

学位論文の内容の要旨

専攻	医学	部門 (平成27年度以前入学者のみ記入)	
学籍番号	17D708	氏名	片山 博貴
論文題目	Accuracy of target delineation by positron emission tomography-based auto-segmentation methods after deformable image registration: A phantom study		
(論文要旨)			
【背景・目的】 PET/CT 画像を使用した放射線治療計画は、FDG の集積を利用して病変の広がり把握し、正確な標的体積（腫瘍）の描出が可能である。腫瘍の輪郭作成においては FDG 集積度を表す SUV に基づいて自動抽出 (PET auto segmentation: PET-AS)することが可能である。しかし、放射線治療を実施する体位で PET/CT 画像を取得する必要がある。			
近年では非剛体レジストレーション(Deformable image registration: DIR)といわれる画像変形技術を利用して、診断用の PET/CT 画像を変形させることで計画 CT 画像と一致させることができる。しかし、画像変形にともなって SUV が変化し、変形後の PET 画像を使用した輪郭作成では描出される領域が異なることが予想された。そこで、腫瘍形状を特定できるファントムを利用して、変形 PET 画像の SUV と PET-AS の精度を評価した。			
【方法】 4種類の球ファントム（直径 16,20,27,38 mm: S16, S20, S27, S38）と3種類の楕円球ファントム（S38 と同一体積で形状が異なる A, B, C）を使用した。			
S38 ファントムの中に FDG を注入し、PET/CT 画像を取得した。PET-AS 法として① SUV _{2.5} ② SUV _{max} の 40% (SUV _{40%max}) ③ Gradient-based (GB) で S38 の輪郭を描出した。次に、DIR を適用し S38 の画像を他のファントム形状に変形した。変形 PET 画像を使用して方法①②③で S38 を描出した。			
DIR 前後で S38 の SUV _{max} および各 PET-AS 法で描出される体積を比較した。次に、CT 画像から描出される S38 と方法①②③の輪郭の一致度を Dice similarity coefficient (DSC)を用いて評価した。			

【結果】

- SUV_{max} の変化

SUV_{max} は DIR 後にわずかに低下した。A-C の変形では -0.09 ± 0.04 、S16-S27 では -0.12 ± 0.04 低下した。

- 描出輪郭の体積差と CT 画像との一致度

DIR 前後で SUV2.5 および SUV40%max で描出される体積は変形形状によらず 5%以内で一致し、DSC に有意差は認められなかった。GB 法で描出される体積は、変形形状が A-C の場合は DIR 前と比べて $8.6 \pm 2.1\%$ 増加した。体積が減少する S20 への変形では $17.1 \pm 2.2\%$ 、S16 では $-22.8 \pm 1.4\%$ となり、DIR 後の輪郭描出において DSC が低下した。(DIR 前: 0.93 ± 0.01 , DIR 後: 0.90 ± 0.02 , $p < 0.01$)

【考察】

- SUV_{max} の変化

変形 PET 画像のボクセルの強度は変形前の値から補間によって作成されるため、均一な FDG 集積のファントム条件では大きな変化は生じなかった。

- 描出輪郭の体積差と CT 画像との一致度

変形 PET 画像は変形 CT 画像と同じベクトルが適用されて作成されるため、SUV を直接利用する SUV2.5 や SUV40%max では描出される領域は CT 画像上の腫瘍境界とよく一致したと考える。一方で、GB 法では DIR によるプロファイル形状の歪みの影響を受け、DIR 前に描出される領域と異なるため描出精度が低下すると考えられた。

【結論】

DIR によって腫瘍領域の SUV_{max} は低下する傾向を示したが、その差は非常に小さかった。変形 PET を使用した GB 法による腫瘍描出では、強度プロファイルの変形のため描出精度が低下するため注意が必要である。

掲載誌名	Physica Medica 第 76 巻		
(公表予定) 掲載年月	2020年 8月	出版社(等)名	Elsevier
Peer Review	Ⓢ	・	無

(備考) 論文要旨は、日本語で1, 500字以内にまとめてください。