

研 究 報 告 書
2019年度：B課題

2022年2月20日

公益財団法人 がん研究振興財団

理事長 堀 田 知 光 殿

研究施設 東海大学医学部付属病院

住 所 神奈川県伊勢原市下糟屋 143

研究者氏名 渋川 周平



(研究課題)

脳血流及び脳温度評価を用いた脳腫瘍放射線治療における脳壊死画像診断

2020年 1月 24 日付助成金交付のあった標記B課題について研究が終了致しましたのでご報告いたします。

2019年度がん研究助成金（課題B）研究成果報告書

研究課題：一般課題B

研究課題名：脳血流及び脳温度評価を用いた脳腫瘍放射線治療における脳壊死画像

診断

研究施設：東海大学医学部付属病院

研究者：渋川周平

1. 研究背景・目的

一般病院に設置される汎用放射線治療装置のリニアックでも脳腫瘍に対する定位放射線治療が可能となった。この結果、全国的に脳腫瘍に対する放射線治療の選択が増加傾向にあるが、治療に伴う放射線脳壊死と腫瘍再発の鑑別が問題となっている。放射線脳壊死診断には腫瘍のアミノ酸代謝を反映するメチオニン-PET が有効だが、施行可能な施設が限られている。一方、一般的な造影剤を使用したMRIでは放射線脳壊死と再発脳腫瘍のいずれにも造影効果を示すため、鑑別が困難である。そこで脳のラジエータである脳血流と代謝を反映する温度に着目した。我々はMRIを用いて造影剤による脳血流画像と拡散強調画像による脳室温度画像を撮像し、解析することで脳腫瘍の代謝を間接的に評価できる方法を検証した。

3. 研究結果

3-1. 本法の温度測定は脳脊髄液の拡散係数から算出するため、人口脳脊髄液ファントムを用いた温度測定精度の基礎検討を行った。光ファイバー温度計を用いて人口脳脊髄液の温度を実測しながら Diffusion Tensor Imaging (DTI) を撮像し拡散係数と fractional anisotropy (FA) と温度の関係を調べた。基礎検討の結果、温度と FAとの間に相関は認められず、また同一温度において水よりも人口脳脊髄液は拡散係数が低いことが分かった。この結果を基に FA を考慮した温度換算処理を考案した。また、その考案法の妥当性を確かめるためボランティア 10 名による検証も行った。この結果、FA 処理を用いる考案法で脳脊髄液の流れや拍動を除去した精度の高い温度計測を可能とした。

3-2. 臨床研究において放射線治療後の脳腫瘍患者群 10 名に対し、提案する温度測定法と Gd 造影剤を用いた灌流画像を取得した。灌流画像と温度を計測したが温度に対する有意な違いは観察されなかった。これは腫瘍自体の温度を正確に測定する事が難しく、周辺の脳脊髄液による間接的な温度測定であったことが要因の一つと考えられた。一方、灌流画像解析において従来の cerebral blood volume (CBV) による評価よりも permeability を補正した CBV による評価が有用と考えられる症例が 1 例認められた（図 1）。造影 T1WI では腫瘍辺縁に造影効果が認められ腫瘍再発を疑われたが、CBV の増加は認められなかった。臨床的初見からも再発ではなく放射線壊死脳可能性が高かった。この結果から温度による放射線壊死の鑑別は難しかったが、permeability の補正を行った CBV 評価が有用であることが示唆された。なお、COVID-19 の影響によって基礎研究の進捗が遅れたことで臨床研究における目標症例数を達成できなかった。今後はさらに症例数を増やし統計解析による正当性と妥当性の検証が必要と考えられる。

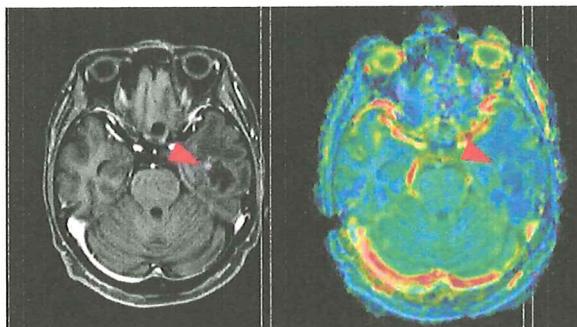


図 1 造影 T1WI と補正 CBV 画像

4. 論文投稿

本研究の基礎検討を論文化し、論文内に以下の謝辞を記載した。 「This work was supported in part by the Foundation for Promotion of Cancer Research in Japan.」
Shibukawa S, Niwa T, Miyati T, Ogino T, Yoshimaru D, Kuroda K. Temperature measurement of intracranial cerebrospinal fluid using second-order motion compensation diffusion tensor imaging. *Phys Med Biol.* 2021 Dec 16;66(24). doi: 10.1088/1361-6560/

ac3fff. PMID: 34874287.

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり研究助成の支援を受け賜りました公益財団法人がん研究振興財団に深く御礼申し上げます。