

膵臓癌に対する同時ブースト法を用いた陽子線治療における interfractional motion の解析

1)南東北がん陽子線治療センター 2)福島県立医科大学 ○池田 知広 (Ikeda Tomohiro)¹⁾
 武政 公大¹⁾ 鈴木 俊介¹⁾ 相良 達彦¹⁾ 山崎 雄平¹⁾ 田中 蓉子¹⁾ 加藤 雅人¹⁾
 小山 翔¹⁾ 松本 拓也¹⁾ 横田 克次¹⁾ 鈴木 正樹¹⁾ 斎藤 二央¹⁾ 加藤 貴弘^{1,2)}

【はじめに】

局所進行膵癌の放射線治療の一つに陽子線治療がある。陽子線治療におけるプロトコールは日本放射線腫瘍学会(JASTRO)より疾患別に統一治療方針¹⁾として定められており、局所進行膵癌の治療方針の選択肢の一つとしてターゲットへの線量増加を目的とした同時ブースト法(SIB: Simultaneous integrated boost)がある。SIB法は予防域まで含め比較的広範囲に照射を行うmain fieldと肉眼的腫瘍体積(GTV: Gross tumor volume)に限局かつリスク臓器(OAR: Organ at risk)の線量をスペアしたsub fieldから構成される照射法であり、ターゲットの局在によってはsub fieldを腸管に接するように設定しなければならないことがある。膵癌ではターゲット周囲にOARが多く存在するため、それらのinterfractional motionは重要なリスク因子となり得る。SIB法においてOARのinterfractional motionの管理と対策は非常に重要である。そこで今回われわれは、局所進行膵癌のOARの中でも特に感受性の高い十二指腸に着目し、局所進行膵癌に対するSIB法による陽子線治療におけるinterfractional motionの解析を行った。

【方法】

当院にてSIB法にて陽子線治療を行った局所進行膵癌10名(Table 1)を対象とし解析を行った。これらの症例の計画用CTおよび治療期間中のターゲットおよびOARの確認用に週1回の頻度で撮影されたCheck CTを用いた。CT画像の取得はCT装置(Aquilion LB, Canon)を用い、最呼気での呼吸同期(AZ-733V, Anzai Medical)および絶食4時間以上の前処置を加えて行った。取得した患者ごとの治療計画装置(Xio-M, Elekta)にて計画用CTおよびCheck CT上の十二指腸を下行脚および水平脚に区分けして輪郭入力を行った。輪郭入力後、計画用CTとCheck CTを骨合わせにてfusionし、Check CT上の十二指腸の輪郭を計画用CT上にすべてコピーした。輪郭ごとに重心位置を算出し、計画CT上の十二指腸重心を基準とし下行脚および水平脚それぞれの重心の相対移動量を左右(LR)、前後(AP)、頭尾(SI)方向の方向別に算出した。また、全症例の各方向における有意差の検定にWelch's t-testを用いた。

【結果】

患者毎の重心の相対移動量は、十二指腸下行脚においてLR、AP、SI方向それぞれにおいて症例によりばらつきがあった。また、十二指腸水平脚についても同様の結果が得られた。方向ごとの重心の相対移動量について

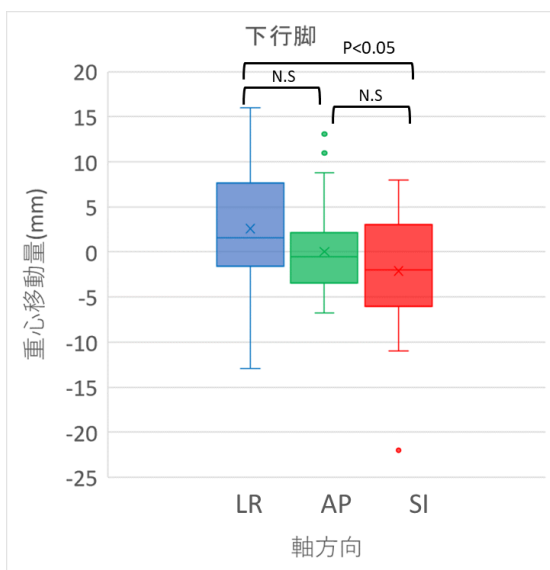


Fig.1 下行脚における方向ごとの重心移動量

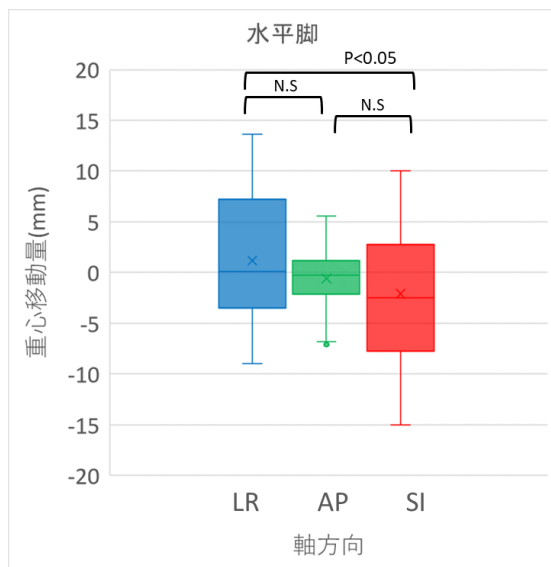


Fig.2 水平脚における方向ごとの重心移動量

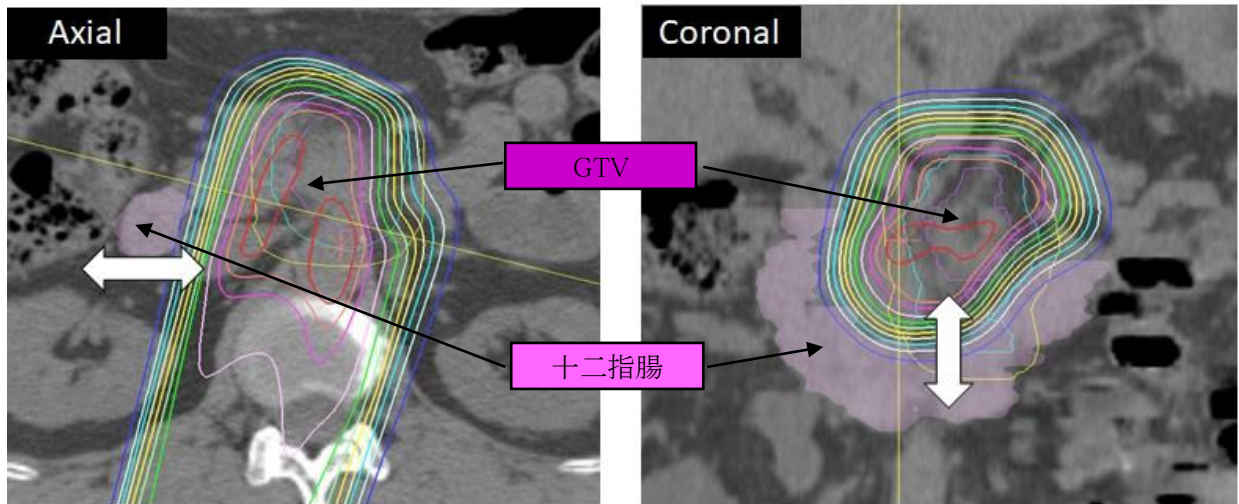


Fig.3 SIB 法の Sub field と十二指腸の位置関係(左:Axial 像、右:Coronal 像)

では十二指腸下行脚および水平脚ともにAP方向が最も移動量が少ない結果となった。下行脚ではLR方向において最大で16 mm、水平脚ではSI方向に最大で15 mm移動が確認された。また、Welch's t-testより下行脚、水平脚ともにLR方向とSI方向の間に有意差($p < 0.05$)が認められた(Fig.1、Fig.2)。

【考察】

十二指腸下行脚、水平脚ともにAP方向への動きに比べてSI、LR方向が大きい傾向にあった。特に、SIB法のsub fieldにおいて下行脚ではLR方向への動き、水平脚ではSI方向への動きにより十二指腸への線量に変化しやすいため(Fig.3)、今回の結果の最大移動量を考慮すればこれらの動きは十分なリスク因子となり重要であるといえる。これらのことより、ターゲットが膵頭部および膵体部に局在するケースでは十二指腸がターゲット近傍に位置するため、SIB法による治療はリスクが高いといえる。そのため、十二指腸の移動の傾向を考慮した治療計画を立案する必要がある。Sub field設定時の十二指腸に対する適切な計画危険臓器体積 (PRV: Planning organ at risk volume) マージンの設定を目的とした十二指腸の移動の傾向を得るためのCheck CTの至適撮影タイミング・頻度も含めさらなる検討を要するものと考えられた。

【まとめ】

膵臓癌に対する陽子線SIB法において十二指腸に着目してinterfractional motionの解析を試みた。陽子線SIB法において重要なリスク因子となり得る下行脚のLR方向、水平脚のSI方向の動きは最大でそれぞれ16 mm、15 mmと比較的大きいことが確認できた。また、sub field設定時の十二指腸に対するPRVマージンの設定やCheck CTの至適撮影タイミング・頻度については引き続き検討が必要である。

【参考文献】

1) 粒子線治療(陽子線治療、重粒子線治療)の疾患別統一治療方針. 日本放射線腫瘍学会, 2018.