

機関番号：22304

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21791205

研究課題名 (和文) 急性期脳梗塞の MRI 拡散強調画像における表示階調自動正規化システムの開発

研究課題名 (英文) Development of Computerized Scheme for Automated Adjustment of Display Grayscale in Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Images with Acute Ischemic Stroke

研究代表者

長島 宏幸 (NAGASHIMA HIROYUKI)

群馬県立県民健康科学大学・診療放射線学部・講師

研究者番号：60352621

研究成果の概要 (和文)：脳梗塞を早期に検出できる MRI の拡散強調画像 (以下、画像) は、色合い調節によって脳梗塞の映り方が変わるため、診断の精度が低下する可能性がある。厚生労働省研究班は、画像の映り方を統一化させる方法を考案したが、人的誤差が生じ、労力を必要とする。本研究では、自動的に且つ高精度に画像の映り方を統一化させるコンピュータシステムを開発した。本システムは、装置や被検者が異なっても同一の移り方となる画像に調節できた。

研究成果の概要 (英文)：Diffusion-weighted magnetic resonance images (MRI-DWI) are used to evaluate patients with acute ischemic stroke. The display grayscale in MRI-DWI are adjusted under manual operation of the radiologist. The difference in the display grayscale between observers may cause the deterioration of the accuracy in diagnostic imaging. The method for standardizing the display grayscale in MRI-DWI was devised by study group of the Ministry of Health, Labour and Welfare. However, the proposed method might cause human errors, and is time-consuming. In this study, the computerized scheme for automated standardization of display grayscale in MRI-DWI was developed. This computerized scheme was able to standardize in high accuracy the display grayscale in a lot of MRI-DWI of patient obtained with different scanners.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
総計	1,400,000	420,000	1,820,000

研究分野：医用画像工学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：急性期脳梗塞, MRI, 拡散強調画像, 画像表示, 正規化, システム開発

1. 研究開始当初の背景

脳血管疾患は、高齢化社会が進む中で年々増加傾向にあり、要介護性疾患の首位を占めている。脳血管疾患の7~8割を占める脳梗塞の急性期における画像診断には、CT画像およびMRI検査で撮像される拡散強調画像(diffusion-weighted image: MRI-DWI)が利用されている。MRI-DWIは、CT画像に比べ虚血領域の感度・特異度が優れており、急性期脳梗塞の存在診断に不可欠である。

わが国では、2005年10月に急性期脳梗塞に対する薬剤を用いた静脈内血栓溶解療法が認可された。この薬剤を用いた血栓溶解療法は、劇的な症状改善をもたらす一方、治療開始時間が経過するほど有効性が刻一刻と低下し、さらに、脳内出血などの重篤な合併症を招く可能性もあると報告されている。そのため、血栓溶解療法の適応決定にあたっては、出血性合併症を最小限におさえるためにも、虚血範囲の評価が重要である。日本脳卒中学会は、血栓溶解療法の適応を判断する際の画像診断には、無作為抽出による比較試験の結果から科学的根拠が得られているCT検査を施行し評価することを推奨している。MRI検査は、虚血領域の描出力に関しては優れているが、血栓溶解療法の適応決定や予後の向上、重篤な合併症の防止に役立つかは、現時点において明らかになっていない。現在、MRI画像における血栓溶解療法の適応決定基準作成のために多施設臨床試験が試みられている。しかし、臨床試験を施行するにあたり、MRI-DWIにおける虚血領域の高信号領域の程度および範囲は、画像の表示条件であるWW、およびWLの調節により大きく変化するため、表示階調の標準化が必要である。

厚生労働省研究班 Acute Stroke Imaging Standardization Group (ASIST-Japan) は、MRI-DWIと同時に撮像されるb値を0にした画像(b0画像)を利用して、MRI-DWIの表示条件を標準化する方法を考案した。具体的には、b0画像上の視床の信号強度を計測し、その値をMRI-DWI表示のWWに、1/2の値をWLに設定することで正規化する方法である。しかし、この考案された方法は、得られた画像をハードコピーする担当者や、モニタ上の画像を観察する医師の用手的な計測のもとで実施されるため、作業時間と労力を必要とし、手間がかかると考えられる。また、信号強度を計測する視床は、出血やラクナ梗塞の好発部位であり、視床における陳旧性疾患の有無によってMRI-DWIの信号強度や画像コントラ

ストが変化し、表示階調の標準化に影響を及ぼすものと推測される。

2. 研究の目的

本研究では、まず、担当者間でどの程度MRI-DWIの表示条件に差異が生じるかを実態調査した。次に、ASIST-Japanにより考案されたMRI-DWIの表示条件の標準化方法を実際に試みて、安定した表示階調のMRI-DWIを出力できるかを定量的に評価した。そして、考案された方法の自動化を目的に、MRI-DWIの表示階調自動正規化システムを構築した。さらに、b0画像上の視床の信号強度を計測することなく、MRI-DWIの表示階調を自動に正規化できるシステムを開発した。

3. 研究の方法

(1) MRI検査担当者間でどの程度MRI-DWIの表示条件に差異が生じるかを実態調査するため、群馬大学医学部附属病院にお伺いし、MRI検査に従事する診療放射線技師5名に、同一被検者のMRI-DWIを観察していただき、表示条件(WW・WL)を設定していただいた。

(2) MRI-DWIの表示階調自動正規化システムを開発するため、群馬県内3施設で撮像された急性期脳梗塞画像所見の含まれるMRI-DWIおよびb0画像を収集し、画像データベースを構築した。その画像データベースを用いて、ASIST-Japanにより考案された表示階調標準化方法を実際に試行した。

(3) ASIST-Japanにより考案された標準化方法を自動化するためのアルゴリズムを考案した。具体的には、C言語を用いたプログラミング技術を用いて、視床の位置を同定するアルゴリズムを考案し、その位置の信号強度を求めて、MRI-DWIのWWおよびWLを自動設定するシステムを開発した。図1に、MRI-DWIにおける表示階調自動調節手法の概要を示す。

(4) ASIST-Japanにより考案された方法と本研究で自動化したシステムにより正規化されたそれぞれのMRI-DWIを、目視による視覚評価、および算定した画質評価値を用いた定量的評価により比較検討し、表示階調自動正規化システムの精度について検証した。



図1 ASIST-Japan の考案方法を自動化させた MRI-DWI における表示階調自動調節手法の概要

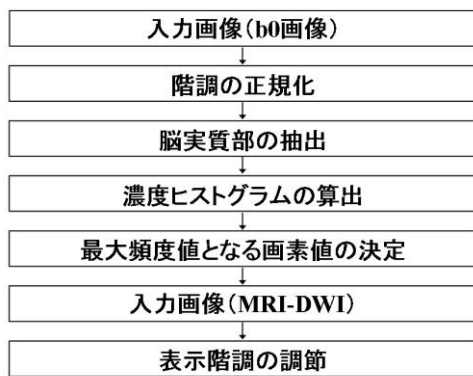


図2 濃度ヒストグラム解析に基づく MRI-DWI における表示階調自動調節手法の概要

(5) 構築した画像データベースを用いて、b0 画像上の視床の信号強度を計測することなく、MRI-DWI の表示階調を自動的に正規化できる新たな方法を考案した。具体的には、プログラミング技術により、b0 画像の脳実質部の濃度ヒストグラムから最頻値となる信号強度を求め、その信号強度を用いて MRI-DWI の WW および WL を自動設定するシステムを開発した。図2に、濃度ヒストグラム解析に基づく MRI-DWI における表示階調自動調節手法の概要を示す。

(6) ASIST-Japan による考案方法と新たに考案した正規化方法により出力された MRI-DWI に対し、目視による視覚評価、および算定した画質評価値を用いた定量的評価を行い比較検討した。

4. 研究成果

(1) MRI 検査担当者間でどの程度 MRI-DWI の表示条件に差異が生じるかを調査した結

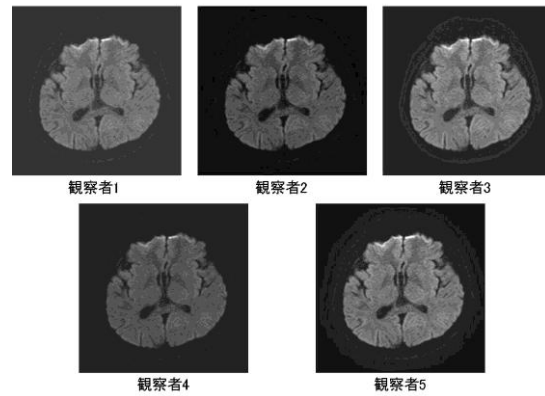


図3 5名の診療放射線技師によって調節された MRI-DWI

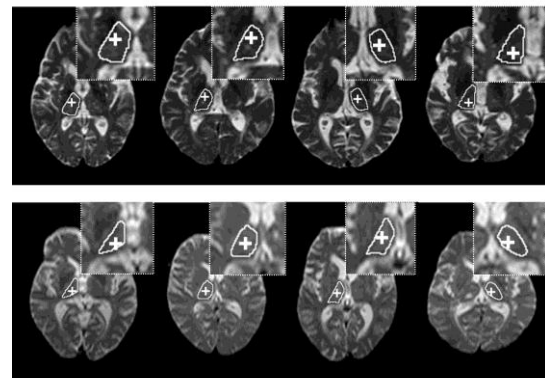


図4 本システムにより決定された視床位置を表示した8症例の b0 画像。b0 画像の実線は視床の領域である。

果、臨床経験2年～16年の診療放射線技師5名が表示条件を設定した画像は、担当者間で大きく異なった。図3に、5名の診療放射線技師によって表示条件が設定された MRI-DWI を示す。

(2) 群馬県内3施設で撮像された全60症例の急性期脳梗塞の含まれる MRI-DWI と b0 画像からなる画像データベースを構築できた。

(3) 画像データベースを用いて ASIST-Japan により考案された既存方法を手動で試み、その後、C言語を用いたプログラミング技術を用いて、既存方法を自動化するためのアルゴリズムを考案してシステムを開発した。本システムにより決定された視床位置は、本研究に用いたすべての症例において視床の輪郭内に含まれていた。図4に、本システムにより決定された視床位置を十字マークで出力した、8症例の b0 画像を示す。なお、実線は、2名の放射線科医が合議のも

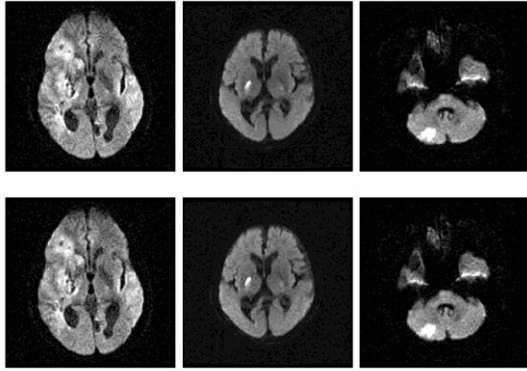


図5 3例のMRI-DWI症例の比較. 上段は手動方法により調節されたMRI-DWI, 下段はASIST-Japanの考案方法を自動化させた本手法により調節されたMRI-DWIである.

とマーキングした視床領域である.

既存の手動方法と本研究で開発した自動化システムにより調節された各MRI-DWIを用いて、画質評価値を用いた定量的評価を行い比較検討した結果、両方法間におけるMRI-DWIの全画素の平均画素値の有意差は“ない”と判定され、最大誤差は6.30%となった。また、視覚的に比較評価した結果、脳実質部の表示階調に明らかな差異が認められず、満足できる程度に一致した。図5に、手動方法と本手法により調節された3症例のMRI-DWIを示す。なお、図5の上段は手動方法、図5の下段は本手法により調節されたMRI-DWIである。

(4) 既存の手動方法と濃度ヒストグラム解析に基づく本自動化システムによって調節された、それぞれの各症例間のMRI-DWIに対し、濃度ヒストグラムから求めた画像評価値を用いて症例間の変動係数を求め、システムの性能を評価した結果、既存方法では±13.0%となったのに対し、本システムでは±7.0%となった。また、本システムを用いて表示階調を正規化させたMRI-DWIは、既存の考案方法に比べ、症例間において信号強度や画像コントラストが視覚的に極めて類似した。図6に、手動方法及び濃度ヒストグラム解析に基づく本手法により調節された3症例のMRI-DWIを示す。なお、図6の上段は手動方法、図6の下段は本手法により調節されたMRI-DWIである。

以上の結果より、ASIST-Japanの考案方法を自動化させた方法は、MRI装置や被検者に依存せず、視床位置を正確に決定でき、安定した画像表示を短時間で行えることから、MRI-DWI表示の標準化の一助となる可能性が

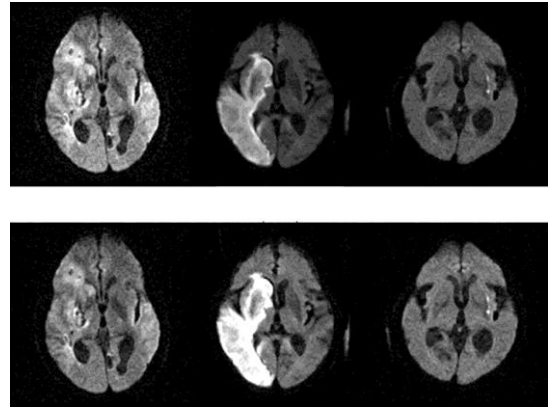


図6 3例のMRI-DWI症例の比較. 上段は手動方法により調節されたMRI-DWI, 下段は濃度ヒストグラム解析に基づく本手法により調節されたMRI-DWIである.

高いと考える。また、b0画像の脳実質部における濃度ヒストグラム解析を利用した方法は、視床の信号強度を測定することなく、更に安定した信号強度及び画像コントラストのMRI-DWIを短時間に出力することができることから、表示階調の正規化において、非常に有効である可能性が高いと考える。

今後の展望として、MRI-DWIの表示階調を精度良く正規化できる本システムを利用することにより、淡い画像所見の見逃しや虚血範囲判定のばらつきがなくなり、また、血栓溶解療法の正確な適応決定により、重篤な出血性合併症を防止できると推測される。

さらに、近年、医用画像領域においてデジタル画像技術の発達により、ほぼ全ての画像のデジタル化が可能になった中で、デジタル画像の特徴を最大限に利用した技術として、画像データの解析を自動的に行い、その結果を第2の意見として医師が利用するコンピュータ支援診断 (computer-aided diagnosis: CAD) システムの開発が期待されている。本研究で開発した表示階調自動正規化システムは、MRI-DWIにおける急性期脳梗塞領域の範囲判定精度の向上と、正確な血栓溶解療法の適応決定が期待できることから、医師による読影および治療決定を支援・サポートする一種のCADシステムとも言える。

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)

- ① 長島宏幸, 原川哲美, 土井邦雄, 濃度ヒストグラム解析に基づく脳MRI拡散強調

画像における表示階調の自動調節, 映像情報メディア学会誌, 査読有, Vol. 64, No. 6, 2010, pp. 874-880

- ② 長島宏幸, 原川哲美, 土井邦雄, 急性期脳梗塞の MRI 拡散強調画像における表示階調調節システムの開発, 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌, 査読有, Vol. 130, No. 3, 2010, pp. 450-457

[学会発表] (計 1 件)

- ① 長島宏幸, 急性期脳梗塞の MRI 拡散強調画像における表示階調自動調節システム, 日本放射線技術学会第 56 回関東部会研究発表大会, 平成 22 年 2 月 6 日, 山梨県立県民文化ホール

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長島 宏幸 (NAGASHIMA HIROYUKI)
群馬県立県民健康科学大学・診療放射線学部・講師
研究者番号 : 60352621