

腹部領域の陽子線治療における横隔膜位置再現性に関する検討

南東北がん陽子線治療センター ○田中 蓉子(Tanaka Yoko)

松本 拓也 下小牧 遼太 成田 優輝 武政 公大 高橋 省吾 坂上 久記

島田 星良 小山 翔 本柳 智章 鈴木 正樹 横田 克次 齋藤 二央 加藤 貴弘

【目的】

陽子線治療では呼吸性移動を有する治療部位に対して呼吸同期照射法が採用されることが多く、治療計画CT撮影時にも同様に呼吸同期撮影が実施されている。腹部領域の陽子線治療では横隔膜などを指標として再現性確認やセットアップを行っているが、基準となるDRRに対してズレが生じることが稀ならずあり、課題となっている。本研究では、横隔膜のinterfractional errorの傾向を解析することでその原因を検討した。

【使用機器】

陽子線治療装置：陽子タイプ(三菱電機)、治療計画装置：XiO-M(Elekta)、CT：Aquilion LB(東芝)、呼吸同期システム：AZ-733V(安西メディカル)

【方法】

当院において肝臓癌陽子線治療を施行した95例(66 GyE / 10回照射プロトコール群:56例、72.6 GyE / 22回照射プロトコール群:39例)を対象とした。治療計画CTならびに治療毎の正側2方向X線撮影は、呼吸同期システムを用いて全て呼気のタイミングで撮影するようにした。また、前処置として撮影および治療前4時間の絶食を設けた。治療計画CTから再構成されたDRRを基準として患者位置決め計算機を用いて毎回の横隔膜の変動量を頭尾方向の移動量として求め、変動要因について検討した。

【結果】

10回照射、22回照射群の横隔膜移動量のヒストグラム解析結果をFig. 1、2にそれぞれ示す。5mm以上の変動が10回照射群で21%、22回照射群で22%に認められ、両者に大きな相違は認められなかった。次に10回照射、22回照射群のタイムトレンド解析結果をFig. 3、4にそれぞれ示す。22回照射群において治療回数が進むにつれて変動が大きくなる傾向が見受けられたことから、治療期間が長くなればなるほど横隔膜移動量の変化が大きくなる可能性が示唆された。最後に10回照射、22回照射群の患者別における横隔膜移動量のグラフの結果をFig. 5、6に示す。日々の変動が小さいケースから大きいケースまで存在しており、一定の傾向は見受けられなかった。

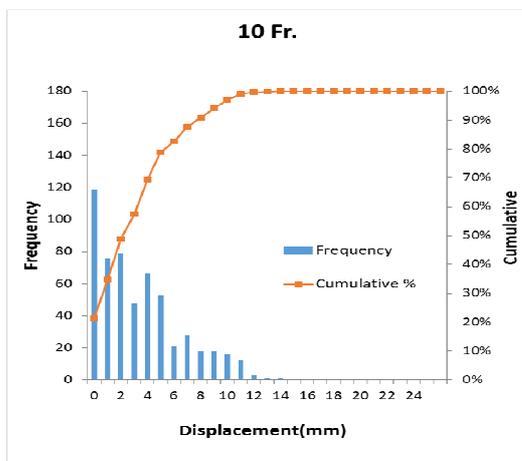


Fig.1 ヒストグラム解析(10回照射群)

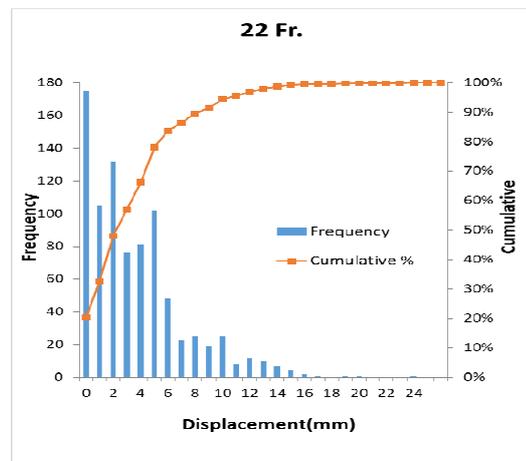


Fig.2 ヒストグラム解析(22回照射群)

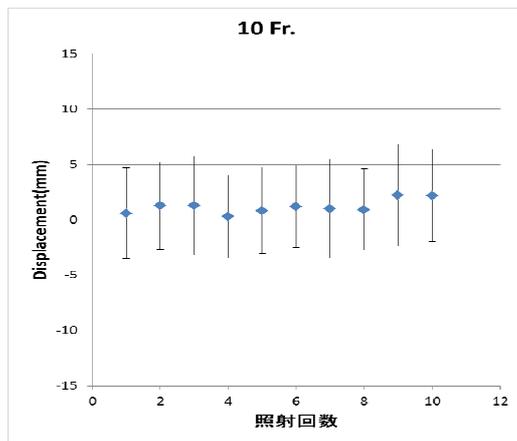


Fig.3 タイムトレンド解析(10 回照射群)

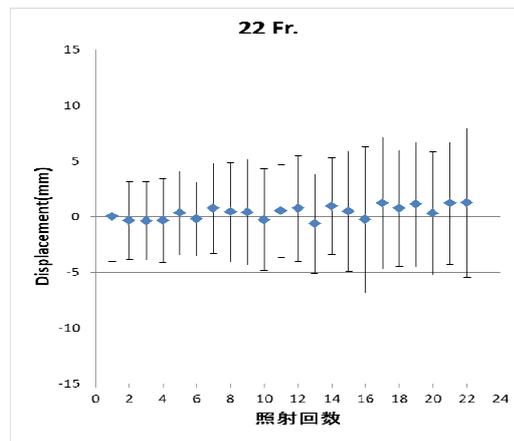


Fig.4 タイムトレンド解析(22 回照射群)

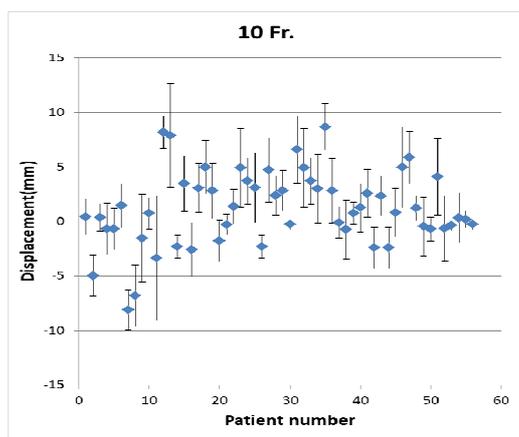


Fig.5 患者別解析(10 回照射群)

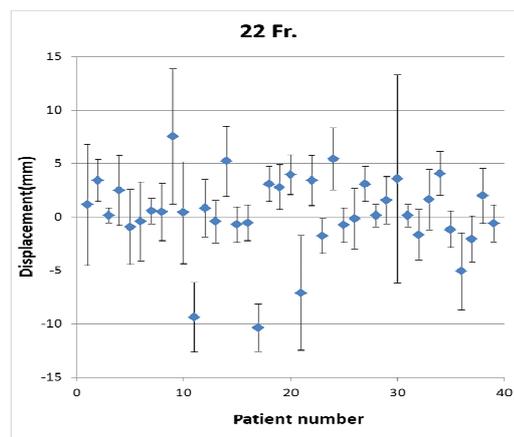


Fig.6 患者別解析(22 回照射群)

【考察】

今回の解析結果からは一定の傾向が必ずしもある訳ではなく、横隔膜位置再現性の変動の要因を特定するまでには至らなかった。実際には日々の体調変化や治療に慣れた際の緊張緩和など、複数の要因が複合的に作用しているものと推測され、再現性の向上に向けて引き続き検討が必要と考えられた。

今回の研究のlimitationとしてベースラインが安定していないケースや観察者間での差異などがあり、これらが誤差要因として作用する可能性が考えられる。長時間の観察では緊張緩和や呼吸サイクルの安定化によって終末呼気の位置が観察初期よりも深くなることもあるため、長時間の照射になる場合には呼吸位相の変位が生じる場合があることが示唆される。このような不確定要素を除外して評価を行うと変動要因を同定しやすくなる可能性があり、今後の課題としたい。

【結語】

腹部領域の陽子線治療において横隔膜位置変動は比較的高頻度に生じており、5mm以上の変動が全体の22%に認められた。また、変動量にはタイムトレンドが存在する可能性も示唆された。変動に影響を及ぼす因子としては、体調変化や緊張緩和等が考えられるが、今回の検討からは原因を特定するまでには至らなかった。不確かさをできる限り除外した同一条件下での前向きな検討が今後必要である。