

## 肺 VMAT-SBRT 症例に対する Dynamic CT スキャンを用いた呼吸停止中の腫瘍位置変動確認の有用性

### 1. はじめに

定位放射線療法 (stereotactic body radio therapy: SBRT) は、正常組織への放射線量を最小限に抑えながら、ピンポイントに腫瘍への大線量投与を可能にし、医学的に手術不能な初期の非小細胞肺癌や転移性肺癌に対し、優れた局所制御と生存率をもたらします。近年では、より腫瘍への線量集中性の向上および正常臓器への線量低減が可能である強度変調回転照射 (volumetric modulated arc therapy: VMAT) を併用した、VMAT-SBRTが実施されています。VMATはガントリが回転しながら多分割コリメータ (Multi-Leaf Collimator, MLC) の照射野形状を複雑に変化させることで所望の線量分布を作成する照射法になります。

肺などのように、腫瘍に呼吸性移動を伴う部位に対し放射線治療を行う場合、適切な呼吸性移動対策を講じる必要があります。その手法の一つに呼吸停止法があり、呼吸停止法は、照射中に息止めを行うことで、腫瘍の呼吸性移動を抑制し、照射範囲を最小限に留めることができます。呼吸のモニタリングには、腹部体表面に置いた赤外線マーカーを用い、呼吸の停止精度などを判断する手法が広く用いられています。

当院では呼吸停止肺VMAT-SBRT症例に対し、治療計画前のシミュレーション時に320列 Computed Tomography(CT)を用いたDynamic CTスキャンにより、呼吸停止中の腫瘍の動きの確認を行っています。Dynamic CTスキャンは、同じ部位を繰り返し撮影することで、呼吸停止中の腫瘍の経時的変化を観察することができます。この観察時に、これまで幾つかの症例において、腹部体表面マーカーの動きとは異なり腫瘍位置が変動する事象を過去に経験しました。Dynamic CTスキャンは、通常の治療計画用CTに加えて撮影を行うため、撮影による被ばく線量は増加するデメリット (Dose Length Product (DLP) [mGy/cm]= 733.5 [mGy/cm]) はありますが、事前にDynamic CTスキャンを撮影しなければ上記のような腫瘍位置の変動は検知することはできません。この変動を考慮せずに治療計画を立案した場合、照射時に治療計画と投与線量との間に大きな乖離を引き起こす可能性があります。

通常は、腫瘍に対し3mmの等方マージンを付加し、呼吸停止位置の不確かさを補償するように照射範囲の設定を行っていますが、Dynamic CTスキャンによる観察中に腫瘍に変動があり、この等方マージンから腫瘍が外れる場合は、さらにその変動を加味した照射範囲を設定し、治療計画の立案を行っています。これまで、Dynamic CTスキャンにより放射線治療における呼吸停止中の腫瘍の動きを評価した報告はなく、呼吸停止中に腫瘍の変動が存在すること自体もあまり知られていません。本研究では、このような症例に対し、Dynamic CTスキャンを用いた照射範囲の設定の有無が、実際の患者の投与線量に与える影響を明らかにし、呼吸停止症例に対するDynamic CTスキャンによる腫瘍位置変動確認の有用性を評価します。

## 2. 対象

2016年5月から2022年2月までにがん研究会有明病院放射線治療科において、呼吸停止下における肺VMAT-SBRTの放射線治療を受けた方の中から抽出いたします。その患者さんの放射線治療計画を用います。研究対象者は、将来、放射線治療を受ける患者さんに対して有益になる可能性があるため本研究の対象者として選定される予定です。この方法は後ろ向き研究という方法で、患者さんの負担はありません。本研究の参加を希望されない患者さんは下記に示す連絡先までご連絡下さい。本研究に参加しないことによる研究対象者への不利益はありません。また、研究の実施または継続に同意された場合であっても随時撤回することができます。

## 3. 方法

本研究では、過去に Dynamic CT スキャンが撮影された肺 VMAT-SBRT 50 症例を対象とします。まず、Dynamic CT スキャンを用いて呼吸停止中の腫瘍位置変動量を算出します。次に、呼吸停止中の腫瘍位置変動が大きい症例に対し、Dynamic CT スキャンの有無を想定したそれぞれの照射範囲設定に対し、治療計画を作成します。作成された治療計画と Dynamic CT スキャンにより得られた画像を用いて、実照射の状況を再現した線量再構成を行います。元の治療計画と再構成した線量分布とを比較し、それぞれの照射範囲設定の違いが線量指標に与える影響を検討します。最後に、呼吸停止位置の再現性を確認するため、照射時の腫瘍位置と、照射後の腫瘍位置の変化量を算出します。

## 4. 研究期間

研究を行う期間は承認日より 2024 年 3 月 31 日までを予定しております。

## 5. 研究対象者に生じる負担並びに予測されるリスク及び利益

本研究では、通常の治療計画用 CT に加えて Dynamic CT スキャン撮影を行うため、撮影による被ばく線量の増加 ( $DLP[mGy/cm]=733.5 [mGy/cm]$ ) とそれに伴う二次発がんの増加が予測されます。

本研究により、肺 VMAT-SBRT を受ける患者に対し、照射時における正確な位置合わせ、呼吸停止時の腫瘍位置変動を考慮した照射範囲設定による局所制御率の向上、局所再発率の低下が予測されます。

## 6. 個人情報の取扱い

研究対象者の画像情報・データは、分析する前に氏名・住所・生年月日を削除し、代わりに新しく符号をつけ、誰のものかわからないようにした上で、当院診療科にて外部と接続しないコンピュータにパスワードをかけた上で厳重に保管します。また結果の公開にあたっては、数値・統計データを基本とし、治療計画に用いた患者さんの CT 画像を公表します。

なお、氏名、生年月日等、個人を識別できる情報は含まれません。個人情報の開示について、ご質問・ご相談がある場合は下記に示す連絡先までご連絡 下さい。

#### 7. 個人情報の管理及び廃棄の方法について

研究に用いた画像データ等の取り扱いについては、当院診療科の外部に接続しないコンピュータにパスワードをかけた上で厳重に保管します。保管期間は研究の終了について報告された日から5年経過した日とします。保管期間終了後に紙媒体に関してはシュレッダーで裁断し破棄し、画像データ等に関しては上記の方法で継続的に保管することとします。

#### 8. 研究結果の開示について

研究結果は、以下の関連学会及び論文で公表する予定です。なお、論文の投稿にあたっては論文の掲載により研究責任者に著作権が与えられる可能性があります。

日本放射線腫瘍学会第35回学術大会（2022年11月開催予定）

Physica Medica（2023年4月投稿予定）

#### 9. 研究資金及び利益相反

本研究は、当院放射線治療部の研究資金で実施します。

連絡先：公益財団法人 がん研究会有明病院

〒135-8550 東京都江東区有明三丁目 8 番 31 号

研究責任者 上間 達也

連絡先：電話番号 03-3520-0111(代表) FAX 番号 03-3520-0141