

脳梗塞だけでなく、出血もよく解る！MRI

宮城厚生協会泉病院 放射線室
○山口 さや香 (Yamaguchi Sayaka)

【はじめに】

MRIでの脳出血と脳梗塞の描出について、CTとMRIを比較し概説する。

脳卒中病型における一般的な画像診断の手順のフローチャートをFig.1に示す。神経症状を有する患者の診断の場合、まずCTが選択され、脳卒中中の3つの病型、くも膜下出血、脳出血、脳梗塞の診断をする。また、脳卒中以外の疾患や病態を鑑別していく流れとなるが、その他の画像診断機器と一緒にMRIはその全てのフローチャートの中に選択肢として含まれ、鑑別診断や病態の把握に活用されている。特に脳梗塞においてMR検査は、アテローム血栓性、心原性、ラクナ梗塞等の発症機序や病型分類において重要な診断ツールとして治療戦略上重要な役割を果たす。そのため、MR装置の普及と進歩に伴って、脳梗塞を疑う場合には第一選択としてMR検査を選択する場合も多くなってきている状況がある。しかし、一方で、MRIは様々な画像コントラストをもつ利点があるが、CT画像と比較するとやや解釈も複雑となり、検査時間も長いことから脳出血などの診断では、MR検査を第一選択とすることが敬遠されることもある。

当院は、急性期脳卒中からリハビリまでの一連の診療範囲をカバーする脳神経系を専門とした小規模病院である。そこで、日常の脳卒中診断における経験から、MRIにおける脳出血画像の特徴と理解について解説し、脳梗塞に関しては病態鑑別上のコントラストの特徴、また、経静脈血栓溶解療法(rt-PA)の普及に伴い、迅速な脳梗塞のMR救急診断のためのプロトコル等について紹介したい。

【高血圧性脳出血】

一般に、頭蓋内出血の画像検査の選択としてはFig.2のよ

うになる。当院は緊急手術の必要な症例等、迅速に高度医療機関へ紹介する役割も担っているため、神経症状を有する患者の救急対応ではMR検査を第一選択とする場合が多々あり、結果的に高血圧性脳出血のMR画像診断も避けられない。先に述べたように、脳出血のMRIでは、発症時期により様々なコントラストがあり(Fig.3)、それらの組み合わせにより出血時期等を鑑別していくことになる。

急性期脳実質内出血の画像は、CTでは発症直後から高吸収で、maxは発症24～48時間だが、亜急性期～慢性期にかけて辺縁部は徐々に低吸収化していくため、大きく見れば一方通行の信号変化を有する。しかし、MRIでみる血腫、及び血腫周辺の信号変化は一方通行とは行かず、脳実質内における血腫の血球ヘム鉄が酸化状態なのか、そうでないのか、細胞の内側なのか、細胞が壊れ外側なのかの違いからその信号は経時的に変化し、複雑である。

発症直後の出血は、オキシヘモグロビンが主体であり、その磁性は反磁性を示すことから磁化率変化はきたさないが、水分含有量の増大、粘稠度の増加を反映してT2強調像では軽～中等度の高信号を呈すとされる。T1強調像では等信号から軽度低信号を呈し、拡散強調像では、凝血塊の粘稠度の上昇、及び細胞密度を反映して高信号、ADCmapでは低信号を呈す。血腫周囲は軽度の浮腫性変化が認められることもあり、その場合はT2強調像では高信号、拡散強調像で低信号を呈する。この後の時間経過に伴い、血腫辺縁部より徐々に脱酸素化して常磁性であるデオキシヘモグロビンへと変化し、磁化率変化による低信号を呈する。磁化率変化に鋭敏とされるT2*や磁化率強調画像SWIで、さらに血腫の磁化率変化を検出することが有用となる。

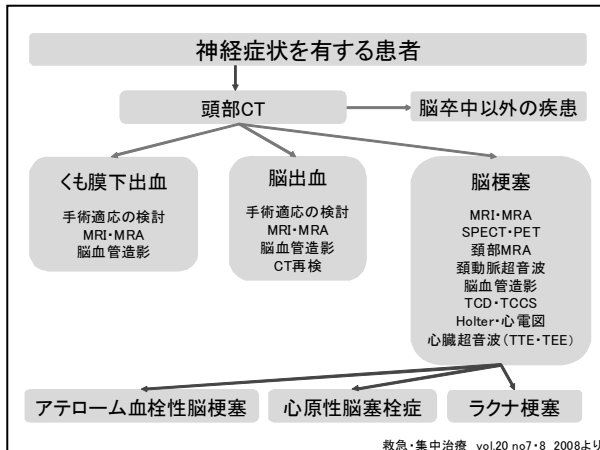


Fig.1 脳卒中各病型における画像診断の手順

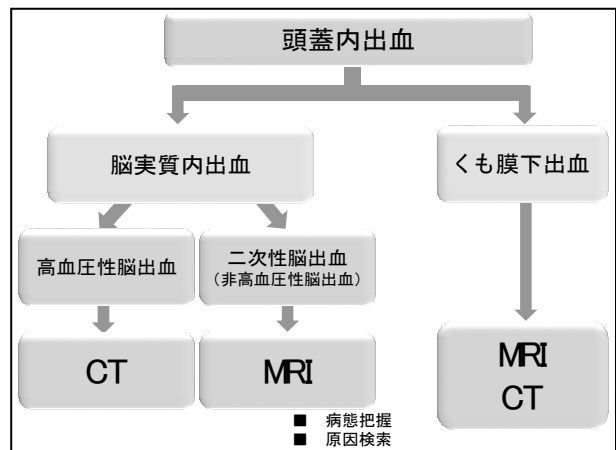


Fig.2 一般的な頭蓋内出血の画像検査適応

Table 1 脳実質内血腫の画像所見:経時的信号変化

病期	血球 ヘム鉄	局在	磁性	T2強調像	T1強調像	DWI b1000	CT
超急性期 24h 以内	oxyHb	赤血球内 Fe ²⁺	反磁性	軽度 高信号	軽度低信 号 ~等信号	高信号	高吸収域
急性期 1d~3d	deoxyHb	赤血球内 Fe ²⁺	常磁性	著名な 低信号	低信号 ~等信号	低信号	より 高吸収域
亜急性期 ~7d程度	MetHb	赤血球内 Fe ²⁺	常磁性	低信号	高信号	低信号	高吸収域
亜急性期 ~1m程度	MetHb	赤血球外 Fe ³⁺	常磁性	高信号	高信号	高信号	辺縁部から 低吸収化
慢性期 1m以降	ヘムジデリン	赤血球外 Fe ³⁺	常磁性	低信号 ¹⁾	低信号 ¹⁾	低信号	低吸収

1): 液化空洞部分では脳脊髄液と同等の低信号

MR検査を担当する技師は、最低限、超急性期脳出血の画像コントラストをマスターすれば、その時点での出血の検出や病態を適切に把握することができ、治療を開始する上で有効な情報を提供できることになる。まずは超急性期脳出血の画像コントラストの理解を深めていくことがMRIの出血のコントラストをマスターする早道となり得るのではないだろうか。

【血腫検出に有効なMRIコントラスト】

くも膜下出血は広義の中では頭蓋内出血に入るが、MRIはCTと同等の検出率があり有用性がある。CT画像は、亜急性期のくも膜下出血やくも膜下出血の前駆症状とされる微小出血の場合では、血腫が脳脊髄液に希釈されシルビウス裂には明らかな高吸収域を認めないことが多い。熟練の医師や見慣れた読影者は、シルビウス裂の不明瞭化、脳底槽の不明瞭化、第三脳室や、脳室下角の拡大等の二次的な形態変化で診断がつくが、見慣れない読影者は見落とすことに繋がりがかねない難しさがある。一方、MRIは、血腫の細胞外メトヘモグロビンの影響によりT1強調像、FLAIR画像でシルビウス裂に高信号域を呈するため、コントラスト差から容易に診断がつく。FLAIR画像の血腫の経時的な信号変化は基本的にはT2強調像と同等であるが、脳脊髄液の信号をゼロに抑えているために脊髄液内の血腫のわずかな信号変化をも捉えることが容易となり、感度の高いコントラストといえる。こうしたことから、FLAIR画像では脳脊髄液の信号を抑えることが非常に重要となり、適切なTRとTIの関係を知っておく必要がある。撮像条件は脳ドックガイドライン等で示される条件等を参考にし、自施設の装置に最適な値を設定する必要がある。

次に、T2*、SWIだが、これらのシーケンスは二次性脳出血含め様々な病型で力を発揮する。二次性脳出血は、高血圧性脳出血に対し、若年であること、高血圧性脳出血の好発部位でないこと、出血が同時多発していること、くも膜下

Table 2 当院の救急プロトコル

1. DWI	細胞性浮腫	1'00
2. MRA	主幹部閉塞, Willis輪形態	2'00~5'00
3. FLAIR	Intraarterial signal, SAH	1'50
.....QP.....		ここまで計 5~7 min
4. SWI/T2*	Misery perfusion, 塞栓子	2'30
5. T2WI	陳旧性梗塞, 急性期出血	0'45
6. ASL	Misery perfusion	2'50
		1~6計 11~13 min

出血を併発していること等で特に疑いがあり、MR検査は出血の原因検索、病態把握として選択される。

【脳出血小活】

脳出血を考慮したMR検査において最低限必要なシーケンスとしては、①拡散強調像、②FLAIR画像、③T1強調像、④磁化率強調画像等が候補として挙げられる。

【脳梗塞】

一般的に脳梗塞が疑われる場合は、MR検査が第一選択となる。

当院でも急性発症の神経症状を有する患者は、先に述べた通りMR検査が第一選択となり、Table 2の緊急プロトコルが適応される。このプロトコルのポイントは短時間で撮影すること、これに尽きる。初めに細胞性浮腫かどうかを判断するためにまず拡散強調像(ADCmap含む)を撮影し、次に脳血管の主幹部閉塞の否定のためにMRAを撮影、3番目のシーケンスとしてFLAIR画像を撮影する(Table 2 1~3項)。FLAIR画像は、中大脳動脈の閉塞や狭窄に伴う血行遅延などの所見とされる血管高信号Intraarterial signal(IAS)の検出、及び、くも膜下出血やその他の頭蓋内出血の否定を目的としている。ここまですべてrt-PAに対応するプロトコルとなり、1分半程度で撮影するSWIを適宜追加する。検査自体で長くとも8分以内(医師の要望は5分以内)、入室退室を入れても10分以内で救急室に戻ることが原則で、あくまで画像検査が律速段階になってはいけなない。

rt-PAの枠を外れている場合には脳梗塞病型を把握し治療戦術をとっていくことになるため、Table 2 1~6項まで撮影する。また、このプロトコルで脳出血の診断にも対応させている。

さて、急性期脳梗塞を診断する上で頼りになるのは拡散強調像(b値1200s/mm²)とADCmapである。拡散強調像は急性期の脳虚血状態を細胞性浮腫として反映して高信号を呈

し、ADCmapは低信号を呈する。いわゆる虚血強度の高い脳梗塞症例においては、CTやT2強調像よりも早期に虚血コアの程度が検出可能とされ感度81~100%、特異度100%との報告³⁾がされている。しかし、血管性浮腫と呼ばれる細胞間隙に水が貯留する状態においては、ADCmapは高信号を呈する。前者は一般的には非可逆的として細胞死を示すとされ、後者は可逆性を示すとされる。このような鑑別にも拡散強調像とADCmapは大いに役立つシーケンスとなり得る。

蛇足だが、高血圧性脳症、しかん等でみる血管性浮腫はFLAIR画像やT2強調像においても白質の高信号所見を呈する。

【脳梗塞におけるMR検査のアドバンス】

FLAIR画像、SWIが有用であった症例をFig.3に示す。Fig.3の症例はrt-PAは適応外であり、緊急プロトコル(Table 2)の1~6の撮像を行なった。

拡散強調像では右の側頭葉島回付近で高信号域を呈している。

SWIの最小値投影法(minIP)画像では含有するデオキシヘモグロビンやヘモジデリンによる磁化率効果を反映して、塞栓子、または血栓が限局性の低信号(→)として描出されている。また、灌流圧低下に伴う動脈血流の相対的なオキシヘモグロビン濃度の減少と、組織の酸素消費率の上昇、及び相対的なデオキシヘモグロビン濃度の上昇を反映して灌流異常領域の静脈内の信号がより強調(点線部分)され低信号として拡張した所見を示す。これは、血液供給が脳酸素需要に比して減少し脳酸素率が上昇した状態、いわゆるmiseryな灌流状態を示すとされている。

FLAIR画像では、拡散強調像で高信号を示す部分に軽度高信号を示す領域が一部認められ、いわゆるDWI/FLAIRミスマッチの所見としてペナンブラの存在を示唆していると考えられ(←)、また、右側頭葉シルビウス裂内にはIASが認められる(点線部分)。IASは塞栓子や血栓、及びその末梢側の低灌流状態が高信号を呈するため、急速に閉塞した皮質枝や遅滞した血流の範囲の同定に有効である。ただし、IASは一定の条件を満たした場合に有用であり、注意が必要である。SWIと相補的に所見を組み合わせる

【参考文献・図書】

- 1) 井田正博 : こここまでわかる頭部救急のCT・MRI メディカル・サイエンス・インターナショナル
- 2) 脳卒中 急性期管理Q&A 救急・集中治療 vol.20 no7・8 2008 総合医学社
- 3) 金柿 光憲 : 画像診断 Vol.33 No.10 2013 秀潤社
- 4) 赤澤 健太郎 他 : 画像診断ガイドライン2013版 日本医学放射線学会 日本放射線科専門医会・医会 編

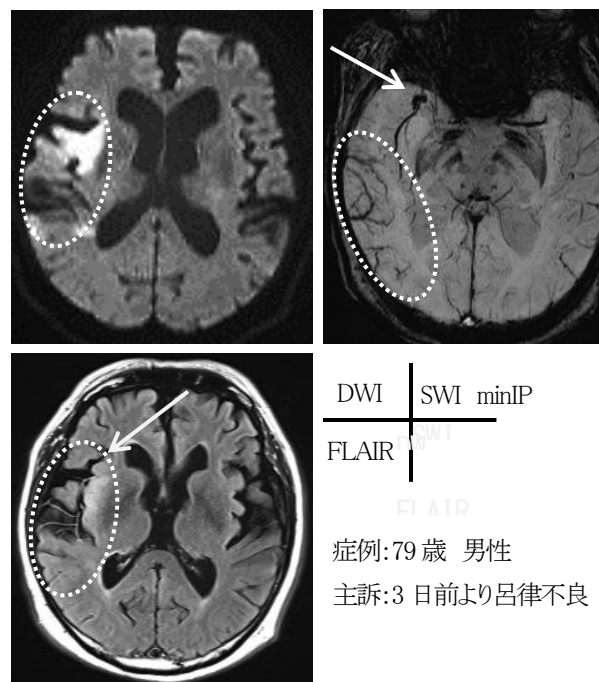


Fig.3 FLAIR 画像、SWI が有用であった症例

ことで、塞栓子自体の検出と灌流異常領域の評価がより正確になり、脳梗塞におけるMR検査のアドバンスといえる。

【脳梗塞小活】

脳梗塞を考慮した検査においては、臨床病型と発症機序を合わせた病態診断と治療戦略決定からMR検査を第一選択とすることをお勧めする。最低限必要なシーケンスは、Table 2のシーケンスが挙げられるだろう。

【まとめ】

脳出血のMRIの信号変化は非特異的信号で多様なコントラストを示す。この多様なコントラストが逆に敬遠されがちであるが、血腫の経時変化を知ることや血腫の検出、病態を把握することは可能といえる。ただし、その前提には、従来からのCTが持つような、迅速性、簡便性が求められる。今後の脳卒中診療では、2012年のrt-PA適応枠の拡大からみても、治療戦略を考慮すれば、MR検査を第一選択とすることの要望が高まってくるものと考えられる。そうした背景からも、技師は、MR装置の常時検査可能な体制確保や、安全性の確保、画像の評価等の十分な対応が求められる。