

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24791289

研究課題名(和文) 高精細医用画像を用いた定位脳手術を支える脳深部核同定技法の確立

研究課題名(英文) Establishing techniques to identify deep brain nuclei for supporting stereotaxy using high-definition medical imaging

研究代表者

中根 俊樹 (Nakane, Toshiki)

名古屋大学・医学部附属病院・病院助教

研究者番号：60569789

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は視床内の亜核を臨床的にも使用されるMRI装置を用いて同定することである。T1map、T2map、T2*map、STIR-プロトン密度強調像、MP2RAGEなどの撮像法を用いた。乳頭視床路の描出は良好で日本磁気共鳴医学会において報告したが、亜核の描出は不十分であった。拡散尖度画像も試みたが、通常の画像処理では描出は不十分であった。視床亜核は大脳皮質等と連絡があり、その活動に伴う変化からの描出の可能性を探るべく、脳機能画像を取得し解析した。視床亜核に活動が見られ、Cerebral Cortexにて報告した。ただし、集団解析であり、個人での亜核の同定にはさらなる研鑽が必要と思われた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to identify thalamic subnuclei by using clinical MRI. We used T1map, T2map, T2star-map, STIR-proton density weighted images, and MP2RAGE. We obtained satisfactory results in visualizing mammillothalamic fasciculus, and reported it in 'Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine'. However, visualization of subnuclei did not reach the satisfactory level, and the results were the same with diffusion kurtosis imaging with standard analysis. We applied functional MRI to visualize it by exploiting functional connectivity between thalamic subnuclei and cerebral cortex. This attempt was successful, and we reported the results in 'Cerebral Cortex'. The limitation of this study is that the analysis was done on the group level. For identifying subnuclei in individuals, further investigation is necessary.

研究分野：放射線医学

キーワード：脳 MRI 解剖

1. 研究開始当初の背景

現在の医用画像において、核磁気共鳴画像 (MRI: magnetic resonance imaging) はその良好な組織コントラストのため一般診療ならびに研究目的に広く用いられているが、臨床目的で撮像されている MRI において、病理学的異常を検出するため通常の臨床検査に用いる撮像法には大脳基底核や視床といった脳深部の核の位置を十分に特定しうる画像を得られていない。

このような現状を鑑みて、大脳基底核、視床等の脳深部の核について、MRI 上の特性に注目して、現在世界的に普及しつつある脳深部核刺激療法等に役立つ深部核同定のための撮像法を確立することは、これからの治療、研究に有用な情報を提供する。

2. 研究の目的

本研究は臨床的、基礎的に待望される脳深部核、特に臨床応用されている脳深部核刺激においても標的とされる視床内の垂核を、臨床的な撮像機器を用いて同定することを目的とする。

3. 研究の方法

2の目的のために使用する機器として相応しいと思われる通常の臨床検査においても使用されている3T-MRI装置(下記の(1)-(5)の実験については、MAGNETOM Skyra、(6)の実験については、MAGNETOM Verio、(7)の実験についてはMAGNETOM Trio、いずれもSiemens Healthcare, Erlangen, Germany)を用いて実験を行った。臨床的に撮像時間の限界と思われる、30分程度の時間を目安に撮像をした。

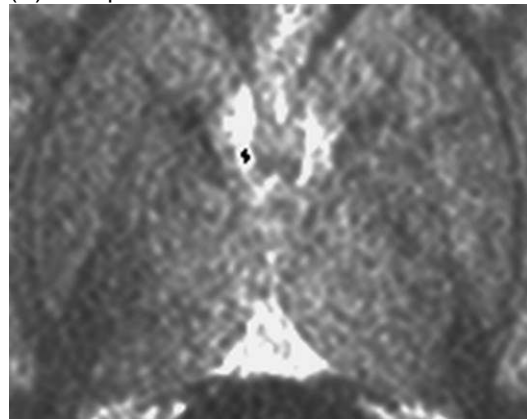
- (1) 過去に報告(Deoni et al., 2005)のある垂核間の T1 値の差異に基づくコントラストを期待し、T1map を取得した。
- (2) 同様に差異が報告されている T2map についても取得した。
- (3) 磁場の不均一性についてのコントラストを得るため、T2star-map についても試みた。
- (4) 脳の髄鞘イメージングの手法として知られる STIR-プロトン密度強調像についても画像を収集した。
- (5) T1map の描出にも使用でき、一回の撮像において2種類の異なる T1 値での MPRAGE を得ることができる MP2RAGE でも画像を取得した。
- (6) 生体組織の微細構造による制限拡散を強く反映するものとして拡散尖度画像 (DKI: Diffusion Kurtosis Imaging) の取得を試みた。
- (7) 複数の視床垂核については、大脳等の他の脳領域との神経線維を通じた連絡が解剖学的に証明されていることから、それらの脳活動に伴い特定の視床垂核が活動してくると思われ、脳機能画像を用いた

垂核の観察を試みた。この実験については集団解析であった。

4. 研究成果

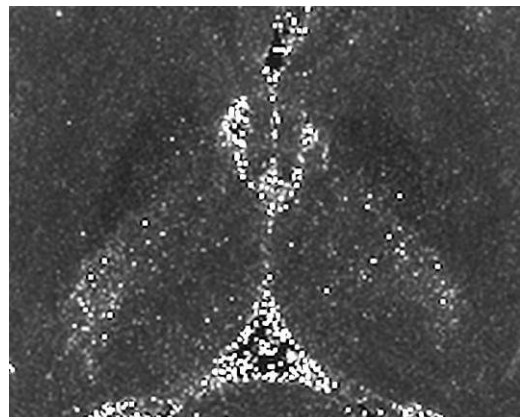
(1)から(6)について、いずれも視床垂核を評価できるほどの十分なコントラストは得られなかった。

(1) T1map



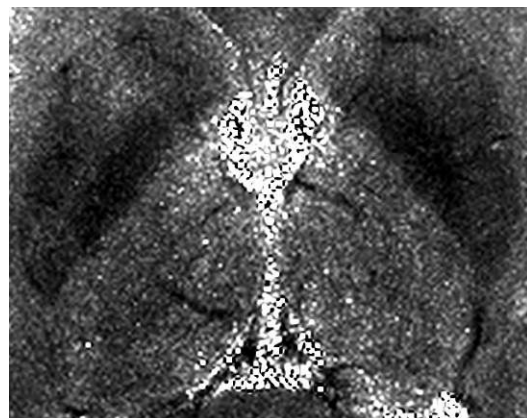
十分なコントラストを得られず、視床内に明らかな構造を同定できない。右視床の前方にはエラーと思われる黒い点がある。

(2) T2map



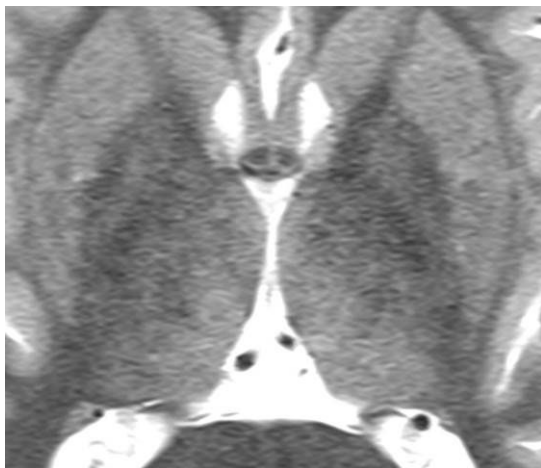
エラーと思われる複数の白く抜けた点があり、評価は困難である。

(3) T2star-map



血管と思われる線状の低信号域がそのほかの撮像法に比べて明瞭であるが、視床そのもの構造については不明瞭である。

(4) STIR-プロトン密度強調像



わずかに視床内の外側で信号が低下しているようにも見えるが、十分なコントラストは得られなかった。

これらの実験の際、(4)および(5)について、視床内の神経線維である乳頭視床路については、比較的明瞭な描出を得ることができ、特に(5)については一回の撮像において2種類の異なるTI値でのMPRAGEを得ることができる点も含め、'日本医学放射線学会'において報告した。

(5) MP2RAGE



Figure 1

図は、白質(神経線維に相当)の信号を抑制しているMPRAGEの画像である。白矢印が乳頭視床路を示す。この実験で取得した画像の中で、最も乳頭視床路の描出が良好であった。

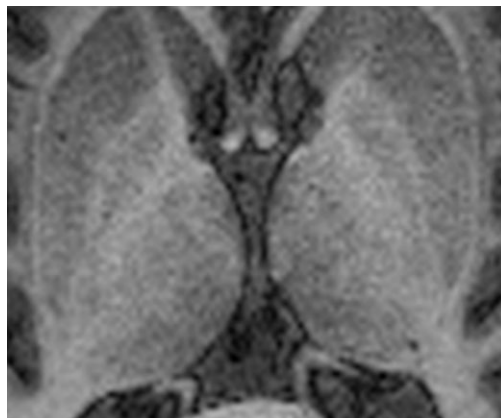


Figure 2

この図は白質抑制のないMPRAGEの画像である。Figure 1では観測できていた乳頭視床路は同定できなくなっている。視床の信号も全体にFigure 1より上昇しており、視床の内部にも白質成分が存在していたことが示唆される。何らかの内部構造があるように見えるが、明瞭な亜核として同定できるわけではない。



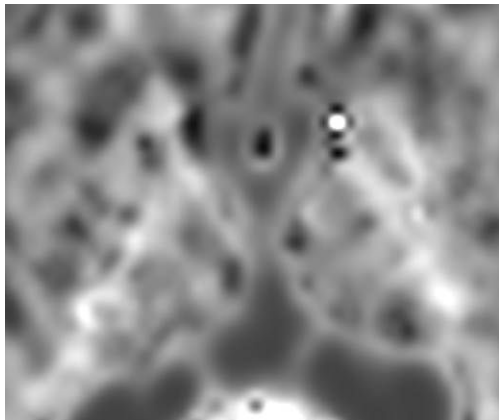
Figure 3

Figure 1と、Figure 2は、異なるTI値を用いて撮像された画像であり、そうして取得された信号から作成されたT1mapである。白矢印が乳頭視床路を示しているが、Figure 1ほどには明瞭に確認できない。



Figure 4
 こちらの画像も、Figure 3と同様に Figure 1と Figure 2の画像から計算された T1 強調像となる。白矢印は乳頭視床路を示しているが、Figure 1ほどには明瞭に確認できない。発表の際には放射線科の医師によりどれだけ同定し易い画像であったかを評価しているが、Figure 3と同程度という結果であった。

(6)DKI

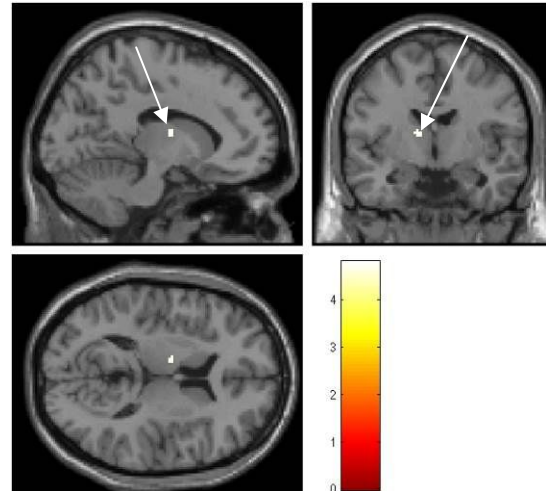


上図は複数作成される DKI の画像の中の Mean Kurtosis の画像である。視床内部には濃淡があるが、MRI の撮像装置に付随するソフトウェアでの画像処理を経て入手できる画像では、得られた画像にエラーと思われる部分が多く、評価は困難であった。今後は得られた画像データについて、別の研究機関、研究者から発表されている画像処理のソフトウェアでの解析も確認する必要がある。

(7)脳機能画像

本実験は集団解析であり、その被験者個人の名前を音声刺激として与えることで、活動する視床内の特定の部位を認めた。'Cerebral Cortex' に投稿した。これを個人に適用して視床の亜核を同定できる段階に至るには、未だ多くの研鑽を必要とす

と思われるが、一つの可能性と考えられた。



上図は特定の条件下で被験者の名前が呼ばれた際の視床の活動を示している。白い矢印は標準脳における視床の亜核の一つである前腹側核に相当する。

<引用文献>

Deoni SC, Josseau MJ, Rutt BK, Peters TM, Visualization of Thalamic Nuclei on High Resolution, Multi-Averaged T1 and T2 Maps Acquired at 1.5 T, Human Brain Mapping, 25, 2005, 353-359

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Nakane T, Miyakoshi M, Nakai T, Naganawa S, How the Non-attending Brain Hears Its Owner's Name, Cereb Cortex, 査読有, 2015. [Epub ahead of print]
 DOI: 10.1093/cercor/bhv184

〔学会発表〕(計 1 件)

中根俊樹、川井 恒、長縄慎二、MP2RAGE を用いた乳頭視床路の抽出、第 42 回日本磁気共鳴医学会大会、2014 年 09 月 19 日、ホテルグランヴィア京都(京都府京都市下京区)

〔その他〕

6 . 研究組織

(1)研究代表者

中根 俊樹 (NAKANE, Toshiki)
 名古屋大学医学部附属病院・放射線部・病院助教
 研究者番号： 60569789