

## I 期食道癌に対する炭素線治療の治療堅牢性に関する研究

### 1. 研究の対象

神奈川県立がんセンター（i-ROCK）にて 2020 年 9 月から 2024 年 3 月の期間に、重粒子線治療を行った I 期食道癌患者さんを対象とします。

### 2. 研究目的・方法・研究期間

#### <研究の目的>

本研究では I 期食道癌に対する炭素線治療を対象として、治療計画に関連する主な不確かさ（不確定性）の要因を評価することで、より堅牢な治療計画の立案手法を提案することを目的とします。

#### <研究期間>

実施承認日～令和 6 年 3 月 31 日

#### <研究方法>

堅牢な治療計画を立案するためには、（1）最適な照射範囲（PTV margin）の設定、（2）臓器移動（腫瘍および正常臓器）により生じる密度変化起因の線量分布変化に対応が必要となります。

---

#### （1）PTV margin の最適化

##### 1.1：ビームおよび患者照合起因の不確かさの評価

各種許容値を基準に不確かさを算定します。場合により実測値を使用します。

##### 1.2：Intra-fractional motion の解析（照射中での Target の動きの解析）

治療計画時に撮影した①4 次元 CT 画像（4DCT）、②最吸気タイミングでの CT 画像（In-peak-CT）、③最呼気タイミングでの CT 画像（Ex-peak CT）、④X 線透視画像を使って評価します。解析対象は画像上で視認出来る肉眼的腫瘍体積（Gross Tumor Volume；GTV）と、腫瘍の呼吸性移動を相対的に表現できるよう体内に留置された金属マーカー（Clip）とします。CT 画像での評価では各 CT 画像上に GTV、Clip を輪郭として描画します。そして、それぞれの輪郭の重心座標をもとに Target の動きを評価しま

す。X線透視画像では、Clipの動きを2次元座標系で解析することで、照射中のTargetの動きを評価します。

### 1.3: Inter-fractional motionの解析（治療期間中でのTargetの動きの解析）

治療計画CT（Plan CT）画像と治療室内CT（In-room CT）画像を使って評価します。各CT画像にGTVを描画します。描画したGTVの重心座標と、isocenter座標をもとに治療計画時を基準とした治療期間中のTargetの動きを評価します。

### 1.4: 外的要因の評価

主な要因として体厚変化が考えられます。実際の治療では、患者正面と側面の2方向より撮影したX線画像を撮影し、骨を基準に照射位置を決定します。このことから、Plan CT画像とIn-room CT画像の骨を基準に重ね合わせ（Bone match）、Plan CT画像を基準に照射範囲での体厚変化を計測しその影響を評価します。

## **(2) 腫瘍および正常臓器の移動に伴う密度差への対応策**

### 2.1: Inter-fractional motion（周辺臓器）の考慮

Plan CT画像を基準にIn-room CT画像をBone matchする。Plan CT画像を基準にOARの位置変化を解析します。主な解析対象は咽頭、気管、心臓とします。気管と咽頭は一定のvolumeを持つ空気の塊であり、位置が変化すると治療計画時と比べ密度差が生じ線量分布に影響すると考えられます。

### 2.2: 置換あり/なしでのTarget coverageの評価

腫瘍および正常臓器の近傍領域を当該物質の密度で置換することで、実際の治療時における呼吸性移動などに起因した線量分布変化を軽減する手法を提案します。まず初めに、腫瘍および正常臓器の近傍領域を当該物質の密度で置換した治療計画と、置換しない治療計画を作成します。次に、実際の治療時に撮影されたIn-room CT画像に両者の治療計画ビームを再計算することにより、置換の有無による線量分布の変化を評価します。

## **3. 研究に用いる試料・情報の種類**

- 被験者の年齢
- 被験者の放射線治療実施期間、照射線量
- 治療計画装置 Monaco™ treatment planning station (version 5.20, Elekta, St. Louis, US)の治療計画情報
- 放射線治療期間中に治療室内で撮影された In-RoomCT 画像