

¹¹C-methionine PET と MRI 拡散テンソル画像の融合画像を用いた 悪性グリオーマに対する IMRT 治療計画における有用性の検討

大阪大学医学部附属病院 脳神経外科
木下 学

<背景>

悪性グリオーマは正常脳組織への浸潤能が極めて高い脳原発悪性腫瘍である。手術による切除だけでは限られた治療効果しか得られず、補助治療が必要である。補助治療としては脳組織への薬物移行が限られているため、放射線治療がその中心を担っている。特にリニアック治療の他に IMRT の有効性が近年検証され始めている。これまでリニアック治療では MRI における T2 強調画像での高輝度領域が放射線照射範囲の主な参考に使われてきたが、IMRT ではその照射範囲の自由度が高いため、従来の方法だけでなく、新たな照射範囲の参考となる手法が必要であると考えられる。本研究では MRI における「拡散テンソル画像」とメチオニン PET 画像を融合させることで新たな IMRT の照射範囲決定の参考手法の開発を試みた。

<方法・結果>

1. 拡散テンソル画像 (Diffusion tensor imaging)

MRI の一手法で有る拡散テンソル画像では対象組織の水分子の拡散度と拡散方向を計測することにより FA 値（拡散異方係数）と ADC 値（平均拡散度）を得ることができる。正常脳白質組織では白質神経線維が走行しているため、FA 値は高値をとる。しかしながら細胞浸潤が白質神経線維内におけると（図 1）神経線維にそった水分子の拡散が障害され、FA 値が低下する。これにより FA 値の低下が細胞浸潤の参考値となりうる。

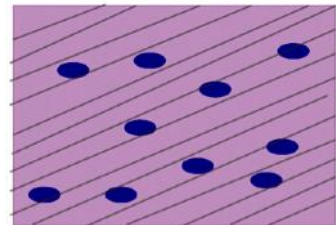


図 1

2. メチオニン PET

グリオーマでは腫瘍細胞が細胞表面において L-amino-transporter を過剰発現しており、それにより正常脳と比較してアミノ酸の取り込みが高くなるということが知られている。正常脳はアミノ酸の取り込みが少ないため、アミノ酸の取り込み率の違いから腫瘍／正常の鑑別が可能となると考えられている。（図 2）

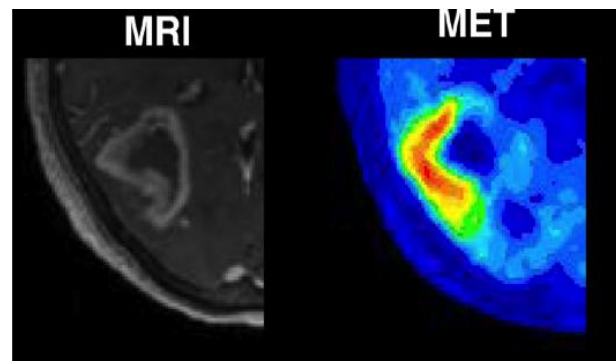


図 2

3. 拡散テンソル画像／メチオニン PET 融合解析

上記の二つの画像では腫瘍浸潤を単一の検出方法で検証しているため、正常／異常の鑑別をする際の閾値の設定が難しい。そこで本研究の主目的で有る 2 画像を使用しての複合解析を行った。Normalized mutual information (NMI)法を用いて画像融合を行い、ひとつのデータセットに変換した後に各 voxel での PET と DIT より得られる値を解析した。(図 3) さらに腫瘍浸潤では FA 値が低下し、メチオニン取り込み率が上昇する特性を利用してプロットパターンを 3 群に振り分けた。(図 4)

これにより、腫瘍／浸潤部／正常の 3 部位が同定される。(図 5)

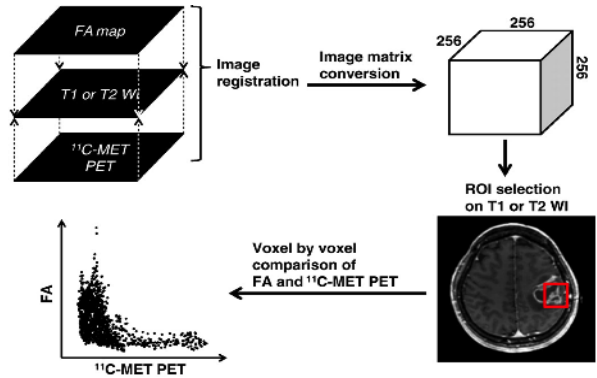


図 3

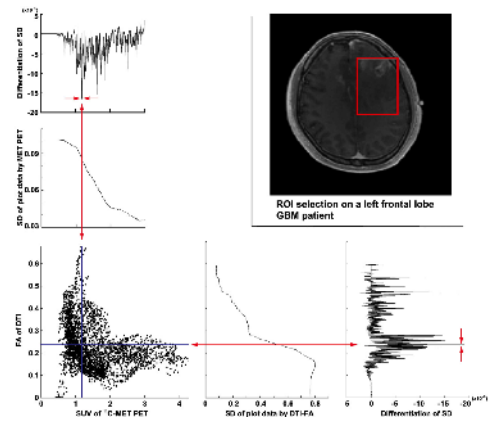


図 4

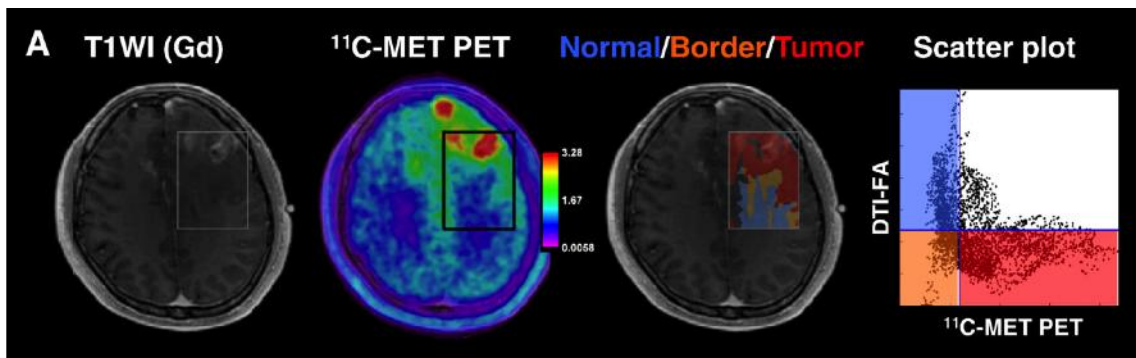


図 5

<考察>

我々は本研究を通して、腫瘍の境界部（浸潤部）の画像化に成功した。本手法は IMRT において照射範囲を決定する際に高線量領域ならびに低線量領域の決定に有用であると考えられる。つまり、本方法で腫瘍と同定される部位に対しては高線量をまた、浸潤部に対してはやや線量を落とすといった計画が可能となる。これはこれまで単純に T2 強調画像における高輝度領域が腫瘍浸潤部位

であるという単純な概念を超えてより正確な腫瘍細胞の存在部位の同定につながると期待される。