

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：24303

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24791325

研究課題名(和文) 拡散強調画像を利用した側脳室内脳脊髄液の温度測定における基礎的検討

研究課題名(英文) Basic study on the thermometry of cerebrospinal fluid in the lateral ventricle by using diffusion weighted imaging

研究代表者

赤澤 健太郎 (Akazawa, Kentaro)

京都府立医科大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：50547784

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：脳温度をMagnetic resonance imagingで非侵襲的に測定する方法のひとつとして、拡散強調画像から得られる側脳室内の脳脊髄液の拡散係数を利用する方法が近年提案されている。本研究では、この手法の安定性や、撮像条件・体温の違いによる影響を明らかにするために計画されたものである。

健康成人の検討によって、この手法は安定的に脳室温度を計測することが可能であった。また撮像条件のうち、スライス厚は算出される温度に影響を与え、より薄いスライス厚のほうが望ましいという知見が得られた。また脳室温度は体温の影響を受けることも明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Regarding the measurement of brain temperature, various methods using magnetic resonance (MR) imaging have been proposed in the past. Among these MR methods, the most clinically applicable approach may be the diffusion-weighted images (DWI) -thermometry method, which utilizes post-processed data from DWI. This DWI-based method, however, is relatively recent and insufficient yet in its analysis. Therefore, further detail study and evaluation will be needed.

Lateral ventricular (LV) temperature measurement was carried out successfully using DWI-thermometry. Slice thickness was found to have significant effects on the calculation of LV temperature, and furthermore, thinner slice thickness was considered to produce better results than thicker slices. Also we confirmed that LV temperature would change along with tympanic temperature.

研究分野：放射線科学 中枢神経領域

キーワード：脳室温度 拡散強調画像 スライス厚 体温

1. 研究開始当初の背景

脳の温度は、代謝による熱産生と熱の除去のバランスの維持によって一定に保たれている。脳実質で産生された熱は、主に脳血流によって運び出される。したがって、脳実質の代謝が亢進するような病態や状態、あるいは動脈の狭窄性病変の存在により、脳血流が低下する状況では脳温度が上昇し、脳実質の代謝が低下する場合は、脳温度が低下する。

脳温度の測定法はいくつか存在するが、その中で MRI の拡散強調画像から得られる拡散係数を用いて、脳室の温度を測定する手法は、臨床的に最も応用可能な方法のひとつである。これは、他の撮像とは異なり、拡散強調画像が一般の臨床の現場で、既に広くルーチン検査に組み込まれているため、新たに追加撮像する必要がないという利点があるためである。

しかしながら、この手法を用いた研究は端緒についたばかりであり、この手法が今後広く普及していくうえで様々な検討が必要な状況である。この手法が今後広く活用されることが期待される中で、基礎的な検討しておくことは重要である。

2. 研究の目的

拡散強調画像は、磁場の不均一などによる artifact が生じやすいという欠点を有している。このため、この撮像方法を用いて脳室温度を計測するこの手法が、安定的に脳温度を計測可能であるかについてまず検討を行う。次に拡散強調画像の撮像条件の相違が、算出される温度に影響を与えるかについての検証を行う。さらに同一被験者において、体温が異なる場合に脳室温度がどのように変化するかについての観察を行い、体温と脳室温度の関係を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究において、頭部疾患のない健常成人ボランティアを対象として、頭部 MRI の拡散強調画像を撮像した。また、MRI の撮像前に耳式体温計にて左右の鼓膜温度の計測を行った。

(1) 手法の安定性の検討

拡散強調画像を同一の撮像条件で3回連続撮像を行い、各々の撮像から算出される脳室温度を比較し、この手法が安定的に温度を計測可能であるかを検討する。

(2) 撮像条件の違いによる影響の検討

拡散強調画像の撮像条件のうち、スライス厚を 3mm および 5mm、motion-probing gradient (MPG) を 3 軸、6 軸、15 軸、32 軸

の4種にて、それぞれの組み合わせで撮像を行い、これらの撮像条件の違いによる脳室温度計測への影響を検証する。

(3) 体温の違いによる影響の検討

同一の被験者を同一の撮像条件にて、再度一週間後に撮像を行い、異なる体温時における脳室温度の変化を観察する。

4. 研究成果

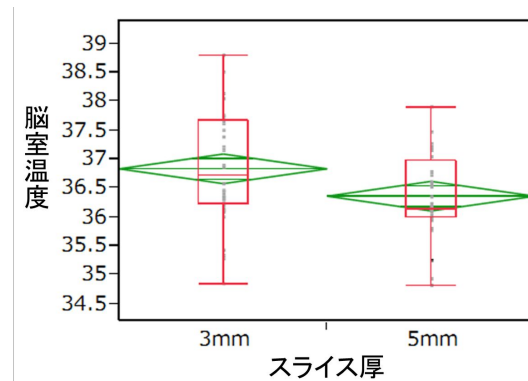
(1) 手法の安定性の検討

拡散強調画像を同一条件にて3回連続撮像を行い、得られた脳室温度を比較検討した結果、これらの間に有意差は認められず、この手法は安定的に脳室温度を計測可能であることが明らかとなった。

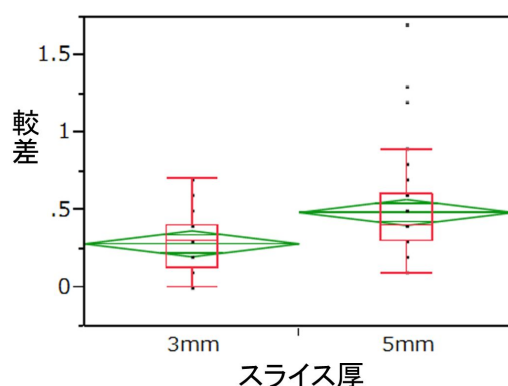
(2) 撮像条件の違いによる影響の検討

MPG の違いに関しては、算出される脳室温度に影響は認められなかった。一方、スライス厚の相違は、算出される脳室の温度に有意差が認められ、スライス厚が大きいほうが脳室温度は低く算出された。

これは、スライス厚がより大きい場合、脳室と脳実質との境界領域において、拡散係数が計測されるボクセル内に、部分容積効果によって本来含まれるべきでない脳実質がより多く含まれてしまうことが原因として考えられた。その結果、拡散係数の低い脳実質を計測範囲に含んでしまうことによって、算出される温度が低く見積もられてしまうという状況が考えられた。



またさらに薄いスライス厚のほうが、算出される脳室温度にバラつきが少ないことが確認された。

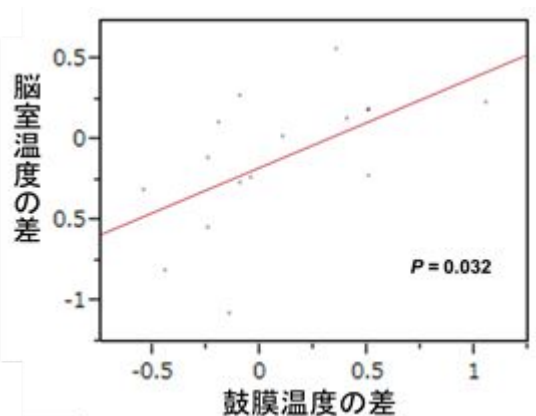


このため、この手法を用いて脳室温度の比較検討を行う際には、スライス厚の違いに留意する必要があることが判明した。またさらにこの手法を用いて脳室の温度計測を行う場合は、より薄いスライス厚の撮像が望ましいことも明らかとなった。

(3) 体温の違いによる影響の検討

異なる時期において、同一被験者の撮像を同一の撮像条件において行うことにより、異なる体温下にて脳室温度の計測を行うことができた。その結果、脳室の温度と鼓膜温度には正の相関があり、体温の変化は脳室の温度に影響を与えることが明らかとなった。

この結果、この手法を用いた検討を行う際には、脳の代謝の状態や脳動脈の狭窄の有無のみならず、対象者の体温の相違の影響も検討に加える必要があることが明らかとなった。



(4) 今後の展開について

拡散強調画像を用いたこの手法は、脳室内の水分子の状態を観察するが、脳室内に存在する脳脊髄液の拍動の影響は不明のままであり、今後の検証が望まれる。またMRIを用いた脳温度の計測には、この手法のほかに、T1緩和、T2緩和、磁化移動あるいはプロトン共鳴周波数シフトを利用したものなど、種々の方法が提案されている。今後これらの手法との比較検討にて、拡散強調画像を用いた脳室温度計測の絶対定量への挑戦、そして病態把握への応用が今後の課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

1. Jun Tazoe, Kei Yamada, Koji Sakai, Kentaro Akazawa, Katsuyoshi Mineura, Brain core temperature of patients with mild traumatic brain injury as assessed by DWI-thermometry, *Neuroradiology*. 2014; 56: 809-15. 査読あり DOI:

10.1007/s00234-014-1384-5

〔学会発表〕(計6件)

1. 赤澤健太郎、山田恵、酒井晃二、田添潤、西田香織、後藤眞理子. 鼓膜温度と拡散強調画像にて算出した側脳室温度との関係についての検討. 第71回日本医学放射線学会総会 2012年4月12-15日; 横浜
2. 田添潤、山田恵、酒井晃二、赤澤健太郎. Brain core temperature of mild head trauma patients as assessed by DWI. 第71回日本医学放射線学会総会 2012年4月12-15日; 横浜
3. 赤澤健太郎、酒井晃二、田添潤、山田恵、拡散係数を用いた異なる生体内液体の温度計測: 脳室と膀胱への試み. 第41回日本磁気共鳴医学会大会 2013年9月19-21日; 徳島
4. 酒井晃二、中井隆介、山田恵、赤澤健太郎、田添潤、杉本直三. DWI-thermometryの基礎的検討: 粘度の影響. 第41回日本磁気共鳴医学会大会 2013年9月19-21日; 徳島
5. Kentaro Akazawa, Koji Sakai, Rennie Chen, Tazoe, Kaori Nishida, Akiko Takahata, Mariko Goto, Koshi Terayama, Kei Yamada. DWI-Thermometry Study on Differences by Imaging Conditions of LV Temperature Measurements and Its Temperature Changes by Tympanic Temperature. Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB 2014 May 10-16, Milan, Italy
6. 酒井晃二、田添潤、赤澤健太郎、山田恵 出血が DWI-thermometry に及ぼす影響: SAH患者における初期検討 第42回日本磁気共鳴医学会大会 2014年9月18-20日; 京都

6. 研究組織

(1) 研究代表者

赤澤 健太郎 (AKAZAWA KENTARO)
京都府立医科大学・大学院医学研究科・
助教

研究者番号：50547784