが、神経症状、検査進行状況、モニター上の所見などにより適宜変更する場合がある。

MR 装置が外国製で英語名でプロトコルを入力してある関係上、英語名のアルファベット順に並べてある。

このプロトコル集を参考に MR 検査を施行し、見逃し・誤診あるいは事故などが生じて、プロトコル作成者は一切の責任を負わないものとする。

このプロトコル集の無断複製・複写・転載を禁じます。

プロトコル名	何強調か等	撮像面	sequence 名	備 考
梗塞 (超急性期・急性期)	緊急検査			普通は 1, 3, 4, 6 を撮像する (予約検査を遅らせた場合は後の検査の状況を考慮)
Acute infarct				
	1 DWI	axial	EPI	
	2 T ₂	axial	EPI	時間的に余裕がない場合は、4 (FSE T ₂) の代わりに b=0 の像を T ₂ WI としてフィルミング
	3	axial	FLAIR	閉塞血管がよくわかることがある。ここで担当医が画像確認
	4 T ₂	axial	FSE	optional (できる限り施行するが時間的に余裕がない場合は EPI の b=0 画像で代用)
	5 T ₁	axial	SE	optional (特に動脈解離が疑われるとき：頸部を含め fat sat あり)
	6 MRA			時間が許す限り施行
	7 PWI	axial	EPI	optional (主幹動脈の閉塞が疑われ、血性溶解療法の適応を決定する場合、依頼に応じて)
アルツハイマー病				
AD				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2	axial	FLAIR	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₁	coronal	SE	
	5 T ₂	coronal	FSE	optional (無名質の萎縮の程度を評価できるとの報告あり)
筋萎縮性側索硬化症				
ALS				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2	axial	FLAIR	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₂	coronal	FSE	
	5 T ₁	axial	SE	
	6	axial	DWI	optional
前庭神経 (聴神経) 鞘腫 術前術後 (脳外科依頼)				
AT				
	1 T ₁	sagittal	FSE	病変側に寄せる
	2 T ₂	axial	FSE	
	3 T ₁	axial	SE, fat sat	3 mm contiguous
	4 CE T ₁	axial	SE, fat sat	3 mm contiguous
	5 CE T ₁	coronal	SE, fat sat	3 mm contiguous

2007 年 7 月 30 日受理

別刷請求先 〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町 54 京都大学大学院医学研究科放射線医学講座 (画像診断学・核医学) 三木幸雄

表. 京大病院 脳MRI プロトコル集 (2007年7月現在) (つづき)

プロトコル名	何強調か等	撮像面	sequence 名	備 考
脳奇形				
Brain anomaly				
	1 T ₁	sagittal	SE	Chiari 奇形では FOV を 30 cm にし 上位 頸髄 (可能な範囲) も含める
	2 T ₂	axial	FSE	
	3 T ₁	axial	SE	
	4 T ₁	coronal	SE	ここで画像確認
	5 T ₁ fat sat		SE	optional (脂肪腫の確定診断が必要なとき)
脳実質原発腫瘍				
Brain tumor				
	1 T ₁	sagittal	FSE	病変側に寄せる
	2	axial	FLAIR	optional (経過観察時は省略することあり)
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₁	axial	SE	
	5 DWI	axial	EPI	ここで画像確認
	6 T ₂	coronal	FSE	optional (上下方向の浸潤を見るとき)
	7 CE T ₁	axial	SE	
	8 CE T ₁	coronal	SE	腫瘍が小さく単発時は 3 mm + 0.5 mm gap
脳転移スクリーニング・脳腫瘍術後経過観察				
Brain mets				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2 T ₂	axial	FSE	
	3 T ₁	axial	SE	
	4 DWI	axial	EPI	
	5 CE T ₁	axial	SE	
	6 CE T ₁	axial	VIBE	coronal 画像に MPR 処理 前庭神経鞘腫スクリーニング時
内耳スクリーニング (耳鼻科依頼)				
CPA screening				
	1 T ₁	coronal	GRE	
	2 T ₂	axial	CISS or True FISP	coronal 画像に MPR 処理 ここで画像確認
Epidermoid				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2	axial	FLAIR	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₁	axial	SE	
	5 DWI	axial	EPI	ここで画像確認
頭部外傷				
Head trauma				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2	sagittal	FLAIR	
	3 DWI	axial	EPI	
	4 T ₂	axial	FSE	
	5 T ₁	axial	SE	
	6 T ₂ *	axial	GRE	ここで画像確認

表．京大病院 脳 MRI プロトコル集（2007 年 7 月現在）（つづき）

プロトコル名	何強調か等	撮像面	sequence 名	備 考
感染症（脳炎・膿瘍・髄膜炎）				
Infection				
	1 T ₁	sagittal	FSE	脳炎・膿瘍では病変側に寄せる ここで画像確認 髄膜炎が疑われるとき，coronal 画像に MPR 処理 傍鞍部髄膜腫は parasellar tumor に準じる
	2 T ₂	axial	FSE	
	3	axial	FLAIR	
	4 T ₁	axial	SE	
	5 DWI	axial	EPI	
	6 T ₁ CE	axial	SE	
	7 T ₁ CE	axial	VIBE	
髄膜腫				
Meningioma				
	1 T ₁	sagittal	FSE	病変側に寄せる
	2 T ₂	axial	FSE	
	3 T ₁	axial	SE	
	4 DWI	axial	EPI	optional（術前のみ施行）
	5 CE T ₁	axial	SE	
	6 CE T ₁	axial	VIBE	coronal 画像に MPR 処理
多発性硬化症				
MS				
	1	sagittal	FLAIR	T ₁ WI でない点に注意
	2	axial	FLAIR	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₁	axial	SE	
	5 CE T ₁	axial	SE	経過観察の場合は省くこともあり ここで画像確認
変性疾患（脊髄小脳変性症など）				
Neurodegenerative				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2 T ₂ /PD	axial	SE	FSE でなく conventional SE で
	3 T ₁	axial	SE	
	4 T ₂ *	axial	GRE	
神経漏斗下垂体胚芽腫				
NHP germinoma				
	1 T ₁	sagittal	SE	GE 時は head & neck coil（なるべく GE）， FOV = 18 cm ここで画像確認 経過観察時省略 全脳
	2 T ₁	coronal	SE	
	3 T ₂	sagittal	FSE	
	4 dynamic	sagittal	FSE	
	5 CE T ₁	axial	SE	
	6 CE T ₁	sagittal	SE	

表. 京大病院 脳MRI プロトコル集 (2007年7月現在) (つづき)

プロトコル名	何強調か等	撮像面	sequence 名	備 考
神経血管圧迫症				
Neurovascular compression				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2 T ₂	axial	FSE	
	3	axial	CISS or True FISP	ここで画像確認
傍鞍部腫瘍 (下垂体腺腫以外)				
Parasellar tumor				
				FOV = 18 cm
	1 T ₁	sagittal	SE	
	2 T ₁	coronal	SE	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 dynamic	coronal	FSE	optional (海綿静脈洞との関係を見るとき)
	5 CE T ₁	coronal	SE	
	6 CE T ₁	axial	SE	optional (前後の広がりを見るとき)
	7 CE T ₁	sagittal	SE	さらに前後・上下の広がりを見るとき
松果体腫瘍				
Pineal tumor				
	1 T ₁	sagittal	SE	
	2 T ₂	axial	FSE	
	3 T ₁	axial	SE	ここで画像確認
	4 CE T ₁	axial	SE	
	5 CE T ₁	coronal	SE	optional (術前のみ施行) 3 mm + 0.5 mm gap
	6 CE T ₁	sagittal	SE	3 mm + 0.5 mm gap
下垂体腺腫				
Pituitary				
				FOV = 18 cm
	1 T ₁	sagittal	SE	
	2 T ₁	coronal	SE	
	3 T ₂	coronal	FSE	ここで画像確認
	4 T ₂	sagittal	FSE	optional
	5 dynamic	coronal	FSE	術後経過観察時は省略することあり
	6 CE T ₁	coronal	SE	
	7 CE T ₁	sagittal	SE	
スクリーニング・ルーチン				
Screening				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2	axial	FLAIR	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₁	axial	SE	ここで画像確認 (通常は以上で検査終了)
	5	axial	DWI	optional (時間が許せばできるだけ撮像する)
	6 T ₂ *	axial	GRE	optional (微小出血の有無を見るとき)
	7 MRA			optional
	8 CE T ₁	axial	SE	optional (腫瘍・炎症がありそうとき)

表 . 京大病院 脳 MRI プロトコル集 (2007 年 7 月現在) (つづき)

プロトコル名	何強調か等	撮像面	sequence 名	備 考
頭蓋底腫瘍				
Skull base tumor				
	1 T ₁	sagittal	FSE	病変側に寄せる
	2 T ₂	axial	STIR	FSE でない点に注意
	3 T ₁	coronal	SE	
	4 DWI	axial	EPI	optional, ここで画像確認
	5 CE	axial	SE, fat sat	
	6 CE	coronal	SE, fat sat	
	7 CE	sagittal	SE, fat sat	optional
側頭葉てんかん				
Temporal epilepsy				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2	axial	FLAIR	3 mm + 0.5 mm gap 海馬中心
	3	coronal	FLAIR	3 mm + 0.5 mm gap 海馬中心, 斜台に平行面
	4 T ₂	axial	FSE	3 mm + 1.0 mm gap ルーチン
	5 T ₂	coronal	STIR	optional (術前検査時など) 斜台に平行面, protocol 82 STIR 使用
	6 T ₁	coronal	SE	ここで画像確認, 斜台に平行面で範囲は 3 と同じ
	7 CE T ₁	axial	SE	optional (腫瘍・血管奇形がありそうなとき)
血管奇形				
Vascular malformation				
	1 T ₁	sagittal	FSE	病変側に寄せる
	2	axial	FLAIR	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₁	axial	SE	ここで画像確認
	5 T ₂ *	axial	GRE	optional (海綿状血管腫例で多発性かどうか調べるとき)
	6 T ₁ CE	axial	SE	原則として造影する
	7 T ₁ CE	coronal	SE	optional (術前は原則として施行)
静脈血栓症・静脈梗塞				
Venous thrombosis				
	1 T ₁	sagittal	FSE	
	2	axial	FLAIR	
	3 T ₂	axial	FSE	
	4 T ₁	axial	SE	
	5	axial	DWI	
	6 T ₁	axial	VIBE	
	7 CE T ₁	axial	VIBE	subtraction (7-6) して, MIP venography 作成
	8 CE T ₁	axial	SE	

略語の説明 : DWI : diffusion-weighted imaging, EPI : echo-planar imaging, FLAIR : fluid-attenuated inversion-recovery, FSE : fast spin-echo, MRA : magnetic resonance angiography, PWI : perfusion-weighted imaging, AD : Alzheimer's disease, ALS : amyotrophic lateral sclerosis, AT : acoustic tumor, SE : spin-echo, CE : contrast-enhancement, BT : brain tumor, VIBE : volumetric interpolated brain examination, GRE : gradient-echo, CISS : constructive interference in steady state, NHP : neurohypophyseal, DBS : deep brain stimulation, STIR : short inversion-time inversion recovery

した場合には、病変が視床にあるのか中脳にあるのかわかりにくいことがある。例えば、多発性硬化症においては、3ミリ以下のスライス厚で撮像することが推奨されており¹¹⁾、脳幹部の急性期梗塞における拡散強調画像においても、3ミリ厚は5ミリ厚と比べ有意に病変検出能が良いと報告されている¹²⁾。最近ではモニター診断が普及してきているが、モニター上でページング操作により読影する際には、薄いスライス厚の方が中心溝などの重要構造物を追いやすし、病変や血管などの連続性も確認しやすい。フィルムレス化が実現すると、薄いスライスにするとフィルム枚数が増えるという弊害も解消されるはずである。

横断面の傾き

国際的には、前交連と後交連を結んだライン (AC-PC line) に平行に撮像することが多いが¹³⁾、orbitomeatal (OM) line に近づけた線¹⁴⁾、脳梁の膝部と膨大部の下端を結んだ線 (subcallosal line)¹¹⁾や脳幹の長軸に垂直な線¹⁵⁾を基準に横断像を撮像するなど、施設によって異なった傾きの横断面で撮られており、それぞれに一長一短がある。重要なのは、施設ごと(場合によっては疾患ごと)に撮像面の傾きを統一し、検査時にはできるだけ正確に撮像面の傾きを設定することである。そうでないと、経過観察検査において、病変の経時変化をとらえることが困難になってしまう。

撮像の順番

何らかの理由により途中で検査が中断になる可能性を考え、重要なシーケンスから撮像しておくのと良い。例えば急性期梗塞が疑われる場合は拡散強調画像を早めに撮像しておく。

ダイナミックスタディや灌流画像における造影剤注入スピード

下垂体腺腫などにおいて、造影剤の急速静注後に連続撮像を行う、いわゆるダイナミックスタディが施行される。筆者らが下垂体腺腫にダイナミックスタディを始めた頃は造影剤の自動注入器 (インジェクター) が普及しておらず手押しで急速注入を行っていた¹⁶⁾。その後インジェクターが導入され、当初は、3 mL/s のスピードで注入していたが、手押し急速注入よりも明らかに腺腫と正常下垂体のコントラストが劣っていた。その後、4 mL/s のスピードに変更し、手押し急速注入とほぼ同等のコントラストが得られている^{17),18)}。ダイナミックスタディと同じく造影剤注入の良好なポーラス性が要求される灌流画像においても、4 mL/s 以上のスピードで注入している報告が多い¹⁹⁾。

脳 3T MRI における最近の知見

3T MRI では、信号雑音比の向上や磁化率効果の上昇などにより、1.5T の MRI と異なった画像が得られる。紙面の制約上、当施設での 3T と 1.5T の比較検討を中心に簡単に述べる。

3T では、spin-echo (SE) 法による T₁ 強調画像のコントラストが 1.5T と比べ悪いとの記載が多く^{20)~23)}、それが半ば「常識」となっているが、同一撮像条件で single slice で撮像しコントラスト雑音比 (CNR) を測定してみると、3T では 1.5T と比べ、明らかに皮髄コントラストが向上しており、multi-slice にスライスギャップを少なくしたときのコントラストの低下は 1.5T より 3T の方が著しい²⁴⁾。3T において、T₁ コントラストが悪い (悪く見える) のは、multi-slice の影響や、脳の中心部と辺縁部で信号強度が異なるためウィンドウを広げて観察することなどが原因かもしれない²⁴⁾。3T での T₁ 強調画像は SE 法よりも三次元 gradient-echo 法で撮像した方が良いという記

載があるが^{20),22)}, 工夫すれば 3T でも SE 法を用いて良好な T₁強調画像を撮像できる可能性がある²⁴⁾.

3T では磁化率効果が大きいので、T₂*強調画像²⁵⁾や磁化率強調画像 (SWI) における微小脳出血の検出率が向上する。SWI における髄質静脈の描出も顕著である²⁶⁾。また、淡蒼球など、フェリチンを多く含む部位は、gradient-echo 法による T₂*強調画像よりもむしろ conventional spin-echo 法による T₂強調画像で著明な低信号として描出されるが²⁷⁾, このコントラストも 3T でより顕著になる。

拡散テンソル画像 (diffusion tensor imaging ; DTI) においては、FA 値の白質・灰白質の差が 3T の方が著明であり²⁸⁾, fiber tractography における白質線維束描出能が向上し²⁹⁾, 脳腫瘍や動静脈奇形などの手術支援として、臨床応用されつつある^{30),31)}。なお、運動検出傾斜磁場 (motion probing gradient ; MPG) の数は tractography の質にはさほど影響しない³²⁾。MPG の数をあまり増やせない装置でも加算回数を増やし良好な信号雑音比をもった画像データを収集すれば良好な tractography が描けるものと考えられる。

3T の MRA は、信号雑音比の向上と T₁の延長が相乗的に作用し画質が著明に改善する。例えばモヤモヤ病においては、モヤモヤ血管の描出が著明に向上し、連続した血管構造として高率に描出することが可能である³³⁾。

ま と め

脳の MRI 撮像法についての重要点並びに、脳 3T MRI の最近の知見について述べた。診療・研究のお役に立てば幸いである。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり貴重な御助言を頂きました。東邦大学放射線科 寺田一志先生、帝

京大学放射線科 大場洋先生、奈良県立医科大学放射線科 田岡俊昭先生に深謝致します。また、原稿に目を通して頂いた、京都大学放射線医学講座 (画像診断学・核医学) の森暢幸先生、笠原誓子先生、前田力先生、神戸大学放射線科の北村恵理先生に感謝致します。

文 献

- 1) Grossman RI, Yousem DM. Approach and pitfalls in neuroimaging, In : Thrall JH, ed. *Neuroradiology : The Requisites*. 2nd ed. Philadelphia : Mosby, 2003 ; 853-871
- 2) Barkovich AJ. Techniques and methods in pediatric neuroimaging, In : *Pediatric Neuroimaging*. 4th ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2005 ; 1-16
- 3) 三木幸雄. 主要撮像法. 三木幸雄編. 脳・頭頸部の MRI. 東京 : メジカルビュー社, 2000 ; 2-5
- 4) 寺田一志. 脳脊髄—総論 正常解剖. CT・MRI medicina 別冊 アトラス—正常解剖と読影のポイント 2001 ; 38 : 10-20
- 5) 大場 洋. 成人発症の脱髄変性疾患—撮像法のポイントと読影の留意点. 青木茂樹, 相田典子, 井田正博, 大場 洋編. 新版よくわかる脳 MRI. 東京 : 秀潤社, 2004 ; 352-353
- 6) Oba H, Yagishita A, Terada H, et al. : New and reliable MRI diagnosis for progressive supranuclear palsy. *Neurology* 2005 ; 64 : 2050-2055
- 7) 寺田一志. よくわかんないけど、ルーチンだし軸位断像だけでいいんじゃない? 菅 信一編. 画像診断の御法度 それでいいの? 東京 : 秀潤社, 2005 ; 36-42
- 8) 寺田一志, 五味達哉, 河輪陽子, 長基雅司, 甲田英一, 大場 洋. 何でルーチンに矢状断撮らんのじゃ! ①よくある疾患編. 伊藤勝陽編. 第 41 回日本医学放射線学会秋季臨床大会フィルム教育展示症例集 1, 2005
- 9) 大場 洋, 工富公子, 安達木綿子, 古井 滋, 寺田一志. 何でルーチンに矢状断撮らんのじゃ! ②変性疾患・脱髄代謝疾患, その他. 伊藤勝陽編. 第 41 回日本医学放射線学会秋季臨床大会フィルム教育展示症例集 2, 2005
- 10) 大場 洋, 徳丸阿耶, 村山繁雄, 齋藤祐子, 松

- 田博史 : パーキンソン病の画像診断—MRI. *Clinical Neuroscience* 2007 ; 25 : 55–58
- 11) Simon JH, Li D, Traboulsee A, et al. : Standardized MR imaging protocol for multiple sclerosis : Consortium of MS Centers consensus guidelines. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006 ; 27 : 455–461
 - 12) Nakamura H, Yamada K, Kizu O, et al. : Effect of thin-section diffusion-weighted MR imaging on stroke diagnosis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005 ; 26 : 560–565
 - 13) Weiss KL, Pan H, Storrs J, et al. : Clinical brain MR imaging prescriptions in Talairach space : technologist- and computer-driven methods. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003 ; 24 : 922–929
 - 14) Otake S, Yamana D, Mizutani H, Ohba S : Reference lines for oblique axial MR imaging of the brain. *Radiology* 1996 ; 198 : 906–907
 - 15) Nakagawa H, Iwasaki S, Kichikawa K, et al. : Normal myelination of anatomic nerve fiber bundles : MR analysis. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998 ; 19 : 1129–1136
 - 16) Miki Y, Matsuo M, Nishizawa S, et al. : Pituitary adenomas and normal pituitary tissue : enhancement patterns on gadopentetate-enhanced MR imaging. *Radiology* 1990 ; 177 : 35–38
 - 17) Miki Y. Sellar and parasellar diseases, In : *ISMRM Educational Course Syllabus (CD-ROM)*, 2004
 - 18) Kanagaki M, Sato N, Miki Y. Pituitary gland and parasellar region, In : Reiser MF, Semmler W, Hricak H, eds. *Magnetic Resonance Tomography*. Heiderberg : Springer-Verlag, in press
 - 19) Yamada K, Wu O, Gonzalez RG, et al. : Magnetic resonance perfusion-weighted imaging of acute cerebral infarction : effect of the calculation methods and underlying vasculopathy. *Stroke* 2002 ; 33 : 87–94
 - 20) Nobauer-Huhmann IM, Ba-Ssalamah A, Mlynarik V, et al. : Magnetic resonance imaging contrast enhancement of brain tumors at 3 tesla versus 1.5 tesla. *Invest Radiol* 2002 ; 37 : 114–119
 - 21) Scarabino T, Nemore F, Giannatempo GM, Bertolino A, Di Salle F, Salvolini U : 3.0T magnetic resonance in neuroradiology. *Eur J Radiol* 2003 ; 48 : 154–164
 - 22) Sasaki M, Inoue T, Tohyama K, Oikawa H, Ehara S, Ogawa A : High-field MRI of the central nervous system : current approaches to clinical and microscopic imaging. *Magn Reson Med Sci* 2003 ; 2 : 133–139
 - 23) Ross JS : The high-field-strength curmudgeon. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004 ; 25 : 168–169
 - 24) Fushimi Y, Miki Y, Urayama SI, et al. : Gray matter-white matter contrast on spin-echo T1-weighted images at 3T and 1.5T : a quantitative comparison study. *Eur Radiol* 2007 ; 17 : 2921–2925
 - 25) Kikuta K, Takagi Y, Nozaki K, et al. : Asymptomatic microbleeds in moyamoya disease : T2*-weighted gradient-echo magnetic resonance imaging study. *J Neurosurg* 2005 ; 102 : 470–475
 - 26) Reichenbach JR, Barth M, Haacke EM, Klarhofer M, Kaiser WA, Moser E : High-resolution MR venography at 3.0 Tesla. *J Comput Assist Tomogr* 2000 ; 24 : 949–957
 - 27) Haque TL, Miki Y, Kanagaki M, et al. : MR contrast of ferritin and hemosiderin in the brain : comparison among gradient-echo, conventional spin-echo and fast spin-echo sequences. *Eur J Radiol* 2003 ; 48 : 230–236
 - 28) Fushimi Y, Miki Y, Okada T, et al. : Fractional anisotropy and mean diffusivity : comparison between 3.0-T and 1.5-T diffusion tensor imaging with parallel imaging using histogram and region of interest analysis. *NMR Biomed* 2007 : epub ahead of print
 - 29) Okada T, Miki Y, Fushimi Y, et al. : Diffusion-tensor fiber tractography : intraindividual comparison of 3.0-T and 1.5-T MR imaging. *Radiology* 2006 ; 238 : 668–678
 - 30) Okada T, Mikuni N, Miki Y, et al. : Corticospinal tract localization : integration of diffusion-tensor tractography at 3-T MR imaging with intraoperative white matter stimulation mapping—preliminary results. *Radiology* 2006 ; 240 : 849–857
 - 31) Okada T, Miki Y, Kikuta K, et al. : Diffusion tensor fiber tractography for arteriovenous malformations : quantitative analyses to evaluate the corticospinal tract and optic radiation. *AJNR Am*

- J Neuroradiol 2007 ; 28 : 1107-1113
- 32) Yamamoto A, Miki Y, Urayama S, et al. : Diffusion tensor fiber tractography of the optic radiation : analysis with 6-, 12-, 40-, and 81-directional motion-probing gradients, a preliminary study. AJNR Am J Neuroradiol 2007 ; 28 : 92-96
- 33) Fushimi Y, Miki Y, Kikuta K, et al. : Comparison of 3.0- and 1.5-T three-dimensional time-of-flight MR angiography in moyamoya disease : preliminary experience. Radiology 2006 ; 239 : 232-237

MR Imaging of the Brain : Protocols and Current Topics at 3T

Yukio MIKI¹, Masahiro TANIGUCHI², Akira HIRAGA²,
Kaori TOGASHI¹

*¹Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine,
Kyoto University Graduate School of Medicine
54 Shogoin Kawahara-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8507*

²Department of Radiology and Nuclear Medicine Service, Kyoto University Hospital

In this review, we discuss magnetic resonance (MR) imaging protocols of the brain, with special emphases on the usefulness of preparing imaging protocols for diseases that may be missed by a “routine” protocol, importance of obtaining sagittal images, and significance of thin slice thickness. In addition, we present current advances in 3-tesla brain MR imaging.