

学 位 論 文 の 要 旨

氏名 眞鍋 裕気

〔題名〕

呼吸相関 CT 画像を用いた呼吸同期による肺定位放射線治療におけるフィデューシャルマーカと腫瘍の距離による照射内/照射間変動の比較

〔要旨〕

本研究では、肺の呼吸同期体幹部定位放射線治療 (RG-SBRT) において、フィデューシャルマーカ (FM) をどの程度腫瘍に近づけて挿入すべきかを確立するために、腫瘍-FM 間の距離の観点から、FM に対する腫瘍の照射内変動および照射間変動を評価した。

RG-SBRT で治療した 45 例の肺腫瘍を登録した。治療計画用に呼気終末位の CT 画像 (CT_{plan}) および 4 次元 CT 画像 (4D-CT) を取得した。さらに各フラクションの前に呼気終末位の CT 画像 (CT_{fr}) を取得した。FM は CT_{plan} における腫瘍-FM 間の距離 (D_p) の中央値に基づいて 2 群に分けられた。照射内変動については、4D-CT の 50% 位相を原点とし、0-90% 位相のそれぞれの重心座標として定義される、対応する腫瘍と FM の照射内運動 (intra-fractional motion) の相関を、左右、腹背、頭尾方向で計算した。さらに、4D-CT の 50% 位相のものを基準として、4D-CT の各位相における腫瘍-FM 距離の最大差 (D_{max}) を求めた。照射間変動は、各 FM または椎体に基づいて CT 画像を fusion したときの、 CT_{plan} と CT_{fr} における腫瘍間の最大距離と定義した。

結果として、 D_p 中央値は 26.1mm であった。FM と腫瘍の intra-fractional motion は、 $D_p > 26mm$ 群では腹背方向と頭尾方向のみで強い相関を示したが、 $D_p \leq 26mm$ 群では全方向で有意かつ強い相関を示した。全方向において、 $D_p \leq 26mm$ 群の D_{max} 値は $D_p > 26mm$ 群の D_{max} 値よりも有意に低かった。また、 $D_p \leq 26mm$ 群の FM に基づく fusion における照射間変動は、 $D_p > 26mm$ 群の FM および椎体に基づく fusion における照射間変動よりも全方向で有意に小さかった。

結論として、照射内変動および照射間変動の観点から、 $D_p \leq 26mm$ の FM は RG-SBRT の精度を高めることができる。

学位論文審査の結果の要旨

令和 6 年 12 月 27 日

報告番号	医 博 甲 第 1729 号	氏 名	眞鍋 裕気
論文審査担当者	主査教授	伊 東 克 能	
	副査教授	松 永 和 人	
	副査教授	田 中 秀 和	
学位論文題目名 (題目名が英文の場合、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。) 呼吸相関 CT 画像を用いた呼吸同期による肺定位放射線治療におけるフィデューシャルマーカ―と腫瘍の距離による照射内/照射間変動の比較			
学位論文の関連論文題目名 (題目名が英文の場合、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。) Intra- and inter-fractional variations of tumors with fiducial markers measured using respiratory-correlated computed tomography images for respiratory gated lung stereotactic body radiation therapy. (呼吸相関 CT 画像を用いた呼吸同期による肺定位放射線治療におけるフィデューシャルマーカ―と腫瘍の距離による照射内/照射間変動の比較)			
掲載雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics 第 25 巻 第 6 号 P.e14280 (2024 年 6 月 掲載)			
著者 Yuki Manabe, Takehiro Shimoki, Koya Fujimoto, Kazushi Ueda, Masako Karita, Taiki Ono, Miki Kajima, Hidekazu Tanaka.			
(論文審査の要旨) 本研究では肺の呼吸同期体幹部定位放射線治療において、fiducial marker (FM) をどの程度腫瘍に近づけて挿入すべきかを確立するために、腫瘍-FM 間の距離の観点から、FM に対する腫瘍の照射内変動および照射間変動を定量的に評価されている。 呼吸同期体幹部定位放射線治療で治療した 45 例の肺腫瘍が対象とされた。治療計画用に呼吸終末位の CT 画像 (CT _{plan}) および 4 次元 CT 画像 (4D-CT)、さらに各フラクションの前に呼吸終末位の CT 画像 (CT _{tr}) を取得された。FM は CT _{plan} における腫瘍-FM 間の距離 (D _p) の中央値に基づいて 2 群に分類された。照射内変動については、4D-CT の 50%位相を原点とし、0-90%位相のそれぞれの重心座標として定義される、対応する腫瘍と FM の照射内運動 (intra-fractional motion) の相関を、左右、腹背、頭尾方向で求められた。さらに、4D-CT の 50%位相のものを基準として、4D-CT の各位相における腫瘍-FM 距離の最大差 (D _{max}) を求められた。照射間変動は、各 FM または椎体に基づいて CT 画像を fusion したときの、CT _{plan} と CT _{tr} における腫瘍間の最大距離と定義された。 結果として、D _p 中央値は 26.1mm であった。FM と腫瘍の intra-fractional motion は、D _p >26mm 群では腹背方向と頭尾方向のみで強い相関が示されたが、D _p ≤26mm 群では全方向で有意かつ強い相関を示された。全方向において、D _p ≤26mm 群の D _{max} 値は D _p >26mm 群の D _{max} 値よりも有意に低かった。また D _p ≤26mm 群の FM に基づく fusion における照射間変動は、D _p >26mm 群の FM および椎体に基づく fusion における照射間変動よりも全方向で有意に小さかった。 照射内変動および照射間変動の観点から、D _p ≤26mm の FM は呼吸同期体幹部定位放射線治療の精度を高めることができると結論付けられている。 肺の定位放射線治療において、腫瘍と FM の距離は 26mm 以下が望ましいという新たな基準を認めた研究であり、学位を取得するにふさわしい内容となっている。			