

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：15101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K19795

研究課題名(和文) R2*マップによる急性期脳梗塞における閉塞血管の画像評価

研究課題名(英文) Evaluation of R2* map by IDEAL IQ for acute cerebral infarction

研究代表者

篠原 祐樹 (Shinohara, Yuki)

鳥取大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：60462470

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,100,000円

研究成果の概要(和文)：MRI撮像法の一つであるR2*マップが、急性期脳梗塞における塞栓子の描出を向上させるか否かを明らかにするために検討を行った。その結果、従来塞栓子の検出に有用とされてきたT2*強調像と比較して、R2*マップは同等以上の検出能を示した。R2*マップにより塞栓子の検出能向上ならびに脳塞栓症の原因特定が可能となれば、治療法選択に大いに貢献するものと考えられる。また検討の中で、脳塞栓症だけでなく、急性期脳動脈解離の偽腔内血栓の早期検出にもR2*マップが有用であることを確認できた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to evaluate the detectability of arterial acute thrombus on R2* map by iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation (IDEAL) IQ. As a result, the visual assessment showed that the detectability of acute thrombus on R2* map is comparable to that on T2*-weighted imaging (T2*WI). Regarding thrombus at distal internal carotid artery, the detectability on R2* map is superior to that on T2*WI. R2* map provide additional information to distinguish between embolism and atherosclerotic infarctions. In addition, we could find the fact that the R2* map enables to detect acute intramural hematoma associated with cerebral artery dissection more effectively than T2*WI and earlier than high-resolution 3-dimensional T1-weighted imaging.

研究分野：画像診断

キーワード：急性期脳梗塞 脳血管障害 MRI R2*マップ T2*強調像

1. 研究開始当初の背景

脳梗塞の画像診断において、磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging; MRI) は必要不可欠な検査である。特に、T2*強調像や磁化率強調像 (susceptibility weighted image; SWI) といった磁化率効果に鋭敏な撮像法を用いることで、脳塞栓症で脳血管内に移動した塞栓子を画像化することが可能となった (Flacke S, Urbach H, Keller E, et al. Radiology 2000; 215: 476-482)。また、研究代表者は過去に、single-shot echo-planar gradient-echo 法を用いた T2*強調像における塞栓子検出能の高さを報告しており、同撮像法を経過観察として用いることで、治療効果による塞栓子の消失や移動といった変化も捉えられることを明らかにした (Shinohara Y, Kinoshita T, Kinoshita F. Neuroradiology 2012; 54: 427-434)。最近では、T2*強調像や SWI で認められる塞栓子の長さや部位、信号強度の違いによって、血栓溶解療法の効果や予後が異なるとの報告もあり (Kimura K, Sakamoto Y, Aoki J, et al. stroke 2011; 42: 3150-3155, Legrand L, Naggara O, Turc G, et al. stroke 2013; 44: 1878-1884)。急性期脳塞栓症のバイオマーカーの一つとして、MRI による塞栓子イメージングの重要性は増している。

Iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation (IDEAL) IQ を用いた R2*マップとは、脂肪抑制法の一つである Dixon 法を応用した、マルチエコー収集による T2*コントラスト画像撮像法である (Reeder SB, Pineda AR, Wen Z, et al. Magn Reson Med 2005; 54: 636-644、山下栄二郎、崎本翔太、篠原祐樹など 映像情報 Med 2012; 44: 1346-1354、図 1)。R2*マップは、軽微な磁化率変化を鋭敏に捉えられるだけでなく、鉄定量画像として R2*値を計測することが可能である。R2*マップにより、塞栓子の検出能向上ならびに臨床病型や塞栓源の推定が可能となれば、使用薬剤の選択や脳血管内治療による機械的血栓除去術の適応等、治療法選択に大いに貢献するものと考えられ、再開通率や神経学的予後の改善に繋がることが期待される。

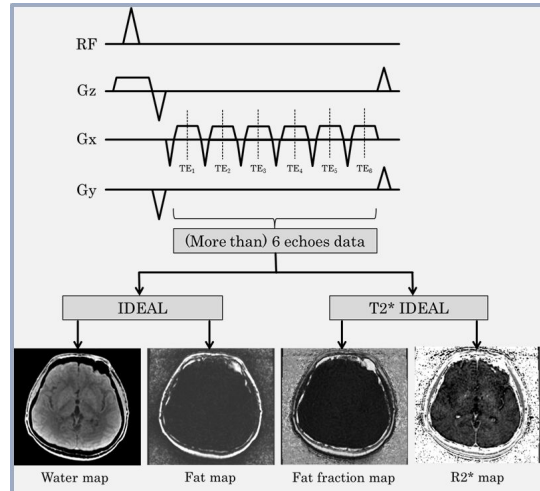


図 1 IDEAL IQ の模式図

2. 研究の目的

脳塞栓症と脳血栓症、あるいは心原性塞栓症と動脈原性塞栓症との鑑別は、臨床的に極めて重要であるが、症状のみならず画像所見も類似することがあり、両者の明確な区別が困難な症例もしばしば遭遇する。また、T2*強調像や SWI による塞栓子の診断の問題点の一つとして、塞栓子の磁化率変化と、強い磁化率効果を有する周囲構造あるいは周囲組織の変化、例えば、骨や空気、石灰化、比較的太い静脈、出血などとの区別が困難であることが挙げられる。

急性期の塞栓子は、塞栓子内に豊富に含まれるデオキシヘモグロビンの磁化率変化により、動脈内で限局性の信号低下を示す。R2*マップは前述の原理的な特長より、デオキシヘモグロビン濃度の違いや、他の常磁性体物質との磁化率変化の違いを鋭敏に反映できると考えられ、塞栓子の由来や存在診断を明確に区別できる可能性がある。

本研究の目的は、従来法である T2*強調像との比較により、急性期脳梗塞における R2*マップの塞栓子の検出能を調べ、R2*マップによる塞栓子の視覚評価や定量評価が、脳梗塞の臨床病型診断、治療効果判定、予後予測にどの程度寄与するかを調べることである。

3. 研究の方法

MRI 装置は GE Healthcare 社製 Discovery MR750w 3T を用いて、付属アプリケーションである IDEAL IQ により R2*マップを撮影する。

- (1) 基礎的研究として、複数の R2*値を持つファントムを作成、R2*マップを撮影し、R2*マップの至適撮像条件について検討する。
- (2) 急性期脳梗塞において、塞栓子を表す R2*マップにおける磁化率変化と、従来法である T2*強調像における磁化率変化との視覚的な比較・検討を行う。
- (3) 急性期脳梗塞各症例における R2*マップで捉えられる塞栓子の視覚評価や定量評価を行い、脳梗塞の臨床病型との違いを検討する。

4. 研究成果

基礎実験では、まず内腔が同心円状の三層に分離された容器を準備し、中央部に 5 倍希釈ガドリニウム (Gd) 造影剤、最外層に蒸留水を入れ、その間の二層目を空とする模擬ファントムを作成した (図 2)。その後 T2*強調像と R2*マップを撮像した結果、T2*強調像では、二層目の空気による磁化率変化の影響を強く受け、中央部の Gd 造影剤の磁化率効果同定は困難であった。一方 R2*マップでは、Gd 造影剤と空気の磁化率変化の違いを明瞭に区別できた。

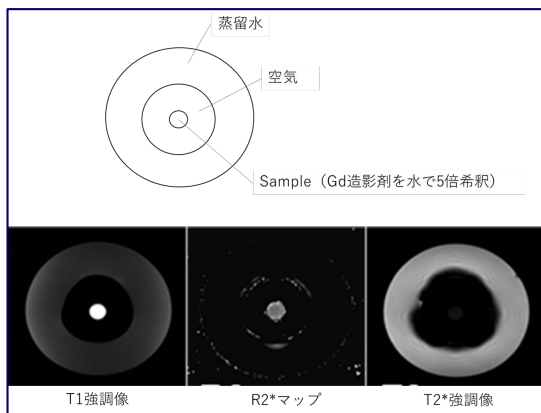


図 2 IDEAL IQ 撮影用模擬ファントム

臨床検討の対象は急性期脳塞栓症患者 26 名で、9 名では T2*強調像・R2*マップ共に閉塞部位に一致した塞栓子と考える信号変化を認めた。7 名では R2*マップの方が T2*強調像よりもより明瞭に塞栓子を反映した信号変化を示し、残る 10 名は T2*強調像・R2*マップ共に閉塞部位に信号変化を特定できなかった。R2*マップによる塞栓子の検出能は、特に内頸動脈や椎骨脳底動脈など、空気や骨からの磁化率アーチファクトの影響を受けやすい頭蓋底に近い血管で優れていた (**Shinohara Y**, Kato A, Yamashita E, et al. Yonago Acta Med 2016; 59: 204-209, 図 3)。

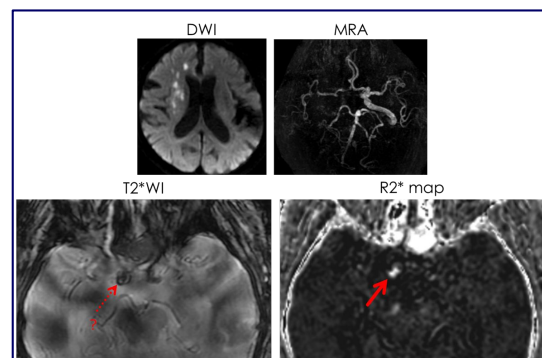


図 3 R2*マップが塞栓子検出に有用であった心原性急性期梗塞の 90 歳代・女性。

MRA 上、右内頸動脈閉塞を来して、右中大脳動脈に新鮮梗塞を示唆する拡散強調像高信号域が散見される。T2*強調像では頭蓋底からの磁化率アーチファクトが強く、塞栓子の有無の評価が困難であったが、R2*マップでは、右内頸動脈遠位部に一致して、塞栓子を示唆する磁化率効果を観察することができた。

一方、定量評価では、心原性塞栓の R2*値 (136.6 /msec) と動脈原性塞栓の R2*値 (189.9 /msec) との間に有意差はなかった ($p=0.332$)。更なる症例の蓄積や R2*マップの至適撮像条件の見直し等、今後必要と思われる。

また臨床研究の中で、脳塞栓症だけでなく、急性期脳動脈解離の偽腔内血栓の早期検出にも R2*マップが有用であることを確認できた (Kato A, **Shinohara Y**, Yamashita E, et al. Neuroradiology 2015; 57: 909-915, 図 4)。

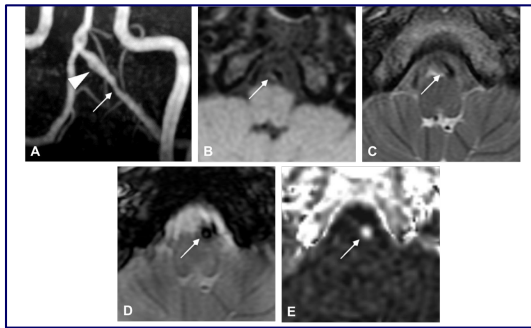


図 4 R2*マップが急性期椎骨動脈解離の偽腔内血栓検出に有用であった40歳代・女性。

MRA では左椎骨動脈に string and pearl sign 様の口径不整が見られる (A)。高分解能 3 次元 T1・T2 強調像 (CUBE) では、左椎骨動脈の壁に T1-CUBE 等信号、T2-CUBE 軽度高信号の部位を認める (B、C)。T2*強調像 (D) と R2*マップ (E) では、同部に磁化率効果を認めるが、R2*マップの方がより明瞭に観察され、椎骨動脈解離の新鮮偽腔内血栓を反映した所見と考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

Shinohara Y, Kato A, Yamashita E, Ogawa T. R2* map by IDEAL IQ for acute cerebral infarction: Compared with susceptibility vessel sign on T2*-weighted imaging. *Yonago Acta Med* 2016; 59: 204-209 (査読有).

Kato A, **Shinohara Y**, Yamashita E, Fujii S, Miyoshi F, Kuya K, Ogawa T. Usefulness of R2* maps generated by iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation quantitation sequence for cerebral artery dissection. *Neuroradiology* 2015; 57: 909-915 (査読有).

[学会発表](計1件)

Kato A, **Shinohara Y**, Yamashita E, Fujii S, Miyoshi F, Kuya K, Ogawa T. R2* map by iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry

and least-squares estimation quantitation sequence for cerebral artery dissection. The 10th Asian Oceanian Congress of Neuroradiology (AOCNR2015) November 5-7, 2015, Hilton Fukuoka Sea Hawk, Fukuoka, Japan.

[ホームページ](計1件)

鳥取大学医学部病態解析医学講座画像診断治療学分野

URL : <http://www.med.tottori-u.ac.jp/radio/>

6. 研究組織

研究代表者 :

鳥取大学・医学部附属病院・助教
篠原 祐樹 (SHINOHARA YUKI)

研究者番号 : 60462470