

脳卒中超急性期における画像診断プロトコール

原田 雅史, 米田 和英, 森田 奈緒美, 竹内 麻由美, 久岡 園花,
岡田 稔子, 西谷 弘

徳島大学医学部放射線医学講座

(平成12年9月4日受付)

1. はじめに

従来の脳血管障害の診断は、急性期においてはまず出血か梗塞かの診断が中心であり、CT, MRI を用いても発症後非常に早期の虚血性疾患を検出することは容易ではなかった。また、MRI は限られた施設にしかなく、測定時間が長く、患者のモニターがしにくい等臨床的に制約が多いため、普通はCT を一番最初に施行することが多い。従来一般的に行われてきたと思われる脳卒中における画像検査の流れを図 .1 に示す。この場合、最も不足する情報としては、虚血部位とその虚血の程度に関するものであり、これが十分でないために脳梗塞における再灌流療法をどの程度おこなうかの判断が行えないことがある。脳血流に関しては、アイソトープを用いた脳血流シンチで測定可能であるが、MRI 以上に測定できる施設が限られ、薬剤の関係もあり緊急検査として行うことは容易ではない。従って、脳虚血性疾患における虚血領域と虚血程度を発症後できるだけ早く短時間に診断できる手法が必要となってくる。

最近の MRI の進歩、特に超高速撮像法とよばれる短時間で測定を行える手法が開発されたことにより、MRI

で得られる情報量と操作性は飛躍的に向上してきた。この手法を応用し、解剖学的画像以外の MRI 情報を取得することが可能となっており、臨床においても新たな有用性が認められている。この論文では、脳卒中における画像診断の新しいプロトコールについて紹介し、その応用について解説を加える。

2. 最新の MRI 事情と測定方法

MRI における測定時間の短縮は、強い傾斜磁場を用い、必要な信号を一気に連続して取得する Echo Planer Imaging (EPI) に代表される超高速撮像法が臨床機にも利用可能になったことによる^{1,2)}。EPI の特徴として、非常に早くデータ収集できる利点がある一方で、磁場の不均一性に非常に影響されやすく画像がゆがみやすい欠点がある。従って、骨が近くにある頭蓋底付近の信号は非常に artifact や画像の歪みが強くなることに留意すべきである。

この EPI 法を用いて臨床的に可能になった手法の代表が拡散強調画像 (DWI) である^{3,4)}。DWI は、水分子のブラウン運動に代表されるゆっくりとした微視的な動きを強調した画像であり、いわば水の動き安さや制限を反映すると考えられている。水の動き安さについては図 2 に示すように、脳梗塞における細胞性浮腫と血管性浮腫の違いを明瞭に描出できるパラメーターとなりえる。すなわち脳梗塞初期の細胞内の浮腫が強い状態では水の拡散能が低下し、DWI としては高信号となることが特徴である。その後細胞外の水分が増加することにより水拡散能は低下し、DWI でも高信号が消失していくし、非常に慢性期となると低信号となる。このように DWI では、梗塞における経時的な変化を描出でき、梗塞巣の新旧の判断にも利用できる。また、DWI で高信号とな

- ・ 脳卒中患者が来院
- ・ まず CT 検査 - 出血の有無の確認
- ・ そして MRI 検査 - 梗塞の有無、動脈瘤の有無
- ・ 脳血管撮影へ - 診断及び治療として血栓溶解術
- ・ 後日、脳血流評価 - 脳血流シンチ

図1 従来の画像診断プロトコール - 出血か脳梗塞かの鑑別に主眼 -

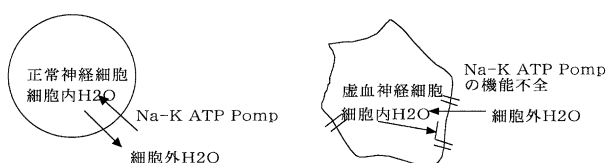


図2 拡散強調画像

脳梗塞急性期においては水の拡散能が低下する時期がある。細胞障害性浮腫と呼ばれる現象と考えられているが、最近では水の構造化による影響も示唆される。

る時期は発症後1時間以内と考えられ、現在の手法のなかでは最も検出時間が早いといえる^{5,6)}。これらの点から、脳卒中におけるDWIの測定は必要不可欠となってきた。

EPIの時間分解能の高さを利用して、脳血流に関する情報も取得可能となってきている。脳血流や灌流の情報を測定する方法としては2種類に大別できる^{7,8)}。

(A) 造影剤のFirst Passを利用する方法

(B) スピンラベリングを行う方法

いずれもEPIのような高速シークエンスを使用することが多いが、(A)では造影剤を使用するために原則として1回のみしか施行できず、さらにカーブフィットなどの計算処理を行う必要がある。(B)ではパルスにより血流に印づけを行う方法で血管確保も必要なく、繰り返し施行可能である。また画像処理も差分する程度で比較的容易に短時間に終了できる。以上の利点を考慮し、我々の施設ではスピンラベリング法を緊急検査での第一選択とすることにした。これらの手法は、現在でも装置やメーカーの違いにより選択できたり、できなかったりしており、まだ最善の方法についてはコンセンサスは得られていない。各施設の実状に応じて選択せざるをえないのが現状である。

その他MRIを用いた測定方法としてはMR angiography (MRA)による血管画像も脳卒中の診断には非常に有用であるが、CTにおいても造影剤を用いたCT angiographyが施行でき、精度においてはむしろMRAを凌駕することもあることが報告されている。しかし、やはり造影剤を使用することを考えると、緊急検査ではMRAの方が適応しやすいと考えられる。

また、FLAIRとよばれる画像が、最近高感度にくも膜出血等の出血性変化を検出することが可能との報告が散見される^{9,10)}。FLAIRもEPIの手法を応用して測定時間の短縮化が図られており、緊急検査にも応用しやすくなっている。

3. 脳卒中患者における画像プロトコール

脳卒中患者の治療は時間との勝負でありいかに的確に短時間に診断することができるかがポイントとなる。脳卒中患者の診断に必要なと思われる情報を表にまとめてみた。これらの情報ができるだけ早く、最小労力と最小の侵襲性で取得できることが望ましい。そのためにもできれば一つのモダリティーに集約する必要がある。DWIがMRIでのみしか行えない点から、現時点ではMRIにおいて必要な情報を集約できることが望ましいと思われる。新しい脳卒中診断のプロトコールとしては、下記の要件を満たす必要があると考える。

- 1) 単一のモダリティーで非侵襲的に虚血範囲領域の範囲から神経細胞の可塑性と側副路の評価までの情報が取得できることを目指す。
- 2) 発症直後から十分な診断能が確保されることが必要。
- 3) 治療を早期に開始するためには最長でも30分以内に検査と診断を終了することが必要。

以上の点を考慮すると脳卒中急性期の緊急プロトコールについては

- 1) 拡散強調画像, 2) T2強調画像 (EPI), 3) 灌流画像, 4) 頭蓋内MRA

が必要であり、さらに時間があれば、頸部MRAとFLAIRを追加してもよい。

これらの検査の流れと診断基準について、図3にフローチャートで示した。

まず出血の確認はEPIによるT2WIやDWIで可能であり、これによりFLAIRの追加あるいはCTを施行する。動脈瘤が疑われればMRAを施行してもよい。出血がないようであれば、DWIによる所見で診断を進める。DWIで異常がなくT2WIで異常がはっきりしなけ

表 脳卒中症例に必要な診断情報

<ul style="list-style-type: none"> • 診断のための情報から治療に必要な情報へ <ol style="list-style-type: none"> 1) 虚血に陥った脳組織の領域 2) 脳灌流の状態 3) 脳神経細胞の可塑性 4) 脳血管の通過状態 5) 側副路の血流量の多寡 • 脳卒中診断に要求される即時性 <p>治療は時間との勝負</p> <ul style="list-style-type: none"> - 短時間, 最小労力, 最小侵襲性が必要

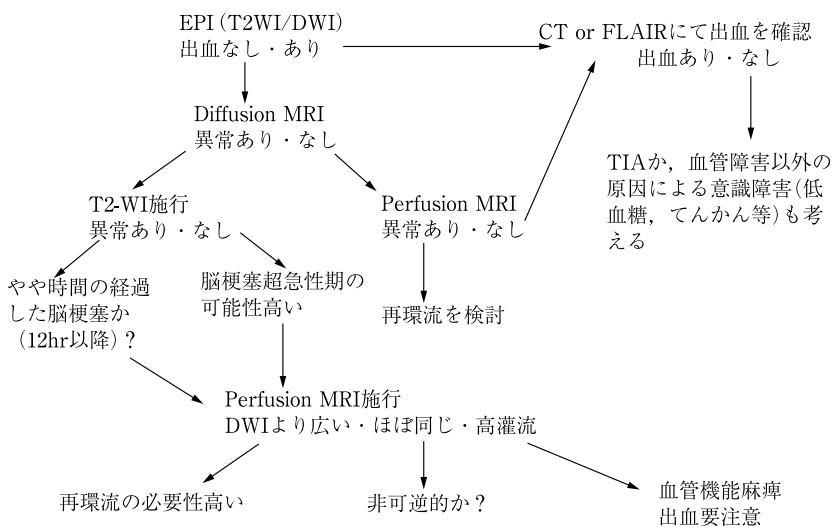


図3 診断のフローチャート（脳卒中患者をまず MRI へ）

れば超急性期の病変と考えられ、灌流画像を測定する。灌流画像が DWI の異常よりも広ければ再灌流療法のよい適応になると考えられ、灌流異常と拡散異常の領域が同等であれば再灌流療法の効果は低いと考えられる。また、灌流画像で高灌流を認めた場合は luxury perfusion も考え、出血に留意すべきと思われる。

DWI で異常が無い場合も灌流画像を測定し、灌流低下がある場合は、MRA で閉塞血管を検討し、脳血管造

影を施行するか判断する。その場合大学病院では proton MRS を追加し乳酸の高値を認めた場合は DWI で異常がなくても閉塞血管があれば再灌流の必要性が高いと考えている。DWI で異常がなく灌流画像で異常を認めた場合の再灌流療法の可否についてはまだ検討の余地があるが、臨床症状も併せて検討すべきと考えられ、今後の症例の蓄積により明確になっていくと思われる。

4. 症例呈示

60歳、男性。左片麻痺で発症し、徳島大学 SCU に紹介される。発症後 4 時間後で緊急 MRI を施行し、DWI で右頭頂葉に高信号をみとめ、右前頭葉放線冠にも小さな高信号を認める（図 4）。MRI による灌流画像では、右頭頂葉のみならず、前頭葉の一部にまで灌流低下をみとめ、DWI の異常域よりもひろく、放置すれば梗塞巣が拡大する可能性が示唆されたため、閉塞血管の血栓溶解による再灌流療法を試みた。再灌流後の灌流画像では右頭頂葉の低灌流が認められるが右前頭葉の血流低下は改善されてお

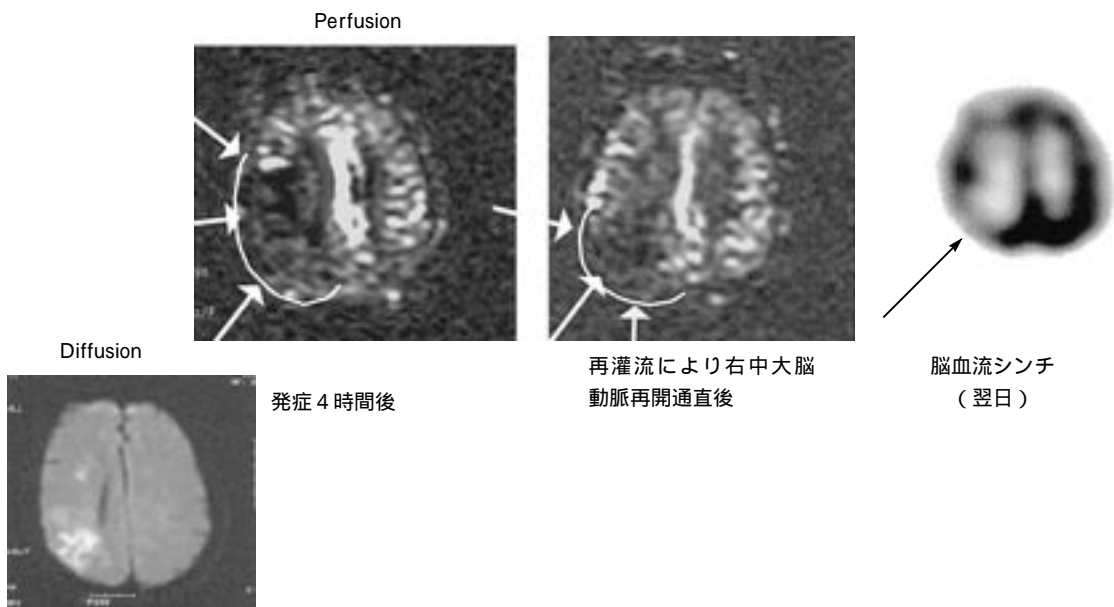


図4 脳梗塞超急性期：治療症例

り、治療効果が確認できた(図4)。左片麻痺の著明な改善も認められた。翌日施行された ^{99m}Tc -ECDによる脳血流シンチでも、前頭葉の血流は保たれており、右頭頂葉の血流は低下してみえ、MRIによる脳灌流画像とほぼ同様の所見であった(図4)。

5. おわりに

脳卒中の最近の画像診断の流れについて解説を行ってきたが、MRIの性能によってはこのようなプロトコールを組めない施設もあるし、MRIが禁忌な患者にたいしては適応ができない。最近のCTの進歩からCTAやperfusion CTの向上も期待でき、MRIが使用できない場合のプロトコールとして今後検討していく必要はあると思われる。またMRIを使用したプロトコールについても今後の症例の蓄積と検討により若干の修正が図られる可能性は残っている。

いずれにせよ臨床においては発症の原因や個人の背景因子等患者は多様な環境にあると思われ、動物実験の結果を単純に適応しにくい場合が多い。今後多くの施設で脳卒中の救急医療が同一の観点から施行されれば、地域医療への貢献のみならず、さらに精度の高い診断技術の開発に貢献できると思われ今後のこの領域の発展が期待できると考えている。

文 献

- 1) Worthington, B.S., Bullock, P., Stehling, M., Gowland, P., et al. : Clinical experience with contrast enhanced echo-planar imaging of the brain. *Magn. Reson Med.*, 22 : 255-258, 1991
- 2) Eichenberger, A.C., Schwitter, J., Mckinnon, G.C., Debatin, J.F., et al. : Phase-contrast echo-planar MR imaging : real-time quantification of flow and velocity patterns in the thoracic vessels induced by Valsalva's maneuver. *J. Magn. Reson Imaging* 5 : 648-655, 1998
- 3) Weber, J., Mattle, H.P., Heid, O., Remonda, L., et al. : Diffusion-weighted imaging in ischemic stroke : a follow-up study. *Neuroradiology* 42 : 184-191, 2000
- 4) Grav, L., MacFall, J. : Overview of diffusion imaging. *Magn. Reson Imaging Clin. N. Am.*, 6 : 125-138, 1998
- 5) Darzinski, B.J., Sotak, C.H., Fisher, M., Hasegawa, Y., et al. : Apparent diffusion coefficient mapping experimental focal cerebral ischemia using diffusion-weighted echo-planar imaging. *Magn. Reson Med.*, 30 : 318-325, 1993
- 6) Moseley, M.E., Mintorovitch, J., Cohen, Y., Asgari, H. S., et al. : Early detection of ischemic injury : comparison of spectroscopy, diffusion-, T₂- and magnetic susceptibility-weighted MRI in cats. *Acta Neurochir. Suppl (Wien)* 51 : 207-209, 1990
- 7) Smith, A.M., Grandin, C.B., Duprez, T., Maigne, F., et al. : Whole brain quantitative CBF, CBV, and MTT measurements using MRI bolus tracking : implementation and application to data acquired from hyperacute stroke patients. *J. Magn. Reson Imaging*, 12 : 400-410, 2000
- 8) Ye, F.O., Pekar, J.J., Jezzard, P., Duyn, J., et al. : Perfusion imaging of the human brain at 1.5T using a single-shot EPI spin tagging approach. *Magn. Reson Med.*, 36 : 217-224, 1996
- 9) Noguchi, K., Seto, H., Kamisaki, Y., Tomizawa, G., et al. : Comparison of fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging with CT in a simulated model of acute subarachnoid hemorrhage. *AJNR* 21 : 923-927, 2000
- 10) Linfante, I., Llinas, R.H., Caplan, L.R., Warach, S. : MRI features of intracerebral hemorrhage within 2 hours from symptom onset. *Stroke* 30 : 2263-2267, 1999

Imaging protocol for apoplexy of acute phase

Masafumi Harada, Kazuhide Yoneda, Naomi Morita, Mayumi Takeuchi, Sonoka Hisaoka, Toshiko Okada, and Hiromu Nishitani

Department of Radiology, The University of Tokushima School of Medicine, Tokushima Japan

SUMMARY

We described our imaging protocol for apoplexy to select a therapeutic way. The recent advance of MR technology much contributes to diagnosis of cerebral ischemic disease. Especially the EPI method is now applied to clinical MR machine and make possible to obtain diffusion-weighted images (DWI) with excellent quality, which can detect super-acute phase of cerebral infarction.

Then we choose MRI as the first modality conducted for patients of apoplexy and measured DWI and perfusion MRI before conducting conventional cerebral angiography. The mismatch area between DWI and perfusion MRI will suggest the necessity of re-circulation therapy because rescuable neuronal cells from ischemia will exist in the mismatch area. Furthermore cerebral hemorrhage can be detected using EPI-T2 weighted images and DWI, and the luxury perfusion will be also evaluated by perfusion MRI. Therefore we considered that MR examination could be the first modality conducted for diagnosis of cerebral vascular accident of acute phase.

Key words : Ischemia, Apoplexy, hemorrhage, DWI, perfusion